

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia de estabilizantes económicos en la  
estabilización de suelos arcillosos de la subrasante  
del pasaje San Martín en el distrito de Quinua,  
Huamanga, Ayacucho, 2022**

Erik Huaman Rojas

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Ayacucho, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Manuel Ismael Laurencio Luna  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 24 de Abril de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

**INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONOMICOS EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022**

**Autor:**

ERIK HUAMAN ROJAS – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N° de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"):13 SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

Asesor de trabajo de investigación

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios, por la vida y por proveerme de energía para continuar creciendo como persona y profesional.

Al Mg. ING. MANUEL ISMAEL LAURENCIO LUNA, por su tiempo, consejos, dedicación y asesoramiento al brindar sus conocimientos y experiencia, ya que con ello afianzaron el desenvolvimiento de mi vasta formación profesional.

**Atte. Erik Huamán Rojas**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos, JOVITA ROJAS JERI, HERNAN HUAMAN HUASACCA y ERIKA L. HUAMAN ROJAS, Q.E.P.D ANTHONY B. HUAMAN ROJAS, por el amor y dedicación que me brindan a diario y apoyar mis proyectos de forma incondicional; así como, a todos aquellos que me alientan a seguir adelante.

**Atte. Erik Huamán Rojas**

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>iv</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1. Planteamiento y Formulación del problema</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2. Formulación del Problema</b> .....	<b>15</b>
1.2.1. Problema General .....	15
1.2.2. Problemas Específicos .....	15
<b>1.3. Objetivos del Proyecto</b> .....	<b>15</b>
1.3.1. Objetivo General.....	15
1.3.2. Objetivos Específicos.....	16
<b>1.4. Justificación e Importancia</b> .....	<b>16</b>
1.4.1. Importancia del estudio .....	16
1.4.2. Justificación teórica .....	17
1.4.3. Justificación metodológica.....	17
1.4.4. Justificación práctica.....	17
<b>1.5. Hipótesis y Variables</b> .....	<b>18</b>
1.5.1 Hipótesis .....	18
1.5.2 Variables.....	18
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1 Antecedentes del Problema</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.1. Internacional</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.2. Nacional</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.3. Local</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2. BASES TEÓRICAS</b> .....	<b>23</b>
2.2.1. El suelo .....	23
2.2.2. Suelo arcilloso en la subrasante .....	23
2.2.3. Granulometría del suelo .....	23
2.2.4. Clasificación del suelo .....	23
2.2.5. Límites de consistencia del suelo .....	27
2.2.6. Índices obtenidos a partir de los límites de consistencia .....	28
2.2.7. Contenido de humedad óptimo .....	29
2.2.8. Densidad seca máxima (gr/cm).....	29
2.2.9. Subrasantes de Pavimentos .....	30
2.2.10. Capacidad de soporte CBR en la evaluación de la calidad de una subrasante .....	30
2.2.11. Estabilización de suelos .....	31
2.2.12. Cemento Portland .....	34
2.2.13. Cal .....	38
2.2.14. Objetivo de la aplicación de la Cal.....	38
<b>2.3. Definición de Términos Básicos</b> .....	<b>40</b>

<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b> .....	<b>41</b>
<b>3.1. Tipo y nivel de investigación</b> .....	<b>41</b>
3.1.1. Tipo de investigación.....	41
3.1.2. Nivel de investigación.....	41
<b>3.2. Diseño de la investigación</b> .....	<b>41</b>
<b>3.3. Población de estudio, muestra y unidad de análisis</b> .....	<b>43</b>
3.3.1. Población .....	43
3.3.2. Muestra .....	43
3.3.3. Unidad de análisis.....	44
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	<b>44</b>
3.4.1. Técnicas:.....	44
3.4.4. Instrumentos .....	45
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>46</b>
<b>4.1. Resultados de la caracterización de muestras</b> .....	<b>46</b>
4.1.1. Descripción de los perfiles estratigráficos de las calicatas realizadas .....	46
4.1.2. Clasificación del suelo que conforma la subrasante del pasaje san Martín.....	48
<b>4.2. Resultados del tratamiento y análisis de la información</b> .....	<b>49</b>
4.2.1. Influencia del aditivo estabilizador en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable .....	49
4.2.2. Influencia del aditivo estabilizador en el índice de contracción del suelo arcilloso más desfavorable .....	54
4.2.3. Influencia del aditivo estabilizador en el índice CBR del suelo arcilloso más desfavorable .....	56
<b>4.3. Prueba de Hipótesis</b> .....	<b>61</b>
4.3.1. Análisis de la distribución probabilística de los datos .....	61
4.3.2. Estadísticos descriptivos de los indicadores del tratamiento .....	62
4.1.1. Análisis inferencial de las hipótesis .....	64
<b>4.2. Costos en la estabilización de Suelos Arcillosos con Cal y Cemento Portland Tipo I</b> .....	<b>84</b>
<b>4.3. Discusión de Resultados</b> .....	<b>90</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>93</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>95</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>100</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de un suelo según el tamaño de sus partículas.....	23
Tabla 2. Condición del suelo de subrasante según su índice de grupo .....	24
Tabla 3. Sistema de clasificación AASHTO.....	25
Tabla 4. Símbolos para fines de identificación de suelos en el Sistema Unificado .....	26
Tabla 5. Grupos de clasificación de suelos del Sistema Unificado .....	26
Tabla 6. Correlación entre los sistemas de clasificación AASHTO y SUCS .....	27
Tabla 7. Clasificación de un suelo según su índice de plasticidad .....	28
Tabla 8. Caracterización de la plasticidad de un suelo.....	28
Tabla 9. Cambio volumétrico de un suelo en función de su índice de plasticidad y límite de contracción .....	29
Tabla 10. Calidad de un suelo en función de su grado de contracción .....	29
Tabla 11. Tipos de subrasante en función de la relación CBR.....	31
Tabla 12. Marco referencial sobre aplicabilidad de aditivos estabilizador.....	33
Tabla 13. Principales componentes del cemento Portland .....	34
Tabla 14. Requisitos mínimos del cemento Portland Tipo I .....	35
Tabla 15. Efectos de la modificación de un suelo arcilloso con cemento .....	37
Tabla 16. Características técnicas de la cal anhidra .....	38
Tabla 17. Número mínimo de puntos de investigación de acuerdo al tipo de vía .....	43
Tabla 18. Coordenadas UTM de las calicatas realizadas .....	44
Tabla 19. Clasificación de las muestras de suelo de cada calicata realizada .....	48
Tabla 20. Influencia del cemento Portland Tipo I en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable .....	49
Tabla 21. Influencia de la cal en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable .....	49
Tabla 22. Influencia del cemento Portland Tipo I y cal en el índice de contracción del suelo arcilloso más desfavorable .....	54
Tabla 23. Influencia del cemento Portland Tipo I en el índice CBR del suelo arcilloso más desfavorable .....	56
Tabla 24. Influencia de la cal en el índice CBR del suelo arcilloso más desfavorable.....	57
Tabla 25. Resultado de la prueba de Shapiro-Wilks para determinar el tipo de distribución que presentan las variables dependientes .....	61
Tabla 26. Estadísticos descriptivos del efecto de concentraciones de cemento sobre las variables de estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinoa, Huamanga, Ayacucho 2022.....	62
Tabla 27. Estadísticos descriptivos del efecto de concentraciones de cal sobre las variables de estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinoa, Huamanga, Ayacucho 2022. ....	63



Tabla 28. Prueba de Kruskal Wallis límite líquido .....	64
Tabla 29. Prueba de Kruskal Wallis límite plástico .....	65
Tabla 30. Prueba de Kruskal Wallis índice de plasticidad .....	66
Tabla 31. Prueba de Kruskal Wallis límites de contracción .....	67
Tabla 32. Prueba de Kruskal Wallis índice de contracción .....	68
Tabla 33. Prueba de Kruskal Wallis contenido de humedad óptimo .....	69
Tabla 34. Prueba de Kruskal Wallis densidad seca máxima .....	70
Tabla 35. Prueba de Kruskal Wallis CBR 100% .....	71
Tabla 36. Prueba de Kruskal Wallis CBR 95% .....	72
Tabla 37. Prueba de Kruskal Wallis hinchamiento promedio .....	73
Tabla 38. Prueba de Kruskal Wallis límite líquido (cal) .....	74
Tabla 39. Prueba de Kruskal Wallis límite plástico (cal) .....	75
Tabla 40. Prueba de Kruskal Wallis índice de plasticidad (cal) .....	76
Tabla 41. Prueba de Kruskal Wallis límite de contracción (cal) .....	77
Tabla 42. Prueba de Kruskal Wallis índice de contracción (cal) .....	78
Tabla 43. Prueba de Kruskal Wallis contenido de humedad óptimo (cal) .....	79
Tabla 44. Prueba de Kruskal Wallis densidad seca máxima (cal) .....	80
Tabla 45. Prueba de Kruskal Wallis CBR 100% (cal) .....	81
Tabla 46. Prueba de Kruskal Wallis CBR 95% (cal) .....	82
Tabla 47. Prueba de Kruskal Wallis hinchamiento promedio (cal) .....	83
Tabla 48. Resultado de la prueba de Mann-Whitney al comparar el efecto del cemento con la cal en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022 .....	84

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Límites de Atterberg y variación volumétrica del suelo. Tomado de Venkatramaiah (20) .	27
Figura 2. Transmisión de carga de una rueda hacia la subrasante. Tomado de Kraemer et al. (24) ...	30
Figura 3. Flujo de selección de métodos de estabilización. Tomado de MTC 2014 .....	32
Figura 4. Relación entre el contenido de cemento y el índice de plasticidad de un suelo arcilloso. Tomado de PCA 1995 (33).....	37
Figura 5. a) Moléculas de cal anhidra. b) Cal. Tomado de ASSIS 1988 .....	38
Figura 6. Localización de puntos en la zona de investigación .....	44
Figura 7. Ubicación calicata 02 .....	46
Figura 8. Ubicación calicata 03 .....	47
Figura 9. Variación del índice de plasticidad con adición de cemento convencional tipo I .....	50
Figura 10. Variación del índice de plasticidad con adición de cal .....	50
Figura 11. Variación del índice de plasticidad con adición de cemento convencional tipo I y cal. ....	51
Figura 12. Variación del límite líquido con adición de cemento convencional tipo I. ....	51
Figura 13. Variación del límite líquido con adición de cal. ....	52
Figura 14. Variación del límite líquido con adición de cemento convencional tipo I y cal. ....	52
Figura 15. Variación del límite plástico con adición de cemento convencional tipo I .....	53
Figura 16. Variación del límite plástico con adición de cal .....	53
Figura 17. Variación del índice de plasticidad con adición de cemento convencional tipo I y cal ....	54
Figura 18. Variación del índice de contracción con adición de cemento convencional .....	55
Figura 19. Variación del límite de contracción con adición de cal.....	55
Figura 20. Variación del índice CBR con adición de cemento convencional tipo I .....	57
Figura 21. Variación del índice CBR con adición de cal anhidra .....	58
Figura 22. Variación de la densidad seca máxima con adición de cemento. ....	58
Figura 23. Variación de la densidad seca máxima con adición de cal.....	59
Figura 24. Variación del contenido de humedad óptimo con adición de cemento .....	59
Figura 25. Variación del contenido de humedad óptimo con adición de cal .....	60
Figura 26. Efecto de concentraciones de cemento sobre el límite líquido en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022. ....	64
Figura 27. Efecto de concentraciones de cemento sobre el límite plástico en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022 .....	65
Figura 28. Efecto de concentraciones de cemento sobre el índice de plasticidad en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022. ....	66
Figura 29. Efecto de concentraciones de cemento sobre el límite de contracción en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022. ....	67
Figura 30. Efecto de concentraciones de cemento sobre el límite de contracción en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022 .....	68
Figura 31. Efecto de concentraciones de cemento sobre el contenido de humedad óptimo en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	69

Figura 32. Efecto de concentraciones de cemento sobre la densidad seca máxima en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022 .....	70
Figura 33. Efecto de concentraciones de cemento sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración) en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	71
Figura 34. Efecto de concentraciones de cemento sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración) en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	72
Figura 35. Efecto de concentraciones de cemento sobre el hinchamiento promedio en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	73
Figura 36. Efecto de concentraciones de cal sobre el límite líquido en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	74
Figura 37. Efecto de concentraciones de cal sobre el límite plástico en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	75
Figura 38. Efecto de concentraciones de cal sobre el índice de plasticidad en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	76
Figura 39. Efecto de concentraciones de cal sobre el límite de contracción en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	77
Figura 40. Efecto de concentraciones de cal sobre el índice de contracción en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	78
Figura 41. Efecto de concentraciones de cal sobre el contenido de humedad en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	79
Figura 42. Efecto de concentraciones de cal sobre la densidad seca máxima en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	80
Figura 43. Efecto de concentraciones de cal sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración) en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	81
Figura 44. Efecto de concentraciones de cal sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración) en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	82
Figura 45. Efecto de concentraciones de cal sobre el hinchamiento promedio en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.....	83
Figura 46. Evaluación de costos con adición cemento convencional tipo I (QUINUA- AYACUCHO) (m2).....	84
Figura 47. Evaluación de costos con adición cemento portland tipo I (LIMA) (m2). ....	85
Figura 48. Evaluación de costos con adición Cal (QUINUA- AYACUCHO) (m2). ....	86
Figura 49. Evaluación de costos con adición cal (LIMA) (m2). ....	86

Figura 50. Evaluación de costos con adición CEMENTO CONVENCIONAL TIPO I Y CAL (AYACUCHO) (m2).....	87
Figura 51. Evaluación de costos con adición CEMENTO CONVENCIONAL TIPO I Y CAL (LIMA) (m2) .....	88
Figura 52. Evaluación de costos con adición CEMENTO PORTLAND TIPO I (QUINUA AYACUCHO-LIMA) (m2).....	88
Figura 53. Evaluación de costos con adición CEMENTO CONVENCIONAL TIPO I (QUINUA AYACUCHO-LIMA) (m2).....	89
Figura 54. Evaluación de costos con adición CEMENTO CONVENCIONAL TIPO I Y CAL (AYACUCHO-LIMA) (M2).....	89

## RESUMEN

El estudio tuvo como propósito, evaluar la influencia de los estabilizantes económicos en la estabilización de la subrasante de suelos arcillo ligero arenoso (A-6), análisis del índice de contracción y/o análisis comparativo de los costos unitarios por m<sup>2</sup> de subrasante en la zona de estudio (Quinua-Huamanga y en Lima). En cuanto a la metodología, se utilizó una investigación tipo aplicada, enfoque cuantitativo nivel correlacional y de diseño experimental.

De esta manera, se ejecutaron tres calicatas C1, C2 y C3, obteniéndose un suelo arcillo ligero arenoso CL según SUCS y A-6 según la AASHTO; luego se obtuvo el índice de plasticidad de cada uno de ellos, encontrándose el suelo más desfavorable en la calicata C1. A esta muestra se le hallaron sus propiedades de índice de plasticidad, contracción, y de Proctor modificado e índice de CBR para las combinaciones de 0% (muestra patrón), 1%,3% y 5% en peso de cal y cemento analizado por separado.

Al aplicar ambos aditivos se obtuvo como resultados que los índices del Proctor, contracción y el CBR mejoran en los porcentajes de 1% y 3%, mientras que al 5%, disminuyen los valores indicados. También, se realizó estudios comparativos de costos unitarios de 1 m<sup>2</sup>, de subrasante en la zona de estudio y en Lima. Encontrándose que el costo más económico es en la ciudad de lima.

**Palabras Clave:** cemento, cal, estabilización, suelo arcillo ligero arenoso, índice de plasticidad, índice de Proctor modificado, índice de CBR.

## ABSTRACT

The purpose of the study was to evaluate the influence of economic stabilizers on subgrade stabilization of light sandy clayey-clay soils (A-6) and/or comparative analysis of unit costs per m<sup>2</sup> of subgrade in the study area (Quinoa - Huamanga) and in Lima. Regarding the methodology, an applied research type, quantitative approach, correlational-causal level and quasi-experimental design was used.

In this way, three test pits C1, C2 and C3 were made, obtaining a light sandy clay soil CL according to SUCS and A-6 according to AASHTO, then the plasticity index was obtained for each of them, finding the most unfavorable soil in test pit C1. This sample was found to have plasticity index, shrinkage, modified Proctor and CBR index properties for the combinations of 0% (standard sample), 1%, 3% and 5% by weight of lime and cement analyzed separately.

When applying both additives, the results were obtained that the Proctor, shrinkage and CBR indices improve in the percentages of 1% and 3%, while at 5%, the indicated values decrease. Also, comparative studies were carried out on unit costs of 1 m<sup>2</sup>, of subgrade in the study area and in Lima. Finding that the most economical cost is in the city of Lima.

**Key words:** cement, lime, stabilization, light sandy clayey-clay soil, plasticity index, modified Proctor index, CBR index.

## INTRODUCCIÓN

En los proyectos viales es fundamental identificar los patrimonios mecánicos físicos de la subrasante, puesto que tendrá repercusión en los costos del proyecto. Estas propiedades indicadas tienen rango de aceptabilidad establecidos en las normativas, en este caso, en las normas de suelos y pavimentos del MTC. En terrenos cuyas propiedades mecánicas, por ejemplo, el CBR no cumplen con los valores mínimos; por lo que es necesario su reforzamiento a través de diferentes alternativas (estabilización de suelos) los cuales inclusive están establecidos en la norma antes citada. Sin embargo, en ella no establece la conveniencia del uso de uno u otra alternativa, de esta manera el estudio pretende complementar ese vacío sobre conocimiento comparando el uso del cemento y la cal.

Primera división, describe el planteamiento del estudio, que incluye la enunciación del problema conjuntamente con los objetivos, seguidamente con la conjetura y la operacionalización de las variables.

Segunda división, considera el marco teórico, que contempla antecedentes internacionales y nacionales, las bases teóricas y la definición de la terminología clave de acuerdo a la investigación.

Tercera división, corresponde a la metodología y la trascendencia investigativa, del mismo modo el diseño, la población con su respectiva muestra, adicionalmente se define los métodos y materiales empleados para la recolección de datos.

Cuarta división, pertenece a los resultados y discusión, la demostración de la conjetura y las discusiones elaboradas según la investigación.

En la última división, tenemos las conclusiones y recomendaciones de los objetivos primordiales y secundarios, referencias bibliográficas según la ISO 690-2 y anexos como los paneles fotográficos, lista de acrónimos, ensayos de laboratorio por la empresa INGEOMAX, certificados de calibración de los instrumentos del laboratorio.

Se observó deficiencias en la infraestructura vial en el lugar de la pesquisa, debido a terrenos con descenso de la resistencia y establecer dentro de las alternativas de solución que otorga el MTC a través de sus normativas, cual es óptimo y rentable.

El aporte científico de la presente investigación, radica en la evaluación del índice de contracción y establecer la conveniencia del uso de un aditivo (cemento o cal), con respecto a otro en base al incremento de la tenacidad del suelo y costo.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

#### 1.1. Planteamiento y Formulación del problema

El sector infraestructura y transporte vial ha ganado importancia, transformándose en uno de las columnas financieras y sociales del progreso en varios países. Un ejemplo de esto es Nicaragua, donde se ejecuta la estabilidad con cal en superficies con el descenso del flujo del tráfico, debido a que no se accede a un financiamiento para construir un asfalto. En Bogotá, se realizó una indagación, la cual corrobora que al incorporar cemento como agente estabilizador y examinar cada una de sus propiedades físico-mecánicas a través de pruebas de laboratorio realizadas en una base granular, el recurso asegurado con un 7% de cemento consigue una firmeza de 25.35 Kg/cm<sup>2</sup> (1).

Para la estabilidad de los suelos en el Perú es la cal, por ello es hidratada debido a su costo inferior y desempeño estable. Ahora mediante experimentos con CBR, compresión triaxial y módulo de elasticidad para medir la resistencia del subsuelo, este último experimento se realizó en Colombia, Ecuador y países como México, donde no son de mucha importancia (2).

Igualmente, las trochas se encuentran en condiciones precarias, lo que impide garantizar la seguridad de quienes las utilizan. Por esta razón, se propone implementar medidas para su mejoramiento, y una de estas medidas es la estabilización. La consolidación de las superficies, se lleva a cabo mediante el uso de diferentes recursos, como la cal y el cemento Portland tipo I (3).

Quinua es un lugar donde el suelo en el lecho del camino presenta una calidad deficiente y requiere mejoras para prevenir futuros problemas. Ante esta situación, se pueden considerar dos opciones trascendentales para perfeccionar la eficacia del suelo. De esta manera, consiste en remover una capa seleccionada de suelo y reemplazarla por una de mejor calidad. La otra opción es utilizar aditivos químicos; la elección entre estas dos opciones dependerá de la viabilidad y la economía para su implementación.

Un suelo de subrasante muy común es el arcilloso, el cual puede ocasionar problemas de consideración con la base de adoquines. Un tipo particular de arcilla es la denominada arcilla dilatante, que experimenta cambios significativos de volumen cuando pasa por períodos de disminución de la humedad y su posterior aumento.

Las permutaciones de volumen en las baldosas cerámicas pueden causar daños serios en las estructuras que se encuentran sobre ellas. Por esta razón, al instalar revestimientos en este tipo de suelos, es importante evitar cambios en la humedad para evitar la necesidad de aplicar procesos de impermeabilización o estabilización.



Las ciudades de Ayacucho y Quinua, están mayormente compuestos por suelos sedimentarios y depósitos aluviales, los cuales consisten en limos y arcillas con una capacidad portante baja. Estos tipos de suelo, que forman el lecho de la carretera, a menudo presentan dificultades durante la cimentación del armazón del asfalto. Por lo tanto, resulta necesario mejorar la calidad de estos suelos, lo cual puede lograrse mediante su estabilización, como se mencionó anteriormente.

En el departamento de Ayacucho, señalan que el refuerzo de las superficies con cemento no es una práctica común. En su lugar, se suelen elegir otros métodos para mejorar la calidad del suelo de baja calidad que se encuentra en el lecho de las carreteras, como la sustitución de la superficie o la aplicación de mercancías geo sintéticos. Por último, es significativo evaluar las ventajas técnicas de la estabilidad de superficies a través de la utilización de cemento y cal, para optimizar las características físicas y mecánicas de los suelos con baja calidad en nuestra área.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la influencia de estabilizantes económicos en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante del pasaje san Martin en el distrito de Quinua, 2022?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ✓ ¿Cuál es la influencia en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal?
- ✓ ¿Cuál es la influencia en el índice de contracción del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal?
- ✓ ¿Cuál es la influencia en la capacidad de soporte del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal?
- ✓ ¿Cuáles son los costos de estabilización asociados a la adición por separado de 1%, 3% y 5% de Cal y cemento Portland Tipo I??

## **1.3. Objetivos del Proyecto**

### **1.3.1. Objetivo General**

Analizar la influencia de estabilizantes económicos en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante del pasaje san Martin en el distrito de Quinua, 2022.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Comparar la influencia en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal.
- ✓ Comparar la influencia en el índice de contracción del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal.
- ✓ Comparar la influencia en la capacidad de soporte CBR del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal.
- ✓ Analizar costos de estabilización asociados a la adición por separado de 1%, 3% y 5% de Cal y cemento Portland Tipo I.

## **1.4. Justificación e Importancia**

### **1.4.1. Importancia del estudio**

La tesis tiene una gran relevancia, ya que generará un informe que resume los resultados más recientes obtenidos en laboratorio y propone soluciones alternativas para estabilizar suelos arcillosos, permitiendo que cumplan con las condiciones adecuadas para ser utilizados como sustrato de cobertura dura. En ese sentido, se toma en cuenta el análisis de los índices de plasticidad y contracción, siendo este último indicador poco abordado en el análisis de estabilización química. Comprender la variación volumétrica del suelo en respuesta a la pérdida de humedad es crucial para evaluar la susceptibilidad del suelo a la contracción y para comprender su comportamiento durante la construcción de la estructura de rodamiento.

Este estudio hace un aporte muy significativo a la población de la región de Quinua donde se realizó el estudio, ya que ofrece un estudio de mecánica de suelos que ayudará en la preparación de documentación técnica, documentación y ejecución del proyecto como base. El proyecto mencionó el estudio anterior y considerando la tipología del suelo para la superficie arcillosa de quinua, deben existir algunas alternativas para mejorar la estabilidad del suelo. Los habitantes de la región Quinua aún no saben qué tipo de suelo tienen, por lo que con la ayuda de estos estudios, conferencias, congresos y exposiciones han creado conciencia y comprensión sobre las investigaciones a realizar en proyectos de ingeniería vial y de ingeniería civil. logrando así una mejor calidad de los proyectos en beneficio de la gente.

#### **1.4.2. Justificación teórica**

Considerando que cuando la cal se encuentra presente en suelos arcillosos junto con sílice y alúmina, se produce la formación de hidratos de silicato de calcio o hidratos de aluminato de calcio. Esta reacción fortalece la resistencia del suelo, lo que conlleva a un aumento duradero en su capacidad de soporte. La estabilización de superficies mediante el uso de cal es ampliamente aplicada en diferentes tipos de proyectos. La determinación del porcentaje adecuado de cal se realiza mediante pruebas específicas que evalúan características como la resistencia a la compresión y el índice de plasticidad del suelo estabilizado. Estas reacciones son similares a las que ocurren durante el proceso de endurecimiento del cemento.

En todo caso, añadir cal y cemento a suelos arcillosos se justifica teóricamente debido a los efectos beneficiosos que estos materiales tienen en la estabilización de superficies. La cal, en particular, ofrece una solución rápida y económica para abordar los desafíos asociados con suelos arcillosos. La estabilización de suelos con cal tiene tres resultados principales: Secado, modificación y estabilización. Estos efectos contribuyen a optimizar las cualidades del suelo, incluyendo el acrecentamiento de su resistencia, la reducción de su plasticidad y la facilitación de los trabajos de construcción. Además, la cal ofrece ventajas económicas y medioambientales significativas en la estabilidad de superficies, permiten aprovechar materiales directos con una misma traza de obra e impidiendo los costos de comisión.

#### **1.4.3. Justificación metodológica.**

El estudio aborda el análisis de indicadores estandarizados referentes a distintos ensayos controlados, en tanto, se estima que la realización de estos ensayos es fundamental para comprender cómo el aditamento cemento y de cal impacta en los patrimonios de la tierra arcillosa. Dado que los instrumentos usados para este fin permiten un mayor control experimental. En todo caso, el estudio se justifica metodológicamente debido a evaluación estandarizada de las muestras, donde los procedimientos controlados tienen menor incidencia en datos sesgados.

#### **1.4.4. Justificación práctica**

El propósito de este estudio fue examinar opciones de estabilización para perfeccionar los elementos mecánicos del suelo arcilloso en la región Quinua. Dado que esta región presenta una alta presencia de suelos arcillosos, los cuales son inadecuados como base de caminos y subrasante para soportar cargas estructurales, se buscó evitar fallas prematuras en las configuraciones viales y certificar que efectúen con su ciclo de vida del diseño único.

## **1.5. Hipótesis y Variables**

### **1.5.1 Hipótesis**

#### **1.5.1.1 Hipótesis General**

La adición de estabilizantes económicos al suelo arcilloso de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, 2022, tendrá un efecto significativo en su estabilización, optimizando sus características mecánicas y de resistencia.

#### **1.5.1.2 Hipótesis Específicas**

- ✓ La adición de diferentes porcentajes de cemento Portland Tipo I y Cal al suelo arcilloso, tiene un efecto significativo en la reducción del índice de plasticidad.
- ✓ La adición de diferentes porcentajes de cemento Portland Tipo I y Cal al suelo arcilloso, tiene un efecto significativo en la reducción del índice de contracción.
- ✓ La adición de diferentes porcentajes de cemento Portland Tipo I y Cal al suelo arcilloso, tiene un efecto significativo en el incremento de la capacidad de soporte CBR.
- ✓ Los costos asociados a la adición por separado de 1%, 3% y 5% de Cal y cemento Portland Tipo I revelan una diferencia considerable entre ambas opciones.

### **1.5.2 Variables**

#### **1.5.2.1 Variable independiente**

- ✓ Cal
- ✓ Cemento Portland Tipo I

#### **1.5.2.2 Variables dependientes**

- ✓ Estabilización de Suelos

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes del Problema

##### 2.1.1. *Internacional*

Rezabala y Ortiz, en su estudio, especifica que el objetivo de su estudio fue caracterizar el suelo obtenido de cada pozo de prueba clasificado como A-7-5 según el sistema AASTHO. El segundo paso se centró en la estabilización del suelo en el pozo experimental 1 utilizando estabilizantes de cemento y cal. Esto incluyó la elaboración y el curado de cilindros, manejando dos comisiones de estabilizantes, 1% y 3%, con el objetivo de evaluar el CBR después del remojo y obtener la densidad máxima como indicador principal de cambio. **El resultado**, el suelo obtenido de la zona de Bachillero de Tosagua, fue tratado mediante un proceso de estabilización y no se encontró ninguna mejora significativa utilizando 1% de aditivos de cemento. Un porcentaje del 3% aumenta a 5 veces la resistencia inicial del suelo, catalogando la calzada como una calzada normal, que es el porcentaje más adecuado para la estabilidad de la base de cemento (4)

Hernández, Mejía y Zelaya, en su tesis: **El objetivo** fue examinar la prosperidad de las propiedades de los suelos arcillosos a través del uso de cal como estabilizador, con el propósito de utilizarlos como base para pavimentos duros en el Instituto Multidisciplinario Oriental de la Universidad de El Salvador. **Como resultado**, la adición de un 5% de cal en peso al suelo en su fase natural incrementó su capacidad de carga del 1.93% al 54%, y la añadidura de cal comprimó el índice de plasticidad del 45% al 0%. **La conclusión** es que la incorporación de cal al suelo nativo tuvo como objetivo agrandar su aforo de carga CBR, de manera que consiga desempeñar con los requisitos imperceptibles para ser utilizado como manto de subrasante (5).

Rivera y otros et al., en su revista científica tuvo como **objetivo** fue que la estabilización de suelos se puede incrementar la capacidad de soporte del suelo, mejorar la resistencia al corte, aumentar la resistencia al ablandamiento por acción del agua, proporcionar estabilidad volumétrica ya que minimiza la permeabilidad del agua, disminuir la plasticidad y aumentar el peso unitario, en caso de la aplicación de la cal en suelos arcillosos inmediatamente sus partículas pierden poder de cohesión transformando al suelo plástico en un material más granular. **El resultado** los criterios para decidir sobre un tipo o no de estabilización de suelos se basa generalmente en los límites de atterberg, el límite líquido no puede superar entre 30-40% para materiales subrasantes. Otro factor que determina la estabilización del suelo es la densidad en estado seco y el valor de CBR del suelo **La conclusión** fue que a partir de los resultados en los diferentes estudios, en general se aprecia la tecnología de activación alcalina es viable como método alternativo, es muy

importante la formulación de normas y especificaciones aplicables a estos materiales tomando normas y códigos existentes (6)

Condori, en su tesis: **El objetivo** fue mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso con cal. **Como resultado**, obtenido mediante el método ASTM D 6276, la cual consistió en medir el PH del suelo con clasificación SUCS en un “CL” y AASHTO en un A-6 (10) “suelo arcilloso”, donde se requiere un 7% de cal para lograr su mejoramiento y se tuvo al 95% en la prueba de CBR que el suelo sin tratar se califica como sub rasante muy mala (CBR=1.9%) y cuando se adiciona 7% de cal (CBR=19 %) y cuando se reemplaza con polvo de cascara de huevo en la mitad (CBR=17.13%) y cuarta parte (CBR=18.13%) subiendo todos de categoría a subrasante regular-buena ( $20\% > \text{CBR} \geq 8$ ). **En conclusión**, fue que la sustitución del 25% de la cal por polvo de cascara de huevo dio mejores propiedades de resistencia y se asemeja a los resultados con solo la cal, además analizó los costos de la estabilización del suelo con cal y con polvo de cascara de huevo, donde que la mejor opción fue con cal porque tiene menor costo (7).

### 2.1.2. *Nacional*

Carrozzo y Salazar, en el estudio: **El objetivo** fue determinar el tipo de influencia ante la sustitución parcial de fibras de polipropileno y cemento Portland tipo I en el progreso de los atributos geotécnicos del suelo arcilloso de la subrasante de la carretera Pampas, La Florida, Huaral, Lima. **Como resultado**, se demostró una depreciación variable en el índice de plasticidad de hasta un 33% con la añadidura de cemento Portland tipo I, lo que a su vez aumentó el índice CBR en un porcentaje del 21% al 237.29%. **La conclusión** fue que el índice de plasticidad acorta hasta un 33% en comparación con la muestra única sin el aditamento de cemento Portland tipo I, esto se debe a la conmutación demostrativa del límite líquido y límite plástico en correspondencia con la adición de cemento Portland (8)

Moale y Rivera, en su tesis: **El objetivo** se centra en aprender el proceso para estabilizar suelos arcillosos con cal y establecer el contenido adecuado de estabilizador para garantizar un acrecentamiento importante en la cabida de carga de la subrasante para asfaltos elásticos. **Como resultado**, se encontró que el porcentaje óptimo de cal fue del 15%, lo que aumentó el valor CBR del suelo del 3.3% al 5.9%. Además, las conclusiones sobre los estudios realizados demostraron que con un aditamento del 15% de cal al suelo oriundo, el CBR acrecentó en un 78.8%, lo que simboliza que el nuevo coste CBR al 95% del MDS para este suelo asegurado fue de 5.9% (9)

Góngora, en su tesis: **El objetivo** de la indagación fue analizar el resultado de la cal y el cemento Portland Tipo I en los senderos del distrito de Chillia. Se estableció que la superficie del sendero está bien clasificada con limo de depreciación de la plasticidad de acuerdo a los criterios de AASHTO y SUCS. **Los resultados** mostraron que al agregar un 4% de cemento de silicato

Tipo I, el valor CBR del suelo aumentó de 2.77% a 57.33%. Este cambio significativo mejoró la calidad del camino de no calificado a excelente. Del mismo modo, al agregar un 2% y un 4% de cal, se observó un aumento del CBR a 3.73%, lo que mejoró la calidad del camino de no calificado a malo. **En conclusión**, tanto la cal como el cemento Portland Tipo I mejoraron los atributos físicos de la superficie en las capas del pozo de prueba C3, según lo demostró la prueba CBR (10).

Velásquez, en su tesis: **El objetivo** fue examinar el impacto del cemento Portland en la estabilidad de arcillas altamente plásticas. Los **resultados** se obtuvieron llevando a cabo diversas pruebas, como análisis granulométricos, determinación de los límites líquido, plástico y de contracción, así como ensayos de Proctor modificado y CBR utilizando diferentes proporciones (1%, 3% y 5% del peso seco del suelo) de cemento Portland Tipo I como agente estabilizador. Las muestras estuvieron recolectadas y sometidas a dichos ensayos para evaluar su índice de plasticidad, índice de contracción y CBR. Los suelos fueron clasificados como A-7-6 (37) según AASHTO y OH según SUCS. Tras la adición del 5% de cemento, se observó una reducción del índice de plasticidad del 44% al 15%, una disminución del índice de contracción del 27% al 19% y un incremento del índice CBR del 1.30% al 13.75% con un 95% del DSM. **En conclusión**, a pesar de la añadidura de cemento en la proporción mencionada, el suelo aún presenta cierta plasticidad y cambios moderados en el volumen. No obstante, se puede lograr una estabilidad moderada o buena al agregar únicamente un 4% de cemento, según se evidencia en el índice CBR. (11)

López y Ortiz, en su tesis: **El objetivo** del estudio fue evaluar las ventajas técnicas de utilizar una base arcillosa estabilizada con cal como base o soporte para pavimentos urbanos de San Luis, Abankaya. **Los resultados** mostraron que el suelo en el pozo No. 01 está clasificado como arena arcillosa cálida (SC-SM) con una capacidad de carga relativamente baja. El valor CBR (California Bearing Ratio) obtenida, prueba que el pH en la muestra de suelo fue del 8,75% y la tasa de expansión fue del 16,75%. Se ha establecido que para la estabilización del suelo se requiere un contenido de cal del 3%. Para seguir estudiando las propiedades físicas del suelo, se realizaron pruebas de laboratorio. Muestras de cal preparada, compactada y saturada al 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de concentración en masa seca del suelo. Luego se determinó el valor de CBR de cada muestra. **Los resultados** mostraron que luego de agregar un 8% de cal, el valor de CBR alcanzó el 69%, lo que superó los requisitos establecidos por el MTC (Manual de Control de Tráfico). El estudio **concluyó** que la adición de cal reduce la plasticidad y el porcentaje de hinchamiento al comparar suelos calcáreos con suelos en su estado natural. Por lo tanto, un contenido de cal del 8% es suficiente para estabilizar el suelo analizado y cumplir con las especificaciones marcadas por el MTC (12)

### 2.1.3. Local

A nivel Local, se cuenta con poca información sobre investigaciones de estabilización de suelos arcillosos.

Pillaca y Flores, en su tesis: El principal **objetivo** del estudio fue investigar el efecto de las botellas de plástico recicladas trituradas (TBPR) y el cemento portland tipo I (CPT-I) sobre las propiedades del suelo de baja calidad. **Los resultados** del estudio muestran que la añadidura de TBPR afecta en el índice de plasticidad (PI). Después de agregar un 9% de TBPR, el índice de plasticidad (PI) disminuyó del valor inicial de 12,52% a 4,23%. Además, la añadidura de 6% TBPR y 10% CPT-I resultó en una disminución en la consistencia seca máxima (MDS) de 1959 gr/cm<sup>3</sup> a 1877 gr/cm<sup>3</sup>. Para el California Bearing Ratio (CBR), el valor óptimo se alcanza con 6% TBPR, 7,60% con 95% de compresión y 9% con 100% de compresión. Los valores máximos de CBR se obtuvieron utilizando 6% TBPR y 10% CPT-I, midiendo 37,20% al 95% de compactación y 47,30% al 100% de compactación. Con base en estos resultados, se puede **concluir** que la adición de TBPR, especialmente en combinación con CPT-I, corregir la eficacia del suelo pobre y transformarlo de una cobertura pobre a una cobertura excelente (13)

Mamani y Yataco, en su tesis: **El objetivo** fue establecer la presencia de ceniza de madera en suelos arcillosos estabilizados. Como **resultado**, los ensayos demostraron que las mezclas de arcilla y ceniza tienen mejores propiedades mecánicas que la arcilla pura. Para ello estudiaron elementos como el lapso de curado, compactación, el contenido de humedad, entre otros; ya que perturban las cualidades de la última mezcla. Mediante el uso de arcilla que contiene ceniza de madera (eucalipto), se **concluyó** que el índice de plasticidad disminuyó, el contenido de humedad óptimo del suelo se redujo y, finalmente, las propiedades físicas y mecánicas de la arcilla mejoraron con la adición de ceniza de madera (14).



## 2.2. BASES TEÓRICAS

### Variable estabilización de suelos

#### 2.2.1. El suelo

El suelo en ingeniería civil, compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua y aire, es crucial para brindar soporte a las estructuras y transmitir cargas al subsuelo. Sus propiedades heterogéneas varían según su composición y estructura. (15).

#### 2.2.2. Suelo arcilloso en la subrasante

Los suelos arcillosos, presentes en la subrasante de las carreteras, tienen alta plasticidad, expansividad y baja capacidad de drenaje, lo que puede generar desafíos en la construcción y mantenimiento vial (11).

#### 2.2.3. Granulometría del suelo

El análisis de la granulometría del suelo evalúa la distribución de tamaños de partículas, como grava, arena, limo y arcilla, esencial para comprender sus propiedades y su comportamiento en ingeniería civil (16).

Tabla 1. Tamaños de partícula (mm) según tipo de suelo.

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
	Arena gruesa	4.75 mm - 2.00 mm
	Arena media	2.00 mm - 0.425 mm
Arena	Arena fina	0.425 mm - 0.075 mm
	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
Material fino	Arcilla	menor a 0.005 mm

Nota: Tomado del MTC 2014:31.

#### 2.2.4. Clasificación del suelo

##### 2.2.4.1. Sistema de clasificación AASHTO

El procedimiento clasifica el suelo en siete grupos según tamaño de partículas, índice líquido y de plasticidad. Utilizan "índice de grupo" para evaluar su calidad relativa (17).

##### a) Índice de grupo (IG)

El índice de grupo se calcula a partir de:

$$IG = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10) \dots \dots (5)$$

### Consideraciones significativas sobre el índice de grupo:

Índice parcial de grupo, derivado del término líquido y de plasticidad, categoriza las superficies de subrasante según criterios específicos, sin límite superior, pero con una relación inversa con la cabida de soporte del suelo, según el MTC. (16),

Tabla 2. Índice de grupo según su condición del suelo de subrasante

Índice de grupo	Suelo de subrasante
IG mayor que 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 a 2	Bueno
IG está entre 0 a 1	Muy bueno

Nota: Tomado del MTC 2014:33 (16)

### b) Grupos de clasificación AASHTO

La AASHTO, nominado como M 145 – 91, narra las colecciones de categorización de suelos de la siguiente manera:

Material granular: Considera un máximo del 35% de material que pasa el tamiz 75  $\mu\text{m}$  (No. 200).

Grupos A-1, A-2, A-3: Incluyen diversos materiales granulares con diferentes proporciones de arena, grava y limo o arcilla. Subgrupos A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7: Incluyen recursos granulares con contenido de limo o arcilla, con características específicas para cada subgrupo.

Recursos de limo y arcilla: Incluyen más del 35% de recursos que supera el tamiz 75  $\mu\text{m}$  (No. 200). Grupos A-4, A-5, A-6, A-7: Incluyen suelos limosos, arcillosos o una combinación de ambos, con diferentes propiedades y comportamientos.

Subgrupos A-7-5, A-7-6: Incluyen suelos arcillosos con catálogos de plasticidad moderados o altos, respectivamente.

Suelos soberanamente naturales (turba o excremento): Catalogados como Grupo A-8, se caracterizan por su alta proporción de materia orgánica y baja resistencia.

Estas clasificaciones se basan en propiedades como el contenido de finos, el límite líquido, el índice de plasticidad y las características visuales del suelo.

Tabla 3. Sistema de clasificación AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos que pasa el tamiz No. 200)							Materiales de limo y arcilla (Más del 35% que pasa el tamiz No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A - 5	A - 6	A-7 *
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5, A-7-6
<b>Análisis por tamices, porcentaje que pasa:</b>											
2.00 mm (No. 10)	50 máx	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0.425 mm (No. 40)	30 máx	50 máx	51 mín	–	–	–	–	–	–	–	–
75 µm (No. 200)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
<b>Características de la fracción que pasa el tamiz 0.425 mm (No.40):</b>											
Límite líquido	–	–	–	40 máx.	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad	6 máx.	–	NP	10 máx.	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipos usuales de materiales constitutivos significativos	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación general como subrasante	Excelente a bueno							Regular a malo			

\* IP del subgrupo A – 7 – 5 es menor o igual que LL menos 30; IP del subgrupo A – 7 – 6 es mayor que LL menos 30.

Nota: Tomado de la norma AASHTO M 145 – 91:2 (17).

### 2.2.4.2. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Actualmente en el régimen se manipula en la actividad geotécnico. Este Sistema Unificado se manipulan distintivos para terminaciones de tipificación (18):

Tabla 4. Identificación con símbolos de suelos en el sistema unificado

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
<b>G</b>	Grava
<b>S</b>	Arena
<b>M</b>	Limo
<b>C</b>	Arcilla
<b>O</b>	Limos orgánicos y arcilla
<b>H</b>	Alta plasticidad
<b>L</b>	Baja plasticidad
<b>W</b>	Bien graduado
<b>P</b>	Mal graduado
<b>Pt</b>	Turba y suelos altamente orgánicos

Nota: Tomado de Das 2012:19 (19).

La norma ASTM D2487 - 11 clasifica los suelos para ingeniería en tres categorías principales y 15 grupos básicos, utilizando parámetros como dimensión de partículas, límite líquido e índice de plasticidad para una categorización precisa (18).

Tabla 5. Grupos de clasificación de suelos del Sistema Unificado

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Símbolo de grupo</b>	<b>Nombre de grupo</b>	<b>Descripción del material</b>
<b>Suelos de grano grueso (más de 50% retenido en el tamiz No. 200)</b>	GW	Grava bien gradada	Mezclas gravosas – poco o ningún material fino. Variación en tamaños granulares
	GP	Grava mal gradada	Mezcla de grava – arena – poco o ningún material fino
	GM	Grava limosa	Mezcla de grava – arena – limo
	GC	Grava arcillosa	Mezcla de grava – arena – arcillas. Grava con material fino en cantidad apreciable
	SW	Arena bien gradada	Mezcla de arena bien gradada – grava – poco o ningún material fino. Arena limpia con poco o ningún material fino. Amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios
	SP	Arena mal gradada	Mezcla de arena mal gradada - grava - poco o ningún material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias
	SM SC	Arena limosa Arena arcillosa	Mezcla de arena - limo Mezcla de arena - arcilla
<b>Suelos de grano fino (50% o más pasa el tamiz No. 200)</b>	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	Arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras
	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico, arenas finas limosas, arenas finas arcillosas
	OL	Arcilla orgánica Limo orgánico	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad	Arcillas gruesas
	MH	Limo inorgánico de alta plasticidad	Limos inorgánicos, suelos finos limosos o arenosos micáceos o diatomáceos (ambiente marino, naturaleza orgánico silíceo), limos elásticos
OH	Arcilla orgánica Limo orgánico	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos	
<b>Suelos altamente orgánicos</b>	Pt	Turba	Turba (carbón en formación) y otros suelos altamente orgánicos

Nota: Adaptado de la norma ASTM D 2487 – 11:2 y el MTC 2014:30 (18)

La categorización de regímenes de los suelos AASHTO y SUCS, logran relacionar a través de:

Tabla 6. AASHTO y SUCS correlación entre los sistemas de clasificación

Sistema de clasificación AASHTO (AASHTO M 145)	Sistema de clasificación 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

Nota: Tomado del MTC 2014:33 (16).

### 2.2.5. Límites de consistencia del suelo

Los términos de estabilidad del suelo, como el límite líquido (LL) y plástico (LP), definen su comportamiento bajo diferentes condiciones de humedad y corte. El índice de plasticidad (IP), la diferencia entre ambos, muestra el aforo de deformación del suelo sin fracturarse, siendo mayor en suelos más plásticos. (16).

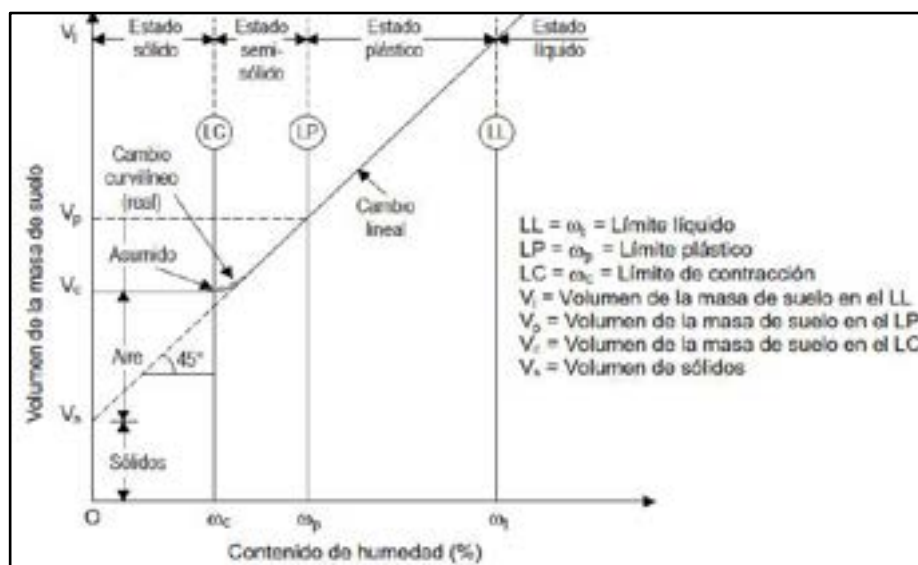


Figura 1. Límites de Atterberg y variación volumétrica del suelo. Tomado de Venkatramiah (20)

El límite de contracción también revela la capacidad de absorción del suelo sin presentar deformaciones, y a medida que este valor aumenta, el potencial de expansión disminuye (16).

## 2.2.6. Índices obtenidos a partir de los límites de consistencia

### a) Índice de plasticidad

Medida ventajosa que determina la plasticidad del suelo, que computa a manera de la discrepancia entre límite líquido y plástico (16)

Un suelo considerado no plástico (NP) refiere a una indeterminación en su límite plástico y un valor nulo en el índice de plasticidad. Dado que el índice de plasticidad indica el grado de humedad, y, por ende la existencia de una consistencia plástica, siendo alto en suelos muy arcillosos y bajo en suelos ligeramente arcillosos (16).

Tabla 7. Clasificación de un suelo según su índice de plasticidad

<b>índice de plasticidad</b>	<b>Plasticidad</b>	<b>Características</b>
<b>IP &gt; 20</b>	Alta	Suelos muy
<b>7 &lt; IP ≤ 20</b>	Media	Suelos arcillosos
<b>IP ≤ 7</b>	Baja	Suelos poco
<b>IP = 0</b>	No plástico (NP)	Suelos exentos de

**Nota:** Tomado del MTC 2014:32 (16).

Los suelos con alto índice de plasticidad pueden dañar el pavimento; por debajo de 15, suelen ser seguros. Esta propiedad, común en arcillas, se mide con el índice de plasticidad o pruebas de fuerza en muestras secas al aire (21).

Tabla 8. Caracterización de la plasticidad de un suelo

<b>Término usado</b>	<b>IP</b>	<b>Resistencia en estado</b>	<b>Ensayos de campo</b>
<b>No plástico</b>	0 – 3	Muy baja	Cae en pedazos fácilmente
<b>Ligeramente plástico</b>	4 – 15	Ligera	Se tritura fácilmente con los dedos
<b>Medianamente plástico</b>	15 – 30	Mediana	Difícil de triturar
<b>Muy plástico</b>	31 o mayor	Alta	Imposible de triturar con los dedos

**Nota:** Tomado de Sowers, GB y Sowers, GF 1972:111 (21).

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones considera que lo comprendido de arcilla en el suelo, dependiendo de su cantidad, puede ser un factor de riesgo en suelos de subrasante y estructuras de pavimentos, principalmente por su alta sensibilidad al agua (16).

## b) Índice de contracción

Esta cuantificación se utiliza para estimar la capacidad de contracción del suelo. Precisa la discrepancia entre el límite plástico y la contracción (16).

La capacidad de permutación de volumen del suelo se puede estimar mediante la lista de plasticidad y de contracción.

Tabla 9. Índice de plasticidad y límite de contracción en función de su cambio volumétrico de un suelo

Cambio de volumen	Índice de plasticidad		Limite de contracción
	Región árida	Región húmeda	
Pequeño	0 – 15	0 – 30	$\geq 12$
Pequeño a moderado	15 – 30	30 – 50	10 – 12
Moderado a	$\geq 30$	$\geq 50$	$\leq 10$

Nota: Tomado de Crespo 2004:86 (15)

El grado de contracción (GC) indica la permuta porcentual en el volumen del suelo al pasar de húmedo a seco. Es un parámetro clave para entender su comportamiento durante el secado (16). Los suelos se clasifican de buenos a muy malos según el valor de contracción (15):

Tabla 10. Grado de contracción en función de la calidad de un suelo

Grado de contracción (%)	Calidad del suelo
< 5	Bueno
5 a 10	Regular
10 a 15	Pobre
> 15	Muy pobre

Nota: Tomado de Crespo 2004:82 (15).

### 2.2.7. Contenido de humedad óptimo

La humedad adecuada como nivel en el que un suelo logra su máxima consistencia seca y capacidad de carga. Se establece evaporando el suelo hasta un peso firme en un hornillo a 110 °C, donde disminuye su peso representa el contenido de agua. (22).

### 2.2.8. Densidad seca máxima (gr/cm)

La máxima densidad seca es una medida significativa en ingeniería y señala a la mayor consistencia que un suelo compactado logra obtener bajo ciertas circunstancias. Se utiliza para evaluar la calidad de compactación del suelo y su capacidad de carga (23).

## 2.2.9. Subrasantes de Pavimentos

### 2.2.9.1. Subrasante o explanada

La subrasante es una capa de suelo esencial para carreteras y otras infraestructuras, proporcionando soporte estructural y previniendo asentamientos.

Se coloca debajo de la base, se compacta para asegurar estabilidad y resistencia, y consiste en suelos seleccionados y compactados para mantener la estabilidad bajo el tráfico (24).

### 2.2.9.2. Aspectos importantes de una subrasante

Una subrasante resistente permite el uso de espesores reducidos de las capas del pavimento, reduciendo costos. Debe proporcionar una superficie uniforme, poco afectada por cambios de humedad, con pendientes para el drenaje y suficiente resistencia para resistir el comercio de obra sin desgaste ni imperfecciones.

### 2.2.9.3. Interrelación subrasante – pavimento

La eficacia de la subrasante está influenciada directamente en el diseño y durabilidad del pavimento. Una subrasante de calidad permite edificar un asfalto más duradero y de menor espesor, lo que implica ventajas técnicas y económicas. El pavimento debe distribuir las cargas del tráfico pesado para que solo una fracción llegue a la subrasante, compatible con su capacidad de soporte (25).

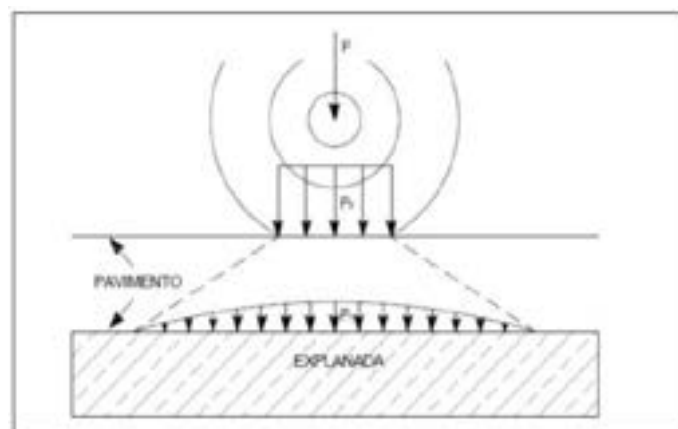


Figura 2. Transmisión de carga de una rueda hacia la subrasante. Tomado de Kraemer et al. (24)

## 2.2.10. Capacidad de soporte CBR en la evaluación de la calidad de una subrasante

El valor de la relación o capacidad de soporte (CBR), definido por Sowers, GB y Sowers, GF, es un índice semiempírico que refleja las peculiaridades de aguante e imperfección de un



suelo, relacionado con el proceder del asfalto para instaurar medidas de espesor. Según el MTC, el CBR de diseño define la categoría de subrasante para determinados sectores o subtramos con características homogéneas (21).

Tabla 11. Tipos de subrasante en función de la relación CBR

<b>Categorías de subrasante</b>	<b>Índice CBR</b>
<b>Subrasante</b>	$CBR < 3\%$
<b>Subrasante</b>	$3\% \leq CBR < 6\%$
<b>Subrasante regular</b>	$6\% \leq CBR < 10\%$
<b>Subrasante buena</b>	$10\% \leq CBR < 20\%$
<b>Subrasante muy</b>	$20\% \leq CBR < 30\%$
<b>Subrasante excelente</b>	$30\% \leq$

**Nota:** Tomado del MTC 2014:35 (16).

El tipo de subrasante se determina por su espesor y el valor del CBR. Se requiere un mínimo de 0.60 m de material adecuado, y el nivel superior debe estar por encima del nivel freático, con variaciones según el rango de CBR. Medidas adicionales, como subdrenes o elevación de la rasante, pueden ser necesarias (16).

Los suelos bajo la subrasante deben tener  $CBR \geq 6\%$ ; si es inferior, se requiere estabilización. Se prefieren suelos compactables, duradero ante la imperfección y menos susceptibles a conmutaciones de humedad. Es recomendable rechazar suelos de mala calidad con alta plasticidad, materia orgánica, expansivos o erosionables. (26)

### 2.2.11. Estabilización de suelos

La estabilidad de suelos implica optimizar sus propiedades mecánicas y geotécnicas para aumentar su capacidad de carga, resistencia a la erosión y durabilidad. A través de la suma de materiales y tratamientos sintéticos que modifican sus propiedades, según el MTC, especialmente en suelos de subrasante inadecuada o pobre. (16).

#### 2.2.11.1. Criterios para la elección de método de estabilización

Los criterios para la estabilidad del suelo incluyen características del suelo, condiciones del sitio y costos, siendo crucial seleccionar el método más efectivo y económico considerando el tipo de suelo, el uso previsto y la disponibilidad de recursos. La USACE estima que el grado de progreso ansiado, la resistencia requerida y las condiciones ambientales (16).

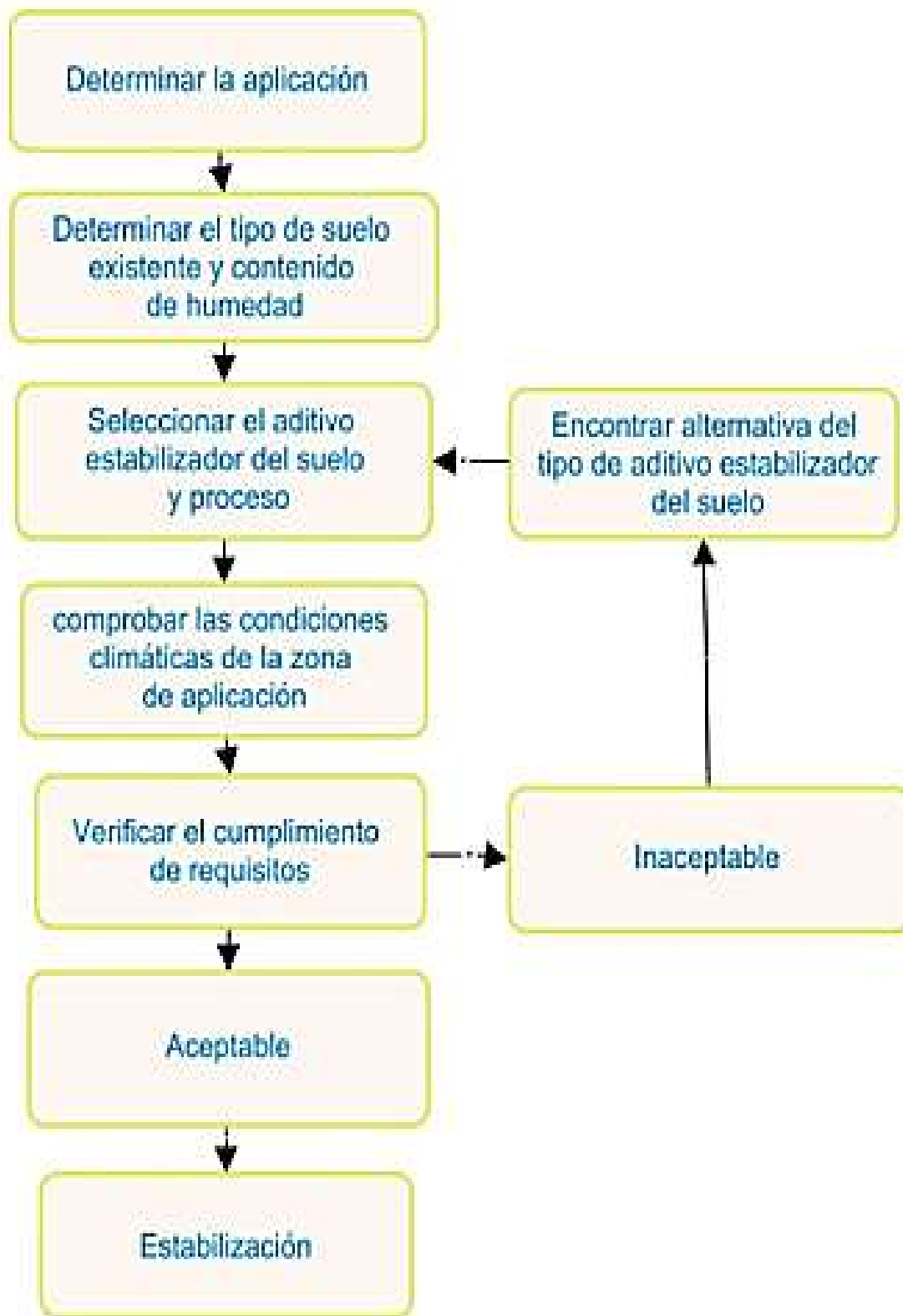


Figura 3. Flujo de selección de métodos de estabilización. Tomado de MTC 2014

Seguidamente se muestran medidas y limitaciones hacia escoger el agregado estabilizador óptimo, considerando el arquetipo de suelo a garantizar.

Tabla 12. Marco referencial sobre aplicabilidad de aditivos estabilizador

Área	Clase de suelo	Tipo de aditivo estabilizador recomendado	Restricción en el LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa el tamiz N°200	observaciones
1A	SW o SP	(1) Bituminoso	IP no debe exceder 25		
		(2) Cemento Portland (3) Cal-Cemento-cenizas volantes			
1B	SW - SP o	(1) Bituminoso	IP no debe exceder 10		
	SP - SM o	(2) Cemento Portland	IP no debe exceder 30		
	SW - SC o	(3) Cal (4) Cal-Cemento-cenizas volantes	IP no menor que 12 IP no debe exceder 25		
1C	SW o SC o SM - SC	(1) Bituminoso	IP no debe exceder 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Portland (3) Cal (4) Cal-Cemento-cenizas volantes	IP no menor que 12 IP no debe exceder 25		
2A	GW o GP	(1) Bituminoso	IP no debe exceder 25		Solo material bien gradado, el material debe contener al menos el 45% en peso del material que pasa el tamiz N.º 4
		(2) Cemento Portland (3) Cal-Cemento-cenizas volantes			
2B	GW - GM o	(1) Bituminoso	IP no debe exceder 10		Solo material bien gradado, el material debe contener al menos el 45% en peso del material que pasa el tamiz N.º 4
	GP - GM o	(2) Cemento Portland	IP no debe exceder 30		
	GW - GC o	(3) Cal (4) Cal-Cemento-cenizas volantes	IP no menor que 12 IP no debe exceder 25		
2C	GM o GC o GM - GC	(1) Bituminoso	IP no debe exceder 10	No debe exceder el 30% en peso	Solo material bien gradado, el material debe contener al menos el 45% en peso del material que pasa el tamiz N.º 4
		(2) Cemento Portland (3) Cal (4) Cal-Cemento-cenizas volantes	IP no menor que 12 IP no debe exceder 25		
3	CH o CL o MH o ML u OH o OL o ML-CL	(1) Bituminoso	LL menor que 40 e IP menor que 20		Los suelos orgánicos y fuertemente ácidos que caen dentro de esta área no son susceptibles a la estabilización ordinarios
		(2) Cemento Portland	IP no menor que 12		

LL: Limite Liquido e IP: Índice de plasticidad

b  $IP 20 + 50 - \text{porcentaje que pasa el tamiz N}^\circ 200$

2

Nota: Tomado de la USACE 1984:2-4 (25)

### 2.2.12. Cemento Portland

En líneas generales, Pasquel describe el cemento Portland como un aglutinante que tiene afinidad por el agua y se logra mediante el proceso de calentar la piedra caliza, conocido como calcinación, para convertirla en cal, arenisca y arcilla, hasta obtener un polvo muy fino que se resiste al ingresar en empalme con la humedad, brindando resistencia y la facultad de adhesión (27).

#### 2.2.12.1. Composición química del cemento

El cemento consta de cuatro componentes principales, como se indica en la Tabla 17. Con frecuencia, se emplean símbolos abreviados para representar cada óxido: CaO se abrevia como C (cal); SiO<sub>2</sub> se abrevia como S (dióxido de silicio); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se abrevia como A (óxido de aluminio) y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se abrevia como F (óxido de hierro).

Tabla 13. Principales componentes del cemento convencional Tipo I

Nombre del compuesto	Composición del óxido	Abreviación	Nombre común (en su estado impuro)
Silicato tricálcico	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C3S	Alita
Silicato dicálcico	2CaO.SiO <sub>2</sub>	C2S	Belita
Aluminato tricálcico	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C3A	Celita
Aluminoferrito tetracálcico	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C4AF	Felita

**Nota:** Adaptado de Neville y Brooks 2010:10.

Neville y Brooks destacan la importancia de los silicatos, C3S y C2S, para la resistencia del cemento hidratado, aunque no son compuestos puros. Advierten sobre el C3A, que contribuye poco a la resistencia y puede causar problemas de disrupción. El C4AF, en pequeñas cantidades, no afecta significativamente el comportamiento, pero puede apresurar la combinación de los silicatos al reaccionar con el yeso. También MgO, TiO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O y Na<sub>2</sub>O están presentes en valores menores.

#### 2.2.12.2. Cemento Portland Tipo I

Portland de clase I a base de silicato se utiliza en proyectos de edificación que no exigen características particulares. Se produce mediante la trituración de clinker de clase I y yeso (16).

Dicho arquetipo es ampliamente reconocido y se considera el más manejado en la manufactura de la edificación a razón de su versatilidad y rendimiento general.

### a) Requisitos mínimos que debe cumplir

Los diferentes tipos de cemento Portland deben cumplir con los estándares técnicos peruanos 334.009 y los estándares ASTM C150. A continuación, se presentan las obligaciones imperceptibles que este cemento debe cumplir, seguidamente se muestra (18):

Tabla 14. Requisitos mínimos del cemento Portland Tipo I

<b>Cemento Portland Tipo I</b>		
<b>Composición química</b>		<b>Requisito NTP 334.009/ ASTM C 150</b>
<b>MgO</b>	%	Máximo 6.0
<b>SO<sub>3</sub></b>	%	Máximo 3.0
<b>Perdida por ignición</b>	%	Máximo 3.5
<b>Residuo insoluble</b>	%	Máximo 1.5
<b>Propiedades físicas</b>		<b>Requisito NTP 334.009/ ASTM C 150</b>
<b>Contenido de aire</b>	%	Máximo 12
<b>Expansión en autoclave</b>	%	Máximo 0.80
<b>Superficie específica</b>	cm <sup>2</sup> /gr	Mínimo 2800
<b>Densidad</b>	gr/cm <sup>3</sup>	No específica
<b>Resistencia a la compresión:</b>		
<b>Resistencia a la compresión a 3 días</b>	MPa (kgf/cm <sup>2</sup> )	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
<b>Resistencia a la compresión a 7 días</b>	MPa (kgf/cm <sup>2</sup> )	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
<b>Resistencia a la compresión a 28 días</b>	MPa (kgf/cm <sup>2</sup> )	Mínimo 28 (Mínimo 286)
<b>Tiempo de fraguado Vicat:</b>		
<b>Fraguado inicial</b>	min	Mínimo 45
<b>Fraguado final</b>	min	Máximo 375

Nota: Adaptado de Cementos Pacasmayo S.A.A. 2017 (28).

#### 2.2.12.3. Estabilización de suelos con cemento

Portland logra ser utilizado para cambiar y optimizar la disposición de la superficie o convertirlo en cemento, aumentando significativamente su resistencia y durabilidad (25).

#### **2.2.12.4. Estructura del suelo estabilizado con cemento**

Laguros sustenta que al agregarse concreto al suelo y ambos se combinan a fondo considerando una cuantía apropiada de agua, se producen cambios sobre la estructura del suelo que generan propiedades en la mezcla, resultando en resistencia y fortaleza. Uno de los primeros intentos para explicar estos cambios, apuntó a la aglomeración de las partículas del suelo, donde los agregados se unieron para formar nuevos materiales estructurales (29)

#### **2.2.12.5. Reacciones que acompañan la estabilización de la arcilla con cemento Portland**

Según Mitchell y Herzog, el cemento-arcilla es un sistema complejo en el que ambos componentes interactúan mediante reacciones secundarias, no solo como una simple mezcla. Puntos clave incluyen la naturaleza multifásica del cemento hidratado, la disolución de sílice y alúmina de minerales de arcilla, e influye en la cal formada en el proceso de la absorción del concreto en estas interacciones. Dichas reacciones, van desde la floculación rápida hasta las reacciones puzolánicas más lentas, tienen un impacto significativo en la formación de nuevos materiales y en la estabilidad del sistema (30).

#### **2.2.12.6. Consideraciones para la estabilización de suelos con cemento**

Montejo enfatiza sobre la composición química y la granulometría son clave en la estabilidad de superficies con concreto para aplicaciones viales. Por ello, requieren suelos con criterios específicos, como la falta de partículas grandes y bajos límites líquidos e índices de plasticidad, para una estabilización económica. Recomienda tratamientos previos con cemento o cal hidratada para suelos con alta plasticidad, seguidos de un breve período de curado. (31).

#### **2.2.12.7. Suelo modificado o mejorado con cemento**

El tratamiento con concreto mejora suelos problemáticos al reducir la plasticidad y aumentar la estabilidad. Se elige el contenido de cemento según la disminución deseada del índice de plasticidad, usualmente entre 12 y 15 (32).

Tabla 15. Efectos de la modificación de un suelo arcilloso con cemento convencional

Tipo de suelo	Contenido de cemento, porcentaje	Índice plástico, porcentaje	Límite de contracción, porcentaje
	0	30	13
<b>Arcilla</b>	3	13	24
<b>A-7-6 (20)</b>	5	12	30
	0	36	13
<b>Arcilla</b>	3	21	26
<b>A-7-6 (18)</b>	5	17	32
	0	43	14
<b>Arcilla</b>	3	24	24
<b>A-7-6 (20)</b>	5	16	31

Nota: Tomado de la PCA 1995:39 (33)

La figura evidencia el procedimiento típico del índice de plasticidad de las arcillas cuando se tratan las cantidades relativamente pequeñas de cemento convencional.

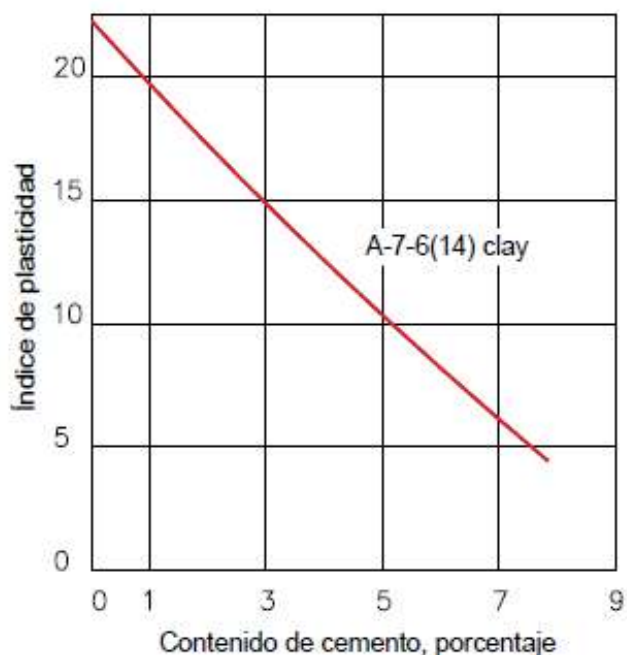


Figura 4. Relación entre el contenido de cemento y el índice de plasticidad de un suelo arcilloso. Tomado de PCA 1995 (33)

#### 2.2.12.8. Cantidad necesaria de cemento para modificar un suelo

Cuantificar el cemento para la modificación varía entre 2 y 5% del peso seco del suelo, según diversos estudios. Kraemer recomienda un límite máximo del 3%, mientras que otros sugieren que cantidades inferiores al 2% son efectivas. Se determina el contenido óptimo mediante ensayos para conseguir la contracción deseada de la plasticidad del suelo (25).

$$A = 100BC \dots (12)$$

Donde:

A = comprendido de cemento de esbozo, porcentaje del peso total del suelo

B = porcentaje de material que pasa el tamiz 0.425 mm (No. 40), considerado como un decimal

C = porcentaje de cemento solicitado para conseguir el índice de plasticidad ansiado del material menor a 0.425 mm (No. 40), mencionado como un decimal.

### 2.2.13. Cal

La cal viva es el producto de convertir artificialmente el carbonato de calcio en óxido de calcio. Por otro lado, cuando la cal apagada se combina químicamente con agua, se forma la cal hidratada. Esta última tiene la capacidad de interactuar con las partículas de arcilla, transformándolas de forma permanente en una matriz de cemento.(34).

Tabla 16. Características técnicas de la cal anhidra

<b>Formula</b>	<b>CaO</b>
<b>Color</b>	Blanco
<b>Densidad</b>	3300 kg/cm <sup>3</sup>
<b>Estado de agregación</b>	Solido
<b>Masa molar</b>	56.10 g/mol
<b>Punto de fusión</b>	2927°C
<b>Solubilidad de agua</b>	Reacciona

Nota: ICG & GERENCIA, 2016 (35)

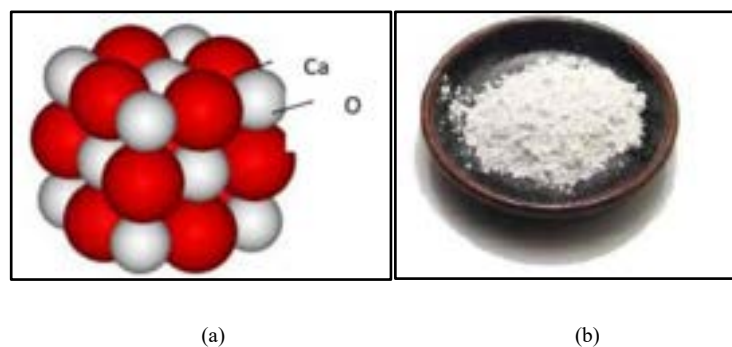


Figura 5. a) Moléculas de cal anhidra. b) Cal. Tomado de ASSIS 1988

### 2.2.14. Objetivo de la aplicación de la Cal

Después de realizar cuantiosas erudiciones en disímiles tipologías de suelos al agregar cal, se llegó a la conclusión: el efecto se observa cuando se emplea cal a los suelos arcillosos.

(34)



- ✓ Disminución de la humedad originaria del suelo.
- ✓ Mayor trabajabilidad.
- ✓ Disminución del índice de plasticidad
- ✓ Acrecentamiento en la estabilidad

#### **2.2.14.1. La química del tratamiento con cal**

Al agregarse cal anhidra y agua en un suelo arcilloso, las reacciones químicas entablan a acontecer casi de inmediato. A continuación, se describen estas reacciones químicas (36).

#### **2.2.14.2. Estabilización**

La cal se utiliza para asegurar y fortificar capas como la sub base y la base que constituyen la organización del empedrado. Con la estabilización con cal se obtienen los siguientes beneficios (36):

- ✓ Ingreso gradual de aguante a la presión con el tiempo.
- ✓ Perpetuación a larga prescripción en contextos hostiles.
- ✓ Disminución del límite de plasticidad.
- ✓ Comprime las particularidades de esparcimiento y resquebrajaduras.

#### **2.2.14.3. Propiedades de la estabilización de suelos con cal anhidra**

Los beneficios para la transformación del suelo con cemento incluyen:

- ✓ Reducción del índice de plasticidad y acrecentamiento del límite de encogimiento.
- ✓ Mejora en la trabajabilidad y estabilidad del suelo al reducir el contenido de agua.
- ✓ Aceleración del proceso de compactación debido al secado facilitado por la cal.
- ✓ Mejora en la capacidad de soporte del suelo, medida por el CBR.

#### 2.2.14.4. Obtención de la cal óptimo

Se esbozó el suelo- cal anhidra para la transformación de la subrasante de carreteras, se requieren las siguientes pruebas físico-mecánicas relacionado con las normas del MTC (37):

- Análisis granulométrico (MTC E 107)
- Semejante de arena (MTC E 114)
- Ensayo Proctor transformado (MTC E115)
- Valía referente de soporte (CBR) (MTC E 132)
- Ensayo de aplastamiento no exilada de suelos (MTC E 121)

### 2.3. Definición de Términos Básicos

- ❖ **Aditivo estabilizador.** Aditivos químicos que, añadidos al suelo, mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
- ❖ **Estabilización.** Proceso encaminado a optimizar las cualidades físicas y mecánicas del suelo mediante programaciones mecánicas o bienes químicos nativos o sintetizados.
- ❖ **Explanación.** El movimiento de dominios implica llevar a cabo excavaciones y rellenos para lograr una tarima nivelada a la altura de la base de la vía.
- ❖ **Índice CBR.** Índice posibilita la resistencia a la desproporción de la base vía, base y materiales con base en condiciones de carga de tráfico.
- ❖ **Índice de contracción.** Muestra la dimensión del rango de humedad entre el límite plástico y de contracción de un suelo con estabilidad semisólida.
- ❖ **Índice de plasticidad.** Revela el tamaño del rango de humedad entre el límite líquido y plástico si el suelo tiene equilibrio plástico.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

La averiguación es de carácter **aplicado**, dado que se basa en el uso de métodos y procedimientos establecidos en investigaciones anteriores.

##### 3.1.2. Nivel de investigación

La investigación adopta un enfoque **explicativo-correlacional**, cuyo objetivo es comprender y establecer relaciones entre las variables dependientes, como el índice de plasticidad, contracción, el Proctor modificado y el índice CBR, en relación con la variable independiente, como el uso de cal y cemento Portland Clase I.

#### 3.2. Diseño de la investigación

El diseño **experimental**, el cual es definido esquemáticamente como un método de investigación que se utiliza para estudiar el efecto de una o más variables independientes sobre una variable dependiente (38). En este caso, el control experimental que refiere a la manipulación planificada de propiedades particulares en la muestra requiere adherirse a la normatividad vigente para los métodos de ensayo en geotécnica y mecánica de suelos, en todo caso se aplican directrices y métodos establecidos en las Normas Técnicas pertinentes, como el MTC, ASTM y AASHTO, para llevar a cabo este estudio de manera rigurosa.

El esquema del diseño experimental sigue lo siguiente:

$$O_i \rightarrow X(a,b) \rightarrow O_f$$

Donde:

$O_i$  : Observación inicial de las propiedades del suelo a estabilizar

$O_f$  : Observación final de las propiedades del suelo a estabilizar

$X(a,b)$ : Estabilización química: a) Cal anhidra, b) Cemento convencional tipo I

Por otro lado, para la elección de los porcentajes de adición en estudio de los estabilizadores químicos (cal anhidra y el cemento convencional tipo I), se han analizados los porcentajes precedentes en la bibliografía existente, en tanto:

Tabla 17. Análisis de porcentajes de dosificación en estabilizadores químicos

N°	INVESTIGACIÓN	%ADICION	DESCRIPCIÓN
1	REZABALA L. Y ORTIZ E. (4)	Cemento: 1%, 3% Cal: 1%, 3%	Suelo A-7-5, (3% cal anhidra) mejora de 5 veces el CBR al 0% de adición.
2	HERNÁNDEZ J., MEJÍA D. Y ZELAYA, C. (5)	Cal: 5%	Mejora de capacidad de carga (54%)
4	HERNÁNDEZ D. (7)	Cal: 1%, 3%, 5%	Suelo A-4 (0), (3%) mejora de 3.4 veces CBR al 0% de adición
5	CARROZO E. Y SALAZAR D. (8)	Cemento: 3%, 5%	Suelo A-6(6), mejora de 2.4 veces el CBR al 0% de adición. Disminución IP (33%).
6	MOALE A. Y RIVERA E. (9)	Cal: 9%, 15% y 21%	Suelo A-6, (15%) mejora de 5.9% de CBR.
7	CONGORA C. (10)	Cemento: 2%, 4% Cal: 2%, 4%	Suelo A-2-6, (4% de cemento) mejora de 17 veces el CBR al 0% de adición. (4% de cal) mejora inocua.
8	VELÁSQUEZ C. (11)	Cemento: 1%, 3%, 5%	Suelo A-7-6(37), (5% de cemento) mejora de 9.6 veces el CBR al 0% de adición, Reducción IP (65%).
9	LÓPEZ J. Y ORTIZ G. (12)	Cal: 2%, 4%, 6%, 8%	Suelos SUCS (SM), (8% de cal), mejora de 6.9 veces el CBR al 0% de adición
10	PILLACA E. Y FLORES N. (13)	Cemento y fibra reciclada: 4%, 7%, 10%	Suelo A-4(6), A-2-4(0) y A-3(3). (10% de cemento), mejora de 6 veces el CBR al 0% de adición

De acuerdo con la revisión de la literatura existente internacional y nacional, se tienen porcentajes de adición en orden de 0% al 21% de adición para cal anhidra, y, 0% al 10% en cemento. No obstante, los resultados analizados tienen las siguientes peculiaridades: Moale y Rivera (9) no obtienen un valor representativo dado que el incremento del CBR es del 5.9%. Por otro lado, Pillaca y Flores incluyen una combinación de cemento y fibra reciclada de botellas de plásticos, por lo que, los porcentajes de clasificación no serán considerados.

se opta por las dosificaciones:

- Cal: 1%, 3%, 5%
- Cemento Portland Tipo I: 1%, 3%, 5%

### 3.3. Población de estudio, muestra y unidad de análisis

#### 3.3.1. Población

En esta investigación la población compuesta es el Suelo arcilloso que conforman la subrasante del pasaje San Martín en el Distrito de Quinua.

#### 3.3.2. Muestra

Tabla 18. Número mínimo de puntos de investigación de acuerdo al tipo de vía

<b>Tipo de vía</b>	<b>Número mínimo de puntos de investigación</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Expresas</b>	1 cada	1000
<b>Arteriales</b>	1 cada	1200
<b>Colectoras</b>	1 cada	1500
<b>Locales</b>	1 cada	1800

*Nota:* Reglamento nacional de edificaciones.

Se menciona la necesidad de realizar al menos tres puntos de exploración, con una profundidad de 1,50 m por bajo del nivel de la carretera en estudio. Según la clasificación de los tipos de carreteras urbanas, el paso San Martín se considera una carretera expresa, con un ancho promedio de 5m. y una extensión aproximada de 150 metros. En un espacio contiguo de 750 m<sup>2</sup> y considerando el área de la carretera estimada, se seleccionará tres puntos de investigación, cumpliendo así con el requisito mínimo. En consecuencia, se realizaron tres calicatas como tanteos de indagación, con una hondura de 1,50 m.

Tabla 19. Coordenadas UTM de las calicatas exploradas

Calicata	Profundidad	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
C1	1.5	593199.712	8556886.120
C2	1.5	593202.108	8556936.067
C3	1.5	593204.493	8556990.526

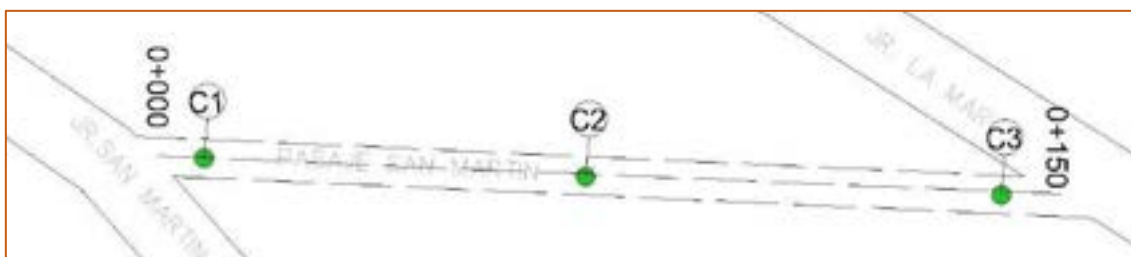


Figura 6. Localización de puntos en la zona de investigación

### 3.3.3. Unidad de análisis

Suelo arcilloso es más perjudicial sin añadido estabilizador y agregado.

## 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.4.1. Técnicas:

Las técnicas utilizadas fueron la **observación directa**, las **pruebas estandarizadas**, **análisis de documentos** y el número de calicatas que se realizó fue basado en la Norma Técnica CE.010 – Pavimentos Urbanos.

- ✓ Toma muestras de las calicatas realizadas.
- ✓ Categorización del Suelo según SUCS y ASHTHO.
- ✓ Comprendido de Humedad.
- ✓ Limite Liquido.
- ✓ Limite Plástico.
- ✓ Índice de Californian Bearing Ratio (CBR).
- ✓ Índice de Ensayo de Proctor Modificado.
- ✓ Análisis Granulométrico.

- ✓ Índice de Plasticidad.
- ✓ Índice de Contracción.

#### **3.3.4. Instrumentos**

Los materiales utilizados para elaborar la tesis son: Cuaderno de campo, fichas técnicas e instrumentos mecánicos de laboratorio.

- ✓ Formatos para Granulometría.
- ✓ Formulario de prueba del Contenido de Humedad.
- ✓ Formato de prueba para el ensayo del CBR.
- ✓ Formato de prueba para el ensayo de Proctor Modificado.
- ✓ Cuaderno de Campo.
- ✓ Cámara Fotográfica.
- ✓ Balanza electrónica.
- ✓ Bolsas selladas para el transporte de la muestra.
- ✓ Pico y Pala.
- ✓ GPS Garming

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados de la caracterización de muestras.

##### 4.1.1. Descripción de los perfiles estratigráficos de las calicatas realizadas

**Calicata C1.** Muestra una primera estructura realizada con material de desecho compactado a una profundidad de 0,20 metros. Hay una segunda estructura que tiene entre 0,20 y 1,50 metros de longitud y está hecha de un suelo arcilloso con mediana plasticidad, un tono claro y un 13 % comprendido de humedad, 1.56 % de grava, 6.51% de arena, 91.93% de finos, índice de plasticidad 13.8%. Apenas está sobre consolidada y exhibe una estabilidad muy sólida.

**Calicata C2.** La primera capa alcanza una hondura de 0,35 m y está hecha de un producto cementoso tupido. 0,35 a 1,50 m es la segunda capa formada por organoles muy compresibles y muy insensibles a la flexibilidad, de tonalidad gris oscuro, con alto contenido de agua mezclados con un 20,46% de arena fina a gruesa y un 1,16% de fragmentos de roca de mayor tamaño 1. 2". Está demasiado integrado y tiene una textura dura.



Figura 7. Ubicación calicata 02



**Calicata C3.** Tiene una primera capa con una profundidad de hasta 0,30 m, constituida por material compactado de tierra compactada. De 0,30 a 1,50 m se presenta otra capa de orgánulos muy compresibles y muy plásticos insensibles, de color gris oscuro, alto contenido de humedad, con 21,66% de arena fina y gruesa y 0,12% de mezcla de piezas cortadas de mayor tamaño 3/A. 8" Está ligeramente sobre consolidado y tiene una consistencia muy firme.



Figura 8. Ubicación calicata 03

#### 4.1.2. Clasificación del suelo que conforma la subrasante del pasaje san Martín

Tabla 20. Clasificación de las muestras de suelo (C1, C2, C3)

<b>Características físicas del suelo</b>			
<b>Calicata</b>	C1	C2	C3
<b>Muestra</b>	M1	M2	M3
<b>Estrato</b>	E2	E2	E2
<b>Profundidad estrato</b>	0.20m - 1.50m	0.25m - 1.50m	0.25m - 1.50m
<b>Humedad natural (%)</b>	13.0	12.1	12.3
<b>Análisis por tamices (Porcentaje que pasa)</b>			
<b>Tamiz 2 mm (No. 10)</b>	97.50	97.18	97.11
<b>Tamiz 0.425 mm (No. 40)</b>	95.23	94.60	94.47
<b>Tamiz 0.075 mm (No. 200)</b>	91.93	91.02	90.81
<b>Características de la fracción que pasa el tamiz 0.425 mm (No. 40)</b>			
<b>Límite líquido (LL)*</b>	38.4	35.2	34.5
<b>Límite plástico (LP)</b>	24.6	21.8	23.3
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	13.8	13.5	11.2
<b>Índice de liquidez (IL)</b>	-0.84	-0.72	-0.98
<b>Clasificación</b>			
<b>Índice de grupo (IG)</b>	14	12	11
	<b>CL</b>	<b>CL</b>	<b>CL</b>
<b>Clasificación SUCS (ASTM D 2487)</b>	<b>Arcilla Ligera Arenosa</b>	<b>Arcilla Ligera Arenosa</b>	<b>Arcilla Ligera Arenosa</b>
<b>Clasificación AASHTO (AASHTO M 145)</b>	<b>A-6</b>	<b>A-6</b>	<b>A-6</b>

Según el método AASHTO, los modelos de suelo se clasifican en todos los agujeros de prueba como un A-6. Dada la descripción de este grupo, corresponden al suelo relacionado con su límite flotante y estos suelos pueden cambiar del volumen. Según AASHTO, una tabla de colección igual a 0 muestra un recurso base "bueno", y un índice de grupo de 20 o más exterioriza un material base "muy pobre".

Al mismo tiempo, cuanto se incrementa la valía del índice del grupo, menor será la aptitud del recurso de base de la carretera. Por lo tanto, los ejemplares de suelo de las calicatas C1, C2 y C3 pertenecen a materiales de subsuelo demasiado pobres. Según la Tabla 20, el subsuelo en todos los pozos de prueba tampoco estaba calificado ( $GI > 9$ ). Considerando estos factores, las muestras de arcilla más desfavorables como material de pavimento en Denmark Boulevard son las obtenidas del pozo de prueba C1.

## 4.2. Resultados del tratamiento y análisis de la información

### 4.2.1. Influencia del aditivo estabilizador en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable

Tabla 21. Influencia del cemento convencional Tipo I en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable

Ítem	Porcentaje de cemento Portland Tipo I			
	0%	1%	3%	5%
<b>Límite líquido (LL)</b>	38.3	36.2	34.7	33.9
<b>Límite plástico (LP)</b>	24.5	22.4	21.9	22.5
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	13.8	13.8	12.8	11.4

Tabla 22. Influencia de la cal en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable

Ítem	Porcentaje de Cal			
	0%	1%	3%	5%
<b>Límite líquido (LL)</b>	38.3	37.0	35.6	34.2
<b>Límite plástico (LP)</b>	24.5	23.5	22.8	22.0
<b>Índice de plasticidad (IP)</b>	13.8	13.5	12.8	12.2

Según estos resultados, se observa que el suelo efectivo tiene un término líquido con una plasticidad de nivel medio, lo que indica que se trata de un suelo arcilloso según la **Tabla 7**. Al analizar también los resultados de las **Tablas 21 y 22**, se pudo comprobar que, al agregar cemento y cal en los porcentajes establecidos para esta investigación, hubo una mejora en el suelo, manifestada en una disminución del límite líquido y de plasticidad.

Asimismo, las recomendaciones MTC (2014), espera que el límite líquido sea mínimo a 40 y el índice de plasticidad sea inferior a 18. Sin embargo, el suelo examinado, tanto el límite líquido como el índice de plasticidad, resaltan visiblemente estos bienes favorecidos, lo que implica que no se logró reducir exitosamente estos parámetros en este estudio.

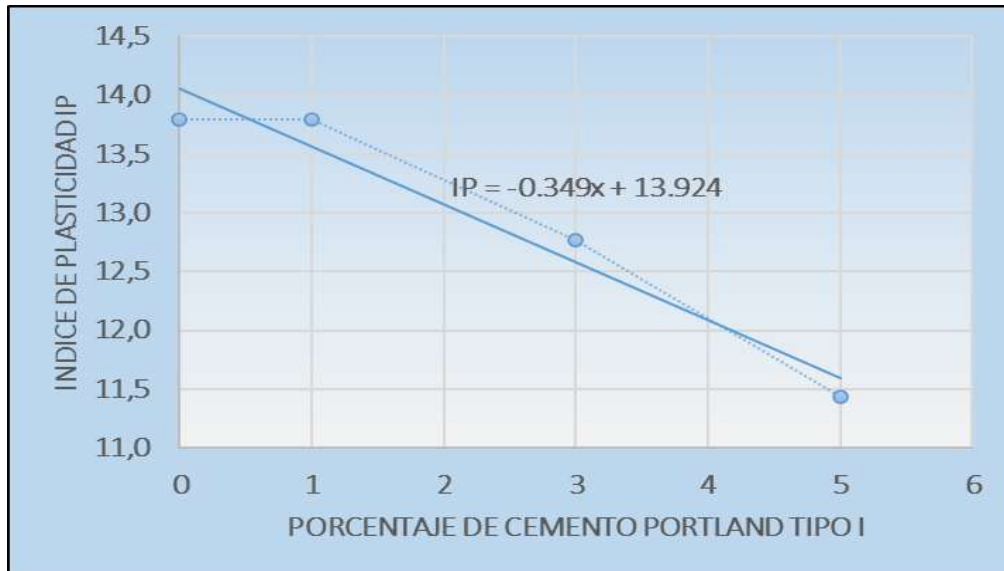


Figura 9. Variación del índice de plasticidad con adición de cemento convencional tipo I

Teniendo en cuenta los datos mostrados en la **Figura 9**, se puede apreciar que el índice de plasticidad reduce de 13.8% en el suelo arcilloso problemático a 11.4% con la añadidura del 5% de cemento. A pesar de que esta disminución se considera normal en la **Tabla 7**, el suelo aún podría ser clasificado como arcilloso de plasticidad media.

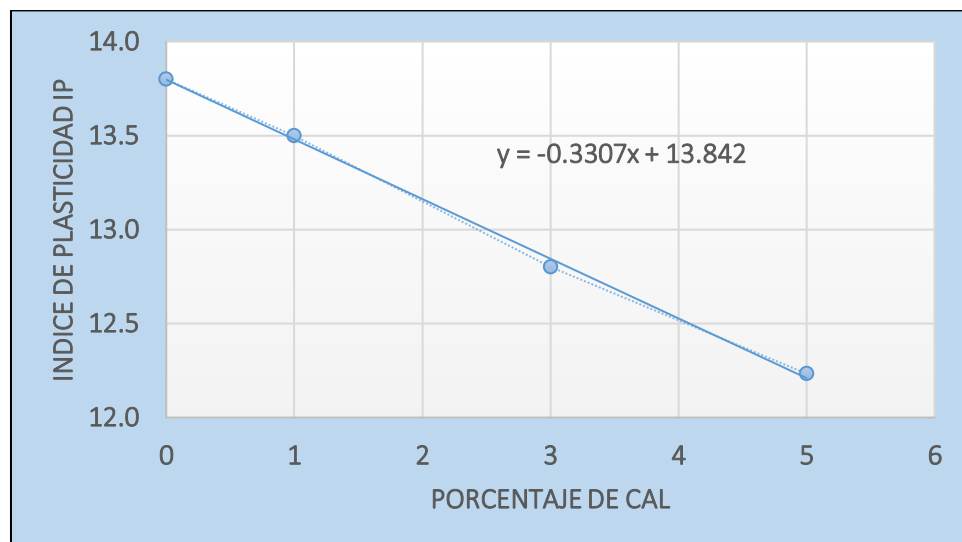


Figura 10. Variación del índice de plasticidad con adición de cal

Considerando la información proporcionada en la **Figura 10**, se puede notar que el índice de plasticidad reduce de 13.8% para el suelo arcilloso problemático a 12.2% con la añadidura del 5% de cal anhidra. A pesar de que esta disminución se considera normal según la **Tabla 7**, el suelo continuará siendo clasificado como arcilloso de plasticidad media.

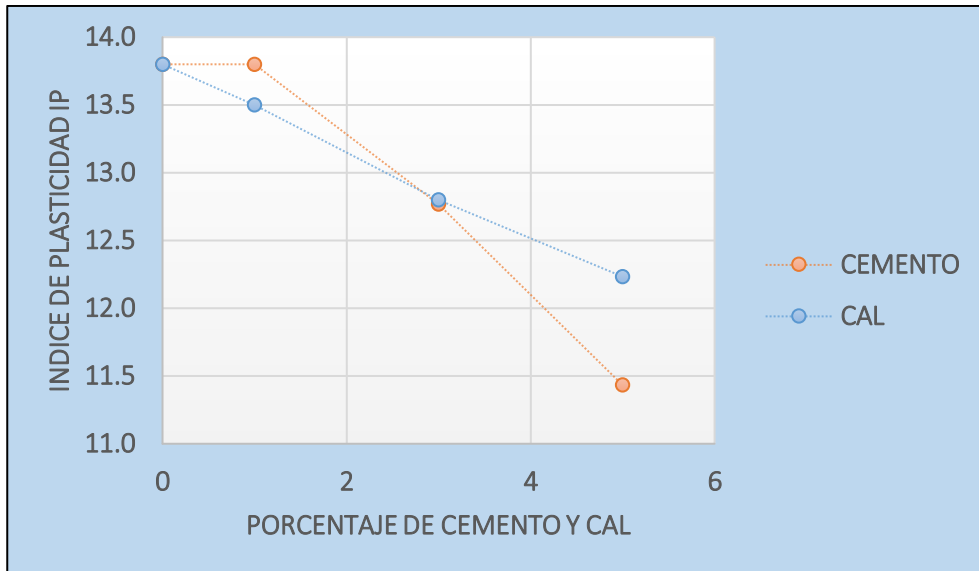


Figura 11. Variación del índice de plasticidad con adición de cemento convencional tipo I y cal.

De acuerdo con la **Figura 11**, se realizó la comparación entre índice de plasticidad IP del cemento portland clase I y cal, esta última tiene un mejor comportamiento progresivo y recomendado para el mejoramiento de la subrasante del pasaje san Martin.

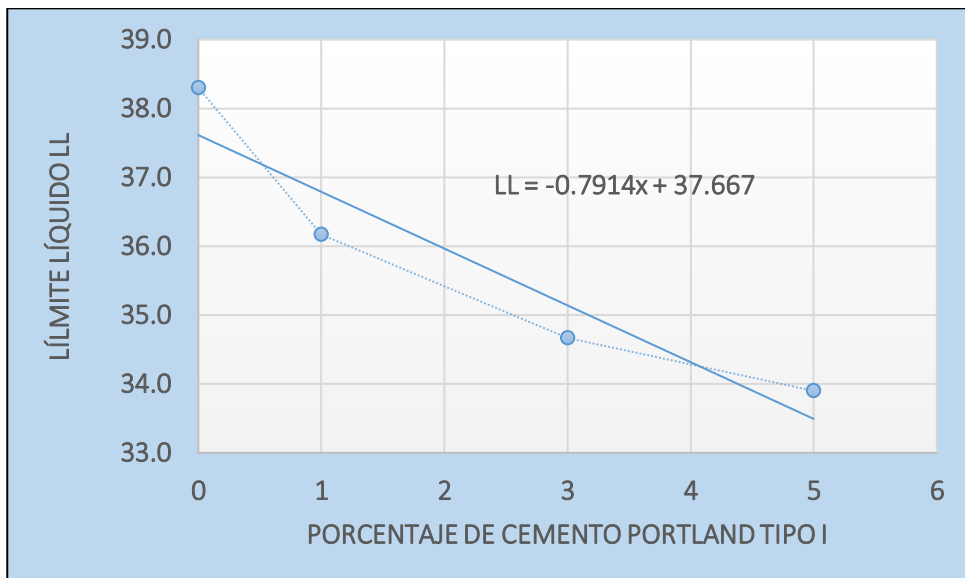


Figura 12. Variación del límite líquido con adición de cemento convencional tipo I.

Según la información presentada, **Figura 12**, muestra que el límite de líquido del suelo reduce, aunque su reducción es mínima. Se pasa de un valor de 38.3% para el suelo arcilloso más problemático a un valor de 33.9% con la adición del 5% de cemento.

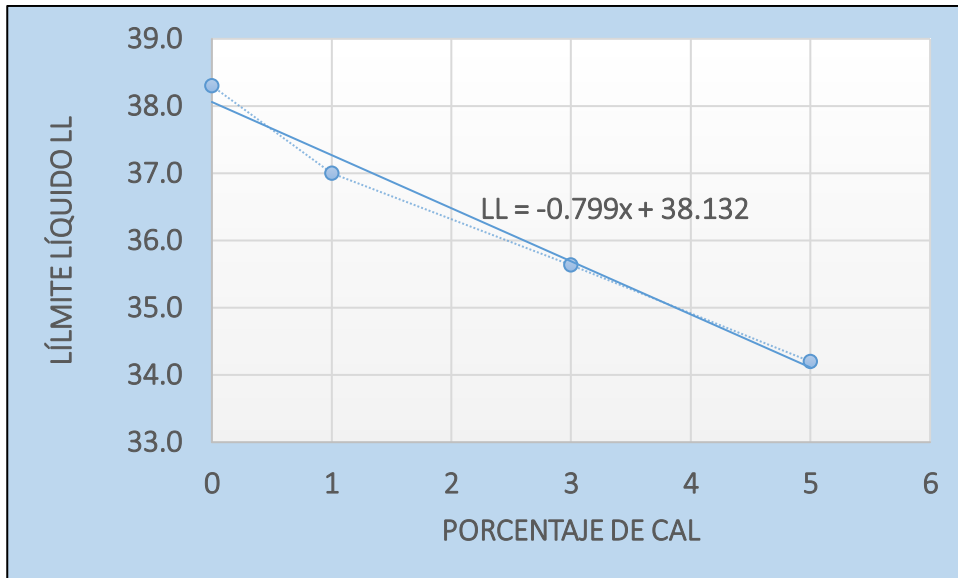


Figura 13. Variación del límite líquido con adición de cal.

Teniendo en cuenta los datos presentados **Figura 13**, aprecian que el límite líquido del suelo reduce, aunque la reducción mínima. Se observa un cambio de 38.3% para el suelo arcilloso es problemático a 34.2% con la añadidura del 5% de cal anhidra.

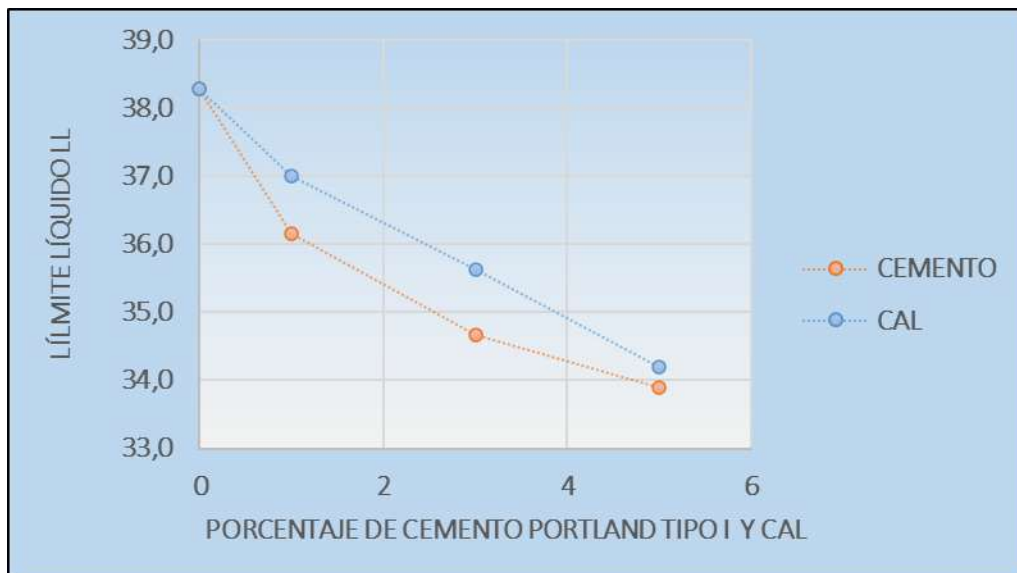


Figura 14. Variación del límite líquido con adición de cemento convencional tipo I y cal.

De acuerdo con la **Figura 14**, se realizó la comparación entre límite líquido LL del cemento portland clase I y cal anhidra, este último recurso tiene un mejor comportamiento progresivo y recomendado para el mejoramiento de la subrasante del pasaje San Martín.

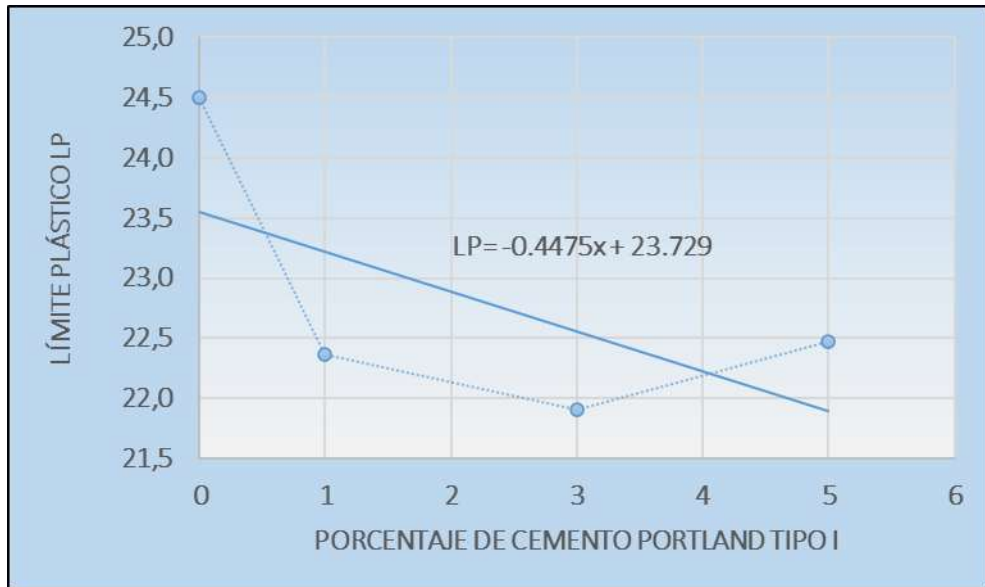


Figura 15. Variación del límite plástico con adición de cemento convencional tipo I

**Figura 15** muestra como límite plástico del suelo disminuye. El suelo existente en la subrasante tiene un límite plástico de 24.5%, pero con la adición del 3% de cemento, este valor disminuye a 21.9%.

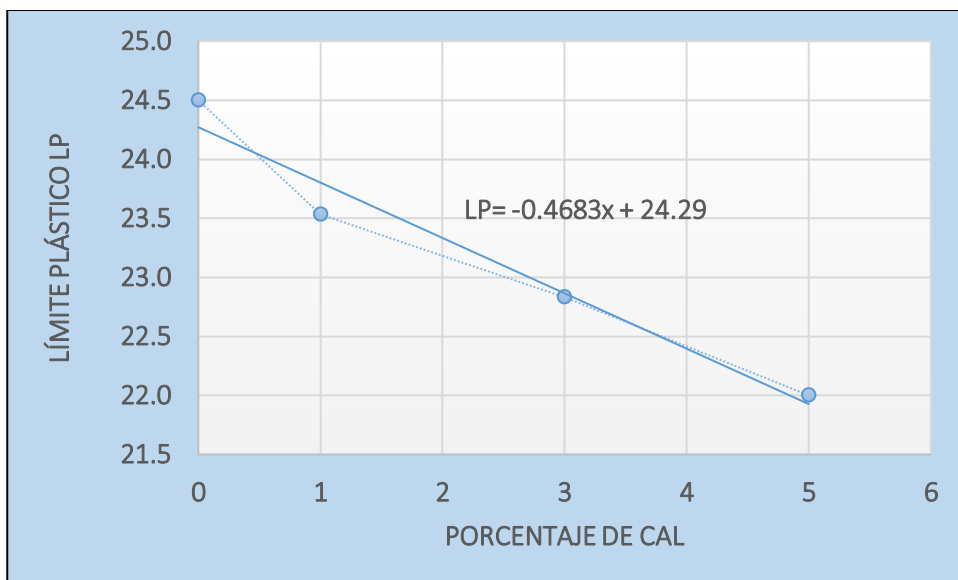


Figura 16. Variación del límite plástico con adición de cal

**Figura 16** muestra que existe una disminución en el límite plástico del suelo según los datos presentados. El suelo existente en la subrasante tiene un límite de plástico de 24.5%, pero al agregar un 5% de cal anhidra, este valor disminuye a 22.0%.

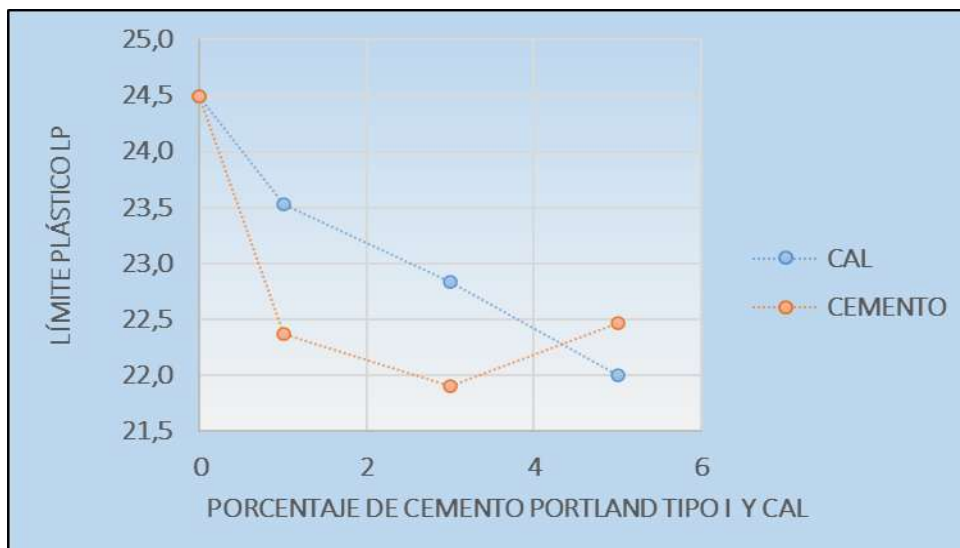


Figura 17. Variación del índice de plasticidad con adición de cemento convencional tipo I y cal

Se realizó la comparación el índice de plasticidad del cemento convencional clase I y cal, la cal tiene un mejor comportamiento progresivo, Según el manual, indica que en los suelos de plasticidad media y eminente ( $IP > 15$ ) reduce el LL como el LP y, asimismo, muy levemente, su IP.

Es relevante señalar que, al examinar el suelo arcilloso, observa una depreciación en el índice de plasticidad al incorporar cemento.

#### 4.2.2. Influencia del aditivo estabilizador en el índice de contracción del suelo arcilloso más desfavorable

Tabla 23. Influencia del cemento convencional Tipo I y cal en el índice de contracción del suelo arcilloso más desfavorable

Ítem	Porcentaje de cemento Portland Tipo I			
	0%	1%	3%	5%
Límite plástico (LP)	24.5	22.4	21.9	22.5
Límite de contracción (LC)	18.4	17.8	17.4	17.2
Índice de contracción (IC)	6.1	4.6	4.5	5.3

Ítem	Porcentaje de cemento Cal			
	0%	1%	3%	5%
Límite plástico (LP)	24.5	23.5	22.8	22.0
Límite de contracción (LC)	18.4	17.5	17.1	16.3
Índice de contracción (IC)	6.1	6.0	5.7	5.7

El índice de contracción se ve influenciado por el límite plástico y de contracción. Particularmente, al agregar cemento, se evidencia una predisposición a



reducir este índice. Además, **Tabla 23** establece una relación entre el límite de contracción y plasticidad para valorar los cambios de cuerpo en el suelo. Debido a que se espera una permuta de volumen pequeño. Sin embargo, al agregar diferentes porcentajes de cemento y cal anhidra (1%, 3% y 5%), también se espera un cambio de volumen pequeño. Es importante tener en cuenta que esta información solo se considera como indicador para cautelar la obra.

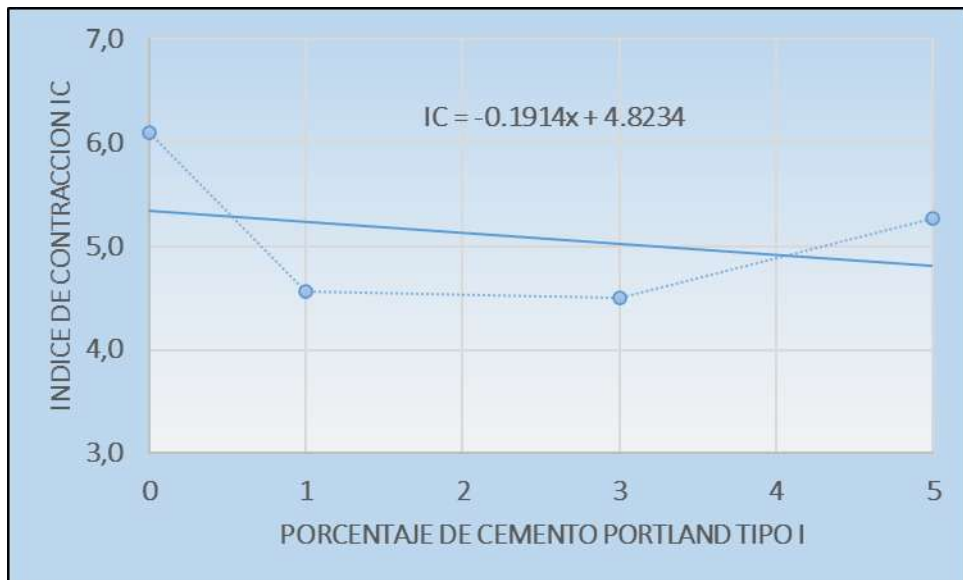


Figura 18. Variación del índice de contracción con adición de cemento convencional

**Figura 18** evidencia una permutación lineal en el índice de contracción, con una predisposición a acortar a medida que agranda el porcentaje de cemento. Por ejemplo, un índice de contracción disminuye del 6,1% en el suelo analizado a un valor de 4,5% cuando se agrega un 3% de cemento.

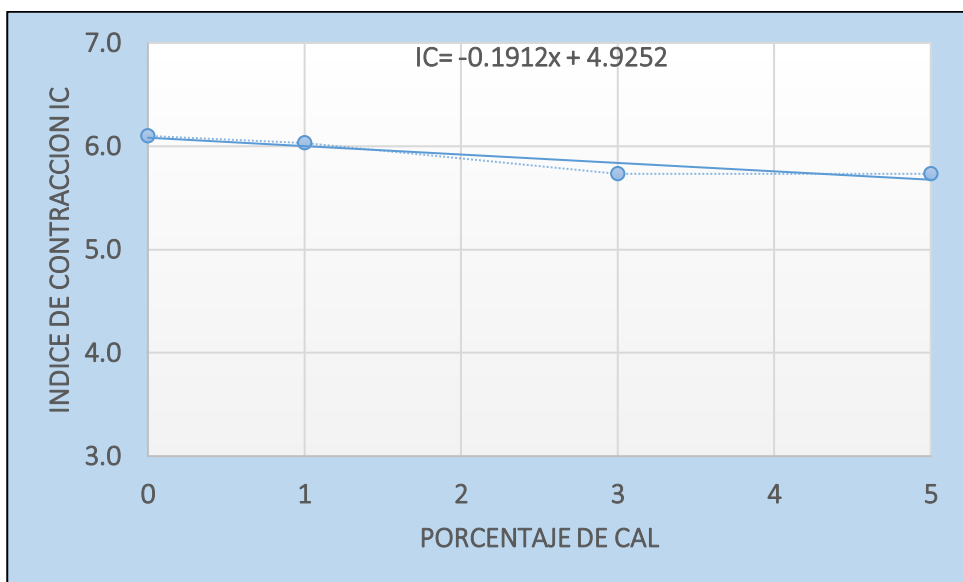


Figura 19. Variación del límite de contracción con adición de cal

**Figura 19**, aprecian una permutación lineal en el índice de contracción, donde se observa una predisposición a reducir a medida que acrecienta el porcentaje de cal anhidra. Por ejemplo, el índice de contracción disminuye del 6,1% en el suelo analizado a un valor de 5,7% cuando se agrega un 3% y 5% de cal.

#### 4.2.3. Influencia del aditivo estabilizador en el índice CBR del suelo arcilloso más desfavorable

Tabla 24. Influencia del cemento Portland Tipo I en el índice CBR del suelo arcilloso más desfavorable

Ítem	Porcentaje de cemento Portland Tipo I			
	0%	1%	3%	5%
<b>Contenido de humedad óptimo (%)</b>	17.2	15.7	15.6	14.5
<b>Densidad seca máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.425	1.611	1.703	1.658
<b>CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)</b>	4.4	17.5	50.6	33.1
<b>CBR (95% DSM y 0.1" de penetración)</b>	2.7	11.3	29.9	23.1
<b>Hinchamiento promedio (%)</b>	0.04	0.02	0.02	0.02

El valor del índice CBR obtenido para el suelo arcilloso más perjudicial al 95%DSM es de 2.70%, lo cual indica que la subrasante es considerada inadecuada dado que el CBR es inferior al 3%. Sin embargo, al agregar un 1% de cemento, el índice CBR aumenta a 11.3% al 95%DSM, lo cual indica una mejora significativa en el sustrato. Este valor se encuentra en el rango del 10% al 20%, lo que clasifica la subrasante como buena.

Al agregar un 3% de cemento convencional, logra obtener un índice CBR de 29.9% al 95%DSM. Lo cual indica que la subrasante se considera muy buena, ya que se encuentra en el rango del 20% al 30% según las recomendaciones del MTC (2014). Con esta cantidad de cemento, se cumple con lo recomendado por el MTC, que instituye que los suelos ubicados debajo del nivel mayor de la subrasante deben ser suelos adecuados y estables, con un índice de resistencia CBR igual o superior al 6%. Además, se requiere que esta condición se mantenga a una profundidad mínima de 0,60 metros.

Por último, al agregar un 5% de cemento convencional, logra un índice CBR de 23.1% al 95%DSM, lo cual indica que la subrasante es considerada buena, ya que se encuentra en el rango del 10% al 20%.

Tabla 25. Influencia de la cal en el índice CBR del suelo arcilloso más desfavorable.

Ítem	Porcentaje de cal			
	0%	1%	3%	5%
Contenido de humedad óptimo (%)	17.2	16.3	13.5	16.1
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.425	1.649	1.808	1.712
CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)	4.4	19.5	53.1	29.7
CBR (95% DSM y 0.1" de penetración)	2.7	12.3	34.1	18.2
Hinchamiento promedio (%)	0.04	0.02	0.02	0.02

El valor del índice CBR con 2.7% obtenido para el suelo arcilloso más desfavorable al 95%DSM indica que la subrasante es considerada inadecuada, dado que el CBR es menor al 3%. Según la Tabla 11, este resultado corresponde a una subrasante que no cumple con los estándares requeridos.

Por otro lado, al añadir un 1% de cal anhidra, se logra obtener un índice CBR de 12.3% al 95%DSM, lo cual señala la mejora significativa en la calidad de la subrasante. Este valor se encuentra dentro del rango del 10% al 20%, lo que clasifica a la subrasante como aceptable. La añadidura de 3% de cal, consigue un índice CBR con 34.1% al 95%DSM, lo que indica una subrasante de excelente calidad. Este valor supera el umbral del 30%, cumpliendo así con los estándares recomendados por el MTC.

Por último, al incrementar la cantidad de cal a un 5%, se alcanza un índice CBR: 18.2% al 95%DSM. Esto indica que la subrasante sigue siendo de buena calidad, ya que se encuentra dentro del rango del 10% al 20%.

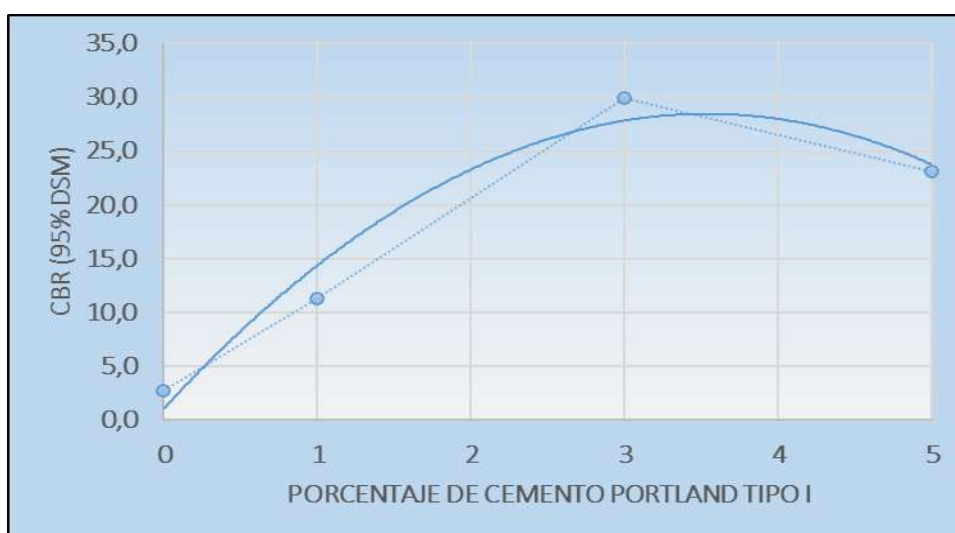


Figura 20. Variación del índice CBR con adición de cemento convencional tipo I

**Figura 20** evidencia la necesidad de agregar un 3% de cemento para conseguir una subrasante de alta calidad. Dicha cantidad, permite alcanzar un índice CBR de 29.9%, lo cual se considera un valor apropiado para el diseño de pavimentos con capas de menor espesor.

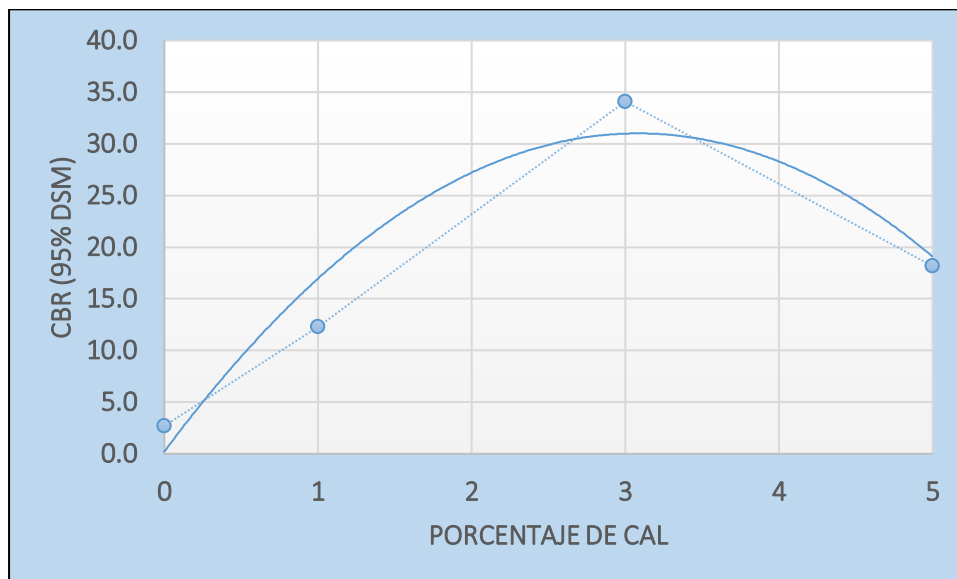


Figura 21. Variación del índice CBR con adición de cal anhidra .

**Figura 21** muestra la necesidad de agregar un 3% de cal anhidra para adquirir una subrasante de excelente calidad. Al utilizar esta cantidad de cal anhidra, se consigue el índice CBR similar a 34.1%, considerado una valía apropiada para el bosquejo de pavimentos de capas con menor espesor.

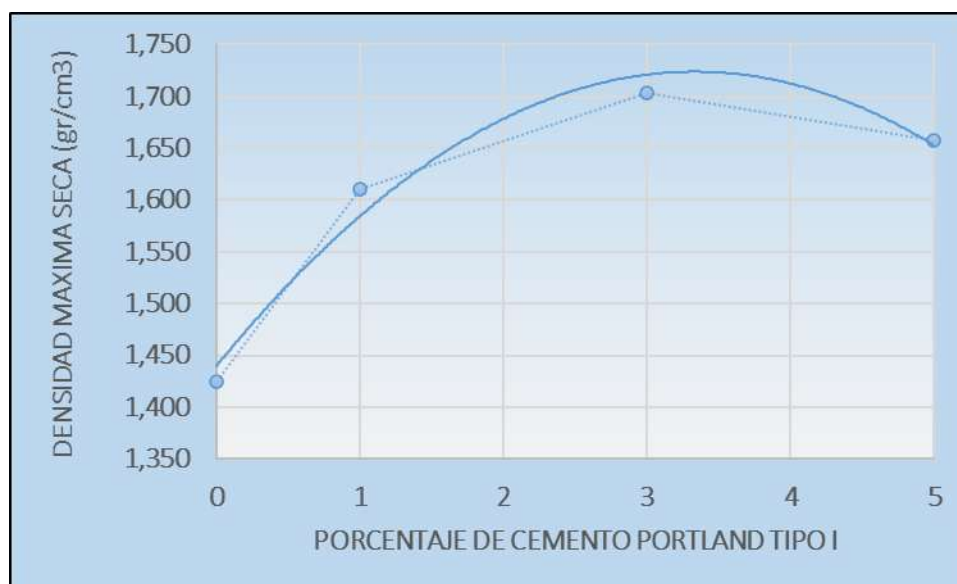


Figura 22. Variación de la densidad seca máxima con adición de cemento.

**Figura 22** muestra, al agregar cemento, la consistencia seca superior del suelo desarrollado aumenta significativamente. Se pasa de una densidad de 1.425 gr/cm<sup>3</sup> para dicho suelo efectivo a 1.703 gr/cm<sup>3</sup> al añadir un 3% de cemento. Es importante destacar que, según el gráfico, no hay necesidad de agregar un 5% de cemento, ya que al utilizar un 3% se logra alcanzar una capacidad máxima de soporte de 1.703 gr/cm<sup>3</sup>.

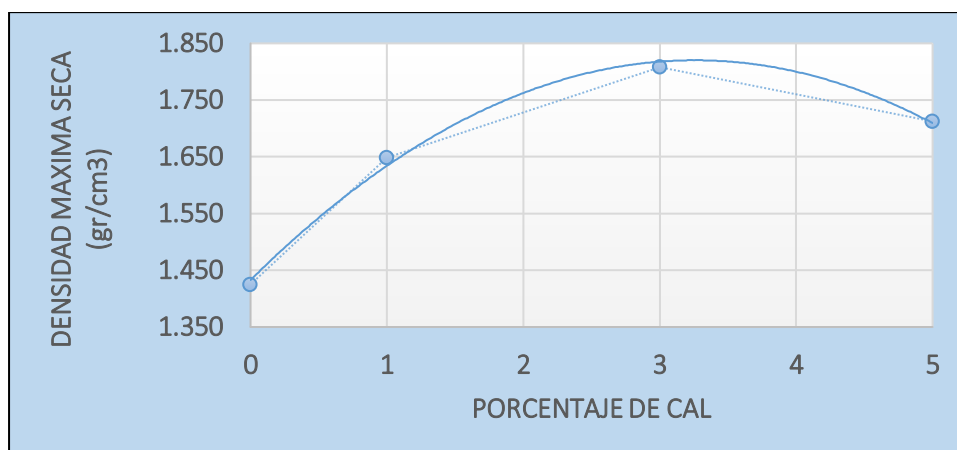


Figura 23. Variación de la densidad seca máxima con adición de cal.

Según lo observado en la **Figura 23**, al agregar cal anhidra al suelo analizado, se puede notar un incremento en la densidad seca máxima. La densidad seca pasa a 1.425 gr/cm<sup>3</sup> en el suelo a 1.808 gr/cm<sup>3</sup> al agregar un 3% de cal anhidra. Esto sugiere que la adición de cal anhidra juega un papel importante en aumentar la densidad seca del suelo. Se puede afirmar del gráfico que no es necesario agregar el 5% de cal, ya que con la adición del 3% de cal anhidra se logra una capacidad máxima de soporte de 1.808 gr/cm<sup>3</sup>.

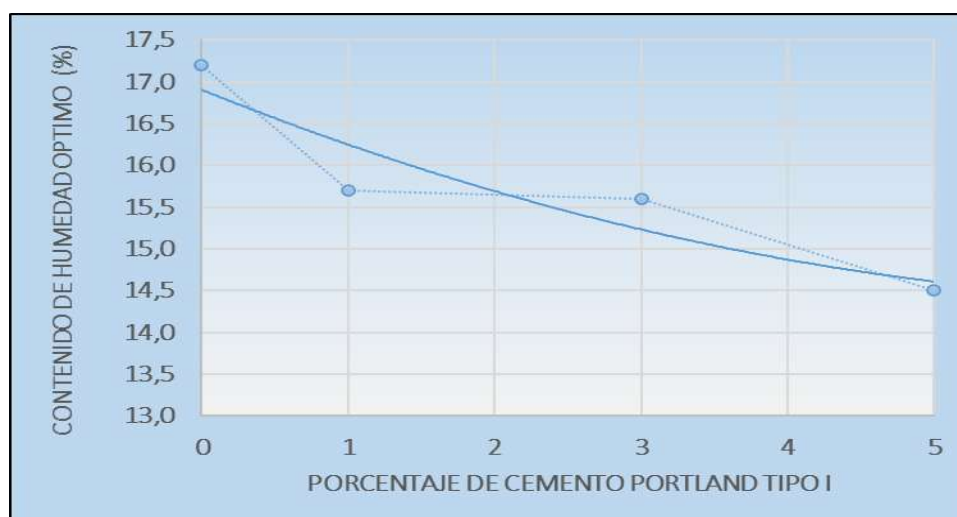


Figura 24. Variación del contenido de humedad óptimo con adición de cemento

Los resultados mostrados en la **Figura 24** revelan que el régimen que acrecienta el porcentaje de cemento, el comprendido de humedad adecuada logrado a través de la prueba Proctor transformado reduce. Inicialmente, el suelo existente tiene un contenido de humedad óptimo de 17,2%. Sin embargo, al agregar un 5% de cemento, este valor disminuye un 14,5%.

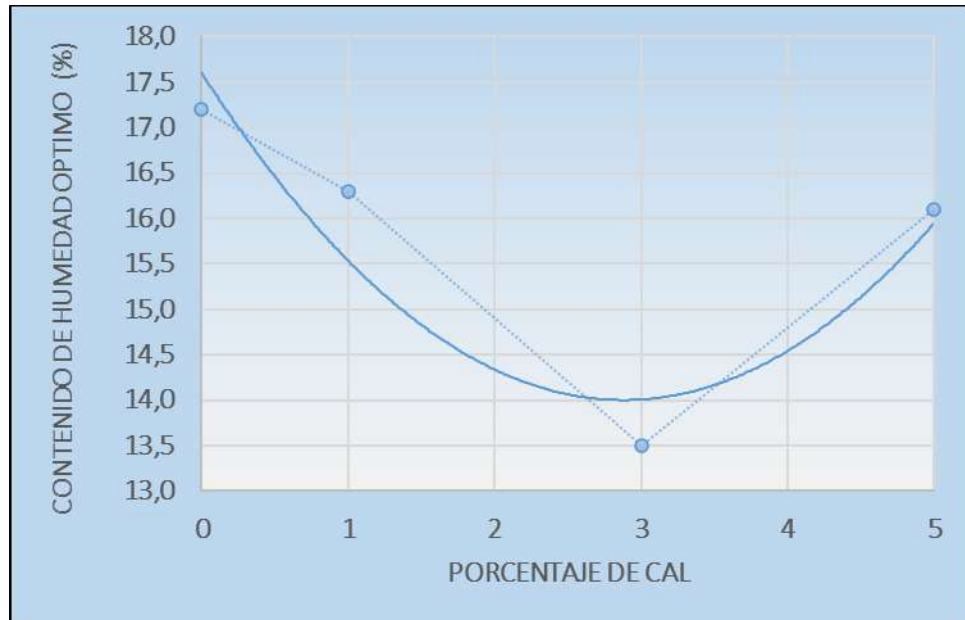


Figura 25. Variación del contenido de humedad óptimo con adición de cal

Según los datos presentados en la **Figura 25**, se observa que el comprendido de humedad adecuado, conseguido a partir de la prueba Proctor rectificado, reduce a medida que aumenta el porcentaje de cal. Inicialmente, el suelo original tiene un comprendido de humedad óptimo de 17,2%. Sin embargo, al agregar un 3% de cal, este valor se reduce en un 13,5%.

### 4.3. Prueba de Hipótesis

#### 4.3.1. Análisis de la distribución probabilística de los datos

Tabla 26. Resultado de la prueba de Shapiro-Wilks para determinar el tipo de distribución que presentan las variables dependientes

Shapiro-Wilks (modificado)						
Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)	
Límite líquido (LL)	24	36.02	1.66	0.85	<0.0001	
Límite plástico (LP)	24	23.57	3.01	0.54	<0.0001	
Índice de plasticidad (IP)..	24	13.02	0.83	0.83	<0.0001	
Límite de contracción (LC)..	24	17.51	0.68	0.92	0.1363	
Índice de contracción (IC)..	24	5.50	0.65	0.81	<0.0001	
Contenido de humedad óptim..	24	15.76	1.22	0.88	0.0177	
Densidad seca máxima (gr/c..	24	1.62	0.13	0.82	<0.0001	
CBR (100% DSM y 0.1" de pe..	24	26.53	17.87	0.84	<0.0001	
CBR (95% DSM y 0.1" de pen..	24	16.79	11.20	0.86	0.0030	
Hinchamiento promedio (%)	24	0.03	0.01	0.52	<0.0001	

H0: Los datos tienen distribución normal

Hi: Los datos no tienen distribución normal

Los datos determinan que se rechace la hipótesis nula (H0: la variable tiene repartición normal) para aceptar la hipótesis alterna (Hi: la variable no tiene repartición normal) en todas las variables con excepción de Límite de Contracción.

#### 4.3.2. Estadísticos descriptivos de los indicadores del tratamiento

Tabla 27. Estadísticos descriptivos del efecto de concentraciones de cemento sobre las variables de estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.

Cemento (%)	Estadísticos	Límite líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice de plasticidad (IP)	Límite de contracción (LC)	Índice de contracción (IC)	Contenido de humedad óptimo	Densidad seca máxima (gr/c)	CBR (100% DSM y 0.1"	CBR (95% DSM y 0.1"	Hinchamiento promedio (%)
0	n	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
0	Media	38,30	24,50	13,80	18,40	6,10	17,20	1,43	4,40	2,70	0,04
0	D.E.	0,09	0,09	0,09	0,09	0,00	0,09	0,00	0,09	0,09	0,00
0	Mín	38,20	24,40	13,70	18,30	6,10	17,10	1,42	4,30	2,60	0,04
0	Máx	38,40	24,60	13,90	18,50	6,10	17,30	1,43	4,50	2,80	0,04
0	Mediana	38,30	24,50	13,80	18,40	6,10	17,20	1,43	4,40	2,70	0,04
1	n	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
1	Media	36,17	22,37	13,80	17,80	4,57	15,70	1,61	17,50	11,30	0,02
1	D.E.	0,15	0,15	0,10	0,10	0,15	0,10	0,00	0,10	0,10	0,00
1	Mín	36,00	22,20	13,70	17,70	4,40	15,60	1,61	17,40	11,20	0,02
1	Máx	36,30	22,50	13,90	17,90	4,70	15,80	1,61	17,60	11,40	0,02
1	Mediana	36,20	22,40	13,80	17,80	4,60	15,70	1,61	17,50	11,30	0,02
3	n	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
3	Media	34,67	21,90	12,80	17,40	4,50	15,60	1,70	50,60	29,90	0,02
3	D.E.	0,15	0,10	0,10	0,10	0,17	0,10	0,00	0,10	0,10	0,00
3	Mín	34,50	21,80	12,70	17,30	4,30	15,50	1,70	50,50	29,80	0,02
3	Máx	34,80	22,00	12,90	17,50	4,60	15,70	1,71	50,70	30,00	0,02
3	Mediana	34,70	21,90	12,80	17,40	4,60	15,60	1,70	50,60	29,90	0,02
5	n	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
5	Media	33,90	22,47	11,43	17,20	5,27	14,50	1,66	33,10	23,13	0,02
5	D.E.	0,10	0,06	0,06	0,10	0,15	0,10	0,00	0,10	0,15	0,00
5	Mín	33,80	22,40	11,40	17,10	5,10	14,40	1,66	33,00	23,00	0,02
5	Máx	34,00	22,50	11,50	17,30	5,40	14,60	1,66	33,20	23,30	0,02
5	Mediana	33,90	22,50	11,40	17,20	5,30	14,50	1,66	33,10	23,10	0,02



Tabla 28. Estadísticos descriptivos del efecto de concentraciones de cal sobre las variables de estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.

Cal (%)	Estadísticos	Límite líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice de plasticidad (IP)..	Límite de contracción (LC)..	Índice de contracción (IC)..	Contenido de humedad óptim..	Densidad seca máxima (gr/c..)	CBR (100% DSM y 0.1" de pe..	CBR (95% DSM y 0.1" de pen..	Hinchamiento promedio (%)
0	n	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
0	Media	38,30	24,50	13,80	18,40	6,10	17,20	1,43	4,40	2,70	0,04
0	D.E.	0,09	0,09	0,09	0,09	0,00	0,09	0,00	0,09	0,09	0,00
0	Mín	38,20	24,40	13,70	18,30	6,10	17,10	1,42	4,30	2,60	0,04
0	Máx	38,40	24,60	13,90	18,50	6,10	17,30	1,43	4,50	2,80	0,04
0	Mediana	38,30	24,50	13,80	18,40	6,10	17,20	1,43	4,40	2,70	0,04
1	n	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
1	Media	37,00	28,00	13,50	17,50	6,03	16,30	1,65	19,50	12,30	0,02
1	D.E.	0,10	7,71	0,10	0,10	0,15	0,10	0,00	0,10	0,10	0,00
1	Mín	36,90	23,50	13,40	17,40	5,90	16,20	1,65	19,40	12,20	0,02
1	Máx	37,10	36,90	13,60	17,60	6,20	16,40	1,65	19,60	12,40	0,02
1	Mediana	37,00	23,60	13,50	17,50	6,00	16,30	1,65	19,50	12,30	0,02
3	n	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
3	Media	35,63	22,83	12,80	17,10	5,73	13,50	1,81	53,10	34,10	0,02
3	D.E.	0,06	0,15	0,10	0,10	0,25	0,10	0,00	0,10	0,10	0,00
3	Mín	35,60	22,70	12,70	17,00	5,50	13,40	1,81	53,00	34,00	0,02
3	Máx	35,70	23,00	12,90	17,20	6,00	13,60	1,81	53,20	34,20	0,02
3	Mediana	35,60	22,80	12,80	17,10	5,70	13,50	1,81	53,10	34,10	0,02
5	n	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
5	Media	34,20	22,00	12,23	16,27	5,73	16,10	1,71	29,67	18,17	0,02
5	D.E.	0,10	0,10	0,06	0,15	0,25	0,10	0,00	0,15	0,15	0,00
5	Mín	34,10	21,90	12,20	16,10	5,50	16,00	1,71	29,50	18,00	0,02
5	Máx	34,30	22,10	12,30	16,40	6,00	16,20	1,72	29,80	18,30	0,02
5	Mediana	34,20	22,00	12,20	16,30	5,70	16,10	1,71	29,70	18,20	0,02

#### 4.1.1. Análisis inferencial de las hipótesis

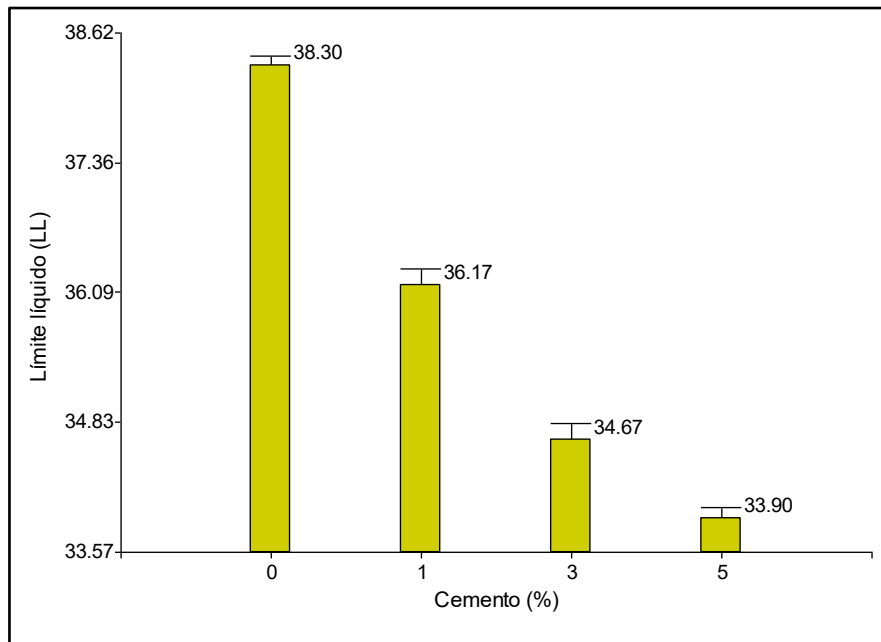


Figura 26. Efecto de concentraciones de cemento sobre el límite líquido en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.

Tabla 29. Prueba de Kruskal Wallis límite líquido

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
Límite líquido (LL)	0	6	38,3	38,3	12,8	0,005
Límite líquido (LL)	1	3	36,17	36,2		
Límite líquido (LL)	3	3	34,67	34,7		
Límite líquido (LL)	5	3	33,9	33,9		

Trat.	Ranks
5	2 A
3	5 A
1	8 A B
0	12,5 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto sobre el Límite Líquido

H<sub>i</sub>: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre el Límite Líquido

Como una cuantía de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H<sub>0</sub>: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre el límite líquido) y se admite la suposición alterna (H<sub>i</sub>: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre el límite líquido).

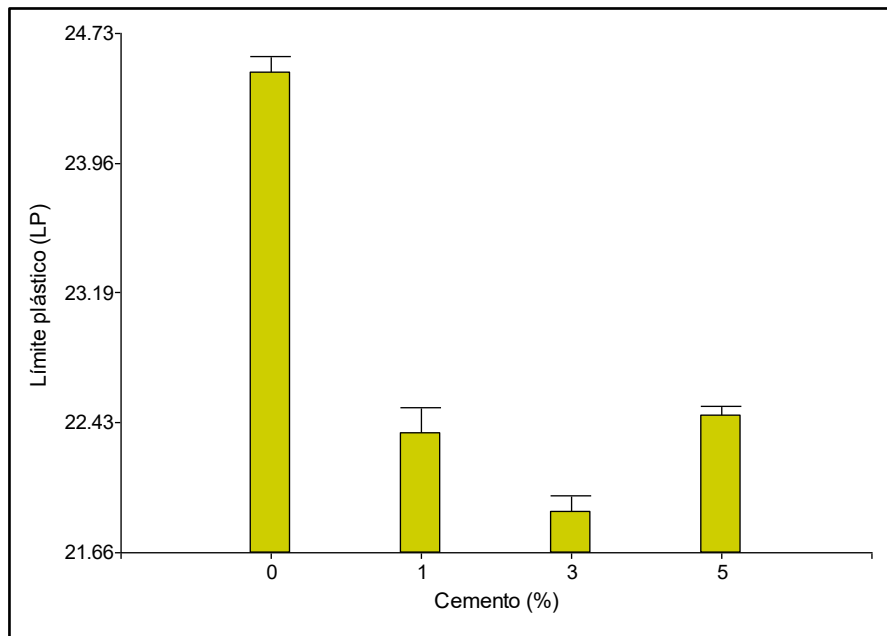


Figura 27. Efecto de concentraciones de cemento sobre el límite plástico en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 30. Prueba de Kruskal Wallis límite plástico

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
Límite plástico (LP)	0	6	24,5	24,5	12,3	0,006
Límite plástico (LP)	1	3	22,37	22,4		
Límite plástico (LP)	3	3	21,9	21,9		
Límite plástico (LP)	5	3	22,47	22,5		

Trat.	Ranks
3	2 A
1	5,83 A
5	7,17 A B
0	12,5 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto sobre el Límite Plástico

H<sub>i</sub>: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre el Límite Plástico

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H<sub>0</sub>: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre el límite plástico) y se admite la conjetura alterna (H<sub>i</sub>: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre el límite plástico).

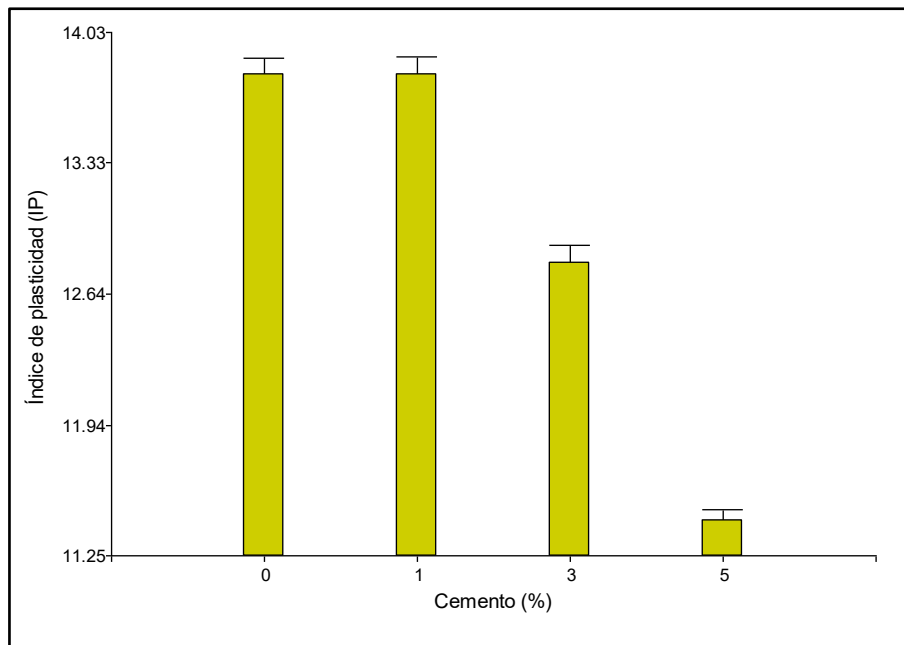


Figura 28. Efecto de concentraciones de cemento sobre el índice de plasticidad en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.

Tabla 31. Prueba de Kruskal Wallis índice de plasticidad

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
Índice de plasticidad (IP)	0	6	13,8	13,8	10,8	0,011
Índice de plasticidad (IP)	1	3	13,8	13,8		
Índice de plasticidad (IP)	3	3	12,8	12,8		
Índice de plasticidad (IP)	5	3	11,43	11,4		

Trat.	Ranks
5	2
3	5
1	11
0	11

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto sobre el Índice de plasticidad

H<sub>1</sub>: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre el Índice de plasticidad

Como una cuantía de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H<sub>0</sub>: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre el índice de plasticidad) y se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre el índice de plasticidad).

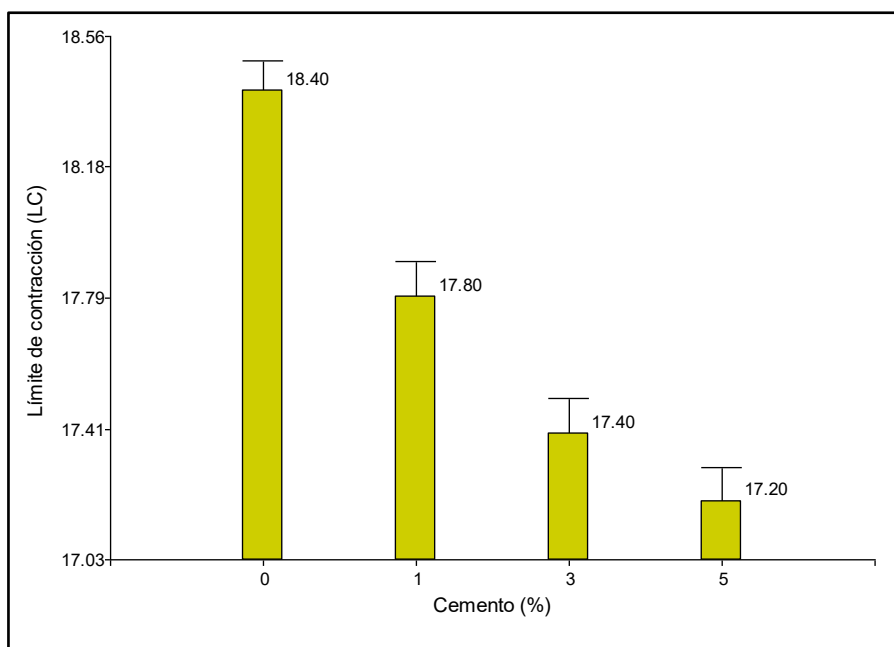


Figura 29. Efecto de concentraciones de cemento sobre el límite de contracción en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.

Tabla 32. Prueba de Kruskal Wallis límites de contracción

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
Límite de contracción (LC),,	0	6	18,4	18,4	12,7	0,005
Límite de contracción (LC),	1	3	17,8	17,8		
Límite de contracción (LC),,	3	3	17,4	17,4		
Límite de contracción (LC),,	5	3	17,2	17,2		

Trat,	Ranks		
5	2,17	A	
3	4,83	A	
1	8	A	B
0	12,5		B

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto sobre el Límite de contracción

H<sub>i</sub>: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre el Límite de contracción

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H<sub>0</sub>: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre el Límite de contracción) y se admite la conjetura alterna (H<sub>i</sub>: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre el Límite de contracción).

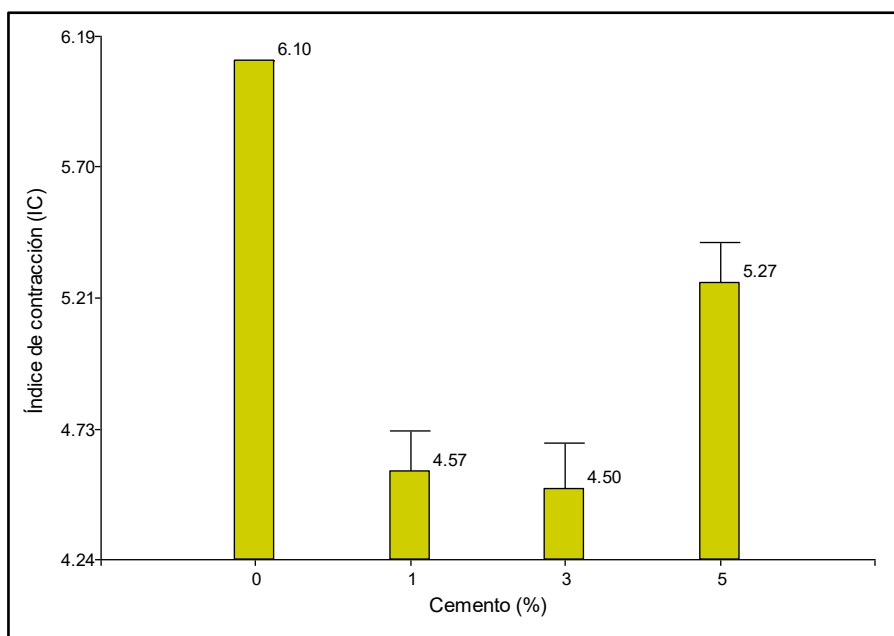


Figura 30. Efecto de concentraciones de cemento sobre el límite de contracción en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 33. Prueba de Kruskal Wallis índice de contracción

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
Índice de contracción (IC),,	0	6	6,1	6,1	12,2	0,004
Índice de contracción (IC),,	1	3	4,57	4,6		
Índice de contracción (IC),,	3	3	4,5	4,6		
Índice de contracción (IC),,	5	3	5,27	5,3		

Trat.	Ranks
3	3 A
1	4 A
5	8 A B
0	12,5 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto sobre el Índice de contracción

H<sub>1</sub>: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre el Índice de contracción

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H<sub>0</sub>: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre el Índice de contracción) y se admite la conjetura alterna (H<sub>1</sub>: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre el Índice de contracción).

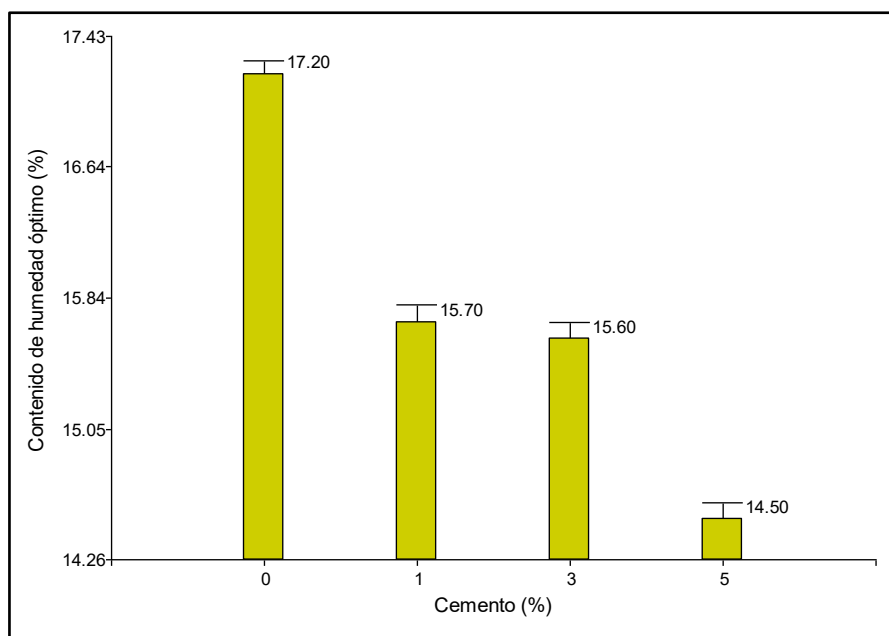


Figura 31. Efecto de concentraciones de cemento sobre el contenido de humedad óptimo en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 34. Prueba de Kruskal Wallis contenido de humedad óptimo

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
Contenido de humedad óptim.,	0	6	17,2	17,2	12,4	0,006
Contenido de humedad óptim.,	1	3	15,7	15,7		
Contenido de humedad óptim.,	3	3	15,6	15,6		
Contenido de humedad óptim.,	5	3	14,5	14,5		

Trat.	Ranks		
5	2	A	
3	5,67	A	
1	7,33	A	B
0	12,5		B

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto sobre el Contenido de humedad óptima

H<sub>i</sub>: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre el Contenido de humedad óptima

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H<sub>0</sub>: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre el Contenido de humedad óptima) y se admite la conjetura alterna (H<sub>i</sub>: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre el Contenido de humedad óptima).

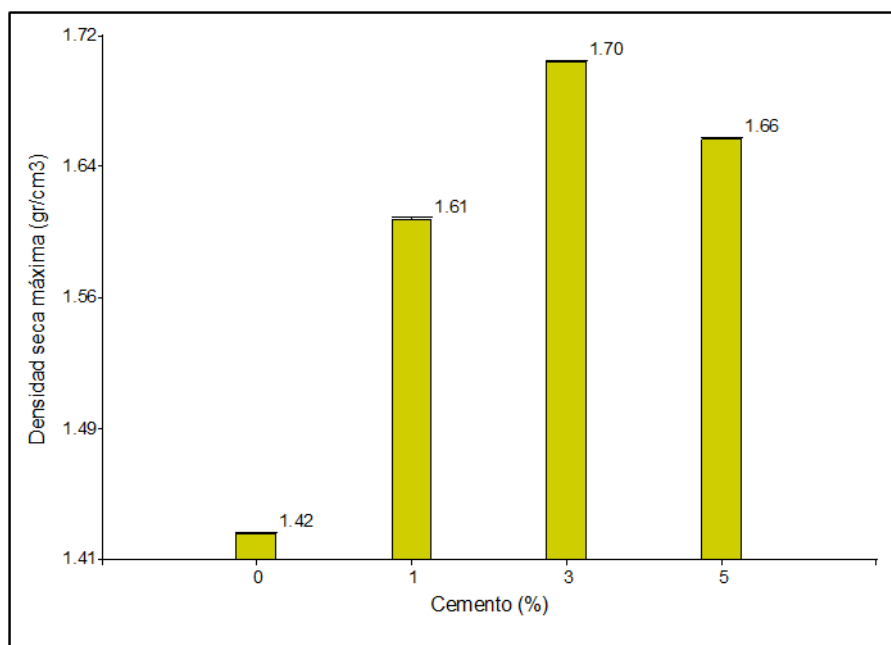


Figura 32. Efecto de concentraciones de cemento sobre la densidad seca máxima en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 35. Prueba de Kruskal Wallis densidad seca máxima

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
Densidad seca máxima (gr/c.,	0	6	1,43	1,43	12,8	0,005
Densidad seca máxima (gr/c.,	1	3	1,61	1,61		
Densidad seca máxima (gr/c.,	3	3	1,7	1,7		
Densidad seca máxima (gr/c.,	5	3	1,66	1,66		

Trat.	Ranks		
0	3,5	A	
1	8	A	B
5	11		B
3	14		B

H0: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto a la densidad seca máxima

Hi: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre la densidad seca máxima

Considerando una cuantía de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre la Densidad seca máxima) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre la Densidad seca máxima).



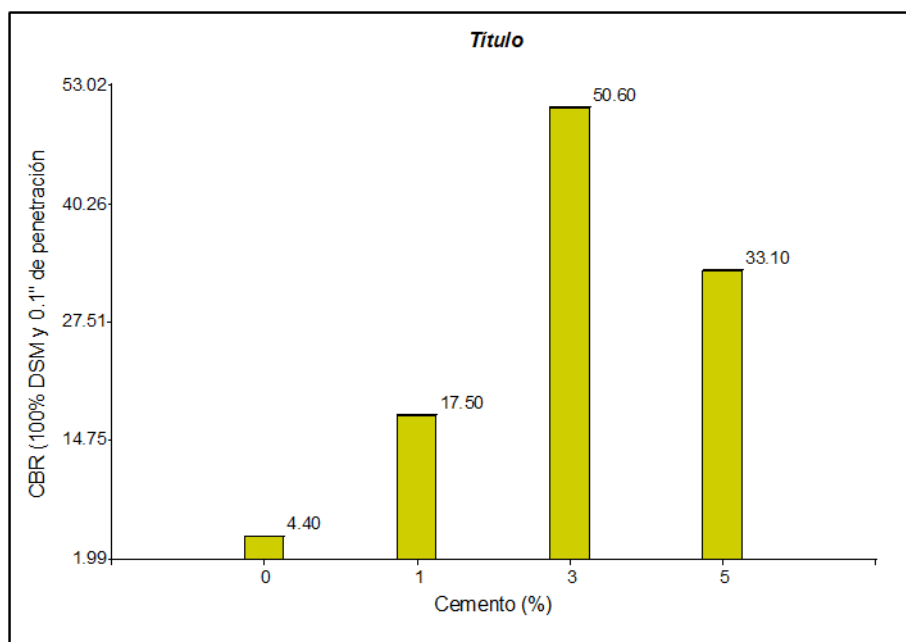


Figura 33. Efecto de concentraciones de cemento sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración) en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 36. Prueba de Kruskal Wallis CBR 100%

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
CBR (100% DSM y 0,1" de pe.,	0	6	4,4	4,4	12,8	0,005
CBR (100% DSM y 0,1" de pe.,	1	3	17,5	17,5		
CBR (100% DSM y 0,1" de pe.,	3	3	50,6	50,6		
CBR (100% DSM y 0,1" de pe.,	5	3	33,1	33,1		

Trat.	Ranks		
0	3,5	A	
1	8	A	B
5	11		B
3	14		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)

Hi: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)).

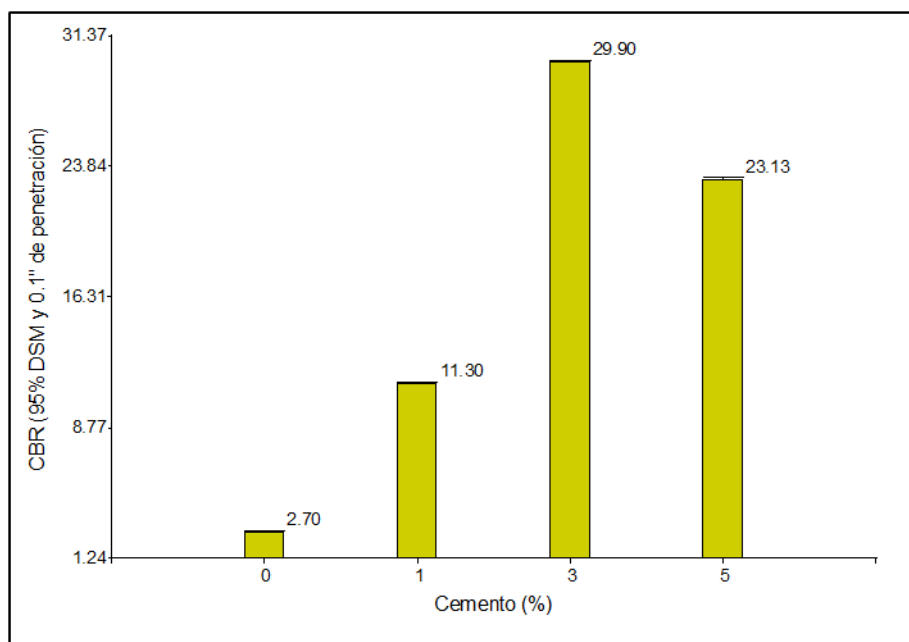


Figura 34. Efecto de concentraciones de cemento sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración) en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 37. Prueba de Kruskal Wallis CBR 95%

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
CBR (95% DSM y 0.1" de pen.,	0	6	2,7	2,7	12,8	0,005
CBR (95% DSM y 0.1" de pen.,	1	3	11,3	11,3		
CBR (95% DSM y 0.1" de pen.,	3	3	29,9	29,9		
CBR (95% DSM y 0.1" de pen.,	5	3	23,13	23,1		

Trat.	Ranks
0	3,5 A
1	8 A B
5	11 B
3	14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto sobre CBR (95% DSM y 0.1" de penetración)

Hi: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre CBR (95% DSM y 0.1" de penetración)

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración)).

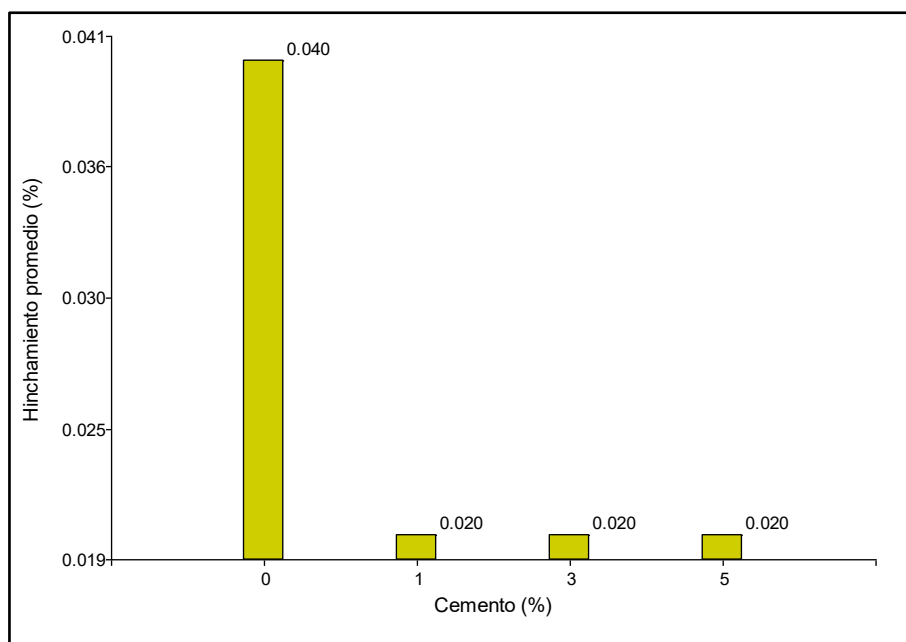


Figura 35. Efecto de concentraciones de cemento sobre el hinchamiento promedio en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 38. Prueba de Kruskal Wallis hinchamiento promedio

Variable	Cemento (%)	N	Medias	Medianas	H	p
Hinchamiento promedio (%)	0	6	0,04	0,04	10,1	0,003
Hinchamiento promedio (%)	1	3	0,02	0,02		
Hinchamiento promedio (%)	3	3	0,02	0,02		
Hinchamiento promedio (%)	5	3	0,02	0,02		

Trat.	Ranks	
5	5	A
3	5	A
1	5	A
0	12,5	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cemento tienen igual efecto sobre el hinchamiento promedio

Hi: Las concentraciones de cemento tienen no igual efecto sobre el hinchamiento promedio

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones del cemento tienen igual efecto sobre el hinchamiento promedio) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones del cemento tiene diferente efecto sobre el hinchamiento promedio).

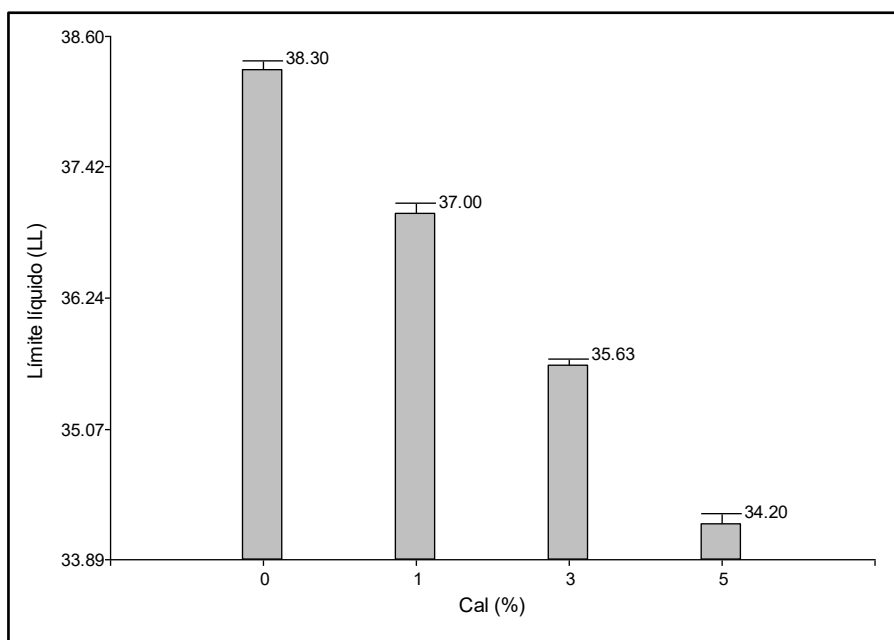


Figura 36. Efecto de concentraciones de cal sobre el límite líquido en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.

Tabla 39. Prueba de Kruskal Wallis límite líquido (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
Límite líquido (LL)	0	6	38,3	12,83	0,0048
Límite líquido (LL)	1	3	37		
Límite líquido (LL)	3	3	35,63		
Límite líquido (LL)	5	3	34,2		

Trat.	Ranks		
5	2	A	
3	5	A	
1	8	A	B
0	12,5		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre el Límite Líquido

Hi: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre el Límite Líquido

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre el límite líquido) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre el límite líquido).

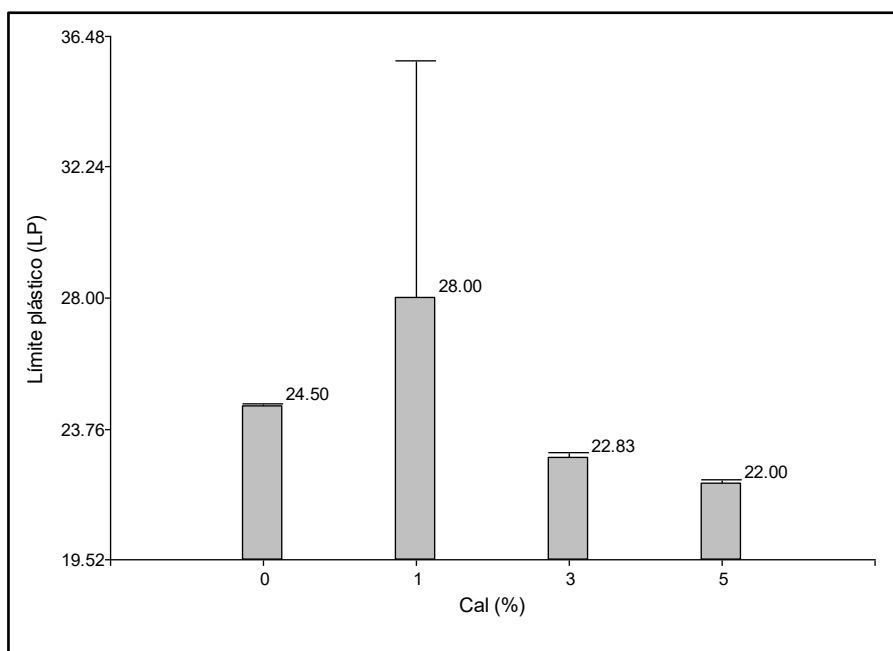


Figura 37. Efecto de concentraciones de cal sobre el límite plástico en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.

Tabla 40. Prueba de Kruskal Wallis límite plástico (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
Límite plástico (LP)	0	6	24,5	11,03	0,0113
Límite plástico (LP)	1	3	28		
Límite plástico (LP)	3	3	22,83		
Límite plástico (LP)	5	3	22		

Trot.	Ranks			
5	2	A		
3	5	A	B	
1	10		B	C
0	11,5			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre el límite plástico

Hi: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre el límite plástico

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre el límite plástico) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre el límite plástico).

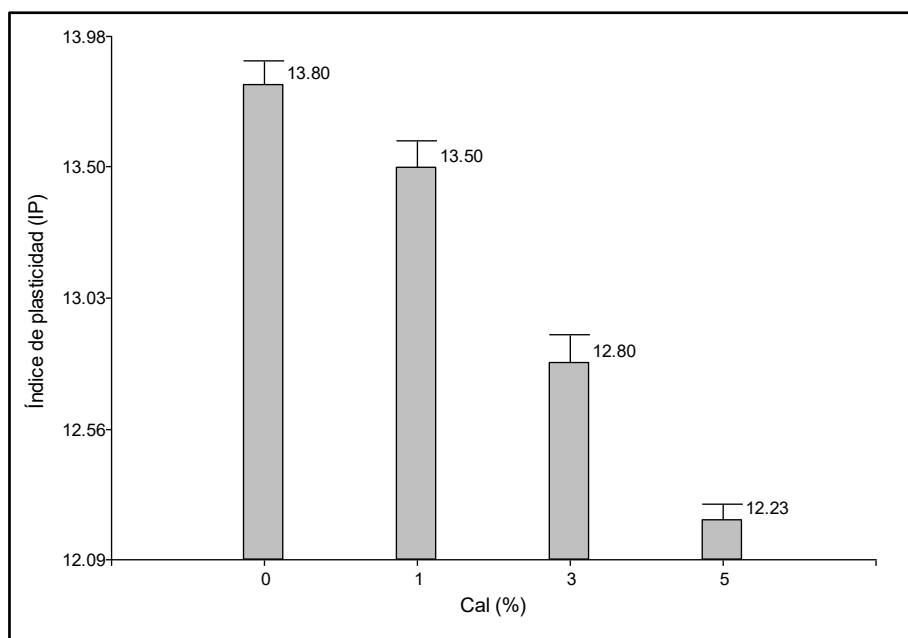


Figura 38. Efecto de concentraciones de cal sobre el índice de plasticidad en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 41. Prueba de Kruskal Wallis índice de plasticidad (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
Índice de plasticidad (IP),,	0	6	13,8	12,83	0,0048
Índice de plasticidad (IP),,	1	3	13,5		
Índice de plasticidad (IP),,	3	3	12,8		
Índice de plasticidad (IP),,	5	3	12,23		

Trat,	Ranks
5	2 A
3	5 A
1	8 A B
0	12,5 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre el índice de plasticidad

Hi: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre el índice de plasticidad

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre el índice de plasticidad) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre el índice de plasticidad).

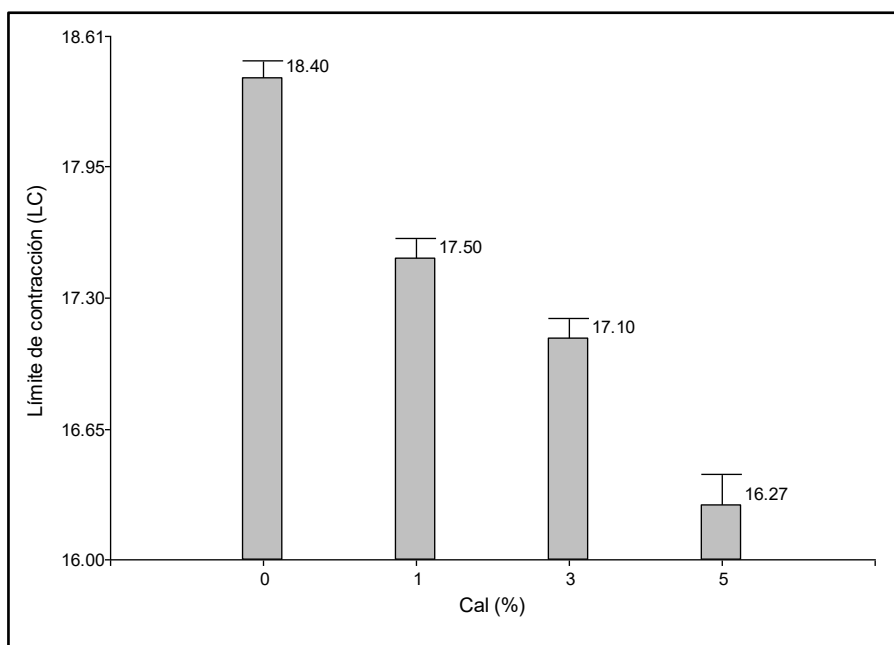


Figura 39. Efecto de concentraciones de cal sobre el límite de contracción en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 42. Prueba de Kruskal Wallis límite de contracción (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
Limite de contracción (LC),,	0	6	18,4	12,83	0,0049
Limite de contracción (LC),,	1	3	17,5		
Limite de contracción (LC),,	3	3	17,1		
Limite de contracción (LC),,	5	3	16,27		

Trat.	Ranks
5	2 A
3	5 A
1	8 A B
0	12,5 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre el límite de contracción

Hi: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre el límite de contracción

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre el límite de contracción) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre el límite de contracción).

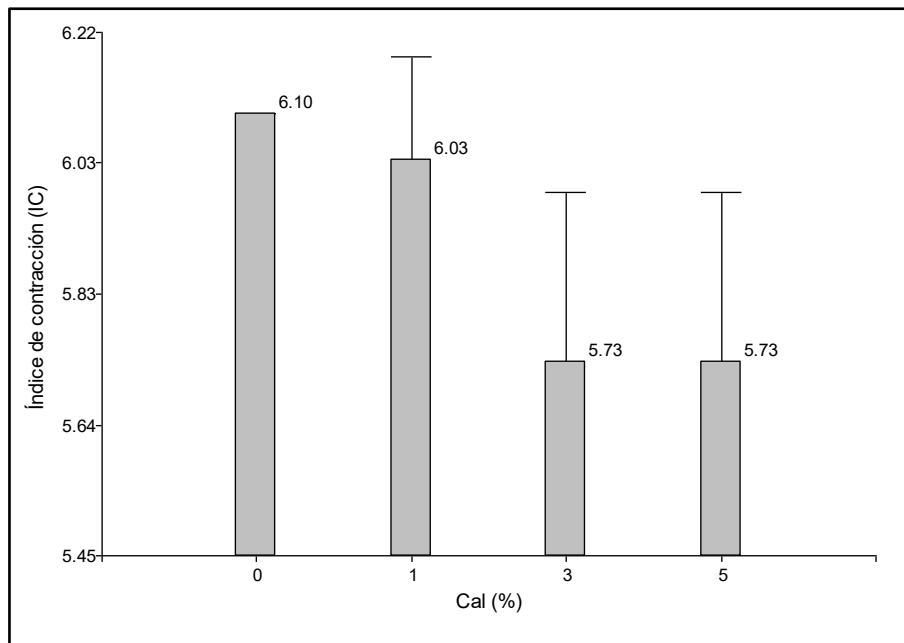


Figura 40. Efecto de concentraciones de cal sobre el índice de contracción en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 43. Prueba de Kruskal Wallis índice de contracción (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
Índice de contracción (IC),	0	6	6,1	8,63	0,0255
Índice de contracción (IC),	1	3	6,03		
Índice de contracción (IC),	3	3	5,73		
Índice de contracción (IC),	5	3	5,73		

Trat.	Ranks
5	4 A
3	4 A
1	9 A B
0	11,5 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre el índice de contracción

H<sub>i</sub>: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre el índice de contracción

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H<sub>0</sub>: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre el índice de contracción) y se admite la conjetura alterna (H<sub>i</sub>: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre el índice de contracción).



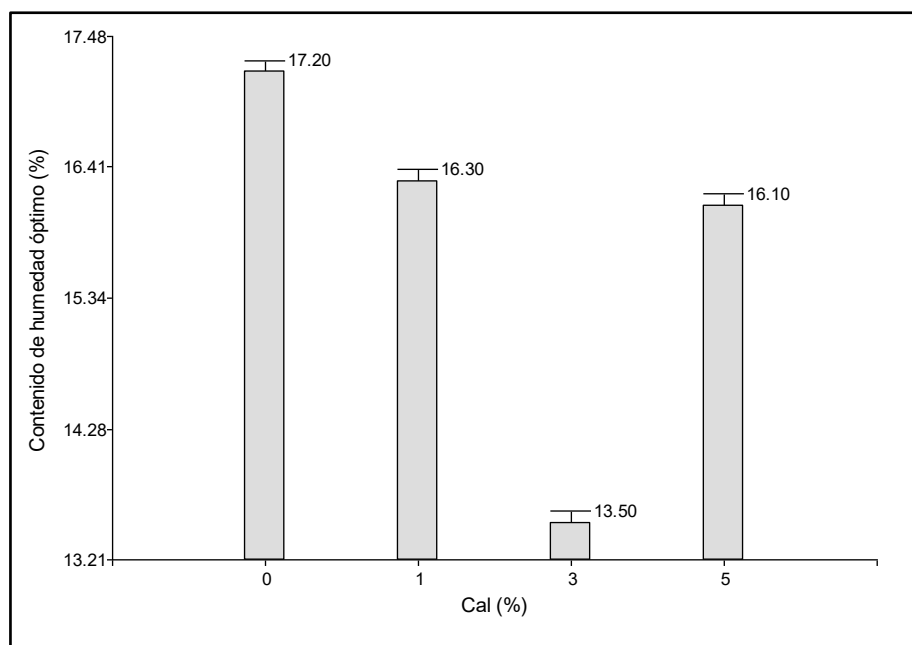


Figura 41. Efecto de concentraciones de cal sobre el contenido de humedad en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.

Tabla 44. Prueba de Kruskal Wallis contenido de humedad óptimo (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
Contenido de humedad óptim.,	0	6	17,2	12,68	0,0052
Contenido de humedad óptim.,	1	3	16,3		
Contenido de humedad óptim.,	3	3	13,5		
Contenido de humedad óptim.,	5	3	16,1		

Trat.	Ranks		
3	2	A	
5	5,17	A	
1	7,83	A	B
0	12,5		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre el contenido de humedad

Hi: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre el contenido de humedad

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre el contenido de humedad) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre el contenido de humedad).

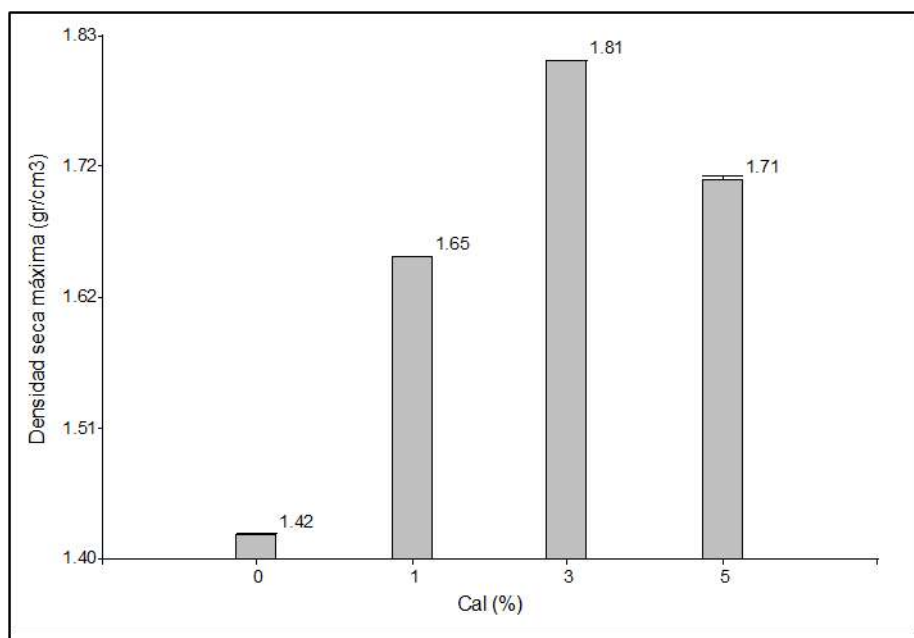


Figura 42. Efecto de concentraciones de cal sobre la densidad seca máxima en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 45. Prueba de Kruskal Wallis densidad seca máxima (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
Densidad seca máxima (gr/c.,	0	6	1,43	12,83	0,0049
Densidad seca máxima (gr/c.,	1	3	1,65		
Densidad seca máxima (gr/c.,	3	3	1,81		
Densidad seca máxima (gr/c.,	5	3	1,71		

Trat.	Ranks		
0	3,5	A	
1	8	A	B
5	11		B
3	14		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre la densidad seca máxima

H<sub>i</sub>: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre la densidad seca máxima

Considerando una cuantía de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H<sub>0</sub>: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre la densidad seca máxima) y se admite la conjetura alterna (H<sub>i</sub>: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre la densidad seca máxima).

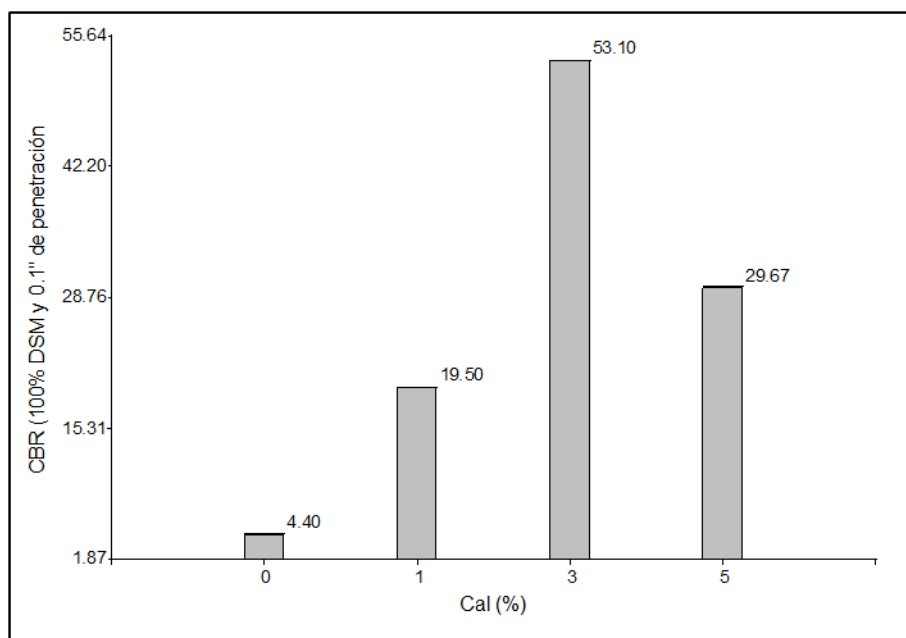


Figura 43. Efecto de concentraciones de cal sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración) en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 46. Prueba de Kruskal Wallis CBR 100% (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
CBR (100% DSM y 0,1" de pe.,	0	6	4,4	12,83	0,0049
CBR (100% DSM y 0,1" de pe.,	1	3	19,5		
CBR (100% DSM y 0,1" de pe.,	3	3	53,1		
CBR (100% DSM y 0,1" de pe.,	5	3	29,67		

Trat.	Ranks		
0	3,5	A	
1	8	A	B
5	11		B
3	14		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H<sub>0</sub>: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)

H<sub>i</sub>: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H<sub>0</sub>: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)) y se admite la conjetura alterna (H<sub>i</sub>: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre el CBR (100% DSM y 0.1" de penetración)).

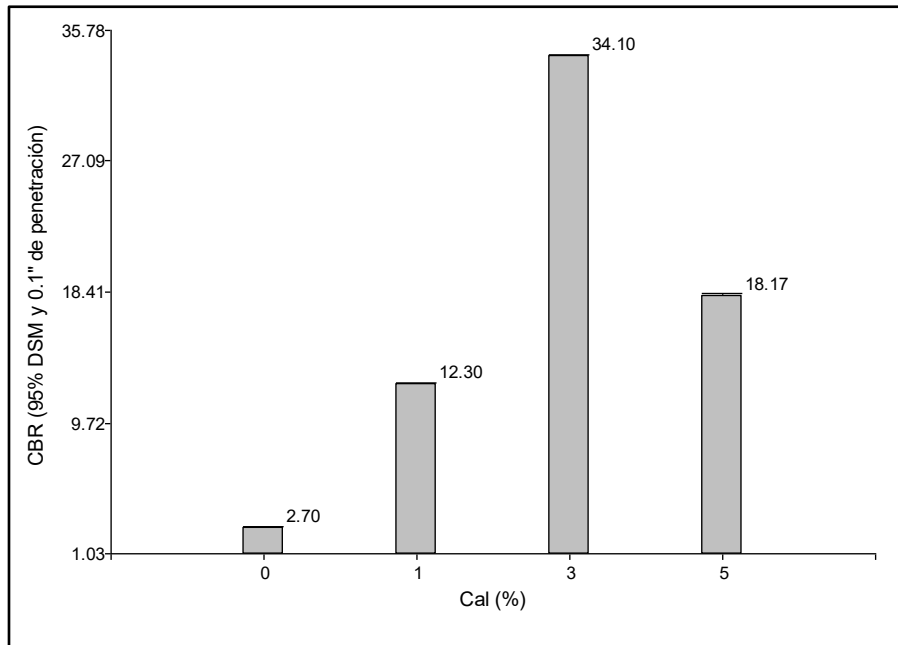


Figura 44. Efecto de concentraciones de cal sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración) en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 47. Prueba de Kruskal Wallis CBR 95% (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
CBR (95% DSM y 0,1" de pen.,	0	6	2,7	12,83	0,0049
CBR (95% DSM y 0,1" de pen.,	1	3	12,3		
CBR (95% DSM y 0,1" de pen.,	3	3	34,1		
CBR (95% DSM y 0,1" de pen.,	5	3	18,17		

Trat.	Ranks		
0	3,5	A	
1	8	A	B
5	11		B
3	14		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración)

Hi: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración)

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración)) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre el CBR (95% DSM y 0.1" de penetración)).

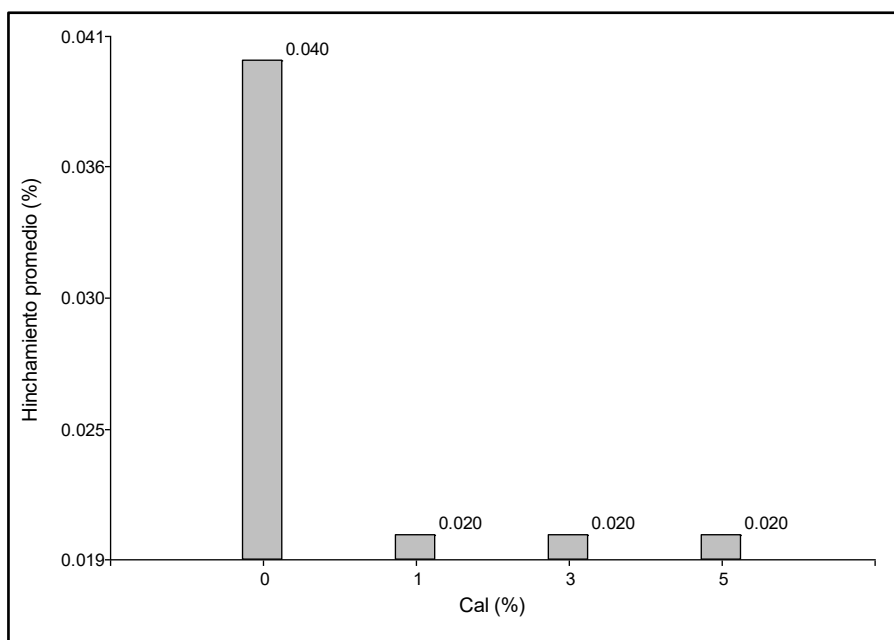


Figura 45. Efecto de concentraciones de cal sobre el hinchamiento promedio en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martín en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Tabla 48. Prueba de Kruskal Wallis hinchamiento promedio (cal)

Variable	Cal (%)	N	Medias	H	p
Hinchamiento promedio (%)	0	6	0,04	10,13	0,0029
Hinchamiento promedio (%)	1	3	0,02		
Hinchamiento promedio (%)	3	3	0,02		
Hinchamiento promedio (%)	5	3	0,02		

Trat.	Ranks	
5	5	A
3	5	A
1	5	A
0	12,5	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

H0: Las concentraciones de cal tienen igual efecto sobre el hinchamiento promedio

Hi: Las concentraciones de cal tienen no igual efecto sobre el hinchamiento promedio

Como el valor de  $p < 0,05$  es, se refuta la conjetura nula (H0: las concentraciones de la cal tienen igual efecto sobre el hinchamiento promedio) y se admite la conjetura alterna (Hi: al menos una de las concentraciones de la cal tiene diferente efecto sobre el hinchamiento promedio).

Tabla 49. Resultado de la prueba de Mann-Whitney al comparar el efecto del cemento con la cal en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022

Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	DE (1)	DE (2)	W	p (2 colas)
Límite líquido (LL)	Cal	Cemento	9	9	35,61	34,91	1,21	1,01	99	0,2483
Límite plástico (LP)	Cal	Cemento	9	9	24,28	22,24	4,77	0,28	106	0,0723
Índice de plasticidad (IP),,	Cal	Cemento	9	9	12,84	12,68	0,55	1,03	85,5	>0,9999
Límite de contracción (LC),,	Cal	Cemento	9	9	16,96	17,47	0,55	0,28	63	0,0467
Índice de contracción (IC),,	Cal	Cemento	9	9	5,83	4,78	0,24	0,39	126	<0,0001
Contenido de humedad óptim.,,	Cal	Cemento	9	9	15,3	15,27	1,36	0,58	99	0,2481
Densidad seca máxima (gr/c.,,	Cal	Cemento	9	9	1,72	1,66	0,07	0,04	108	0,0503
CBR (100% DSM y 0,1" de pe.,,	Cal	Cemento	9	9	34,09	33,73	14,92	14,34	90	0,7304
CBR (95% DSM y 0,1" de pen.,,	Cal	Cemento	9	9	21,52	21,44	9,77	8,15	90	0,7304
Hinchamiento promedio (%)	Cal	Cemento	9	9	0,02	0,02	0	0	90	0,7304

H0: El empleo del cemento y la cal tienen igual efecto sobre el hinchamiento promedio

Hi: El empleo del cemento y la cal tienen diferente efecto sobre el hinchamiento promedio

Debido a que el  $p > 0,05$ , por lo tanto, se refuta la conjetura nula (H0) para admitir la conjetura alterna (Hi), por lo que el cemento y la cal tienen efecto semejante en todas las variables que determinan la estabilidad de suelos arcillosos de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinua, Huamanga, Ayacucho 2022.

#### 4.2. Costos en la estabilización de Suelos Arcillosos con Cal Anhidra y Cemento convencional Tipo I

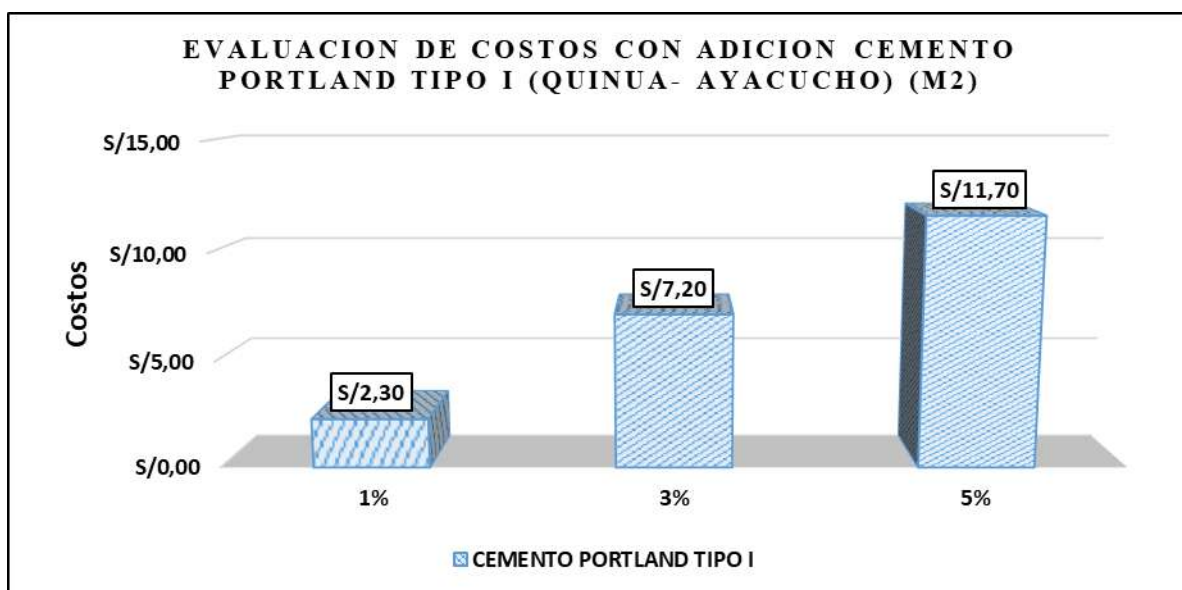


Figura 46. Evaluación de costos con adición cemento convencional tipo I (QUINUA- AYACUCHO) (m2).

**Figura 46** evidencia que la añadidura de 1% de cemento Portland Clase I, este suelo tiene un CBR igual o mayor al 6% según Manual de Carreteras, Geología de Suelos, Ingeniería de Suelos y Pavimentos (Secciones de Suelo y Pavimento). Si es inferior (subsuelo pobre o insuficiente) se procederá a la estabilización del suelo (pág. 230). En la ciudad de QUINUA-AYACUCHO, con la adición del 1%, se tendrá CBR 11.30%, es más rentable utilizar la adición al 1% CEMENTO PORTLAND CLASE I, el monto por m2 igual a: s./2.30.

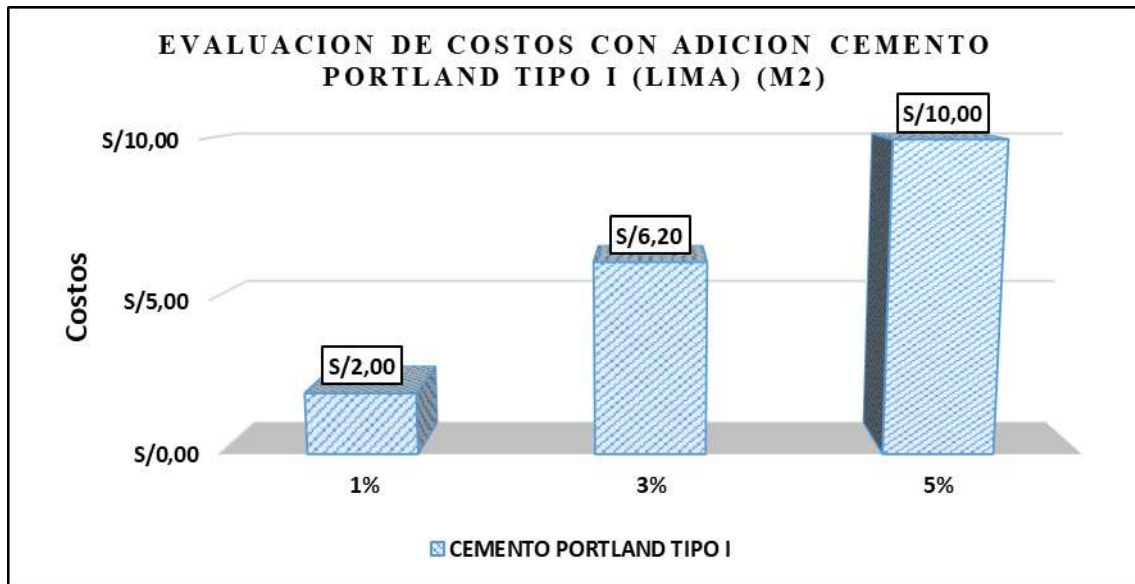


Figura 47. Evaluación de costos con adición cemento portland tipo I (LIMA) (m2).

**Figura 47** evidencia el aditamento de 1% de cemento Portland Clase I, este suelo tiene un CBR igual o mayor al 6% de acuerdo con el Manual de Carreteras, Geología de Suelos, Ingeniería de Suelos y Pavimentos (Secciones Suelos y Pavimentos). Si es inferior (subsuelo pobre o insuficiente) se realizará una estabilización del suelo (página 11). 230). En la ciudad de Lima con la adición del 1% quedará 11.30% CBR, es más ventajoso utilizar cemento Portland clase I agregando 1% con la misma cantidad por metro cuadrado: s./2.00.

Realizando la comparación de los resultados de costo; QUINUA, AYACUCHO Y LIMA (Figura 45 y 46), estas tienden a tener una variación de costo, esto ocurre por temas del FLETE TERRESTRE.

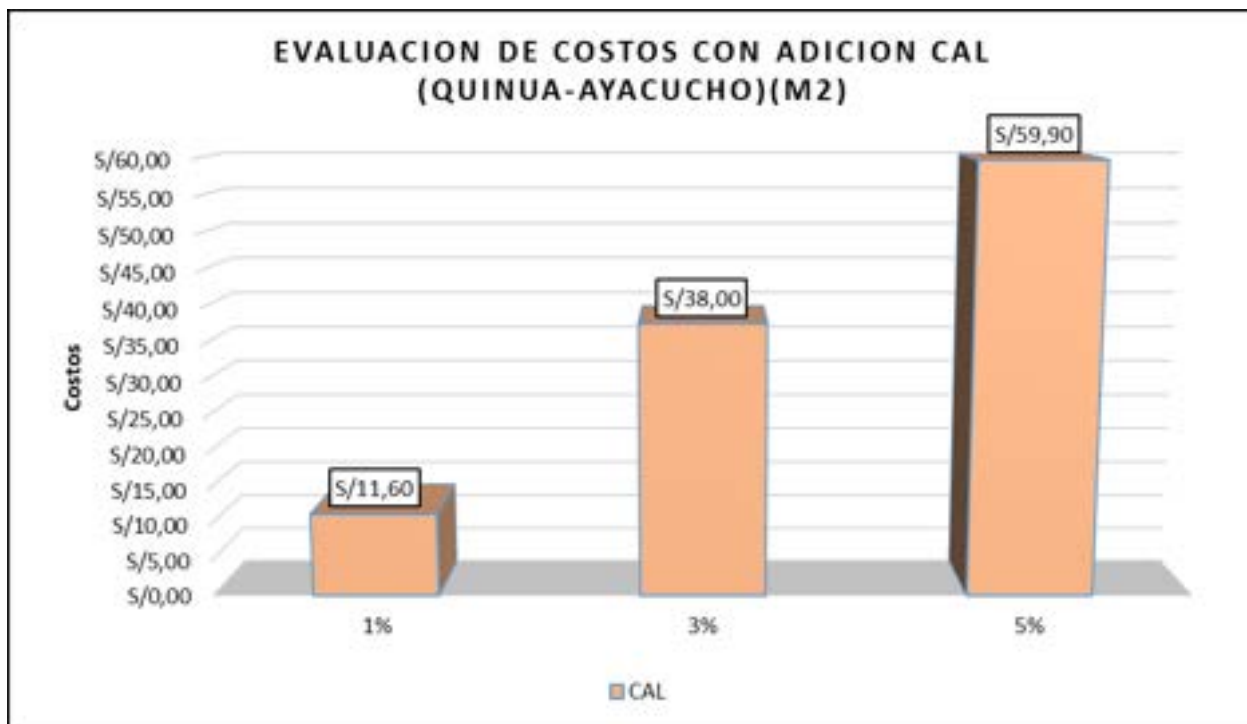


Figura 48. Evaluación de costos con adición Cal (QUINUA- AYACUCHO) (m2).

En la **Figura 48** se muestra que con la añadidura de 1% de cal, los suelos con CBR similar o mayor se estiman recursos idóneos para la subrasante considerado en el Manual de Vialidad, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Suelos y Secciones de Pavimento). Más del 6%. Si es inferior (subsuelo pobre o insuficiente) se realizará una estabilización del suelo (página 11). 230). En el municipio de QUINUA-AYACUCHO sumando 1% será 12.30% CBR, es más ventajoso utilizar adición 1% CAL, con la misma cantidad por metro cuadrado: s./11.60.

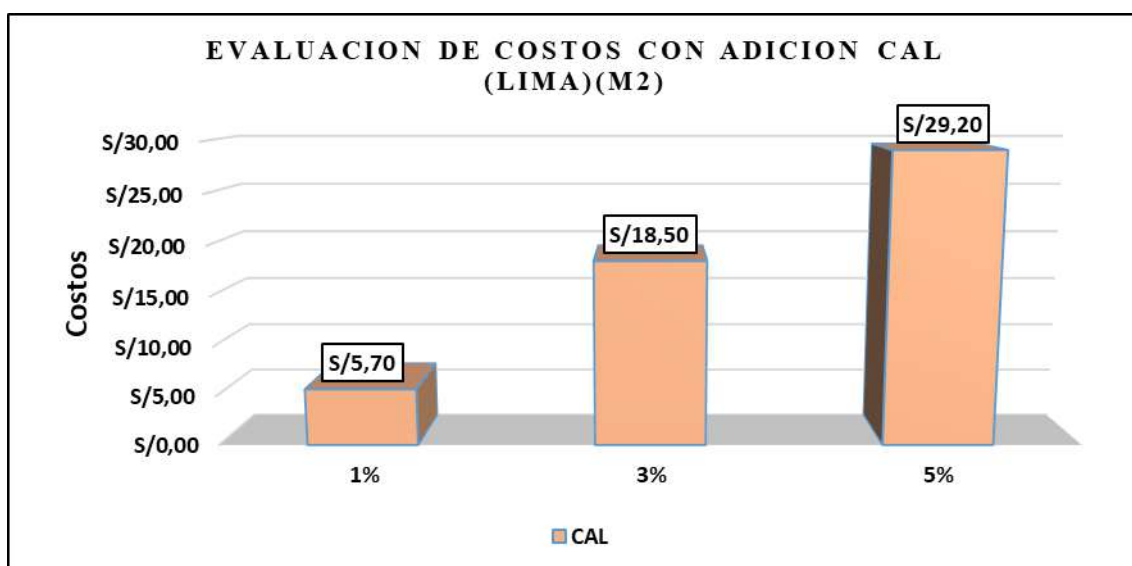


Figura 49. Evaluación de costos con adición cal (LIMA) (m2).



En la **Figura 49** se muestra que con la adición de 1% de CAL, los suelos con CBR igual o mayor se estiman recursos idóneos para la subrasante de acuerdo al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Secciones de Suelos y Pavimentos). Más del 6%. Al ser inferior (subsuelo pobre o insuficiente), se realizará una estabilización del suelo (página 11). 230). En el municipio de LIMA con un suplemento del 1%, el CBR será del 12,30%, es más rentable utilizar CAL con un suplemento del 1% con el mismo monto por metro cuadrado: s./5,70.

Realizando la comparación de los resultados de costo, QUINUA, AYACUCHO Y LIMA (Figura 47 y 48), estas tienden a tener una variación de costo, esto ocurre por temas del FLETE TERRESTRE.

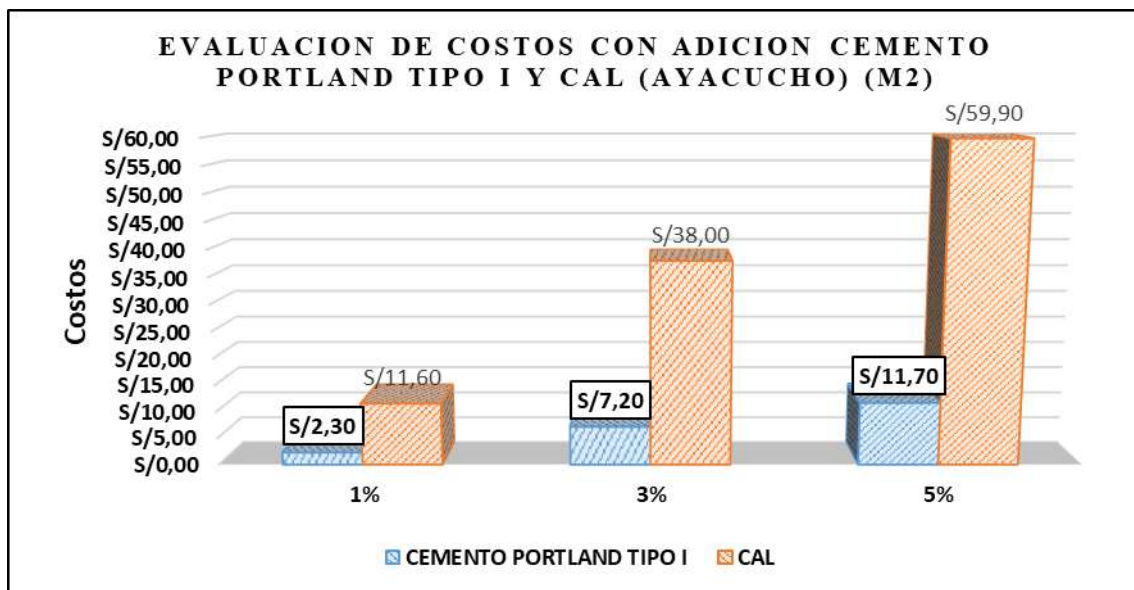


Figura 50. Evaluación de costos con adición CEMENTO CONVENCIONAL TIPO I Y CAL (AYACUCHO) (m2)

El aditamento de 1% de cemento convencional Tipo I, de suelos con CBR igual o mayor al 6% se muestran materiales aptos para subrasante de acuerdo al Manual de Vialidad, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Suelos y Secciones de Pavimentos). Si es bajo (suelo pobre o insuficiente), se realizará la estabilización del suelo (página 11). 230). En el municipio de QUINUA-AYACUCHO es más rentable utilizar cemento portland clase I con la incorporación de 1%, debido a que la dosis por metro cuadrado es la misma: s./2.30.

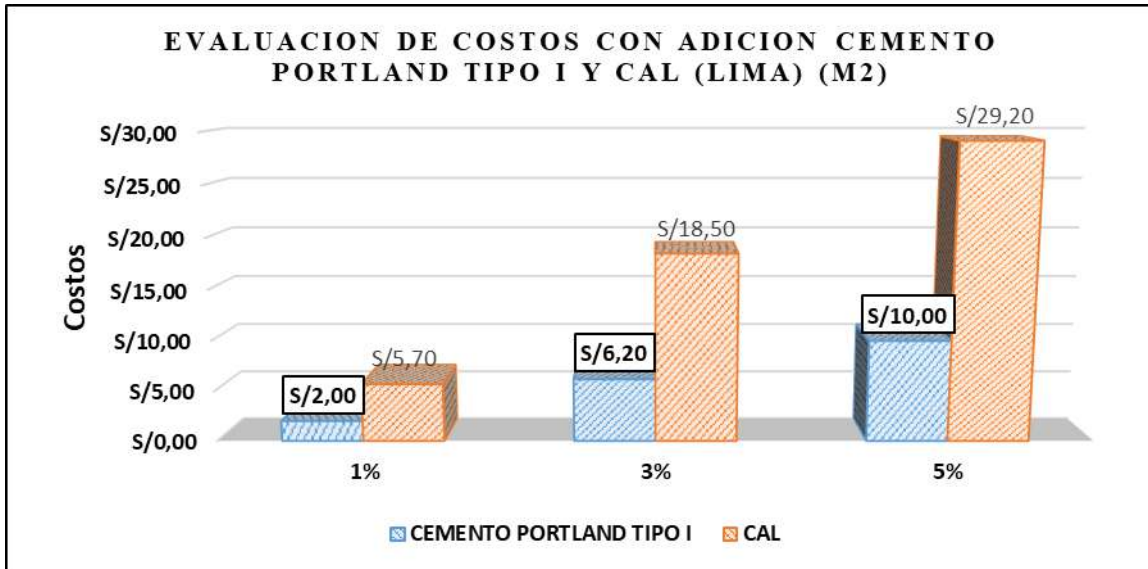


Figura 51. Evaluación de costos con adición CEMENTO CONVENCIONAL TIPO I Y CAL (LIMA) (m2)

En la **Figura 51** evidencia que con la añadidura de 1% de cemento convencional Clase I, el suelo tiene un CBR igual o mayor al 6% tiene en cuenta el Manual de Carreteras, Geología de Suelos, Ingeniería de Suelos y Pavimentos (Secciones de Suelos y Pavimentos). Si es inferior (subsuelo pobre o insuficiente) se realizará una estabilización del suelo (página 11). 230). En la ciudad de Lima es más rentable utilizar cemento portland tipo I agrega 1%, puesto que esta dosis por metro cuadrado es la misma: s./2.00.

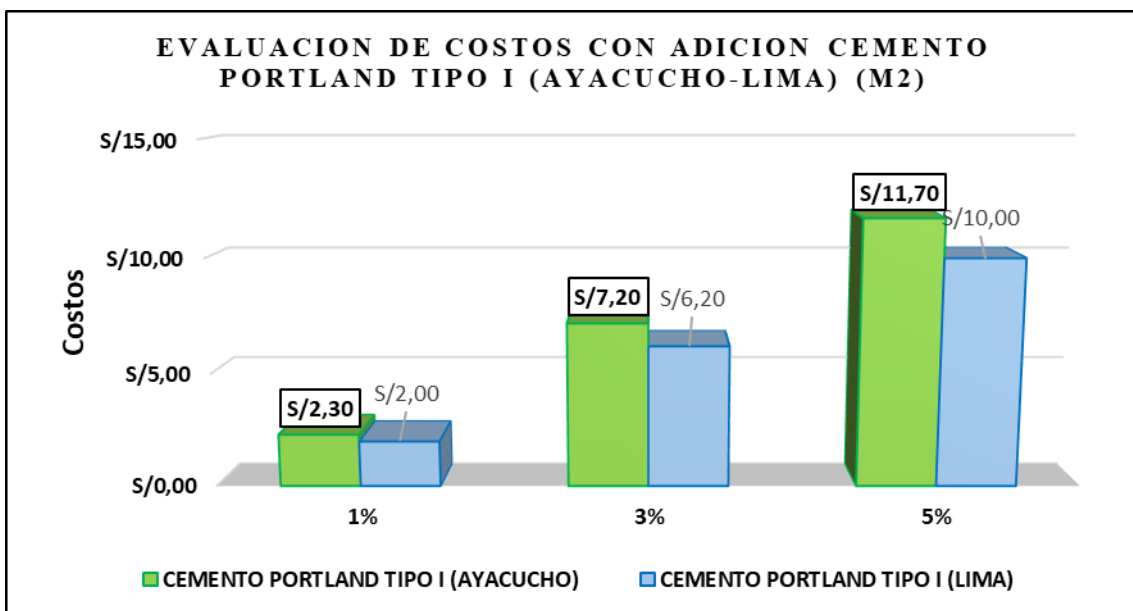


Figura 52. Evaluación de costos con adición CEMENTO PORTLAND TIPO I (QUINUA AYACUCHO-LIMA) (m2)

En la **Figura 52** se muestra que con la añadidura de 1% de cemento Portland Clase I, este suelo tiene un CBR igual o mayor al 6% tiene en cuenta el Manual de Carreteras, Geología de Suelos, Ingeniería de Suelos y Pavimentos (Secciones de Suelos y Pavimentos). Si es inferior (subsuelo pobre o insuficiente) se realizará una estabilización del suelo (página 11). 230). Con base en la Figura 51 se concluyó que los costos más económicos se localizan en la urbe de LIMA, con el mismo monto por metro cuadrado: p./2.00.

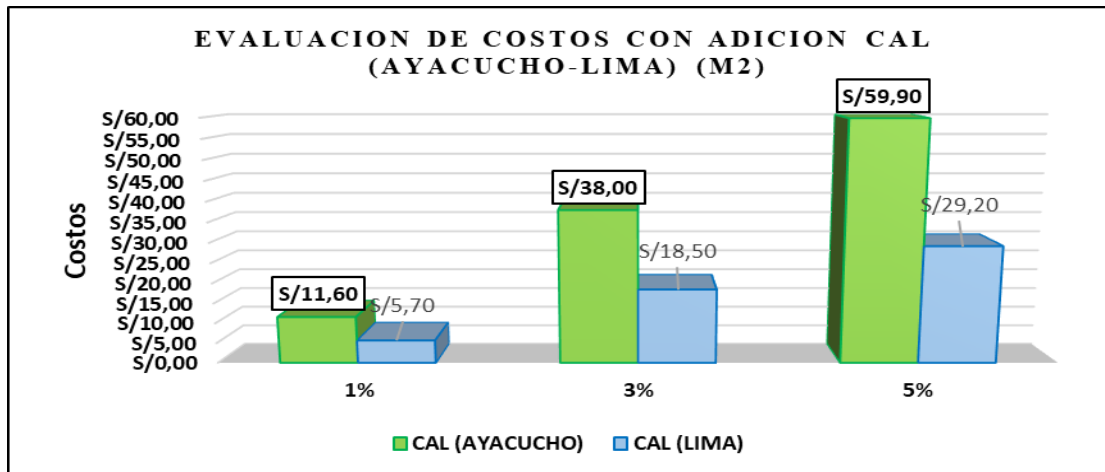


Figura 53. Evaluación de costos con adición CEMENTO CONVENCIONAL TIPO I (QUINUA AYACUCHO-LIMA) (m2)

Al agregarse 1% de cemento convencional Tipo I, estos suelos con CBR similar o mayor al 6% se denominan materiales aptos para subrasante tienen en cuenta el Manual de Vialidad, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Suelos y Secciones de Pavimentos). Al ser bajo (suelo pobre o insuficiente), se realizará la estabilización del suelo (página 11). 230). De acuerdo a la Figura 52, se concluye que los costos más económicos se hallan en la capital de LIMA, el monto por m2 es el mismo: s/.5.70.

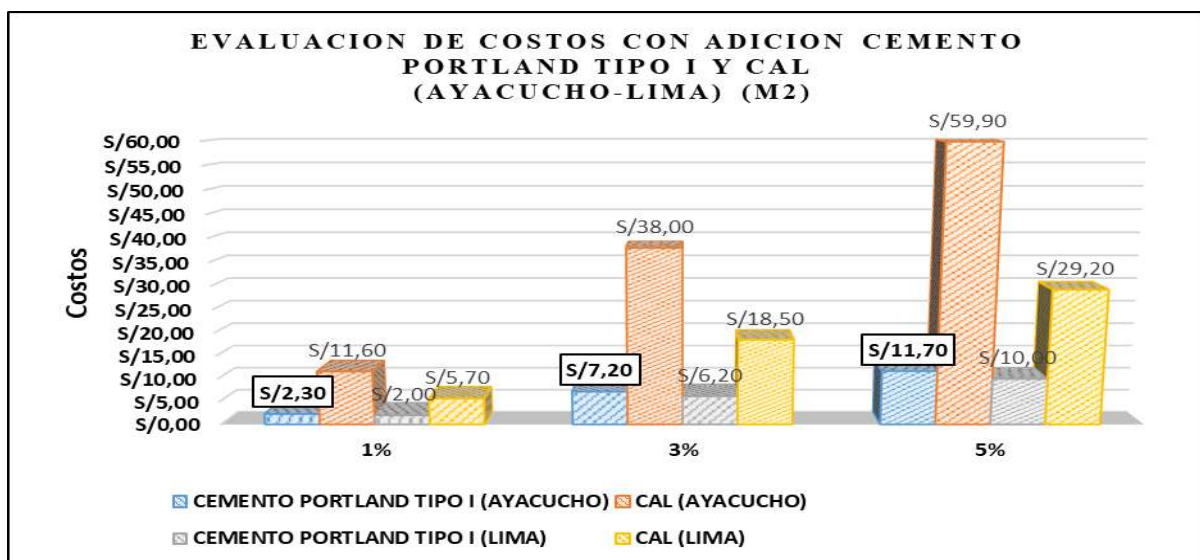


Figura 54. Evaluación de costos con adición CEMENTO CONVENCIONAL TIPO I Y CAL (AYACUCHO-LIMA) (M2)

Al agregarse 1% de cemento Portland Clase I, estos suelos con un CBR de 6% o más se consideran materiales adecuados para la base según el Soil Geology, Geotechnics and Pavements Handbook (Sección Suelos y Pavimentos). Si hay menos (suelo pobre o insuficiente), se realizará una estabilización del suelo (página 11). 230). Según la Figura 09, se concluye que la ciudad más económica es LIMA, con el mismo monto por metro cuadrado: s/.2.00.

#### **4.3. Discusión de Resultados**

La capa de subrasante de la edificación de la carretera que aguanta el armazón del asfalto y se desarrolla hasta una cuenca que no afecta las cargas de ancho proporcionados al tráfico deseable. Debido a que una base resiste toda la construcción, es muy trascendental que reúnan condiciones que aporten la resistencia importante para sobrellevar las obligaciones a las que se ve sometida. Cuando determinadas obras de construcción contienen arcilla, en algunos casos es necesario sustituir el material, es decir, mejorar las propiedades del subsuelo por medios económicos que garanticen la calidad y el rendimiento a largo plazo. Algunos estudios relacionados con este objetivo incluyen:

1. En comparación con el estudio de Velásquez (11), el influjo del cemento convencional Tipo I, en la estabilidad de los suelos arcillosos de la subrasante de la ruta Dinamarca, se manifestó en la disminución del índice de plasticidad y contracción e incremento de su CBR, y en comparación con la investigación realizada, el cemento Portland Tipo I tuvo una influencia en el suelo arcilloso en su índice de plasticidad, contracción y así también incrementó su índice de CBR; respecto al Proctor modificado y la influencia. La cal sobre el suelo arcilloso y su índice de plasticidad, contracción.
2. En comparación con el estudio de Velásquez (11), catalogado: A-7-6 (26), A-7-6 (37), A-7-6 (24) y A-7-6 (14) como AASHTO y CH, OH, OH, y CL considerando SUCS para los modelos de suelo arcilloso de las calicatas C1, C2, C3 y C4 proporcionalmente. Teniendo en cuenta, los suelos quedaron inadecuados para usarlos como recursos de subrasante. Dicho suelo más perjudicial fue el de la calicata C2, por conservar un incremento en su valía e índice de grupo y plasticidad, y en comparación de la investigación realizada se clasificó según AASHTO como A-6, A-6, y A-6 y SUCS con CL, CL, y CL para un suelo arcilloso con calicatas C1, C2 y C3 respectivamente. Por consiguiente, el suelo arcilloso más perjudicial que se encontró fue en la C1 por conservar un valor superior en su índice de grupo y plasticidad.

3. En comparación con el estudio de Velásquez (11), para un suelo arcilloso que es mayormente perjudicial se consiguió un índice de plasticidad con 44% que revela que se frecuentó un suelo de mayor plasticidad, su índice de contracción estuvo alrededor de 27%, apuntando a un suelo sometido a grandes permutaciones volumétricas, y su índice de CBR fue de 1.30 % al 95%DSM, que correspondió a un suelo de subrasante inadecuada y en la investigación realizada se tuvo que para un suelo arcilloso más desfavorable se obtuvo índice de plasticidad de 13.8% el cual indicó que se trató de un suelo de baja plasticidad, su índice de contracción fue de 6.1%, lo que sugirió que el suelo estaba sujeto a cambios volumétricos, y su índice de CBR fue de 2.7 % al 95%DSM, que correspondió a un suelo de subrasante inadecuada y referente al Proctor Modificado el autor no realizó investigaciones.
4. En comparación con el estudio de Velásquez (11), muestra los efectos logrados en el desarrollo de investigación donde empleó cemento Portland Tipo I como aditivo estabilizador en porcentajes de 1, 3 y 5% del peso seco de la muestra del suelo, donde evaluó la influencia del Cemento Portland Tipo I en su Índice de Plasticidad, Índice de Contracción e Índice de CBR, y es así, que con la adición de 5% de cemento su índice de plasticidad se redujo de 44% a 15%, su índice de contracción se redujo de 27% a 19% y su índice de CBR se incrementó de 1.30% a 13.75% al 95% DSM, y en comparación a la investigación realizada obtuvimos que con la adición del Cemento Portland Tipo I, con la adición de 5% de cemento su índice de plasticidad se redujo de 13.8% a 11.4%, con la adición de 3% de cemento su índice de contracción se redujo de 6.1% a 4.5% y su índice de CBR se incrementó de 2.7% a 29.9 con adición del 3% de cemento al 95% DSM. Y en comparación con el estudio de Angulo y Zavaleta (23), indica los resultados obtenidos en el proceso de investigación donde empleó cal viva y cal hidratada en dosis de 2%, 4% y 6% en dos suelos, la calicata 01 de alta plasticidad, expansión y la calicata 02 de baja plasticidad y expansión, obteniendo como resultado que con la cal viva aumenta la resistencia, controla el efecto expansivo, reduce ligeramente la densidad y plasticidad. Mientras que la cal hidratada no ofrece grandes resistencias y mantiene en similares condiciones la densidad, plasticidad y expansión; y en comparación a la investigación realizada con 1%, 3% y 5% de cal, el autor no investigó concerniente a este porcentaje de adición con cal para evaluar su Índice de plasticidad, índice de contracción, Proctor Modificado y el índice de CBR.
5. Por otro lado, Rezabala y Ortiz (4) propusieron la estabilidad entre la cal y el cemento convencional, para la subrasante con suelos arcillosos, encontrando que el uso de 3% de ambos aditivos incrementó significativamente la resistencia del suelo, clasificándolo como regular. Además, Hernández, Mejía y Zelaya (2016) y Rivera, Aguirre y otros (6) investigaron la estabilización de suelos arcillosos con cal, encontrando que la adición de cal mejoró significativamente el valor de soporte CBR del suelo.
6. Así mismo, Carrozzo y Salazar (7) estudiaron la influencia de los filamentos de polipropileno y cemento convencional clase I en suelos arcillosos, evidenciando la disminución variable en el índice de plasticidad agregando cemento Portland clase I. Además, el aditamento de fibras de polipropileno

ligado con el cemento influyó positivamente en el progreso de las cualidades geotécnicas de suelos arcillosos. Mientras que, Moale y Rivera (8) encontraron que el óptimo contenido de cal para estabilizar suelos arcillosos fue del 15%, lo que aumentó significativamente el valor de CBR. Góngora (2019) estableció que tanto la cal anhidra como el cemento convencional clase I mejoraron las características de la superficie, convirtiendo una subrasante inadecuada en excelente con un 4% de cemento. Velásquez (10) valoró el dominio del cemento Portland clase I en suelos arcillosos, encontrando que el suelo mejoró su índice CBR con la añadidura de cemento, siendo óptimo con un 4% de adición.

## CONCLUSIONES

1. Se ha analizado la influencia de los estabilizantes económicos de forma diferida, donde la estabilización mediante cal anhidra tuvo mejores resultados (14%) en sus propiedades geotécnicas con respecto a la estabilización con cemento Portland tipo I para un 3% de adición, dado que este porcentaje fue el óptimo estimado debido a que los valores de CBR al 95% y 100% decaen para la dosificación al 5%. Así mismo, el costo de estabilización cemento Portland tipo I (S/.7.20) resulta 81% menor en comparación con cal anhidra (S/.38.00) para precios locales. En todo caso, se concluye, que el mejor estabilizante técnico y económico hace referencia al cemento Portland tipo I.
2. Concerniente al objetivo específico 01, la influencia diferida en el índice de plasticidad se mostró para la adición al 5% tanto para cemento Portland tipo I como para cal anhidra, dado que para valores inferiores no se encontró variación considerable. Por otro lado, los análisis estadísticos inter grupo para cada bloque experimental mostraron diferencias significativas para un valor “p” inferior al nivel de riesgo ( $p=0.004<0.05$ ). Tanto a nivel de la estabilización con cemento y cal anhidra. Se obtuvieron reducciones del IP fue del 17.4% y 11.6% respectivamente. Por tanto, se concluye que la capacidad de reducción del IP de ambos estabilizadores difiere en 5% aproximadamente.
3. Concerniente al objetivo específico 02, La adición óptima para ambos estabilizadores se presenta al 3%, dónde la adición de cemento reduce el índice de contracción (IC) de 6.1% al 4.5%, mientras que, la adición de cal reduce el IC de 6.1% a 5.7%. En todo caso, el efecto de la cal es 21.5% superior a la adición con cemento.
4. Concerniente al objetivo específico 03, la mejora del índice CBR (al 95% y 0.1” de penetración) para las alternativas de estabilización química, mostraron una diferencia parcial en el orden de 10 veces el valor CBR al 0% de adición para la cal anhidra y 11 veces el valor CBR al 0% de adición para cemento Portland tipo I; es decir que la mejora del suelo inicial con CBR de 2.7% pasó a 29.9% con cal anhidra y 34.1% con cemento Portland tipo I; este resultado se alcanzó para el 3% de adición para ambos estabilizadores, siendo la estabilización química con cemento la que mejora en 14.04% más el suelo inicial con respecto a la estabilización química con cal anhidra.
5. Concerniente al objetivo específico 04, el análisis de costos de estabilización asociados a ambos estabilizadores, indica que la alternativa más económica se inclina a la estabilización con cemento Portland, dado que el costo por m<sup>2</sup> para un precio local se indica en S/.7.20, mientras que la estabilización con cal refiere S/38.00. Entonces se concluye que la alternativa económica hace referencia a la estabilización con cemento Portland tipo I.

## RECOMENDACIONES

1. Según los valores establecidos para el objetivo general, los estabilizantes económicos como es el Cemento Portland Tipo I y la Cal, pudimos observar la mejoría, y es así que se propone para futuras investigaciones realizar una comparación con el cemento Portland Tipo I y la Cal para poder observar que tanto influye en los costos de ambos estabilizantes económicos.
2. En el primer objetivo definido, se sugiere a gobiernos regionales, municipalidades y empresas constructoras, utilizar esta organización como un antecedente para realizar una clasificación del suelo en el distrito de Quinua.
3. En el segundo objetivo definido, se sugiere realizar pruebas de todas las calicatas tomadas como muestra para poder observar un comportamiento del suelo arcilloso, no solo del más desfavorable.
4. En el tercer objetivo definido, se obtuvo una influencia con el cemento convencional Tipo I y la Cal anhidra, proponiendo así realizar más pruebas con ascendentes porcentajes de Cemento convencional Tipo I y Cal para futuras investigaciones.
5. Una mejor adquisición de los materiales es en la ciudad de Lima, y así realizar el transporte para la ciudad de Ayacucho; en mayores cantidades para poder economizar el flete terrestre.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **LÓPEZ, R.** *Analistas Economicos de Andalucía. España* [en línea]. [fecha de consulta: 25 marzo 2024]. Málaga, 2023. 43 pp. Disponible en: <https://www.analistaseconomicos.com/system/files/Previsiones%20Econ%C3%B3micas%20Andaluc%C3%ADa%20N%C2%BA%20111.pdf>
2. **GOÑAS, O y SALDAÑA, J.H.** Mejoramiento de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada [en línea]. *Revista Científica. UNTRM: Ciencias Naturales E Ingeniería*. [fecha de consulta: 15 marzo 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i1.589> Lima-Perú : s.n., 2014.
3. **DE LA CRUZ, L.M. y SALCEDO, K.K.** *Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian - Huancayo- Junin - Huancayo*[en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Junin: Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2016 [fecha de consulta: 19 febrero 2024].146 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/112>
4. **REZABALA LEONES, D.M y ORTIZ HERNÁNDEZ, E.** *Proposal for stabilization with lime and cement for a subgrade with the presence of clayey soils located on the tosagua-chone road, high school sector* [en línea]. *Revista Científica. (Artículo de Investigación)*. Ecuador: Manabi-Portoviejo. Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, 2023 [fecha de consulta: 10 febrero 2024]. 18 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i3.3534>
5. **HERNÁNDEZ, J; MEJÍA, D. y ZELAYA, C.** *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de El Salvador* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). El salvador: El Salvador : Universidad de El Salvador, 2016 [fecha de consulta: 01 octubre 2023]. 380 pp. Disponible en: <http://opac.fmoues.edu.sv/infolib/tesis/50108285.pdf>.
6. **RIVERA, J.Y y OTROS.** *Estabilización Química de Suelos - Materiales Convencionales y Activados Alcalinamente*. [en línea]. *Artículo Científico (Artículo de Investigación)*. Colombia, Universidad del Valle, 2020 [fecha de consulta: 23 febrero 2024]. 25 pp. Disponible en: [https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/2530/3819](https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3819)
7. **CONDORI,R.** *Estudio Experimental para la Estabilización de Suelos Arcillosos con Polvo de Cáscara de Huevo y Cal* [en línea]. Tesis (Título de Licenciatura en Ingeniería Civil). Bolivia-La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2023 [fecha de consulta: 18 enero 2024]. 159 pp. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/34149>
8. **CARROZZO, E.M. y SALAZAR, D.S.** *Influencia de las Fibras de Polipropileno y Cemento Portland Tipo I en las Propiedades Geotécnicas de suelos arcillosos aplicado en la Subrasante de la carretera Pampa - La Florida, en el tramo Km 3+300 hasta Km 13+050 ubicado en el distrito Atavillos Bajos en la provincia de Huaral y departamento de Lima*

- [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad San Martin de Porres, 2021 [fecha de consulta: 10 setiembre 2023].166 pp. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8813>
9. **MOALE, A.B. y RIVERA, E.J.** *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la Localidad de Villa Rica* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicada, 2019 [fecha de consulta: 21 setiembre 2023].106 pp. Disponible en: <https://upc.aws.openrepository.com/handle/10757/64884>
  10. **GONGORA, C.K.** *Influencia de la Cal y el Cemento Portland Tipo I en la Subrasante de la trocha del distrito de Chillia, Provincia de Pataz - 2019* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Trujillo-Perú: Universidad Privada del Norte, 2019 [fecha de consulta: 25 setiembre 2023]. 275 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21168>
  11. **VELÁSQUEZ, C.** *Influencia del cemento Portland Tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la Avenida Dinamarca, Sector La Molina* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Cajamarca-Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018 [fecha de consulta: 28 setiembre 2023]. 155 pp. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2534>
  12. **LÓPEZ, J.J. y ORTIZ, G.** *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* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Apurimac-Perú: Universidad Tecnológica de los Andes, 2018 [fecha de consulta: 03 octubre 2023]. 95 pp. Disponible en: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/152>
  13. **PILLACA, E. y FLORES, N.** *Incorporación de botellas de plástico reciclado y cemento portland tipo I para estabilizar la subrasante arcillosa carretera Huamanga, Ticsllas, Ayacucho 2022* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2022 [fecha de consulta: 20 octubre 2023]. 155 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/103148>
  14. **MAMANI, L.E. y YATACO, A.J.** *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Lima-Perú: Universidad San Marín de Porres, 2017 [fecha de consulta: 12 octubre 2023]. 155 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/3635>
  15. **CRESPO, C.** *Mecánica de Suelos y Cimentaciones.5ed. Ciudad de Mexico, Mexico, Limusa, 2004. 650 pp.*
  16. **MTC.** *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Lima : MTC, 2014.

17. **AASHTO** (American Association of State Highway and Transportation Officials, Estados Unidos de America) *Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes. Designation M145 - 91.*
18. **ASTM** (American Society for Testing and Materials, Estados Unidos de America). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes, Unified Soil Classification System*) Designation D 2487 - 11.
19. **DAS, BM.** *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. 7 ed. Cardenas, J (trad.). Ciudad de Mexico, Mexico* [fecha de consulta: 15 octubre 2023] Limusa, 650 pp.
20. **VENKATRAMAIAH, C.** *Geotechnical Engineering. E ed. Nueva Delhi - India* [fecha de consulta: 15 octubre 2023]. 926 pp. Age International, 2006.
21. **SOWERS, GB y SOWERS, GF.** *Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 3 ed. Menéndez, J (trad.). Ciudad de México-1972, México, Limusa – Wiley.* [fecha de consulta: 19 octubre 2023]. 677 pp
22. **NORMA TÉCNICA PERUANA 339.127, NTP.** *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. NTP 339.127.* Lima-Perú, 2019. 17 pp.
23. **ANGULO, M y ZAVALA, C.N.** *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas como capa de rodadura en la Prolongación Navarro Cauper, Distrito San Juan - Maynas - Iquitos, 2019* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Loreto-Perú: Universidad Científica del Perú, 2020 [fecha de consulta: 12 noviembre 2023]. 166 pp. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1220>
24. **KRAEMER, C; PARDILLO, JM y Otros.** *Ingeniería de Carreteras.* Madrid, España, 2004, McGraw-Hill.v.2, 555 pp.
25. **USACE (US Army Corps Of Engineers, Estados Unidos de America).** *Soil Stabilization for Pavements: Mobilization Construction* [en línea]. Engineer Manual EM 110-3-137. Washington, Estados Unidos de America. [fecha de consulta: 12 setiembre 2023]. Disponible en: [http://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals/EM\\_110-3-137.pdf?ver=2013-09-04-070839-903](http://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals/EM_110-3-137.pdf?ver=2013-09-04-070839-903)
26. **RICO, A y DEL CASTILLO, H.** *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas.* Ciudad de Mexico, México, 2005. Limusa, v.2, 644 pp.
27. **PASQUEL, E.** *Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú.* 2 ed. Lima, Perú. Colegio de Ingenieros del Perú, 1998. [fecha de consulta: 17 octubre 2023]. 380 pp.

28. **CEMENTOS PACASMAYO**, *Cemento Portlan Tipo I [en línea]*. Pacasmayo, Perú, 2017. [fecha de consulta: 02 noviembre 2023]. Disponible en: <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/tradicional/tipo-i/>
29. **LAGUROS, JG.** *Effect of chemicals on soil-cement stabilization [en línea]*. Tesis (Ph.D. Ingeniería Civil). Iowa State University of Science and Technology. Estados Unidos de America, 1962. [fecha de consulta: 28 octubre 2023]. 166 pp. Disponible en: <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com.pe/>
30. **MITCHELL, JK y HERZONG, A.** *Reactions Accompanying Stabilización Of Clay With Cement [en línea]*. HRB (Highway Research Board), California, 1963. HRR 36:146-171. [fecha de consulta: 23 octubre 2023]. Disponible en: <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrr/1963/36/36-008.pdf>
31. **MONTEJO, A.** *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá-Colombia. 2 ed. [fecha de consulta: 17 octubre 2023]. 733 pp.
32. **PCA (Portland Cement Association).** *Soil - Cement [en línea]*. Estados Unidos de América, 2017. [fecha de consulta: 19 setiembre 2023]. Disponible en: <http://www.cement.org/cement-concrete-applications/paving/soil-cement>
33. **PCA (Portland Cement Association, Estados Unidos de América).** 1995. Soil – Cement Construction Handbook [en línea]. Engineering Bulletin EB003.10S. 40 pp. [fecha de consulta: 15 octubre 2023]. Disponible en [http://www.cement.org/docs/defaultsource/th-paving-pdfs/soil\\_cement/eb003.pdf?sfvrsn=2](http://www.cement.org/docs/defaultsource/th-paving-pdfs/soil_cement/eb003.pdf?sfvrsn=2)
34. **HERNÁNDEZ, A.** *Análisis comparativo de un material estabilizado con cal y cemento [en línea]*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). D.F-México: Instituto Politécnico Nacional, 2016 [fecha de consulta: 05 noviembre 2023]. 117 pp. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/19529>
35. **ICG (Instituto de Contrucción y Gerencia).** *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú, 2016. ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia. [fecha de consulta: 07 octubre 2023].
36. **LIME (Nacional Lime Association),** *Manual de Estabilizacion de Suelo Tratado con Cal*. Virginia, EE.UU, 2004. [fecha de consulta: 13 octubre 2023].
37. **MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).** *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú, 2016. [fecha de consulta: 15 octubre 2023]. 1268 pp.
38. **HERNÁNDEZ, D.** *Análisis Comparativo de un material estabilizado con Cal y Cemento [en línea]*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Mexico: Instituto Politécnico Nacional, 2016 [fecha de consulta: 05 octubre 2023]. 117 pp. Disponible en: [https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19529/Memoria%20de%20Experiencia%20Profesional\\_AHD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19529/Memoria%20de%20Experiencia%20Profesional_AHD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

39. **NEVILLE, AM y BROOKS, JJ.** *Concrete Technology. 2 ed. Malaysa, 2010, prentice Hall.* [fecha de consulta: 25 setiembre 2023]. 442 pp.
40. **MTC** (Ministerio de Transportes y comunicaciones, Perú). 2013. Manual de Carreteras: Suelos y pavimentos R.D No. 10-20214-MTC/14 Lima-Perú [fecha de consulta: 19 octubre 2023]. 301 pp
41. **QUINTANILLA, C.A.** *El estado del arte del suelo cemento en Estructuras de Pavimentos.* Bogotá, Colombia, 2007. FICEM. [fecha de consulta: 21 octubre 2023]. 49 pp.
42. **American Psychological Association.** *Publication Manual of the American Psychological Association.* Washington D.C. APA, 2010.
43. **Project Manager Institute. Project Management Body of Knowledge.** PMBOK Guide. (5th Ed.). South West, USA, s.n., 2013.

## **ANEXOS**

## ANEXO A. MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO:** “INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>PG:</b> ¿Cuál es la influencia de estabilizantes económicos en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante del pasaje san Martin en el distrito de Quinoa, 2022?</p> <p><b>PE1:</b> ¿Cuál es la influencia en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal?</p> <p><b>PE2:</b> ¿Cuál es la influencia en el índice de contracción del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal?</p> <p><b>PE3:</b> ¿Cuál es la influencia en la capacidad de soporte del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal?</p> <p><b>PE4:</b> ¿Cuáles son los costos de estabilización asociados a la adición por separado de 1%, 3% y 5% de Cal y cemento Portland Tipo I?</p>	<p><b>OG:</b> Analizar la influencia de estabilizantes económicos en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante del pasaje san Martin en el distrito de Quinoa, 2022.</p> <p><b>OE1:</b> Comparar la influencia en el índice de plasticidad del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal.</p> <p><b>OE2:</b> Comparar la influencia en el índice de contracción del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal.</p> <p><b>OE3:</b> Comparar la influencia en la capacidad de soporte CBR del suelo arcilloso más desfavorable ante la adición de 1%, 3% y 5% de cemento Portland Tipo I y Cal.</p> <p><b>OE4:</b> Analizar costos de estabilización asociados a la adición por separado de 1%, 3% y 5% de Cal y cemento Portland Tipo I.</p>	<p><b>HG:</b> La adición de estabilizantes económicos al suelo arcilloso de la subrasante del pasaje San Martin en el distrito de Quinoa, 2022, tendrá un efecto significativo en su estabilización, mejorando sus propiedades mecánicas y de resistencia.</p> <p><b>HE1:</b> La adición de diferentes porcentajes de cemento Portland Tipo I y Cal al suelo arcilloso tiene un efecto significativo en la reducción del índice plasticidad.</p> <p><b>HE2:</b> La adición de diferentes porcentajes de cemento Portland Tipo I y Cal al suelo arcilloso tiene un efecto significativo en la reducción del índice de contracción.</p> <p><b>HE3:</b> La adición de diferentes porcentajes de cemento Portland Tipo I y Cal al suelo arcilloso tiene un efecto significativo en el incremento de la capacidad de soporte CBR.</p> <p><b>HE4:</b> Los costos asociados a la adición por separado de 1%, 3% y 5% de Cal y cemento Portland Tipo I revelan una diferencia considerable entre ambas opciones.</p>	<p><b>Variable independiente</b> Cal y cemento Portland Tipo I</p> <p><b>Dimensiones:</b> -Adición de cemento Portland Tipo I -Adición de cal anhidra</p> <p><b>Indicadores:</b> -Dosificaciones de cemento Portland Tipo I: 1% 3% 5% -Dosificación de cal anhidra: 1% 3% 5%</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Estabilización de suelos arcillosos</p> <p><b>Dimensiones:</b> -Índice de plasticidad -Índice de contracción -Capacidad de soporte -Costos de estabilización</p> <p><b>Indicadores:</b> -Análisis granulométrico -Límites de consistencia -Proctor Modificado -Índice de CBR -Costos unitarios</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Método:</b> Científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativa - correlacional</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental</p>	<p><b>Población:</b> Suelo arcilloso que conforman la subrasante del pasaje San Martin en el Distrito de Quinoa.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra es de carácter no probabilístico, 01 muestra extraída por punto de exploración (calicata), en total se manejan 04 muestras.</p> <p><b>Técnica:</b> Observación directa</p> <p><b>Instrumento:</b> Fichas de campo Ensayos en laboratorio de mecánica de suelos y geotecnia</p> <p><b>Procesamiento de datos:</b> SPSS y hojas de cálculo de Excel</p> <p><b>Análisis estadístico</b> Prueba de hipótesis para medir diferencia de varianzas (ANOVA) Opción no paramétrica: Prueba de Kruskal-Wallis</p>

**ANEXO B. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTACIÓN	HERRAMIENTAS
VARIABLE INDEPENDIENTE	CAL	Se produce de la transformación química del carbonato de calcio (piedra caliza – CaCO <sub>3</sub> ) en óxido de Calcio. Y es utilizada en el tratamiento de los suelos, en varios grados o cantidades (38).	Tipo de refuerzo químico mediante cal con adiciones al 1%, 3% y 5%.	Refuerzo Químico con cal	1% de cal	Balanza Digital	MANUAL DE CARRETERAS, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-2013
					3% de cal		
					5% de cal		
	CEMENTO PORTLAND TIPO I	Es un tipo de cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales (11)	Tipo de refuerzo químico mediante cemento Portland Tipo I con adiciones al 1%, 3% y 5%	Refuerzo Químico con cemento Portland Tipo I	1% de cemento Portland Tipo I		
					3% de cemento Portland Tipo I		
					5% de cemento Portland Tipo I		
VARIABLE DEPENDIENTE	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	Es el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos (11).	Para mejorar el suelo arcilloso se empleará métodos de estabilización con la adición de Cal y Cemento Portland Tipo I, para mejorar sus propiedades y sus características.	Índice de plasticidad	Análisis Granulométrico	Ficha de Granulometría por Tamizado	ASTM D 422 MTC E 108-2016
					Límites de consistencia	Ficha de Limite de Atterberg	MTC E 110-2000 MTC E 111-2016
				Índice de contracción	Análisis Granulométrico	Ficha de Granulometría por Tamizado	ASTM D 422 MTC E 108-2016
					Límites de consistencia	Ficha de Limite de Atterberg	MTC E 110-2000 MTC E 111-2016
				Capacidad de soporte	Proctor Modificado	Ficha de Proctor Modificado	ASTM D-1557 MTC-115
					Índice de CBR	Ficha de CBR	ASTM D 1883 MTC E 132
				Costo de estabilización	Costos Unitarios	Moneda en Soles	Hoja de Excel y S10



## ANEXO C. LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>CBR</b>	: California Bearing Ratio.
<b>A.F</b>	: Agregado Fino.
<b>A.G</b>	: Agregado Grueso.
<b>T.M</b>	: Tamaño Máximo.
<b>T.M.N</b>	: Tamaño Máximo Nominal.
<b>Pe</b>	: Peso Específico.
<b>M.F</b>	: Módulo de Fineza.
<b>a/c</b>	: Relación agua/cemento.
<b>ACI</b>	: American Concrete Institute.
<b>ASTM</b>	: American Society of Testing Materials.
<b>NTP</b>	: Norma Técnica Peruana.
<b>W%</b>	: Contenido de Humedad.
<b>P.U</b>	: Precio Unitario.
<b>Ho</b>	: Hipótesis Nula.
<b>Ha</b>	: Hipótesis Alterna.
<b>SUCS</b>	: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
<b>ASSHTO</b>	: American Association of State Highway and Transportation Officials

## ANEXO D. PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía N°01.** Se observa la recolección de muestras C-02.



**Fotografía N°02 y 03.** A la izquierda se observa realizar el método del cuarteo de la muestra C-01, Derecha se observa el procedimiento para obtener la consistencia o de Atterberg.



**Fotografía N°04 y 05.** A la izquierda se observa los diferentes tamaños de tamices de malla cuadrada, Derecha se observa la cantidad de material pasante de los diferentes tamices.



**Fotografía N°06.** Se muestra equipos que se utilizarán para realizar el ENSAYO PROCTOR MODIFICADO.



**Fotografía N°07 y 08.** A la izquierda se observa montaje del molde metálico, Derecha se observa la compactación con el pisón 56 golpes (ENSAYO PROCTOR MODIFICADO).



**Fotografía N° 09.** Se observa las muestras seleccionadas para realizar el ensayo de CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 10. Se observa el cemento portland tipo I y cal en sus diferentes porcentajes.



Fotografía N° 11. Se observa el cemento portland tipo I al 1%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 12. Se observa el cemento portland tipo I al 1%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 13. Se observa el cemento portland tipo I al 3%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 14. Se observa el cemento portland tipo I al 3%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 15. Se observa el cemento portland tipo I al 5%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 16. Se observa el cemento portland tipo I al 5%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 17. Se observa la cal al 1%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).





Fotografía N° 18. Se observa la cal al 3%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 19. Se observa la cal al 5%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 20. Se observa la cal al 5%, CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).



Fotografía N° 21. Se observa instrumentos para el ensayo CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).

**ANEXO E. FICHAS Y FORMATOS DE RECOLECCION DE DATOS VALIDADOS.**

C.B.R. DE SUELOS EN LABORATORIO										
MOLDE Nº										
CAPA Nº										
GOLPES POR CAPA Nº										
PESOMOLDE + SUELO HÚMEDO										
HUMEDAD										
TARRO Nº										
TARRO + SUELO HÚMEDO		gr								
TARRO + SUELO SECO		gr								
PESO DEL TARRO		gr								
EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	DIAL	DIAL	DIAL	DIAL	DIAL	DIAL	
		0:00:00								
		24:00:00								
		48:00:00								
		72:00:00								
		96:00:00								
PENETRACION										
PENETRACIÓN Pulg.	MOLDE Nº 01		MOLDE Nº 02		MOLDE Nº 03		MOLDE Nº 04		MOLDE Nº 05	
	CARGA		CARGA		CARGA		CARGA		CARGA	
0.000										
0.025										
0.050										
0.075										
0.100										
0.150										
0.200										
0.250										
0.300										
0.400										
0.500										





Codigo					
<b>LIMITE PLASTICO</b>					
	NUMERO DE RECIPIENTE		NP		
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE		g		
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE		g		
3	PESO RECIPIENTE		g		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>					
	NUMERO DE RECIPIENTE		NP		
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE		g		
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE		g		
3	PESO RECIPIENTE		g		
4	NUMERO DE GOLPES		golpes		

**ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN  
(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)**

TAMIZ		Abertura	PESO	PESO	PESO	PESO	PESO	PESO
ASTM	(mm)	RETENIDO (gr.)	RETENIDO (gr.)	RETENIDO (gr.)	RETENIDO (gr.)	RETENIDO (gr.)	RETENIDO (gr.)	RETENIDO (gr.)
PROYECTO								
Peso seco inicial + RECIPIENTE								
Peso seco lavado + RECIPIENTE								
PESO RECIPIENTE								
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525							
1/4"	6.350							
Nº 4	4.750							
Nº 8	2.380							
Nº 10	2.000							
Nº 16	1.180							
Nº 20	0.840							
Nº 30	0.590							
Nº 40	0.425							
Nº 50	0.297							
Nº 60	0.250							
Nº 80	0.177							
Nº 100	0.149							
Nº 200	0.074							
Fondo								

  
 Jorge Ríos  
 Ingeniero Civil  
 N.º 44892

  
 Hugo María  
 Ingeniero Civil  
 N.º 44892

  
 Cristóbal  
 Ingeniero Civil  
 N.º 44892

<b>PROCTOR:</b>	<b>METODO:</b>	<b>MOLDE:</b>
-----------------	----------------	---------------

Proyecto

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

Determinación Nº		01	02	03	04	
Peso del molde y muestra	gr					

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro Nº						
Peso tarro + suelo húmedo	gr					
Peso de tarro + suelo seco	gr					



Cristian Barboza Chacón  
INGENIERO CIVIL  
Nº 448902



Cristian Barboza Chacón  
INGENIERO CIVIL  
Nº 448902



Cristian Barboza Chacón  
INGENIERO CIVIL  
Nº 448902

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
(ASTM D-2216, MTC E 108-2000)**

Proyecto:

RECIPENTE	Nº			
1 PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE	gr			
2 PESO SUELO SECO + RECIPENTE	gr			
3 PESO RECIPENTE	gr			

The image shows three distinct signatures in blue ink, each accompanied by an official circular stamp. The stamps contain text in Spanish, including 'GRUPO TECNICO DE CONTROL DE CALIDAD' and 'LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD', along with identification numbers. The first signature is the largest and most prominent, followed by two smaller ones to its right.

**ANEXO F. ENSAYOS DE LABORATORIO.**



**INFORME N° 218-2022-LABINGEOMAX**

**IGM-PC-0046-2022**

## **ANALISIS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

**PROYECTO:**

**“INFLUENCIA DE  
ESTABILIZANTES  
ECONÓMICOS EN LA  
ESTABILIZACIÓN DE  
SUELOS ARCILLOSOS DE  
LA SUBRASANTE DEL  
PASAJE SAN MARTIN EN  
EL DISTRITO DE  
QUINUA, HUAMANGA,  
AYACUCHO 2022”**

**UBICACIÓN:**

**QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO**

**JULIO DE 2022**

**SOLICITANTE:**

**BACH. HUAMÁN ROJAS, ERIK**

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
C.R. 123456  
INGENIERIA GEOTECNICA AL MÁXIMO S.A.C.



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MÁXIMO SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS**



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANEXO  
LABORATORIO**

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 182354

ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS




INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## SUELO NATURAL

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP/122454

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 10B)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	"INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBBASANTE DEL PASAJE SAN MARTÍN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, ATACUCHO 2022"		
SOLICITANTE	BACH. ERIC HUAMÁN ROJAS		
UBICACIÓN	QUINUA / HUAMANGA / ATACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: PASAJE SAN MARTÍN	TIPO DE MATERIAL:	SUBBASANTE
MUESTRA	: C - 01	COD. PROYECTO:	IGM-PC-004-2022
ESTRATO	: E - 02	COD. MUESTRA:	M-00C1-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA:	JUL-22

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	12	25
Masa Tara + Suelo Húmedo	(g)	86.9	92.6
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	79.0	85.2
Masa Tara	(g)	17.9	28.2
Masa Agua	(g)	7.9	7.4
Masa Suelo Seco	(g)	61.1	57.0
Contenido de Humedad	(%)	12.9	13.0
<b>Promedio (%)</b>		<b>13.0</b>	

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP 122454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA (CONCRETO Y PAVIMENTOS)



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 101

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

PROYECTO

: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE

: SACH, ERIK HUAMÁN ROJAS

UBICACIÓN

: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

MUESTRA : C - 01

ESTRATO : E - 02

PROFUND. (m) :-

TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE

COD. PROYECTO: IGM-PC-0046-2022

COD. MUESTRA: M-00C1-2022

FECHA: Jul-22

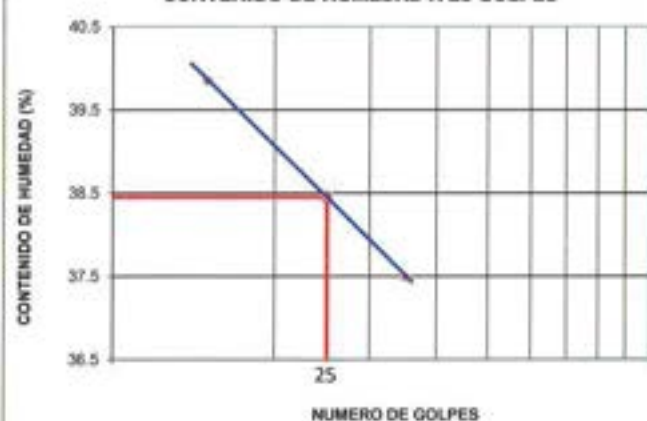
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	89	100	76
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	73.73	75.82	76.34
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	68.88	70.93	71.59
MASA DE AGUA	(g)	4.85	4.89	4.75
MASA DEL TARRO	(g)	56.71	58.22	58.92
MASA DEL SUELO SECO	(g)	12.17	12.71	12.67
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.9	38.5	37.5
NUMERO DE GOLPES		15	25	35

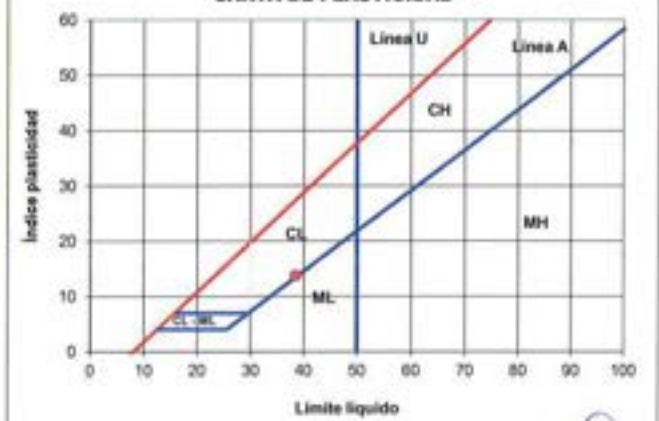
**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	97	93
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	67.04	64.90
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	65.49	63.43
MASA DE AGUA	(g)	1.6	1.5
MASA DEL TARRO	(g)	59.24	57.40
MASA DEL SUELO SECO	(g)	6.2	6.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.8	24.4

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CARTA DE PLASTICIDAD**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**


LIMITE LIQUIDO (%)	38.4
LIMITE PLASTICO (%)	24.6
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.9

**Observaciones:**

.....

.....

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP 132454  
"SPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - 5G - 110	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"		
SOLICITANTE	: BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS		
UBICACIÓN	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: PASAJE SAN MARTIN	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	: C - 01	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0046-2022
ESTRATO	: E - 02	COD. MUESTRA:	M-00C1-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA:	Jul-22

LIMITE DE CONTRACCIÓN			
N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W+W <sub>h</sub> )	(g)	60.11	59.47
MASA TARRO + SUELO SECO (W+W <sub>s</sub> )	(g)	53.55	53.03
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>c</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.14	18.24
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>s</sub> )	(g)	35.38	34.86
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>a</sub> )	(g)	6.56	6.44
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	18.5	18.5
<b>LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)</b>	<b>(%)</b>	<b>18.5</b>	<b>18.4</b>

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	18.5

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP 127454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**DATOS GENERALES**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : C - 01

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : E - 02

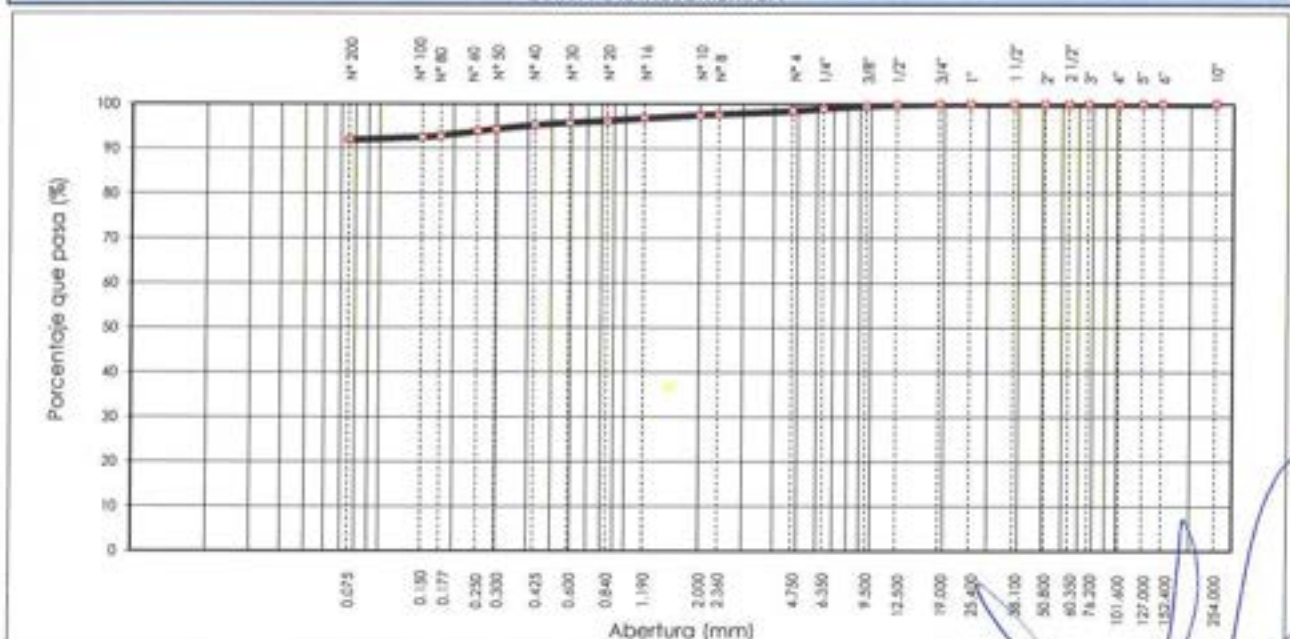
**COD. MUESTRA**: M-00C1-2022

**PROFUND. (m)** : -

**FECHA**: Jul-22

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
10"	254.000						Masa inicial: 2495.6	
6"	152.400						Masa fracción: 201.4	
5"	127.000						% Grava : 1.56	
4"	101.600						% Arena : 6.51	
3"	76.200						% Finos : 91.93	
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>	
2"	50.800						D10 (mm) : 0.008	
1 1/2"	38.100						D30 (mm) : 0.024	
1"	25.400						D60 (mm) : 0.049	
3/4"	19.050				100.00		C <sub>u</sub> : 6.00	
1/2"	12.700	5.4	0.22	0.22	99.78		C <sub>c</sub> : 1.500	
3/8"	9.525	5.7	0.23	0.44	99.56		D15 (mm) : 0.012	
1/4"	6.350	14.0	0.56	1.01	98.99		D50 (mm) : 0.041	
Nº 4	4.750	13.8	0.55	1.56	98.44		D85 (mm) : 0.069	
Nº 8	2.380	18.7	0.75	2.31	97.69		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>	
Nº 10	2.000	4.8	0.19	2.50	97.50		Clasificación (AASHTO) : A-6	
Nº 16	1.190	18.7	0.75	3.25	96.75		Indice de Grupo (IG) : [14]	
Nº 20	0.840	12.9	0.52	3.77	96.23		Clasificación (SUCS) : CL	
Nº 30	0.590	11.5	0.46	4.23	95.77		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA</b>	
Nº 40	0.426	13.5	0.54	4.77	95.23			
Nº 50	0.297	21.6	0.87	5.63	94.37			
Nº 60	0.250	12.4	0.50	6.13	93.87			
Nº 80	0.177	24.1	0.97	7.10	92.90			
Nº 100	0.149	9.4	0.38	7.47	92.53			
Nº 200	0.075	14.9	0.60	8.07	91.93			
< Nº 200		2294.2	91.93	100.00				
								<b>OBSERVACIONES :</b>

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:**



### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**REGISTRO N°:**

M-00C1-2022

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**FECHA:**

Jul-22

#### I. Datos Generales

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**CLASF. (SUCS)** : CL

**MUESTRA** : C - 01

**CLASF. (AASHTO)** : A-6 (B)

**ESTRADO** : E - 02

**Tipo de material:** Subrasante

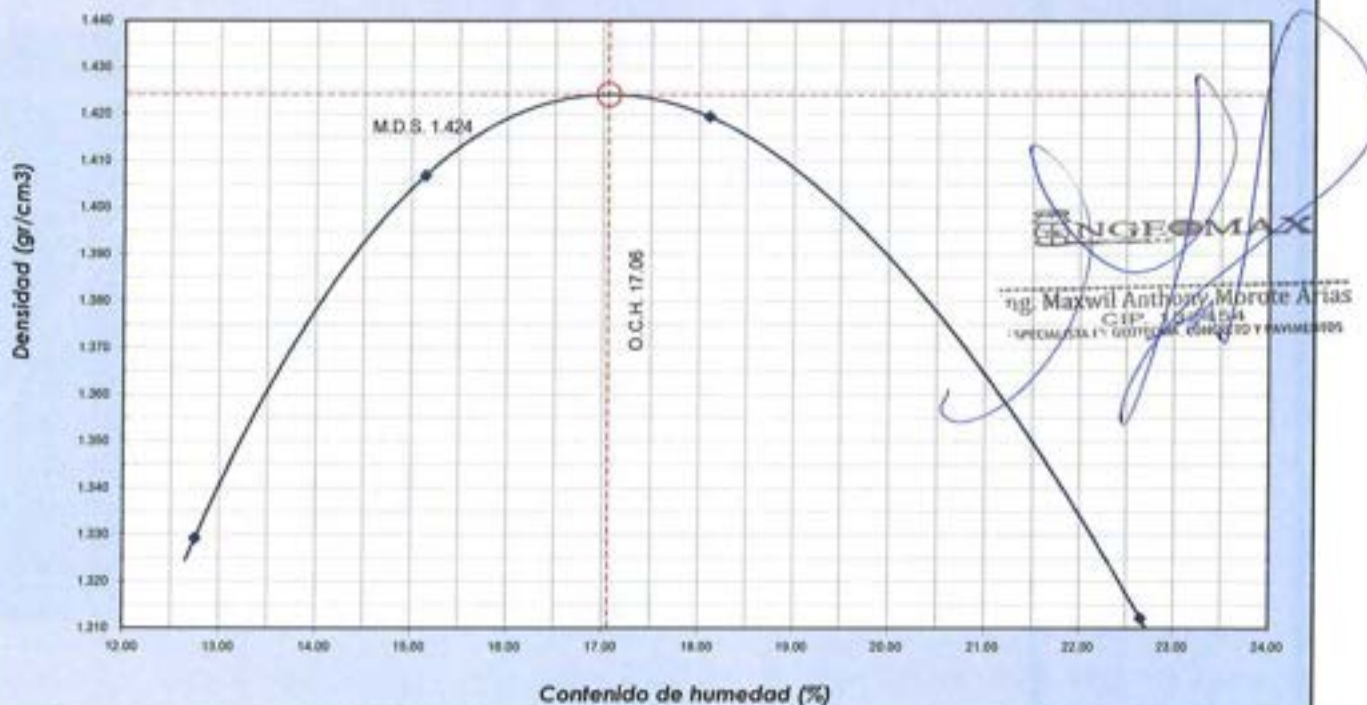
**PROFUND. (m)** : -

**COD. Muestra:** M-00C1-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5856.00	6006.00	6076.00	5993.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1855.00	2005.00	2075.00	1992.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	1237.73	1237.73	1237.73	1237.73
Peso volumétrico húmedo	gr	1.499	1.620	1.676	1.609
Recipiente N°		115	105	106	121
Peso del suelo húmedo+tara	gr	264.93	252.35	232.59	248.24
Peso del suelo seco + tara	gr	238.97	223.69	202.00	208.48
Tara	gr	35.37	34.45	33.05	32.99
Peso de agua	gr	25.96	28.66	30.59	39.76
Peso del suelo seco	gr	203.60	189.24	168.95	175.49
Contenido de agua	%	12.8	15.1	18.1	22.7
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.329	1.407	1.419	1.312
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>				<b>1.424</b>	
<b>Humedad óptima (%)</b>				<b>17.1</b>	

#### DENSIDAD SECA VS HUMEDAD







RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS REGISTRO N° M-00C1-2022  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : C - 01  
ESTRADO : E - 02  
PROFUND. : -

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (8)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-00C1-2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	27	25	28
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12051	11811	11588
Peso molde	gr	8507	8469	8502
Peso suelo húmedo compactado	gr	3544	3342	3086
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2126.0	2126.0	2126.0
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.667	1.572	1.452
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	17	32	39
Peso del suelo húmedo + tara	gr	40.10	59.70	57.30
Peso del suelo seco + tara	gr	54.00	54.90	52.65
Peso del recipiente	gr	18.09	27.18	25.19
Peso de agua	gr	6.1	4.8	4.7
Peso del suelo seco	gr	35.9	27.7	27.5
Contenido de agua	%	17.0	17.3	16.9
Contenido de agua promedio			17.1	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.424	1.343	1.240

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 27				
Fecha	Hora	mm	%.	
04-Jul-22	10:00	116.00	0.00%	
05-Jul-22	10:00	116.01	0.01%	
06-Jul-22	10:00	116.02	0.02%	
07-Jul-22	10:00	116.03	0.03%	
08-Jul-22	10:00	116.05	0.04%	

EXPANSIÓN MOLDE 25				
Fecha	Hora	mm	%.	
04-Jul-22	10:00	117.15	0.00%	
05-Jul-22	10:00	117.16	0.01%	
06-Jul-22	10:00	117.17	0.02%	
07-Jul-22	10:00	117.18	0.03%	
08-Jul-22	10:00	117.19	0.03%	

EXPANSIÓN MOLDE 28				
Fecha	Hora	mm	%.	
04-Jul-22	10:00	117.15	0.00%	
05-Jul-22	10:00	117.16	0.01%	
06-Jul-22	10:00	117.17	0.02%	
07-Jul-22	10:00	117.18	0.03%	
08-Jul-22	10:00	117.19	0.03%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		27				25				28			
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/ft <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)			
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0				
0.635	0.025	30	1		14	1		3	0				
1.270	0.050	40	2		20	1		7	0				
1.905	0.075	120	6		38	2		20	1				
2.540	0.100	154.32	129	4.47	100	5	2.59	27	1	0.97			
3.810	0.150		229	11	142	7		75	4				
5.080	0.200	231.49	320	6.87	223	11	4.67	135	7	2.94			
6.350	0.250		390	19	257	13		195	10				
7.620	0.300		420	21	290	14		227	11				



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIF: 222464

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**REGISTRO N°** : M-00C1-2022

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

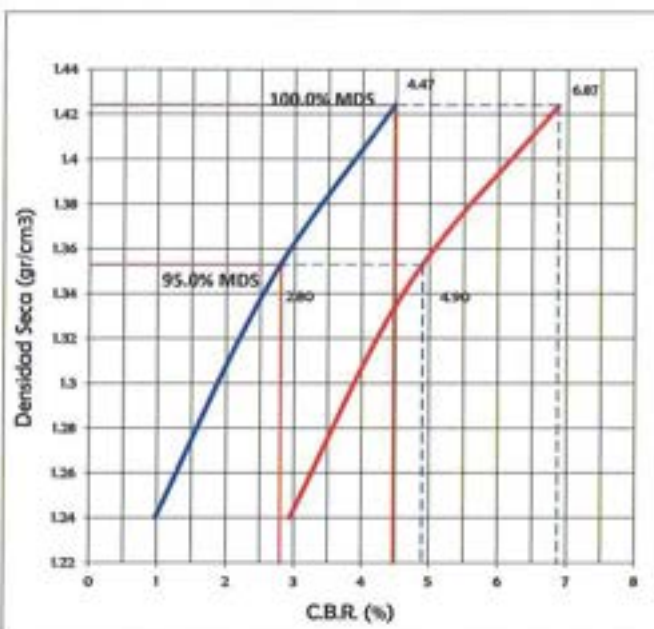
**FECHA** : Jul-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : C - 01  
**ESTRADO** : E - 02  
**PROFUND.** :

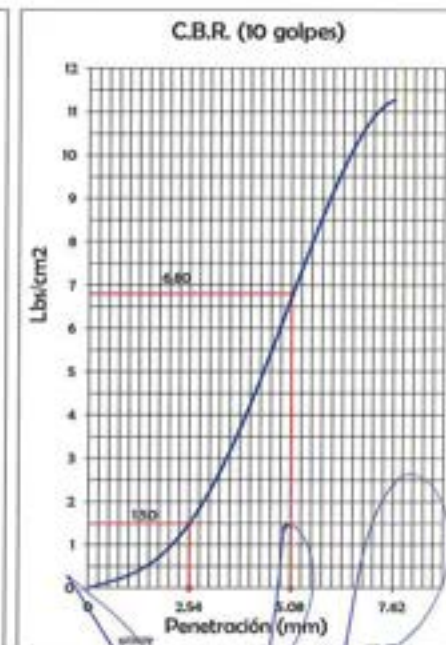
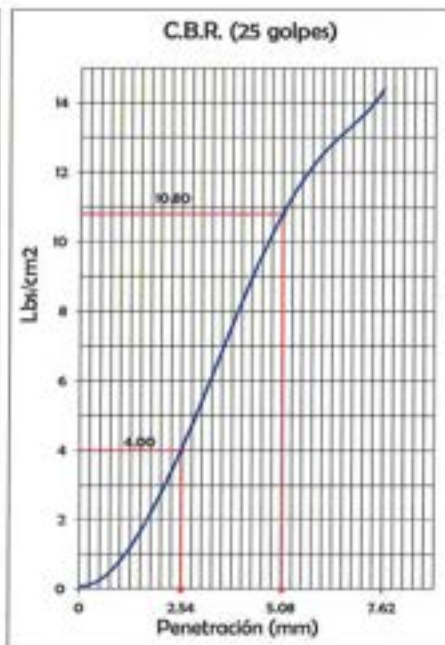
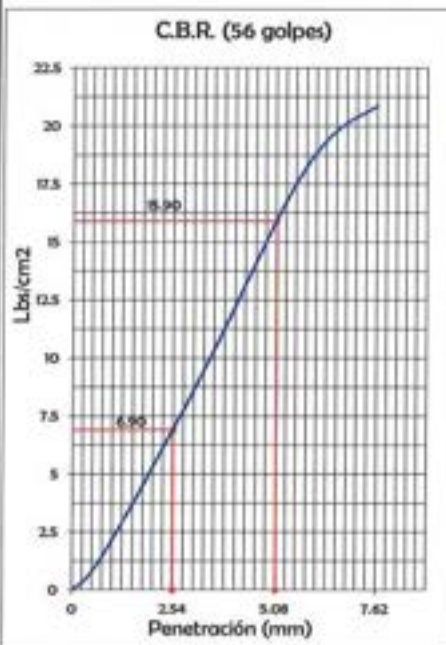
**CLAS. (SUCS)** : CL  
**CLAS. (AASHTO)** : A-6 (8)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-00C1-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.424
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.06
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.353

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	4.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	2.8%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	6.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	4.9%
Expansion (%)	0.04%



Ing. Máxwil Anthony Morote Arias  
CIP 152454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CARRETEROS Y PAVIMENTOS

<b>PROYECTO</b>	- "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUNGA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
<b>SOLICITANTE</b>	BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS
<b>UBICACIÓN</b>	QUNGA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDECIA</b>	: PASAJE SAN MARTIN	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	SUBRASANTE
<b>MUESTRA</b>	: C - 02	<b>COD. PROYECTO:</b>	IGM-PC-0046-2022
<b>ESTRATO</b>	: E - 02	<b>COD. MUESTRA:</b>	M-00C3-2022
<b>PROFUND. (m)</b>	: -	<b>RECRA:</b>	JUL-22

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	17	21
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	78.2	83.7
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	71.7	77.3
Masa Tara	(g)	18.1	25.3
Masa Agua	(g)	6.5	6.4
Masa Suelo Seco	(g)	53.7	52.0
Contenido de Humedad	(%)	12.0	12.3
<b>Promedio (%)</b>		<b>12.1</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
 CIP. 732454  
 INGENIERIA EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES

<b>PROYECTO</b>	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS
<b>UBICACIÓN</b>	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b>	: PASAJE SAN MARTIN	<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	SUBRASANTE
<b>MUESTRA</b>	: C - 02	<b>COD. PROYECTO:</b>	IGM-PC-0046-2022
<b>ESTRATO</b>	: E - 02	<b>COD. MUESTRA:</b>	M-00C2-2022
<b>PROFUND. (m)</b>	: -	<b>FECHA:</b>	Jul-22

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	89	56	95
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	71.30	64.61	77.72
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	67.24	60.28	72.95
MASA DE AGUA	(g)	4.06	4.33	4.77
MASA DEL TARRO	(g)	56.71	48.09	58.68
MASA DEL SUELO SECO	(g)	10.53	12.19	14.27
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.6	35.5	33.4
NUMERO DE GOLPES		15	24	33

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	4	45
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.89	33.72
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	23.69	32.64
MASA DE AGUA	(g)	1.2	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	18.22	27.65
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.5	5.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.9	21.6



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.2
LIMITE PLASTICO (%)	21.8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.5

**Observaciones:**

.....

.....

Ing. Maxwil Anthony Florote Arias  
CIP 332454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422 - MTC E 107)**

F - 5G - 102

Revisión: 1  
Fecha: 2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

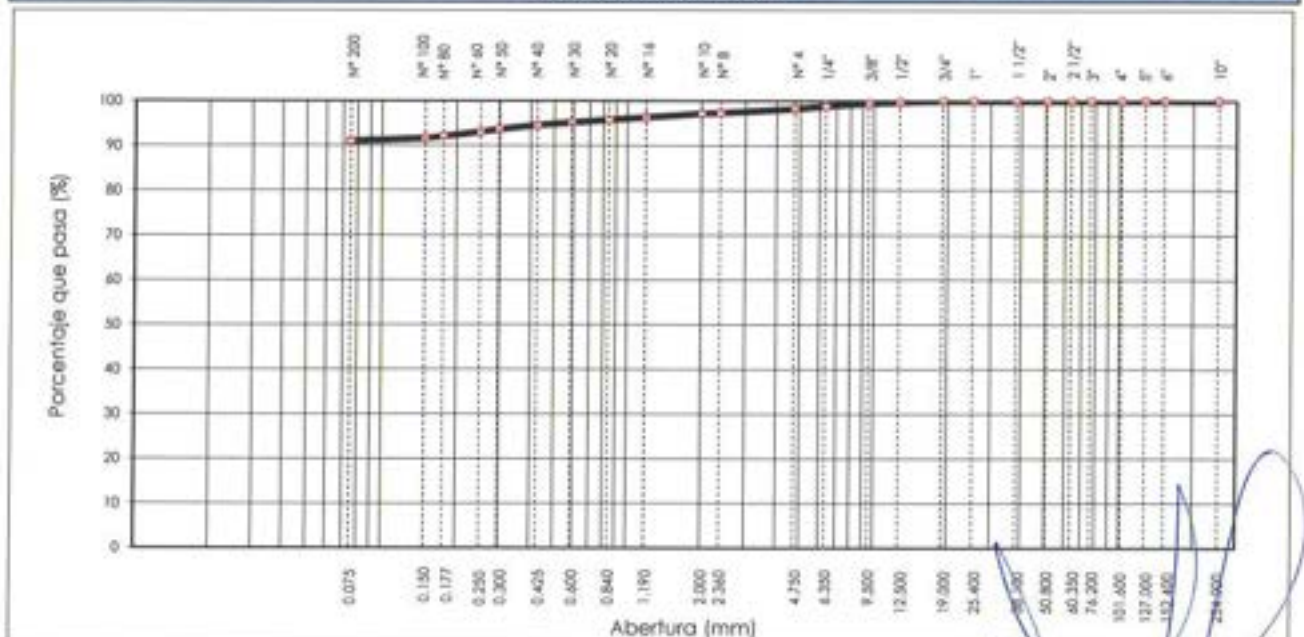
**SOLICITANTE** : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS  
**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. DATOS GENERALES**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN      **TIPO DE MATERIAL:** SUBRASANTE  
**MUESTRA** : C - 02      **COD. PROYECTO:** IGM-PC-0046-2022  
**ESTRATO** : E - 02      **COD. MUESTRA:** M-00C2-2022  
**PROFUND. (m)** : -      **FECHA:** JA-22

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
10"	254.000						Masa inicial: 2917.0	
6"	152.400						Masa fracción: 261.8	
5"	127.000						% Grava : 1.73	
4"	101.600						% Arena : 7.24	
3"	76.200						% Finos : 91.02	
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>	
2"	50.800						D10 (mm) : 0.008	
1 1/2"	38.100						D30 (mm) : 0.025	
1"	25.400						D40 (mm) : 0.049	
3/4"	19.050				100.00		Cu: 6.00	
1/2"	12.700	7.0	0.24	0.24	99.76		Cc: 1.500	
3/8"	9.525	7.4	0.25	0.49	99.51		D15 (mm) : 0.012	
1/4"	6.350	18.2	0.62	1.12	98.88		D50 (mm) : 0.041	
Nº 4	4.750	17.9	0.62	1.73	98.27		D85 (mm) : 0.070	
Nº 8	2.380	25.4	0.87	2.60	97.40		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>	
Nº 10	2.000	6.2	0.21	2.82	97.18		Clasificación (AASHTO) : A-6	
Nº 14	1.190	24.3	0.83	3.65	96.35		Indice de Grupo (IG) : (12)	
Nº 20	0.840	16.8	0.57	4.23	95.77		<b>Clasificación (SUCS) :</b> CL	
Nº 30	0.590	16.7	0.57	4.80	95.20		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA</b>	
Nº 40	0.426	17.6	0.60	5.40	94.60			
Nº 50	0.297	28.1	0.96	6.36	93.64			
Nº 60	0.250	16.1	0.55	6.91	93.09			
Nº 80	0.177	28.5	0.98	7.89	92.11			
Nº 100	0.149	12.2	0.42	8.31	91.69			
Nº 200	0.075	19.4	0.66	8.98	91.02			
< Nº 200		2655.2	91.02	100.00				
								<b>OBSERVACIONES :</b>


**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:**



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP 12345

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - SG - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO	"INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"		
SOLICITANTE	SACH. ERIE HUAMÁN ROJAS		
UBICACIÓN	QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	1 PASAJE SAN MARTIN	TIPO DE MATERIAL:	SUBRASANTE
MUESTRA	1 C - 03	COD. PROYECTO:	IGM-PC-0046-2022
ESTRATO	1 E - 02	COD. MUESTRA:	M-00C3-2022
PROFUND. (m)	1 -	FECHA:	JJA-22

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	7	4
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	44.5	71.2
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	41.0	45.4
Masa Tara	(g)	14.9	18.2
Masa Agua	(g)	5.5	5.8
Masa Suelo Seco	(g)	44.1	47.2
Contenido de Humedad	(%)	12.5	12.2
<b>Promedio (%)</b>		<b>12.3</b>	

**Observaciones:**

.....

.....



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 162454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**
**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**MUESTRA** : C - 03

**ESTRATO** : E - 02

**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**COD. MUESTRA**: M-00C3-2022

**FECHA**: Jul-22

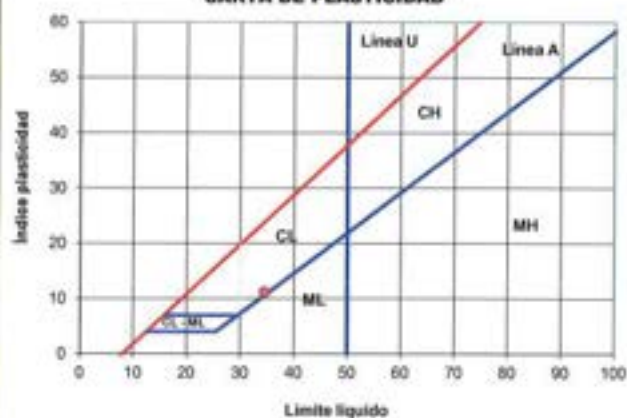
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	124	85	81
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	68.30	70.50	66.95
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	65.25	67.49	63.91
MASA DE AGUA	(g)	3.05	3.01	3.05
MASA DEL TARRO	(g)	56.94	58.70	54.76
MASA DEL SUELO SECO	(g)	8.31	8.79	9.15
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.7	34.2	33.3
NUMERO DE GOLPES		14	27	35

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	16	27
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.35	34.79
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	30.21	33.69
MASA DE AGUA	(g)	1.1	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	25.36	28.91
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.9	4.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.5	23.1

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**

**CARTA DE PLASTICIDAD**

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	34.5
LIMITE PLASTICO (%)	23.3
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.2

**Observaciones:**

.....  
 .....  
 .....

 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP: 172454

INGENIERIA Y SISTEMAS DE CUANTIFICACIÓN Y ESTADÍSTICAS



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422 - MTC E 107)**

F - 5G - 102

Revisión: 1

Fecha: 2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBSANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. DATOS GENERALES**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBSANTE

**MUESTRA** : C - 03

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : E - 02

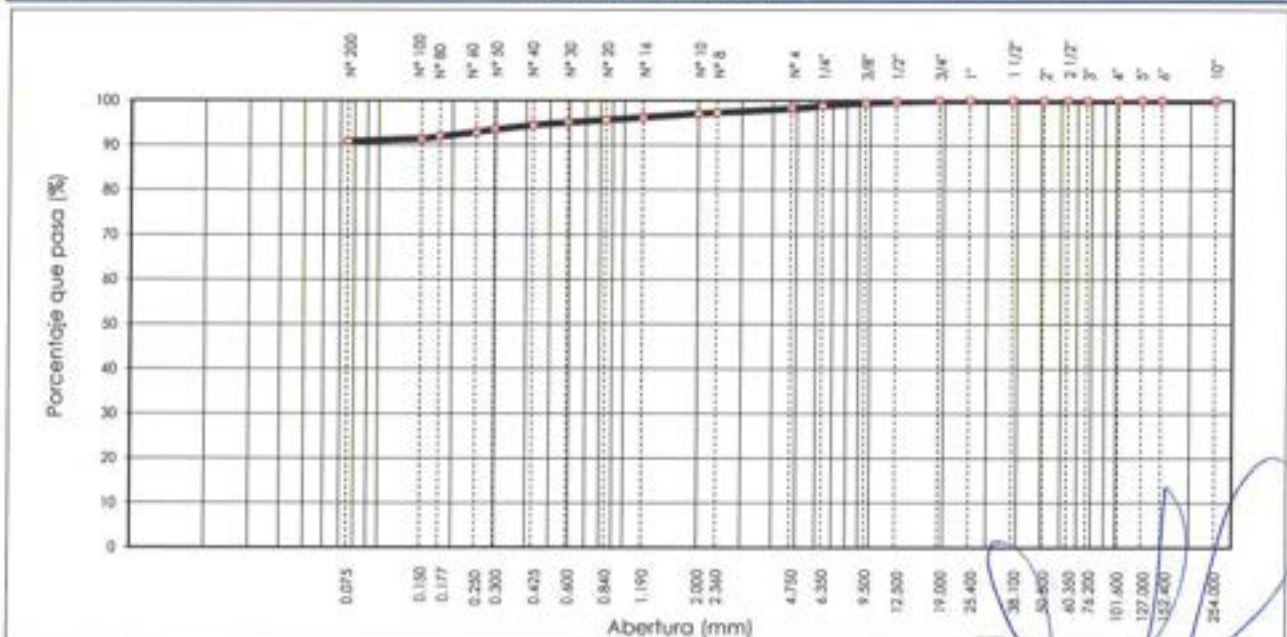
**COD. MUESTRA**: M-00C3-2022

**PROFUND. (m)** : -

**FECHA**: Jul-22

TAMIZ	AASHTO 1-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
10"	254.000						Masa Inicial: 2279.6	
6"	152.400						Masa fracción: 209.5	
5"	127.000						% Grava : 1.77	
4"	101.600						% Arena : 7.41	
3"	76.200						% Finos : 90.81	
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>	
2"	50.800						D10 (mm) : 0.008	
1 1/2"	38.100						D30 (mm) : 0.023	
1"	25.400						D60 (mm) : 0.050	
3/4"	19.050				100.00		Cu: 6.00	
1/2"	12.700	5.6	0.25	0.25	99.75		Cc: 1.500	
3/8"	9.525	5.9	0.26	0.51	99.49		D15 (mm) : 0.012	
1/4"	6.350	14.6	0.64	1.15	98.85		D50 (mm) : 0.041	
Nº 4	4.750	14.4	0.63	1.77	98.23		D85 (mm) : 0.070	
Nº 8	2.380	20.3	0.89	2.67	97.33		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>	
Nº 10	2.000	5.0	0.22	2.89	97.11		Clasificación (AASHTO) : A-6	
Nº 14	1.190	19.4	0.85	3.74	96.26		Indice de Grupo (IG) : (11)	
Nº 20	0.840	13.4	0.59	4.33	95.67		Clasificación (SUCS) : CL	
Nº 30	0.590	13.3	0.58	4.91	95.09		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA</b>	
Nº 40	0.426	14.0	0.62	5.53	94.47			
Nº 50	0.297	22.5	0.99	6.51	93.49			
Nº 60	0.250	12.9	0.57	7.08	92.92			
Nº 80	0.177	22.8	1.00	8.08	91.92			
Nº 100	0.149	9.8	0.43	8.51	91.49			
Nº 200	0.075	15.5	0.68	9.19	90.81			
< Nº 200		2070.1	90.81	100.00				
								<b>OBSERVACIONES :</b>

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:**



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
GIP 12458  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS





**INGEOMAX**

S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**SUELO NATURAL +  
CAL**

**INGEOMAX**

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP 482464  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**
**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 1.0 % CAL (M-1)

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA**: M-SN+CAL-2022

**PROFUND. (m)** : >

**FECHA**: Jul-22

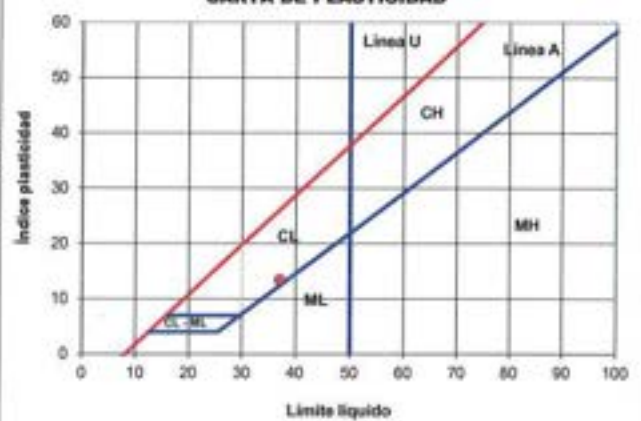
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	16	43	25
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	46.00	40.71	49.11
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	40.20	35.05	43.70
MASA DE AGUA	(g)	5.80	5.66	5.41
MASA DEL TARRO	(g)	25.36	19.68	28.19
MASA DEL SUELO SECO	(g)	14.84	15.37	15.51
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.1	36.8	34.9
NUMERO DE GOLPES		18	26	34

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	81	83
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.81	63.09
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	59.66	61.94
MASA DE AGUA	(g)	1.2	1.2
MASA DEL TARRO	(g)	54.76	57.04
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.9	4.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.5	23.5

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**

**CARTA DE PLASTICIDAD**

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	37.0
LIMITE PLASTICO (%)	23.5
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.5

**Observaciones:**

.....  
 .....  
 .....

 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, SUELOS Y FUNDACIONES



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 1.0 % CAL (M-1)

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA**: M-SN+CAL-2022

**PROFUND. (m)** : -

**FECHA**: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>h</sub> +W <sub>sp</sub> )	(g)	60.05	60.30
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>h</sub> +W <sub>sd</sub> )	(g)	53.80	54.04
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>c</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.89	18.80
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>s</sub> )	(g)	35.63	35.87
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	6.25	6.26
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.5	17.5
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	17.5	17.4

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.5
---------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
.....

**INGEOMAX**

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP 127436  
SPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONTROL Y PAGAMENTOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión: 1

Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°: IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 1.0% CAL (M-1)

CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

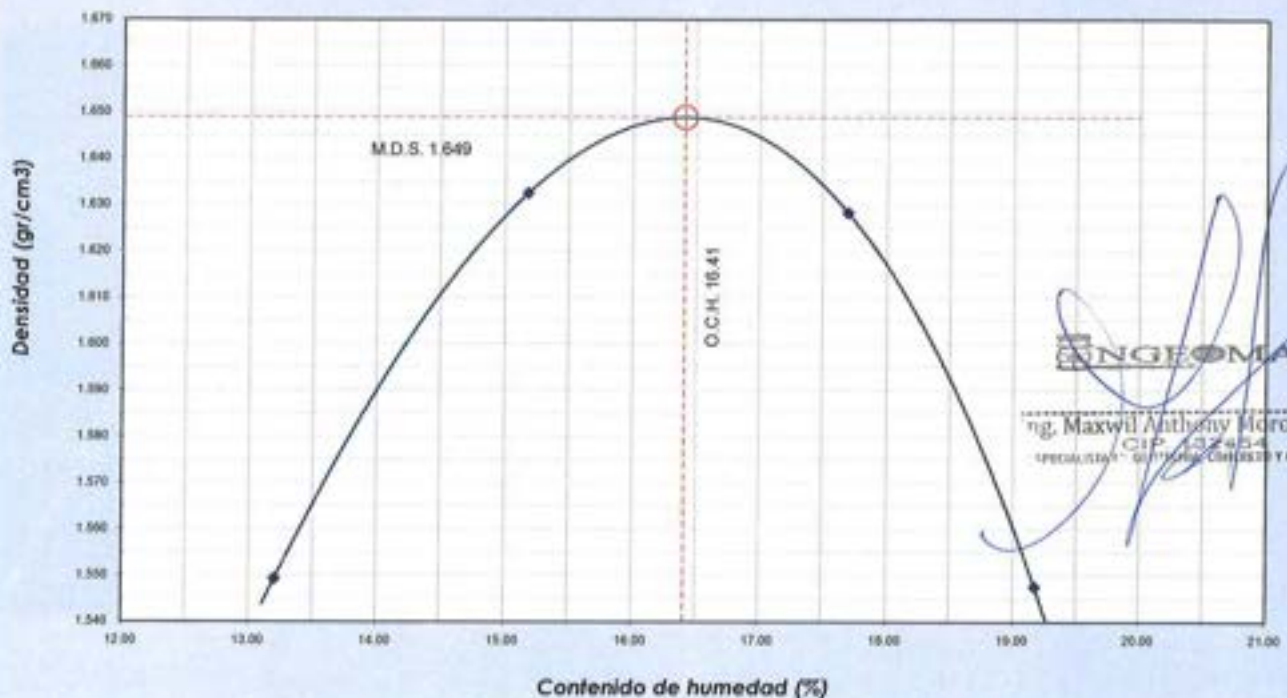
PROFUND. (m) :-

COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5345.00	5464.00	5498.00	5430.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1650.00	1769.00	1803.00	1735.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.754	1.880	1.916	1.844
Recipiente N°		118	108	106	110
Peso del suelo húmedo+tara	gr	235.99	253.22	232.03	204.24
Peso del suelo seco + tara	gr	212.55	224.41	202.11	177.02
Tara	gr	35.04	34.65	33.05	35.05
Peso de agua	gr	23.44	28.81	29.92	27.22
Peso del suelo seco	gr	177.51	189.76	169.06	141.97
Contenido de agua	%	13.2	15.2	17.7	19.2
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.549	1.632	1.628	1.547
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.649
				Humedad óptima (%)	16.4

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : GM-PC-0046-2022  
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CAL (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	17	19	20
Capos	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12662	12180	12198
Peso molde	gr	8491	8270	8499
Peso suelo húmedo compactado	gr	4171	3910	3699
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2136.5	2120.7	2119.4
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.952	1.844	1.745
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	19	20	21
Peso del suelo húmedo + tara	gr	57.21	58.63	54.32
Peso del suelo seco + tara	gr	51.13	53.40	49.88
Peso del recipiente	gr	18.11	25.27	25.30
Peso de agua	gr	6.1	5.2	4.4
Peso del suelo seco	gr	33.0	28.1	24.6
Contenido de agua	%	18.4	18.6	18.1
Contenido de agua promedio			18.4	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.649	1.558	1.474

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 17				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	9:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	9:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	9:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	9:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	9:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 19				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	9:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 20				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	9:00	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)											
Molde		17			19			20			
Penetración (mm)	Carga Estándar (lbs/cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	70	3		107	5		41	2		
1.270	0.050	126	6		136	7		79	4		
1.905	0.075	479	24		284	14		144	7		
2.540	0.100	154.32	564	28	19.44	371	18	11.66	182	19	6.48
3.810	0.150		944	47		546	27		381	19	
5.080	0.200	231.49	1209	60	25.92	772	38	16.42	490	24	10.80
6.350	0.250		1509	75		940	47		591	29	
7.620	0.300		1749	87		1040	52		610	30	



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CUIP: 1903364

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

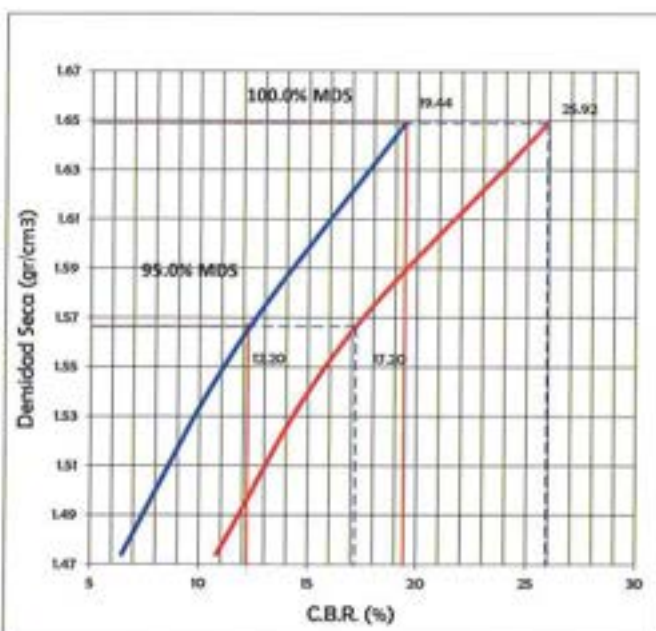
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CAL (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

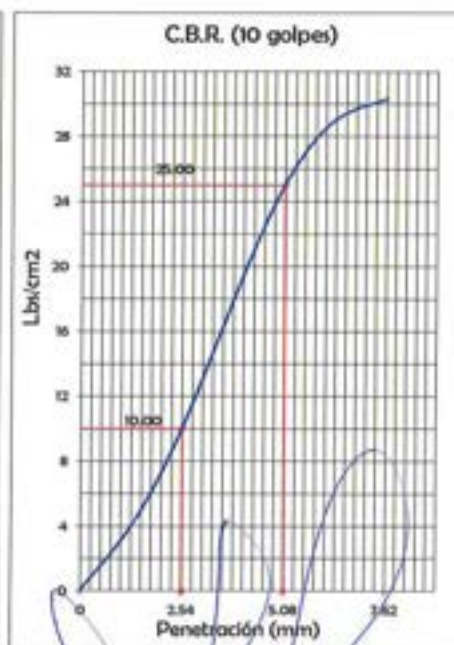
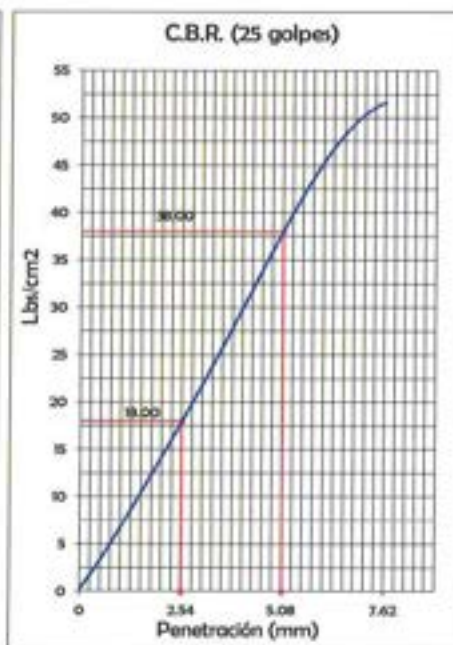
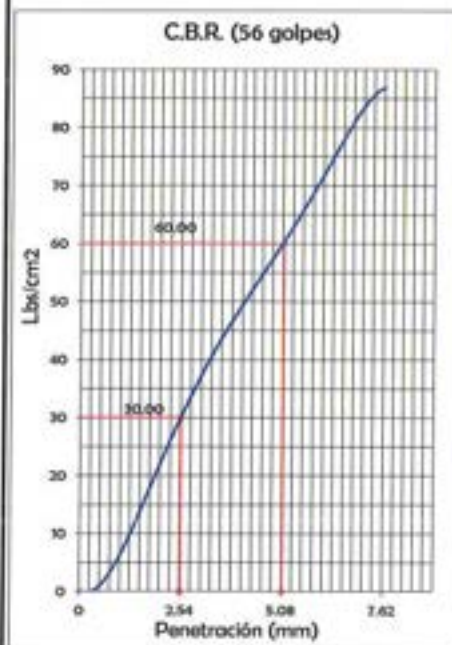
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.649
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.566

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	19.4%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	12.2%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	25.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	17.2%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
C.I. 12744

<b>PROYECTO</b>	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS
<b>UBICACIÓN</b>	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : PASAJE SAN MARTIN	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : SUBRASANTE
<b>MUESTRA</b> : SN + 1.0 % CAL (M-2)	<b>COD. PROYECTO</b> : IGM-PC-0046-2022
<b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO	<b>COD. MUESTRA</b> : M-SN+CAL-2022
<b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>FECHA</b> : Jul-22

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	86	73	94
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	75.66	74.77	75.16
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	70.89	69.80	70.69
MASA DE AGUA	(g)	4.77	4.97	4.47
MASA DEL TARRO	(g)	58.74	56.35	57.96
MASA DEL SUELO SECO	(g)	12.15	13.45	12.73
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.3	37.0	35.1
NUMERO DE GOLPES		17	26	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	8	10
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.74	33.90
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	23.46	32.73
MASA DE AGUA	(g)	1.3	1.2
MASA DEL TARRO	(g)	18.06	27.73
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.4	5.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.7	23.4



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	37.1
LIMITE PLASTICO (%)	23.6
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.6

**Observaciones:**

.....

.....



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
SOLICITANTE	: BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS
UBICACIÓN	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: PASAJE SAN MARTIN	TIPO DE MATERIAL	: SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 1.0 % CAL (M-2)	COD. PROYECTO	: IGM-PC-0046-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA	: M-SN+CAL-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA	: Jul-22

LIMITE DE CONTRACCIÓN			
N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W+W <sub>h</sub> )	(g)	59.40	59.75
MASA TARRO + SUELO SECO (W+W <sub>s</sub> )	(g)	53.26	53.56
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>i</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.74	18.45
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>s</sub> )	(g)	35.09	35.39
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>a</sub> )	(g)	6.14	6.19
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.5	17.5
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	17.5	17.4

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.4

**Observaciones:**

.....  
.....

  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 22454  
"SPECIALISTA EN DISEÑO DE CONCRETO Y FERRAMENTOS"



**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS **REGISTRO N°:** IGM-PC-0046-2022

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO **FECHA:** Jul-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**MUESTRA** : SN + 1.0% CAL (M-2)

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL

**CLASF. (AASHTO)** : A-6 (14)

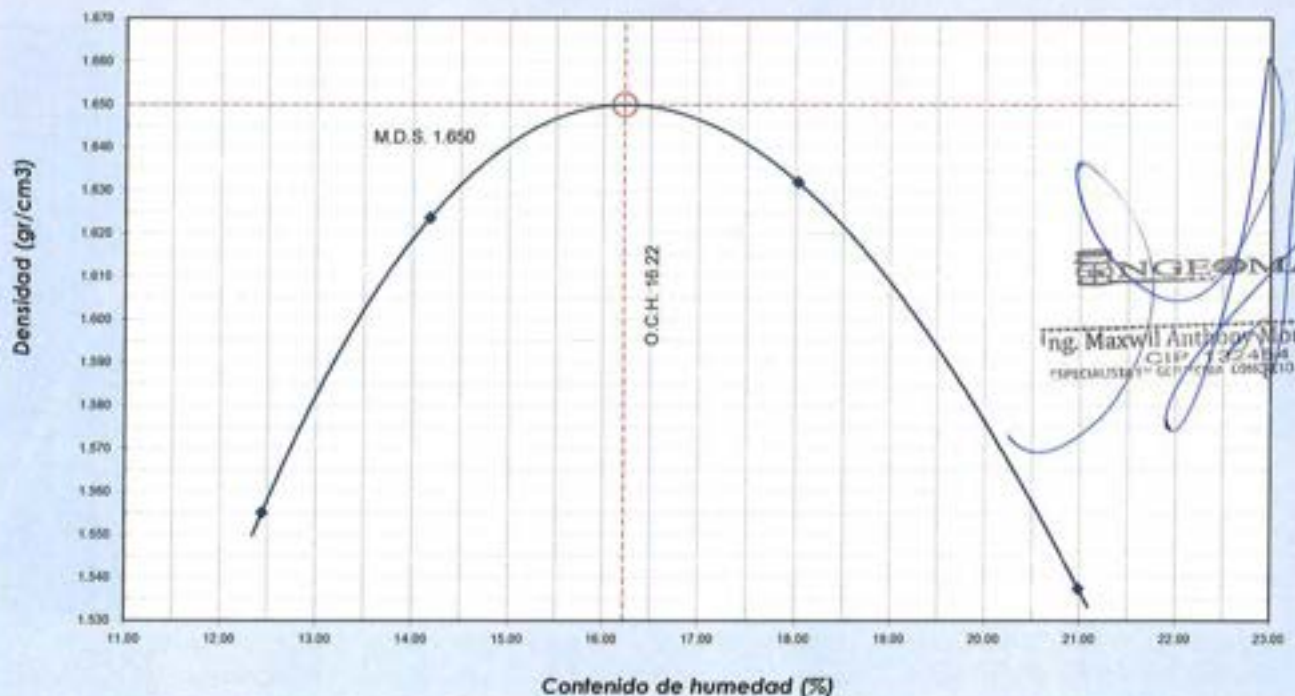
**Tipo de material:** Subrasante

**COD. Muestra:** M-SN+CAL-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5340.00	5439.00	5507.00	5445.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1645.00	1744.00	1812.00	1750.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.749	1.854	1.926	1.860
Recipiente N°		98	10	66	59
Peso del suelo húmedo+tara	gr	238.49	255.72	234.53	206.74
Peso del suelo seco + tara	gr	218.55	227.41	207.11	180.22
Tara	gr	58.29	27.73	55.00	53.86
Peso de agua	gr	19.94	28.31	27.42	26.52
Peso del suelo seco	gr	160.26	199.68	152.11	126.36
Contenido de agua	%	<b>12.4</b>	<b>14.2</b>	<b>18.0</b>	<b>21.0</b>
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.555</b>	<b>1.624</b>	<b>1.632</b>	<b>1.537</b>
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.650</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>16.2</b>

**DENSIDAD SECA VS HUMEDAD**





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - 5G - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN CLASF. (SUCS) : CL  
MUESTRA : SN + 1.0% CAL (M-2) CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO Tipo de material: Subrasante  
PROFUND. : - COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	14	32	15
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11652	12276	11232
Peso molde	gr	7600	8440	7652
Peso suelo húmedo compactado	gr	4052	3836	3580
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2112.7	2126.0	2117.1
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.918	1.804	1.691
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	28	31	14
Peso del suelo húmedo + tara	gr	58.60	58.20	56.30
Peso del suelo seco + tara	gr	54.36	53.90	52.35
Peso del recipiente	gr	28.24	27.52	27.90
Peso de agua	gr	4.2	4.3	4.0
Peso del suelo seco	gr	26.1	26.4	24.5
Contenido de agua	%	16.2	16.3	16.2
Contenido de agua promedio			16.2	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.650	1.552	1.455

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 14				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	9:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	9:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	9:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	9:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	9:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 32				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	9:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 15				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	9:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	9:00	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)										
Molde		14			32			15		
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/ulg)	Carga (lb/cm <sup>2</sup> )	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	76	4		96	5		47	2	
1.270	0.050	132	7		126	6		86	4	
1.905	0.075	485	24		259	13		140	7	
2.540	0.100	154.32	570	19.57	375	19	11.21	188	9	6.61
3.810	0.150		950	47	550	27		386	19	
5.080	0.200	231.49	1216	60	776	39	16.50	501	25	11.19
6.350	0.250		1459	72	926	46		610	30	
7.620	0.300		1682	84	1044	52		627	31	



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP: 23454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, ASEROS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

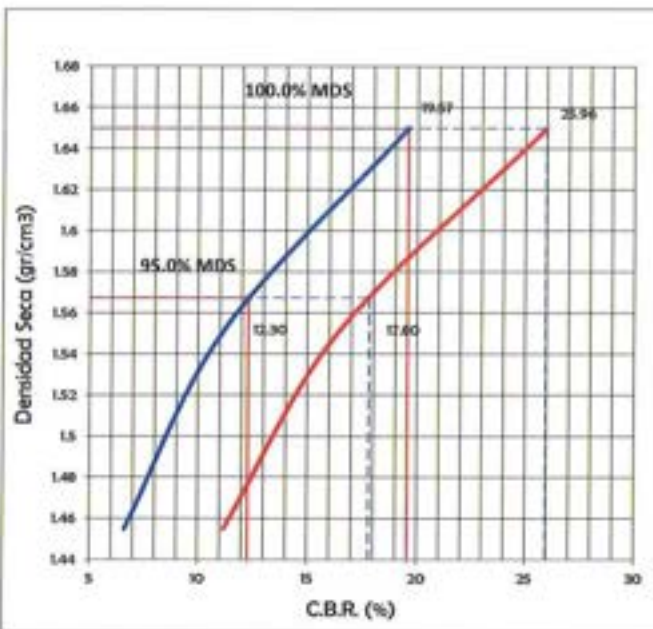
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CAL (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

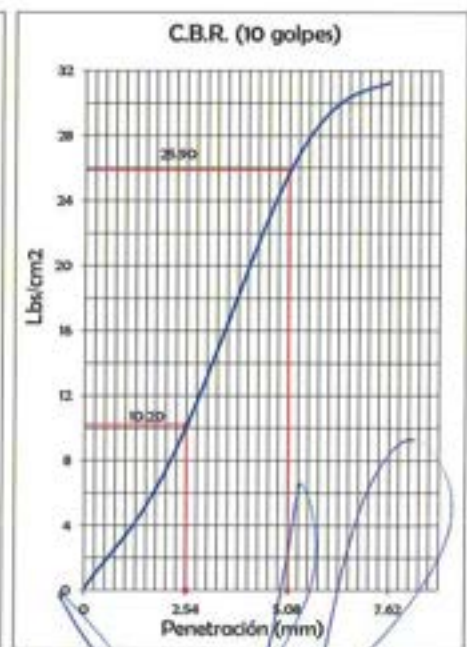
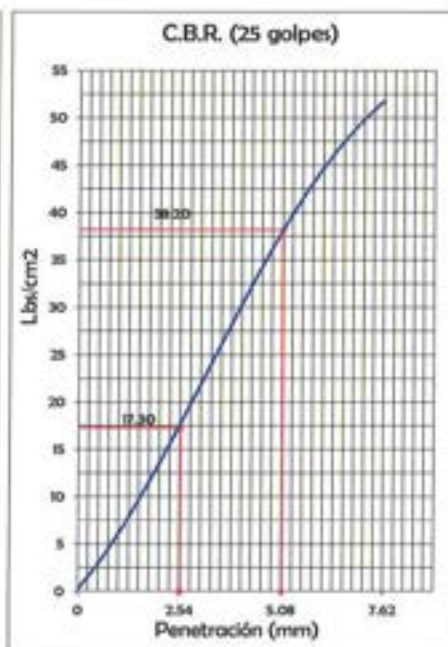
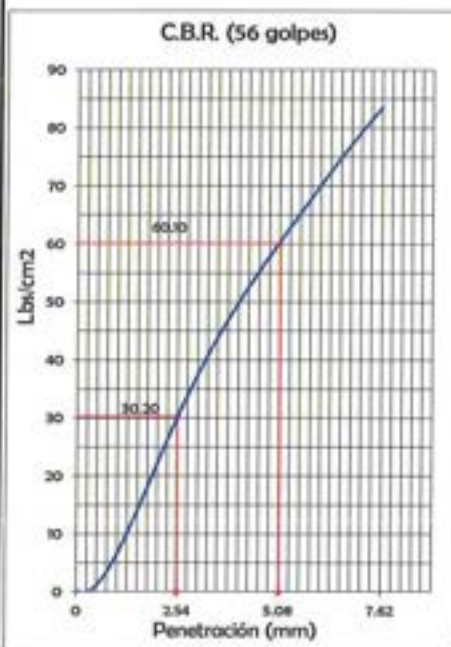
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.650
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.567

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	19.6%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	12.3%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	26.0%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	17.8%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 13424



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - 5G - 101

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**MUESTRA** : SN + 1.0 % CAL (M-3)

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**COD. MUESTRA**: M-SN+CAL-2022

**FECHA**: Jul-22

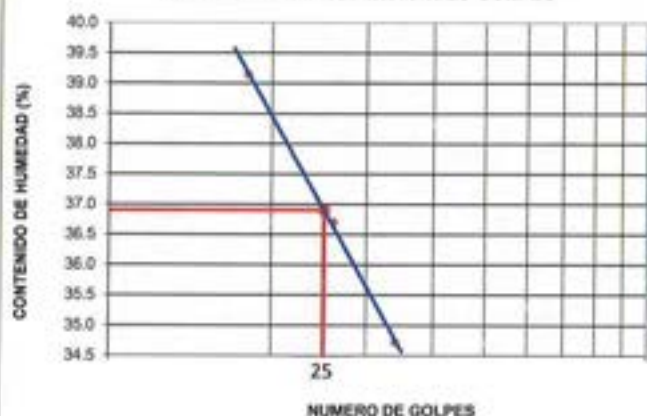
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	81	87	62
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	46.81	71.09	64.42
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	43.42	67.53	61.43
MASA DE AGUA	(g)	3.39	3.56	2.99
MASA DEL TARRO	(g)	54.76	57.83	52.82
MASA DEL SUELO SECO	(g)	8.66	9.70	8.61
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.1	36.7	34.7
NUMERO DE GOLPES		18	26	34

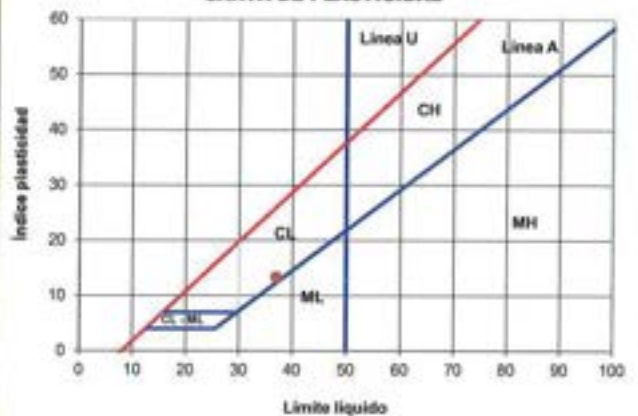
**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	27	48
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.08	23.12
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	33.10	22.11
MASA DE AGUA	(g)	1.0	1.0
MASA DEL TARRO	(g)	28.91	17.83
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.2	4.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.4	23.6

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CARTA DE PLASTICIDAD**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	36.9
LIMITE PLASTICO (%)	23.5
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.4

**Observaciones:**

.....

.....



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 13734  
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE SUELO Y PAVIMENTOS



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
SOLICITANTE	: BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS
UBICACIÓN	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: PASAJE SAN MARTIN	TIPO DE MATERIAL	: SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 1.0 % CAL (M-3)	COD. PROYECTO	: IGM-PC-0046-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA	: M-SN+CAL-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA	: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

	N°	L21	L22
N° TARRO			
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W+WS)	(g)	59.27	59.62
MASA TARRO + SUELO SECO (W+WS)	(g)	53.10	53.43
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (Vc)	(cm3)	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (Vf)	(cm3)	18.66	18.37
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (WS)	(g)	34.93	35.26
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (WA)	(g)	6.17	6.19
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.7	17.6
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	17.6	17.5

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.6
---------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
 .....



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP 132454  
 ESPECIALISTA EN GEOLOGIA SUELOS Y FUNDACIONES

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**REGISTRO N°:** IGM-PC-0046-2022

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**FECHA:** Jul-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**CLASF. (SUCS)** : CL

**MUESTRA** : SN + 1.0% CAL (M-3)

**CLASF. (AASHTO)** : A-6 (14)

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**Tipo de material:** Subrasante

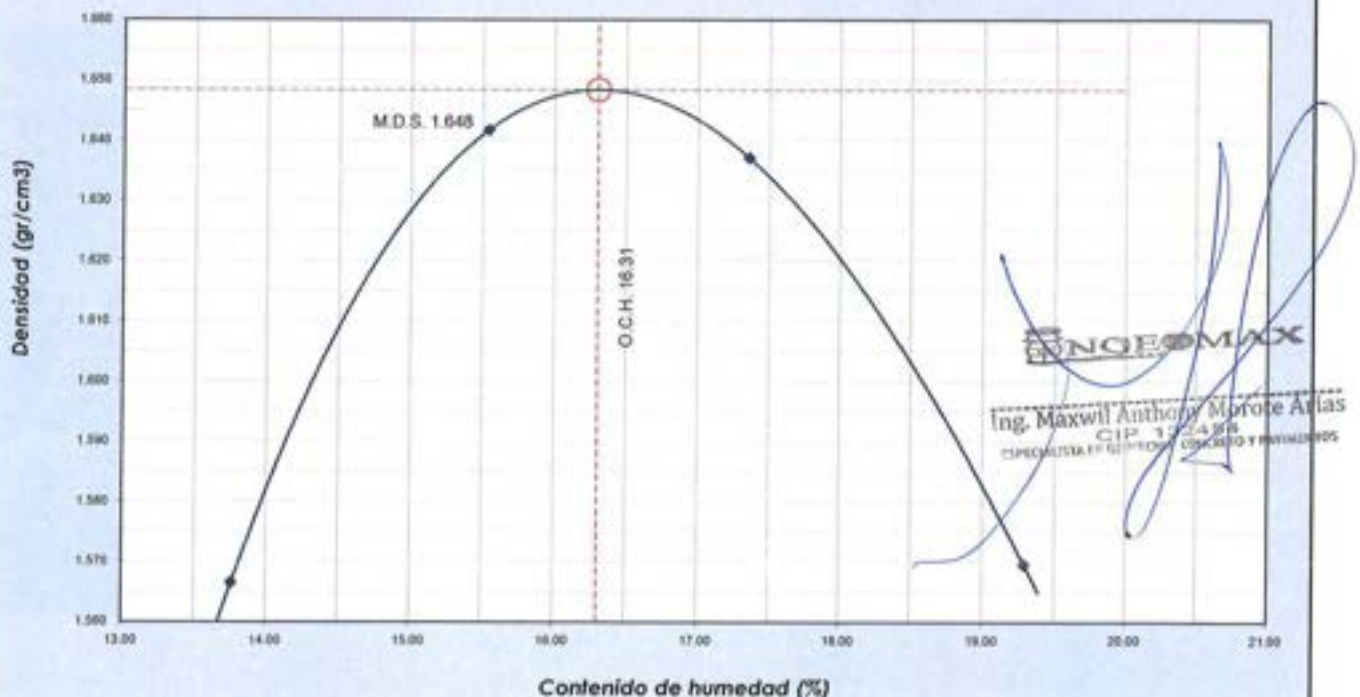
**PROFUND. (m)** : -

**COD. Muestra:** M-SN+CAL-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5371.50	5479.50	5502.50	5456.50
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1676.50	1784.50	1807.50	1761.50
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.782	1.897	1.921	1.872
Recipiente N°		100	35	44	23
Peso del suelo húmedo+tara	gr	243.40	260.10	252.60	234.40
Peso del suelo seco + tara	gr	221.00	229.00	224.00	201.00
Tara	gr	58.22	28.88	59.24	27.87
Peso de agua	gr	22.40	31.10	28.60	33.40
Peso del suelo seco	gr	162.78	200.12	164.76	173.13
Contenido de agua	%	<b>13.8</b>	<b>15.5</b>	<b>17.4</b>	<b>19.3</b>
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.566</b>	<b>1.642</b>	<b>1.637</b>	<b>1.570</b>
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.648</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>16.3</b>

**DENSIDAD SECA VS HUMEDAD**





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°

IGM-PC-004-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA:

JUL-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 1.0% CAL (M-3)

CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)

ESTRADO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

PROFUND. : -

COO. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO

	N°	10	1	3
Molde	N°			
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11658	10763	10173
Peso molde	gr	7598	7011	6668
Peso suelo húmedo compactado	gr	4060	3752	3505
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2119.0	2119.4	2116.6
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.916	1.77	1.656

HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO

	N°	4	3	5
Recipiente	N°			
Peso del suelo húmedo + tara	gr	53.60	54.80	55.30
Peso del suelo seco + tara	gr	48.63	50.70	51.26
Peso del recipiente	gr	18.22	25.22	26.50
Peso de agua	gr	5.0	4.1	4.0
Peso del suelo seco	gr	30.4	25.5	24.8
Contenido de agua	%	16.3	16.1	16.3
Contenido de agua promedio			16.3	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.648	1.523	1.425

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE		10	
Fecha	Hora	mm	%
Julio-2022	9:00	116.00	0.00%
Julio-2022	9:00	116.00	0.00%
Julio-2022	9:00	116.01	0.01%
Julio-2022	9:00	116.01	0.01%
Julio-2022	9:00	116.02	0.02%

EXPANSIÓN MOLDE		1	
Fecha	Hora	mm	%
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%
Julio-2022	9:00	117.16	0.01%
Julio-2022	9:00	117.17	0.02%

EXPANSIÓN MOLDE		3	
Fecha	Hora	mm	%
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%
Julio-2022	9:00	117.15	0.00%
Julio-2022	9:00	117.16	0.01%
Julio-2022	9:00	117.17	0.02%

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		10			1			3			
Penetración	Carga Estándar	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	
(mm)	(kgf)	(lbs)	(lbs/cm <sup>2</sup> )	(%)	(lbs)	(lbs/cm <sup>2</sup> )	(%)	(lbs)	(lbs/cm <sup>2</sup> )	(%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	78	4		12	1		6	0		
1.270	0.050	146	7		86	4		26	1		
1.905	0.075	499	25		112	6		46	2		
2.540	0.100	154.32	584	29	19.50	354	18	9.20	126	6	3.43
3.810	0.150		952	47		544	27		284	14	
5.080	0.200	231.49	1206	60	25.92	770	38	16.33	536	27	17.19
6.350	0.250		1426	71		902	45		647	32	
7.620	0.300		1684	84		1050	52		796	35	



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 132664

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMAN ROJAS

REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

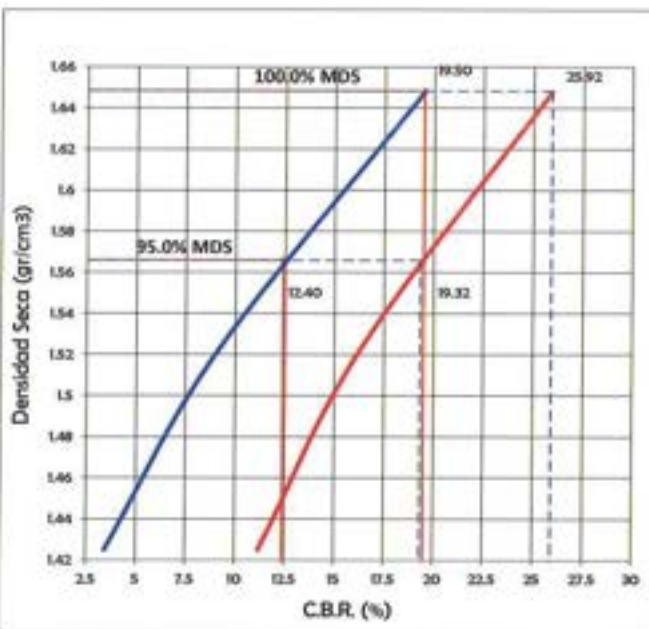
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CAL (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

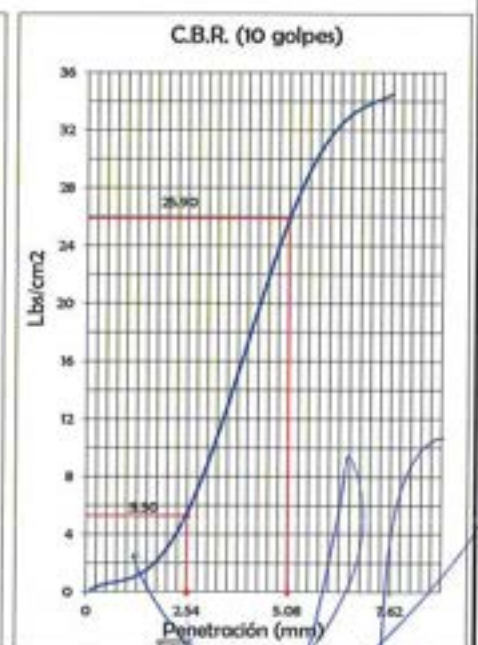
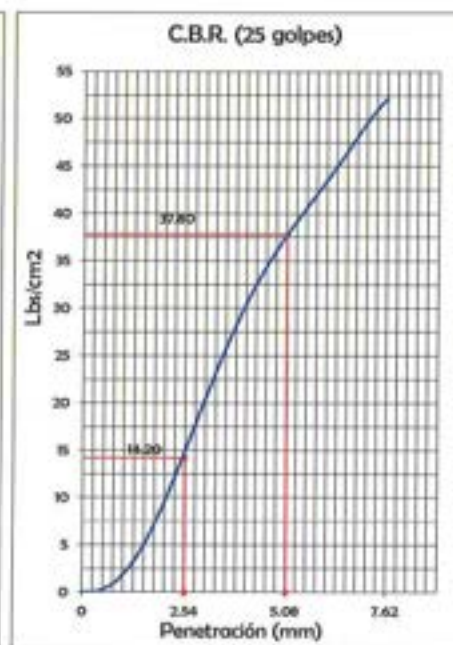
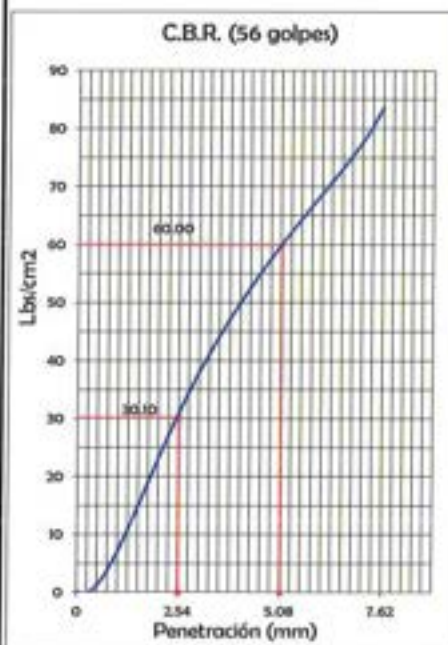
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.648
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.566

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	19.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	12.4%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	25.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	19.3%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Murote Arias  
C-117 03245-4  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, GEORRETO Y FUNDACIONES





**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 101

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

<b>PROYECTO</b>	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS
<b>UBICACIÓN</b>	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : PASAJE SAN MARTIN	<b>TIPO DE MATERIAL:</b> SUBRASANTE
<b>MUESTRA</b> : SN + 3.0 % CAL (M-1)	<b>COD. PROYECTO:</b> IGM-PC-0046-2022
<b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO	<b>COD. MUESTRA:</b> M-SN+CAL-2022
<b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>FECHA:</b> Jul-22

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	63	69	44
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	77.31	76.71	79.10
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	71.80	70.96	74.20
MASA DE AGUA	(g)	5.51	5.75	4.90
MASA DEL TARRO	(g)	58.22	54.69	59.24
MASA DEL SUELO SECO	(g)	13.58	16.27	14.96
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	40.6	35.3	32.8
NUMERO DE GOLPES		15	25	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	4	24
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	26.30	34.10
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	24.80	32.96
MASA DE AGUA	(g)	1.5	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	18.22	27.98
MASA DEL SUELO SECO	(g)	6.6	5.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.8	22.9



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.7
LIMITE PLASTICO (%)	22.8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.8

**Observaciones:**

.....



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 152454  
INGENIERO EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - 5G - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 3.0 % CAL (M-1)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE  
**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022  
**COD. MUESTRA**: M-SN+CAL-2022  
**FECHA**: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>H</sub> +W <sub>H</sub> )	(g)	58.82	58.75
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>S</sub> +W <sub>S</sub> )	(g)	52.86	52.83
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>C</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>F</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.81	18.52
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>S</sub> )	(g)	34.69	34.66
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	5.96	5.92
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.2	17.1
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	17.1	17.0

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.1
---------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
.....

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 102496  
"SPECIALISTA" EN TÉCNICAS DE CANTO Y PAGOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°:

IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA:

Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 3.0% CAL (M-1)

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

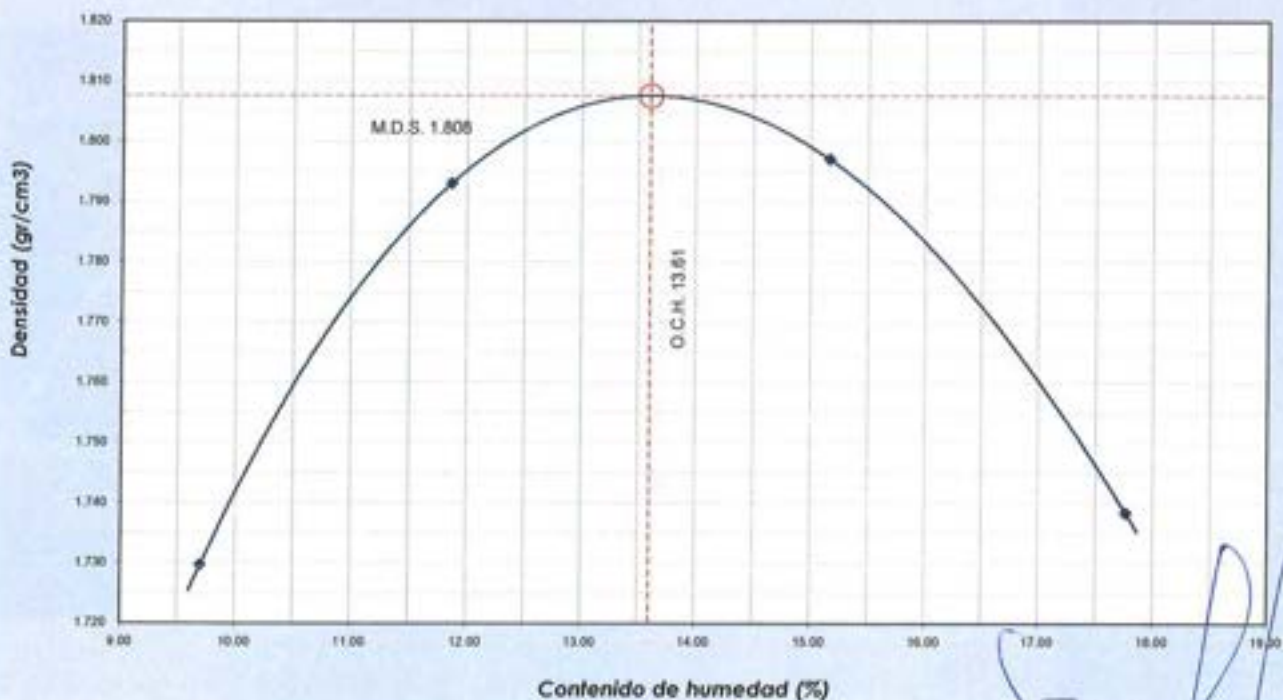
PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5480.00	5582.00	5642.00	5621.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1785.00	1887.00	1947.00	1926.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.897	2.006	2.070	2.047
Recipiente N°		102	110	110	104
Peso del suelo húmedo+tara	gr	220.30	298.38	261.94	208.67
Peso del suelo seco + tara	gr	206.00	270.45	232.07	182.24
Tara	gr	58.54	35.05	35.05	33.47
Peso de agua	gr	14.30	27.93	29.87	26.43
Peso del suelo seco	gr	147.46	235.40	197.02	148.77
Contenido de agua	%	9.7	11.9	15.2	17.8
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.730	1.793	1.797	1.738
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )				1.808	
Humedad óptima (%)				13.6	

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD



INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP: 136494



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

**Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CAL (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	11	12	25
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11925	11750	12391
Peso molde	gr	7578	7634	8469
Peso suelo húmedo compactado	gr	4347	4116	3922
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2116.4	2110.3	2126.0
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.054	1.95	1.845
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	17	20	23
Peso del suelo húmedo + tara	gr	65.60	68.60	67.10
Peso del suelo seco + tara	gr	59.95	63.40	62.40
Peso del recipiente	gr	18.09	25.27	27.87
Peso de agua	gr	5.6	5.2	4.7
Peso del suelo seco	gr	41.9	38.1	34.5
Contenido de agua	%	13.5	13.6	13.6
Contenido de agua promedio			13.6	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.808	1.717	1.624

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 11				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	11:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	11:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	11:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	11:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 12				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	11:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 25				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	11:00	117.17	0.02%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		11				12			25		
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/gal) (lb/cm <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	415	21		219	11		78	4		
1.270	0.050	803	40		403	20		173	9		
1.905	0.075	1191	59		791	39		244	12		
2.540	0.100	154.32	1697	84	53.13	1102	55	34.34	805	40	19.44
3.810	0.150		2401	119		1547	77		849	42	
5.080	0.200	231.49	3026	150	64.80	2068	103	44.06	408	70	28.51
6.350	0.250		3395	169		2400	119		1598	79	
7.620	0.300		3671	182		2530	126		1852	92	

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP: 35244

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**REGISTRO N°** : IGM-PC-0046-2022

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

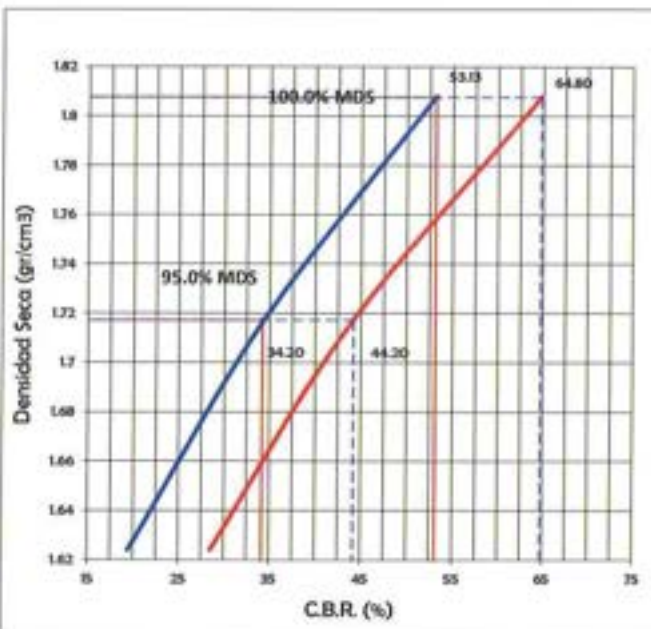
**FECHA** : Jul-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 3.0% CAL (M-1)  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND.** : -

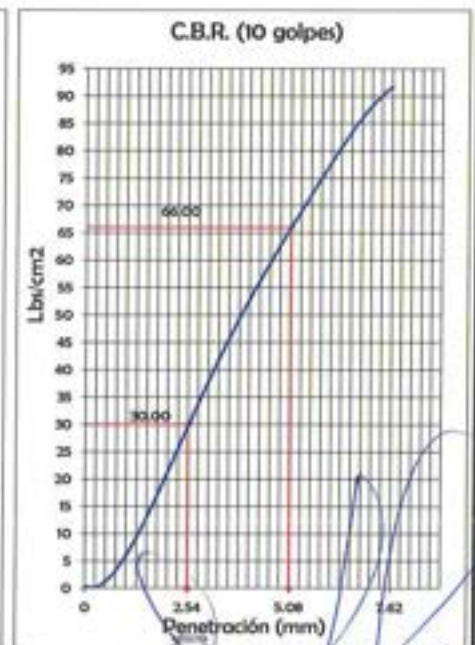
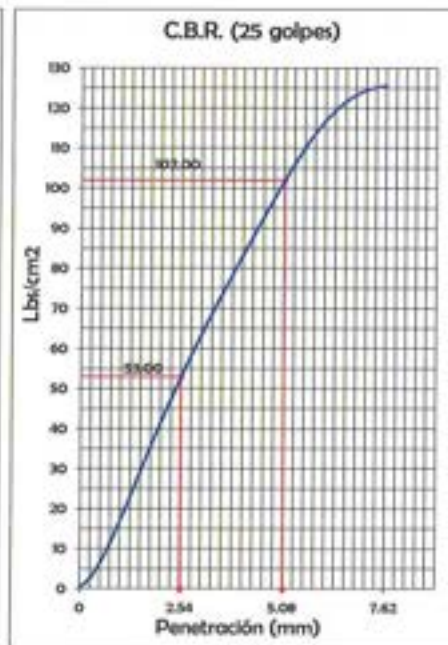
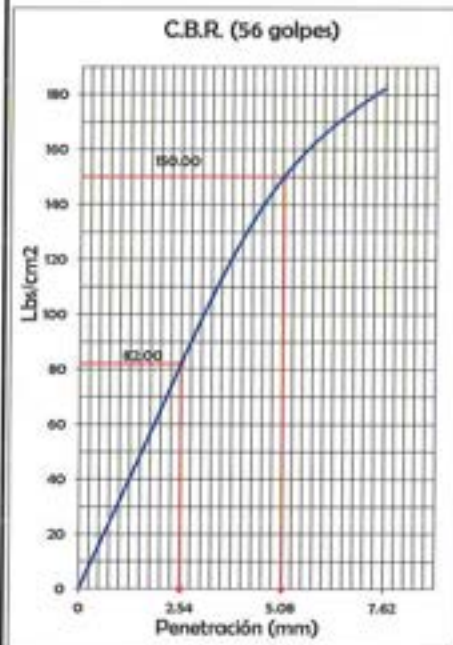
**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-SN+CAL-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.808
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.717

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	53.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	34.2%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	64.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	44.2%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CISP 32454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTO



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 101

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

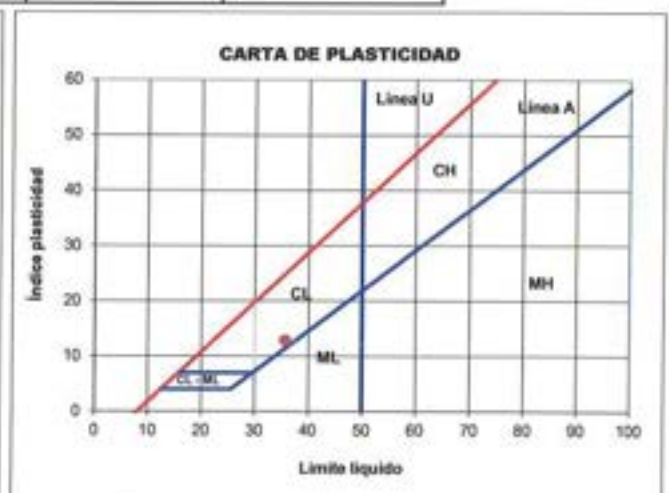
<b>PROYECTO</b>	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS
<b>UBICACIÓN</b>	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : PASAJE SAN MARTIN	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : SUBRASANTE
<b>MUESTRA</b> : SN + 3.0 % CAL (M-2)	<b>COD. PROYECTO</b> : IGM-PC-0046-2022
<b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO	<b>COD. MUESTRA</b> : M-SN+CAL-2022
<b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>FECHA</b> : Jul-22

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	73	79	97
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	48.92	75.38	75.77
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	45.37	70.94	71.73
MASA DE AGUA	(g)	3.55	4.44	4.04
MASA DEL TARRO	(g)	56.35	58.76	59.24
MASA DEL SUELO SECO	(g)	9.02	12.18	12.49
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.4	36.5	32.3
NUMERO DE GOLPES		17	23	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	34	49
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.67	27.49
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	32.46	26.34
MASA DE AGUA	(g)	1.2	1.2
MASA DEL TARRO	(g)	27.16	21.26
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.3	5.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.8	22.6



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	35.6
LIMITE PLASTICO (%)	22.7
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.9

**Observaciones:**

.....  
 .....

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
 CIP 122724  
 INGENIERIA Y CONSULTORIA EN GEOTECNIA Y FUNDAMENTOS



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - 5G - 110

Revisión: 1  
Fecha: 2022-04-12

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
SOLICITANTE	: BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS
UBICACIÓN	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN	TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA : SN + 3.0 % CAL (M-2)	COD. PROYECTO: IGM-PC-0046-2022
ESTRATO : SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA: M-SN+CAL-2022
PROFUND. (m) :-	FECHA: Jul-22

LÍMITE DE CONTRACCIÓN			
N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>h</sub> +W <sub>h</sub> )	(g)	59.03	58.96
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>s</sub> +W <sub>s</sub> )	(g)	53.01	52.98
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>i</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.70	18.41
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>s</sub> )	(g)	34.84	34.81
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	6.02	5.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (w)	(%)	17.3	17.2
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (L <sub>C</sub> )	(%)	17.2	17.1

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.2

**Observaciones:**

.....  
.....

  
Ing. Maxwell Antonio Morote Arias  
CIP 172654  
"ESPECIALISTA" EN OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°:

IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA:

Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 3.0% CAL (M-2)

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

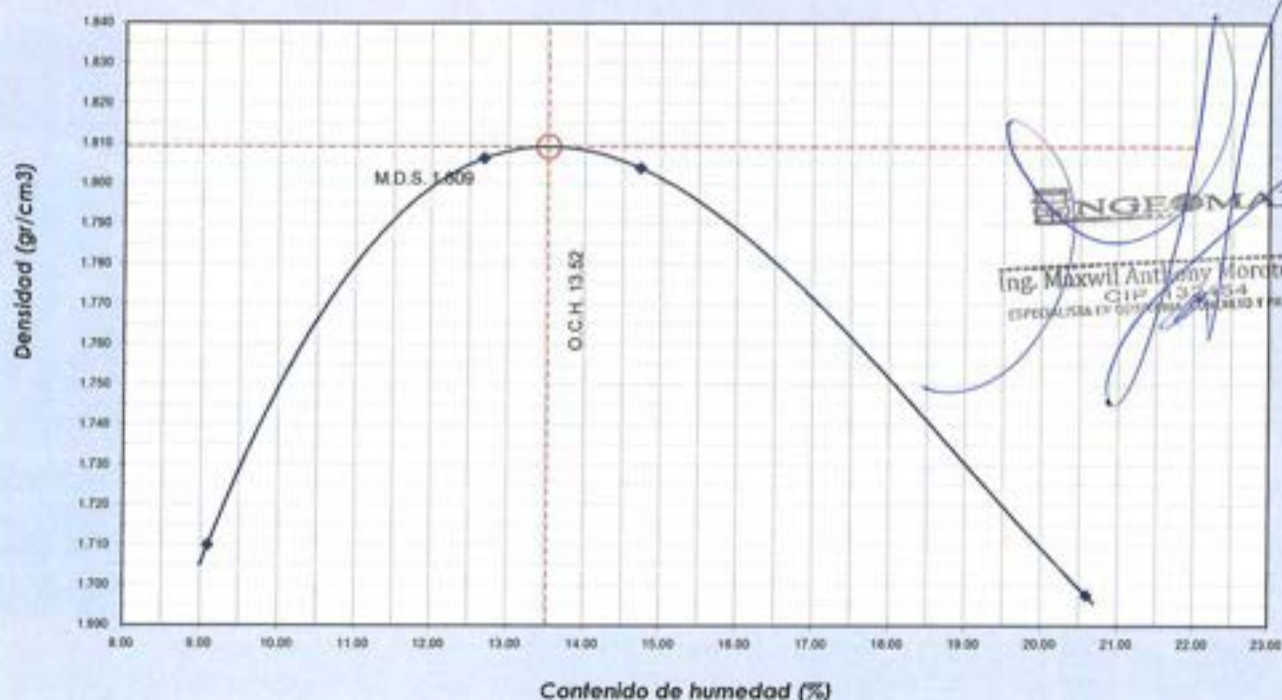
PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5450.00	5610.00	5642.00	5621.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1755.00	1915.00	1947.00	1926.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.865	2.036	2.070	2.047
Recipiente N°		85	92	115	98
Peso del suelo húmedo+tara	gr	219.40	297.48	261.04	207.77
Peso del suelo seco + tara	gr	206.00	270.45	232.07	182.24
Tara	gr	58.70	57.47	35.37	58.29
Peso de agua	gr	13.40	27.03	28.97	25.53
Peso del suelo seco	gr	147.30	212.98	196.70	123.95
Contenido de agua	%	9.1	12.7	14.7	20.6
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.710	1.806	1.804	1.698
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )				1.809	
Humedad óptima (%)				13.5	

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD







RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CAL (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	10	26	24
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11945	12710	12433
Peso molde	gr	7598	8584	8522
Peso suelo húmedo compactado	gr	4347	4126	3911
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2119.0	2126.0	2132.5
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.051	1.941	1.834
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	22	32	14
Peso del suelo húmedo + tara	gr	68.60	63.60	65.10
Peso del suelo seco + tara	gr	63.68	59.26	60.80
Peso del recipiente	gr	27.17	27.18	27.90
Peso de agua	gr	4.9	4.3	4.3
Peso del suelo seco	gr	36.5	32.1	32.9
Contenido de agua	%	13.5	13.5	13.1
Contenido de agua promedio			13.4	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.809	1.712	1.618

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 10				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	11:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	11:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	11:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	11:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 26				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	11:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 24				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	11:00	117.17	0.02%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)											
Molde		10				26			24		
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/ulg)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	415	21		213	11		90	4		
1.270	0.050	803	40		397	20		192	10		
1.905	0.075	1191	59		785	39		256	13		
2.540	0.100	154.32	1697	84	53.21	1040	52	32.79	817	41	19.83
3.810	0.150		2401	119		1535	76		945	47	
5.080	0.200	231.49	3026	150	64.93	2076	103	44.06	1504	75	30.67
6.350	0.250		3395	169		2408	120		1694	84	
7.620	0.300		3671	182		2514	125		1918	95	

INGEOMAX  
Ing. Maxwitt Anthony Morote Arias  
CIP: 143364  
ESPECIALISTA EN DISEÑO, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

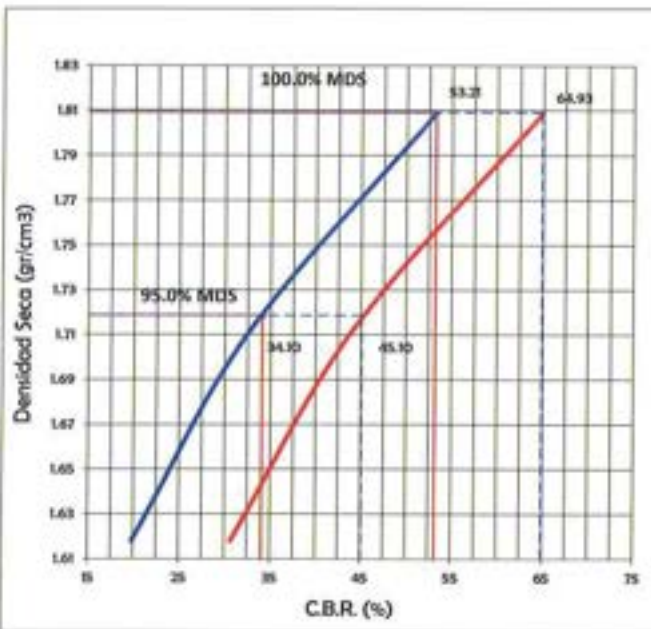
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CAL (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

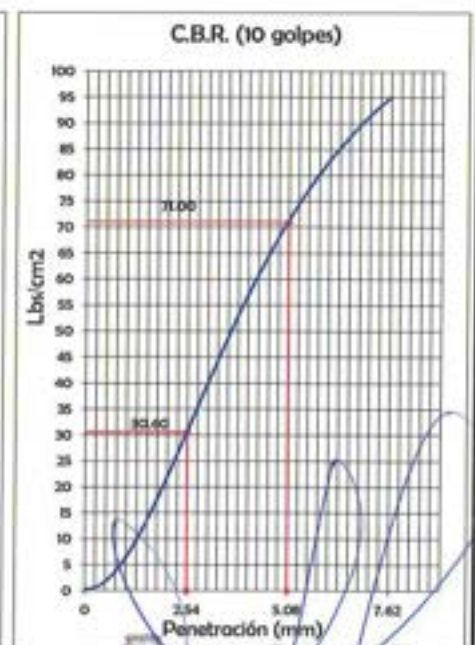
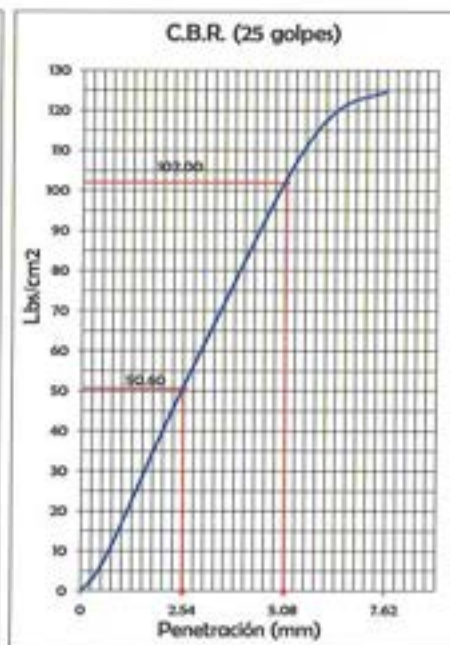
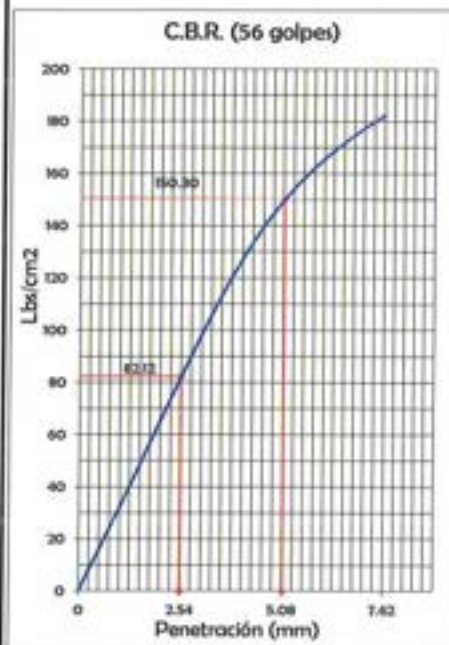
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.809
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.719

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	53.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	34.1%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	64.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	45.1%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxwell Anthony Merote Arias  
CIP 17234  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES





LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)

F - SG - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0 % CAL (M-3)  
ESTRATO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. (m) : -

TIPO DE MATERIAL: SUBRASANTE  
COD. PROYECTO: IGM-PC-0046-2022  
COD. MUESTRA: M-SN+CAL-2022  
FECHA: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>h</sub> +W <sub>sp</sub> )	(g)	58.92	58.85
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>s</sub> +W <sub>sp</sub> )	(g)	53.00	52.90
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>c</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.70	18.41
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>s</sub> )	(g)	34.83	34.73
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>a</sub> )	(g)	5.92	5.95
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.0	17.1
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	17.0	17.1

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.0
---------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
.....

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Mogote Arias  
CIP 132264  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°:

IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA:

Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 3,0% CAL (M-3)

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

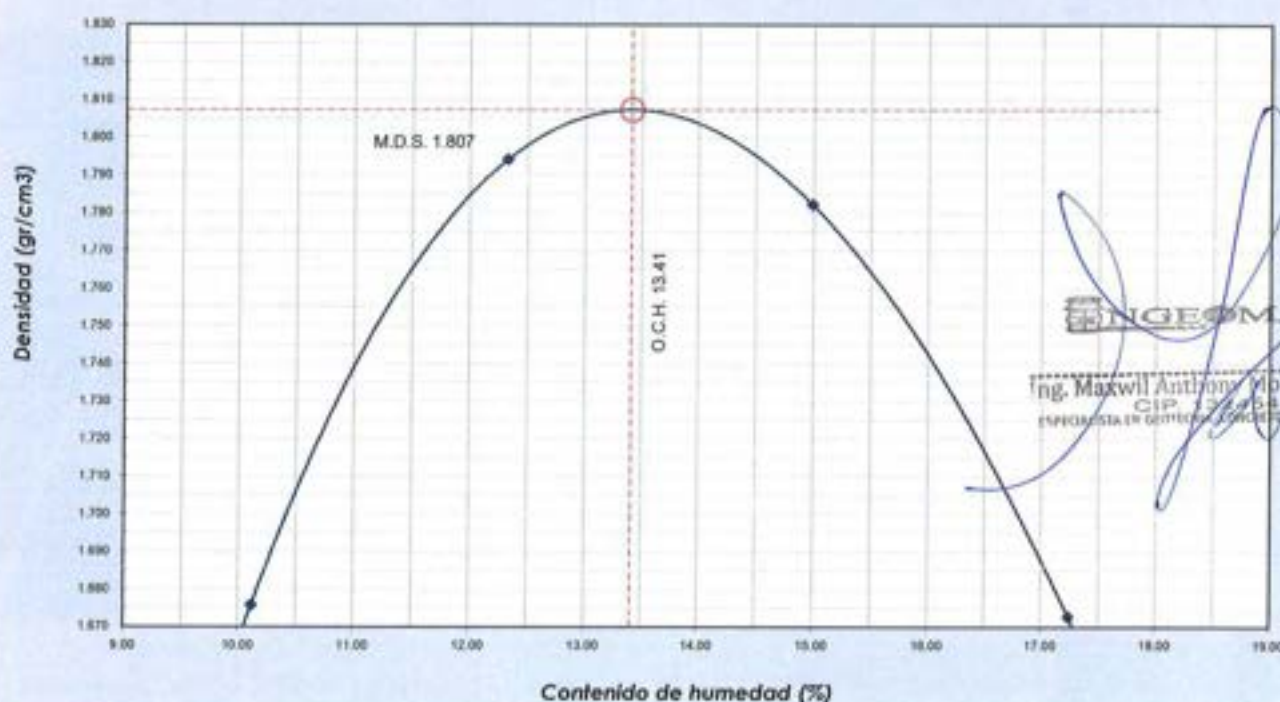
PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5431.00	5591.00	5623.00	5540.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1736.00	1896.00	1928.00	1845.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.845	2.015	2.049	1.961
Recipiente N°		47	56	32	41
Peso del suelo húmedo+tara	gr	224.30	251.30	267.30	256.00
Peso del suelo seco + tara	gr	206.00	229.00	236.00	221.00
Tara	gr	25.10	48.09	27.18	18.00
Peso de agua	gr	18.30	22.30	31.30	35.00
Peso del suelo seco	gr	180.90	180.91	208.82	203.00
Contenido de agua	%	10.1	12.3	15.0	17.2
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.676	1.794	1.782	1.673
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.807
				Humedad óptima (%)	13.4

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CAL (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	14	32	28
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11929	12570	12380
Peso molde	gr	7600	8440	8502
Peso suelo húmedo compactado	gr	4329	4130	3878
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2112.7	2126.0	2126.0
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.049	1.943	1.824
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	19	36	31
Peso del suelo húmedo + tara	gr	72.60	65.60	62.30
Peso del suelo seco + tara	gr	66.16	61.12	58.22
Peso del recipiente	gr	18.11	27.80	27.52
Peso de agua	gr	6.4	4.5	4.1
Peso del suelo seco	gr	48.1	33.3	30.7
Contenido de agua	%	13.4	13.5	13.3
Contenido de agua promedio			13.4	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.807	1.714	1.609

**EXPANSIÓN**

EXPANSIÓN MOLDE 14				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	11:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	11:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	11:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	11:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 32				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	11:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 28				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	11:00	117.17	0.02%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		14			32			28		
Penetración (mm)	Carga (lb)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	433	22		218	11		90	4	
1.270	0.050	827	41		402	20		198	10	
1.905	0.075	1215	60		793	39		264	13	
2.540	0.100	154.32	1721	85	1052	52	33.18	823	41	19.76
3.810	0.150		2425	120	1599	79		951	47	
5.080	0.200	231.49	3044	151	2140	106	45.36	1512	75	31.06
6.350	0.250		3413	170	2472	123		1740	86	
7.620	0.300		3689	183	2588	129		1914	95	

INGEOMAX  
Ing. Maxwil Anthony Morote Aris  
CIP. 132294  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

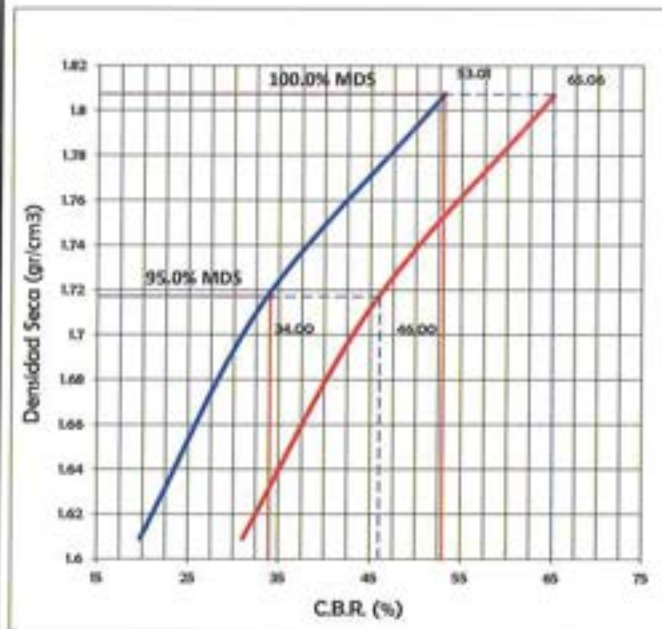
REGISTRO N° IGM-PC-0046-2022  
FECHA: Jul-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CAL (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

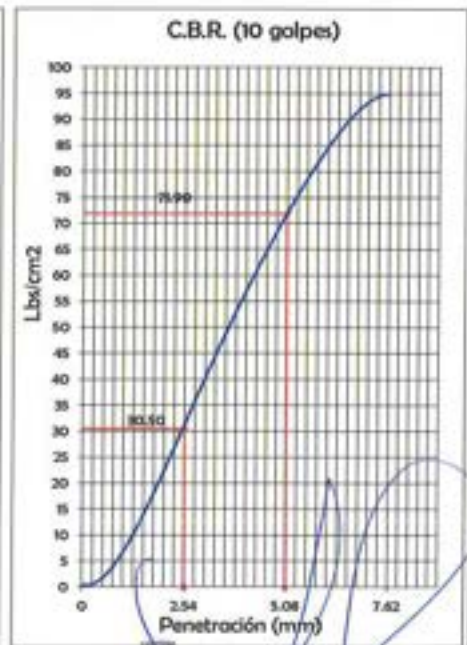
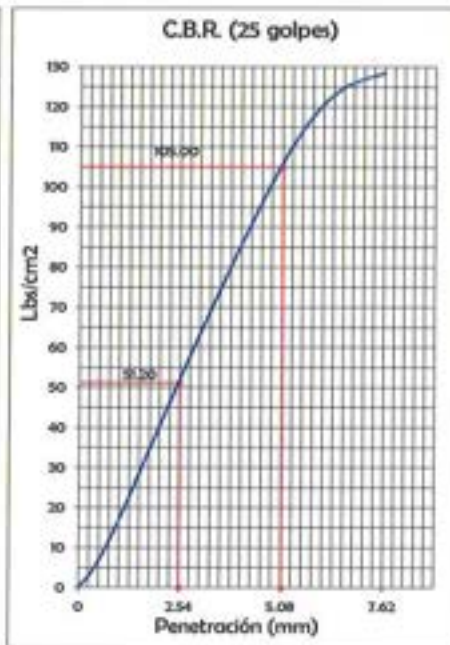
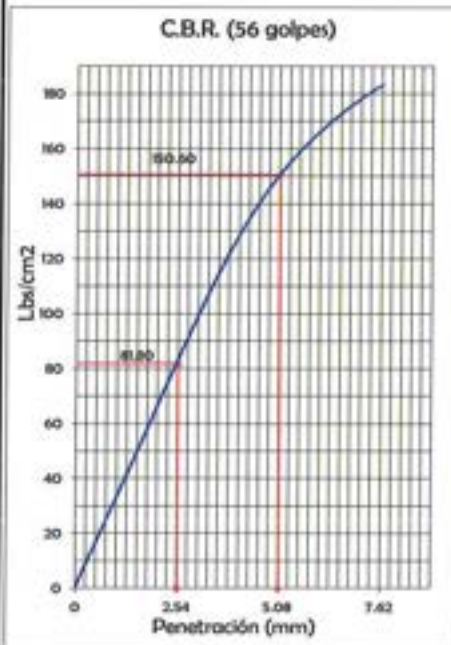
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.807
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.717

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	53.0%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	34.0%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	65.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	46.0%
Expansion (%)	0.02%





**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - 5G - 101

Revisión:

I

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 5.0 % CAL (M-1)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE  
**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022  
**COD. MUESTRA**: M-SN+CAL-2022  
**FECHA**: Jul-22

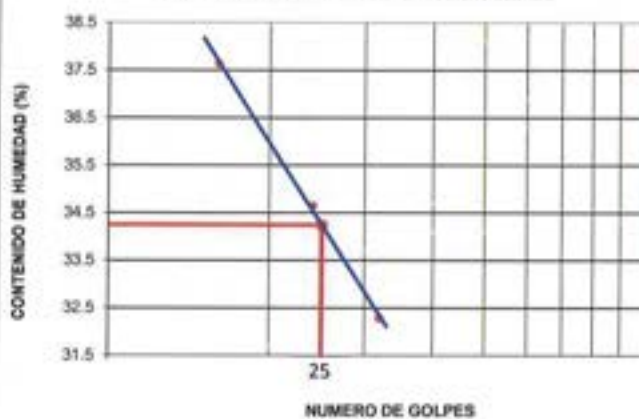
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	15	41	53
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	49.63	41.20	71.22
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	43.10	35.23	66.90
MASA DE AGUA	(g)	6.53	5.97	4.32
MASA DEL TARRO	(g)	25.75	18.00	53.52
MASA DEL SUELO SECO	(g)	17.35	17.23	13.38
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.6	34.6	32.3
NUMERO DE GOLPES		16	24	32

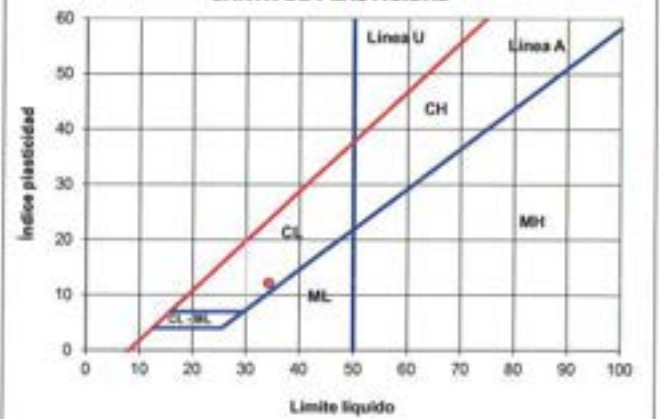
**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	76	80
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	64.33	63.47
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	63.35	62.42
MASA DE AGUA	(g)	1.0	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	58.92	57.64
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.4	4.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.1	22.0

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CARTA DE PLASTICIDAD**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	34.2
LIMITE PLASTICO (%)	22.0
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.2

**Observaciones:**

.....



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP 132454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS DE FUNDACIONES





LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)

F - SG - 110

Revisión:

I

Fecha:

2022-04-12

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
SOLICITANTE	: BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS
UBICACIÓN	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

I. Datos Generales

PROCEDENCIA	: PASAJE SAN MARTIN	TIPO DE MATERIAL	: SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 5.0 % CAL (M-I)	COD. PROYECTO	: IGM-PC-0046-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA	: M-SN+CAL-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA	: Jul-22

LIMITE DE CONTRACCIÓN

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>H</sub> +W <sub>H1</sub> )	(g)	58.47	58.40
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>H</sub> +W <sub>S1</sub> )	(g)	52.83	52.73
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>C</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>F</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.46	18.17
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>S</sub> )	(g)	34.66	34.56
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	5.64	5.67
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	16.3	16.4
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	16.2	16.3

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	16.3
---------------------------	------

Observaciones:

.....  
.....

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP: 122454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONTROL Y PAVIMENTOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°:

IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA:

Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUICS) : CL

MUESTRA : SN + 5,0% CAL (M-1)

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

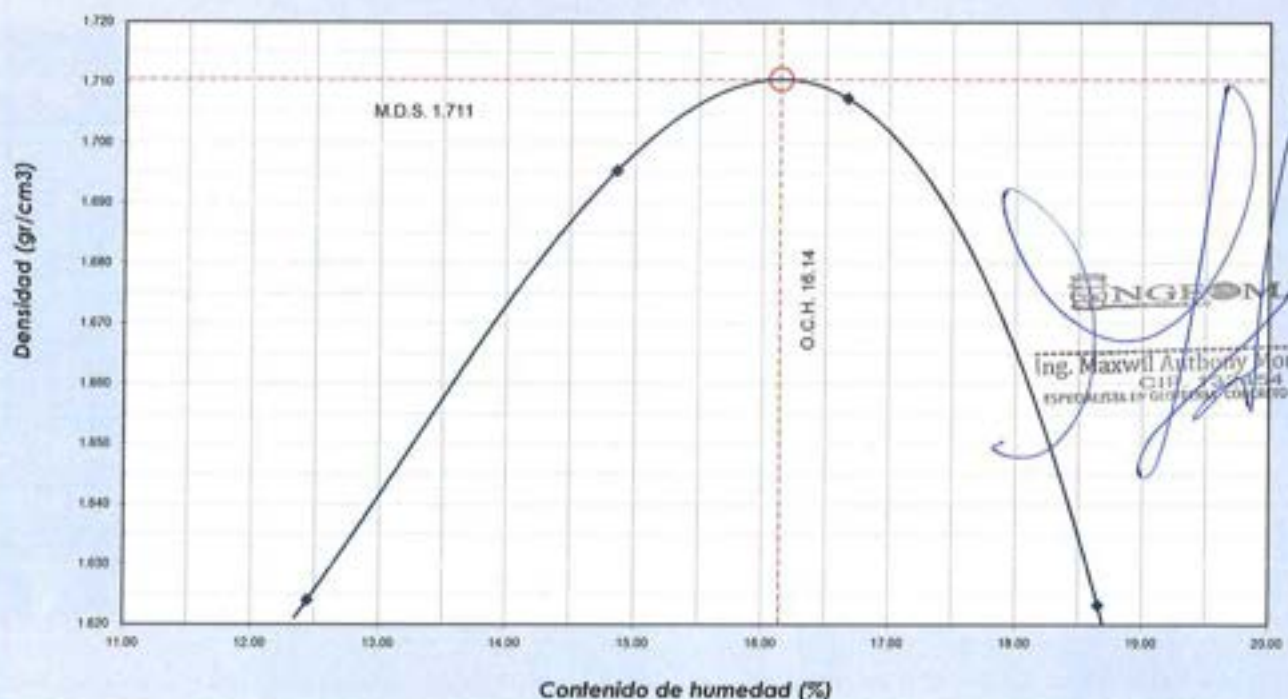
PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5413.00	5527.00	5569.00	5507.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1718.00	1832.00	1874.00	1812.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.826	1.947	1.992	1.926
Recipiente N°		116	113	119	114
Peso del suelo húmedo+tara	gr	215.00	271.29	237.69	215.85
Peso del suelo seco + tara	gr	195.00	240.76	208.64	187.18
Tara	gr	34.31	35.31	34.37	33.50
Peso de agua	gr	20.00	30.53	29.05	28.67
Peso del suelo seco	gr	160.69	205.45	174.27	153.68
Contenido de agua	%	12.4	14.9	16.7	18.7
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.624	1.695	1.707	1.623
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.711
				Humedad óptima (%)	16.1

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Florote Arias  
CIP 23724  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CAL (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	29	10	16
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12730	11620	12078
Peso molde	gr	8506	7598	8282
Peso suelo húmedo compactado	gr	4224	4022	3796
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2126.0	2119.0	2126.2
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.987	1.898	1.785
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	41	49	37
Peso del suelo húmeda + tara	gr	65.69	68.21	61.42
Peso del suelo seco + tara	gr	59.10	61.68	56.70
Peso del recipiente	gr	18.00	21.26	27.52
Peso de agua	gr	6.6	6.5	4.7
Peso del suelo seco	gr	41.1	40.4	29.2
Contenido de agua	%	16.0	16.2	16.2
Contenido de agua promedio			16.1	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.711	1.634	1.537

**EXPANSIÓN**

EXPANSIÓN MOLDE 29				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	15:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	15:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	15:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	15:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	15:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 10				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	15:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 16				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	15:00	117.17	0.02%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		29				10			16		
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/ft <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	250	12		120	6		41	2		
1.270	0.050	459	23		297	15		103	5		
1.905	0.075	678	34		380	19		196	10		
2.540	0.100	939	47	29.81	630	31	19.44	242	12	9.72	
3.810	0.150	1305	65		920	46		576	29		
5.080	0.200	231.49	1680	83	35.86	1180	59	25.27	600	30	14.26
6.350	0.250		2107	105		1390	69		810	40	
7.620	0.300		2457	122		1560	77		930	41	

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 12464  
SUPERINTENDENTE DE OBRAS CIVILES - AYACUCHO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

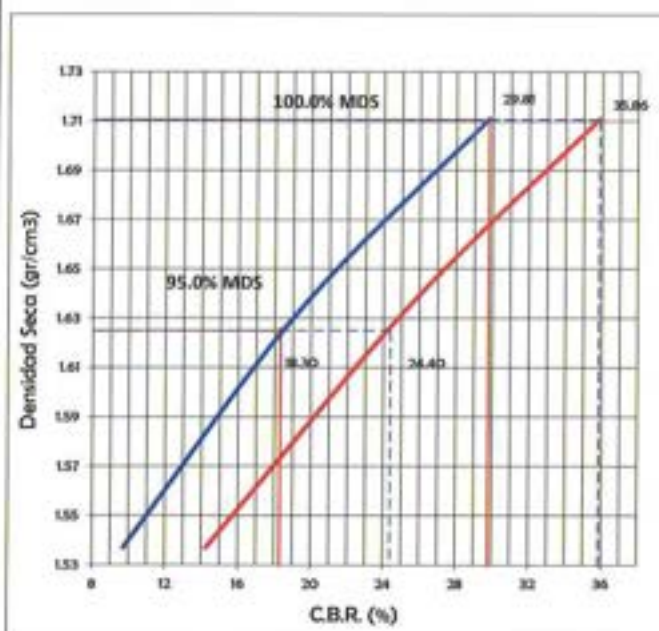
FECHA: Jul-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CAL (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

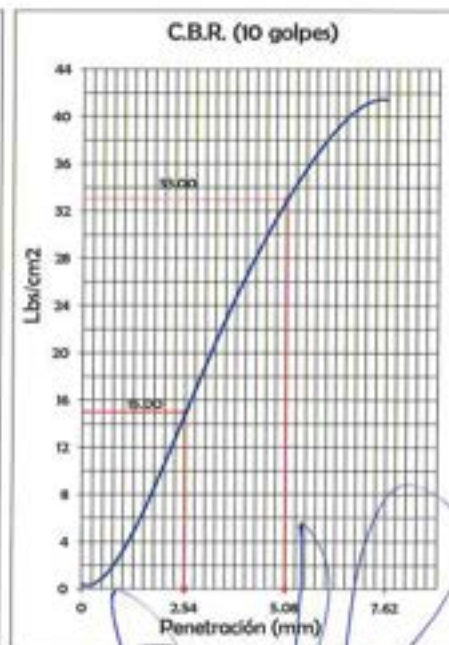
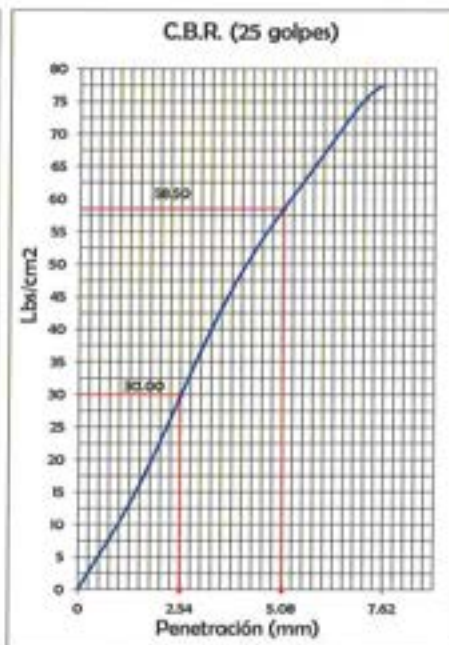
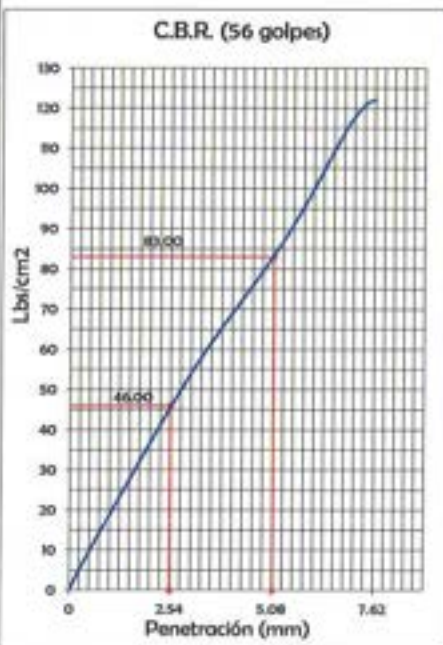
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.711
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.1
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.625

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	29.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	18.3%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	35.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	24.4%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Torote Arias  
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 101

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 5.0 % CAL (M-2)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE  
**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022  
**COD. MUESTRA**: M-SN+CAL-2022  
**FECHA**: Jul-22

**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	50	54	95
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.97	63.71	66.59
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	58.73	61.28	64.67
MASA DE AGUA	(g)	2.24	2.43	1.92
MASA DEL TARRO	(g)	52.73	54.09	58.68
MASA DEL SUELO SECO	(g)	6.00	7.19	5.99
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.3	33.8	32.1
NUMERO DE GOLPES		14	27	35

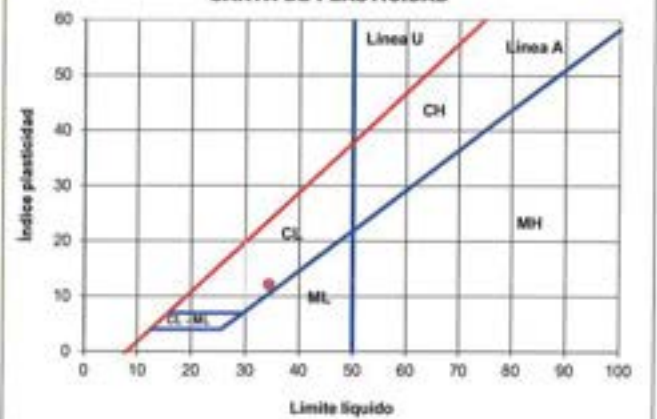
**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	14	22
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.26	33.18
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	32.29	32.09
MASA DE AGUA	(g)	1.0	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	27.90	27.17
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.4	4.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.1	22.2

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CARTA DE PLASTICIDAD**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	34.3
LIMITE PLASTICO (%)	22.1
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.2

**Observaciones:**

.....

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP: 162454

ESPECIALISTA EN ESTADOS SÓLIDOS, SUELOS Y FUNDACIONES



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 5.0 % CAL (M-2)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** :-

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE  
**COO. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022  
**COD. MUESTRA**: M-SN+CAL-2022  
**FECHA**: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>1</sub> +W <sub>1H</sub> )	(g)	58.27	58.19
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>1</sub> +W <sub>1S</sub> )	(g)	52.71	52.58
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>c</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.58	18.29
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>S</sub> )	(g)	34.54	34.41
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	5.56	5.61
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	16.1	16.3
<b>LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)</b>	<b>(%)</b>	<b>16.1</b>	<b>16.2</b>

**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

<b>LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)</b>	16.1
----------------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
.....



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 12724  
ESPECIALISTA EN SUPERVISIÓN DE OBRAS DE PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**REGISTRO N°**: IGM-PC-0046-2022

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**FECHA**: Jul-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**CLASF. (SUCS)** : CL

**MUESTRA** : SN + 5.0% CAL (M-2)

**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**Tipo de material**: Subrasante

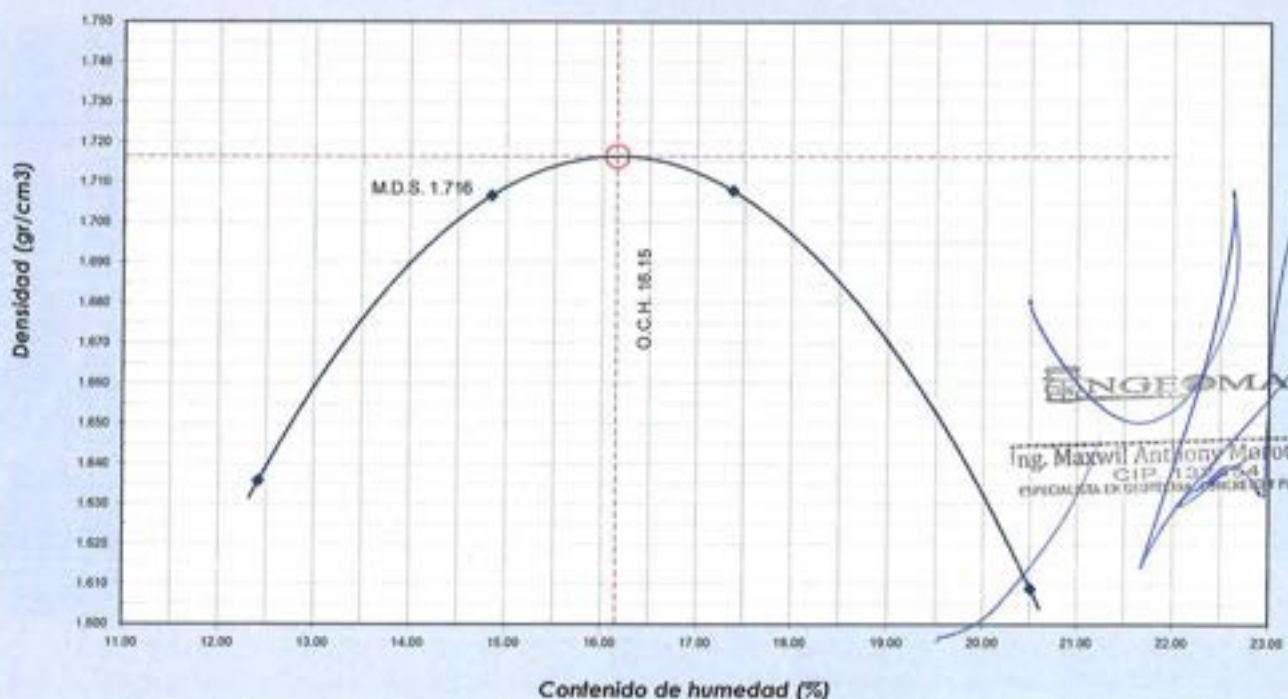
**PROFUND. (m)** : -

**COD. Muestra**: M-SN+CAL-2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5425.00	5539.00	5581.00	5519.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1730.00	1844.00	1886.00	1824.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.839	1.960	2.005	1.939
Recipiente N°		85	90	121	161
Peso del suelo húmedo+tara	gr	263.64	215.14	214.94	217.44
Peso del suelo seco + tara	gr	241.00	194.60	188.00	192.30
Tara	gr	58.70	56.25	32.99	69.72
Peso de agua	gr	22.64	20.54	26.94	25.14
Peso del suelo seco	gr	182.30	138.35	155.01	122.58
Contenido de agua	%	12.4	14.8	17.4	20.5
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.636	1.707	1.708	1.609
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.716</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>16.2</b>

**DENSIDAD SECA VS HUMEDAD**





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CAL (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. :

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	10	66	22
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11828	12458	12198
Peso molde	gr	7598	8440	8441
Peso suelo húmedo compactado	gr	4230	4018	3757
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2119.0	2126.0	2126.9
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.996	1.89	1.766
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	18	36	18
Peso del suelo húmedo + tara	gr	58.00	54.00	54.80
Peso del suelo seco + tara	gr	53.60	50.30	50.82
Peso del recipiente	gr	26.46	27.80	26.46
Peso de agua	gr	4.4	3.7	4.0
Peso del suelo seco	gr	27.1	22.5	24.4
Contenido de agua	%	16.2	16.4	16.3
Contenido de agua promedio			16.3	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.716	1.625	1.518

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 10				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	15:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	15:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	15:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	15:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	15:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 66				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	15:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 22				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	15:00	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		10			66			22			
Penetración (mm)	Carga Estándar (lbv) (lbs/cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	244	12		80	4		41	2		
1.270	0.050	453	23		257	13		68	3		
1.905	0.075	672	33		340	17		135	7		
2.540	0.100	154.32	953	47	29.70	570	28	17.50	242	12	8.62
3.810	0.150		1287	64		848	42		572	28	
5.080	0.200	231.49	1682	84	35.94	1108	55	23.76	630	31	14.95
6.350	0.250		1975	98		1318	65		840	42	
7.620	0.300		2162	107		1488	74		840	43	

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CI: 132454  
INGENIERO EN CIVIL, ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS Y FUNDACIONES



PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

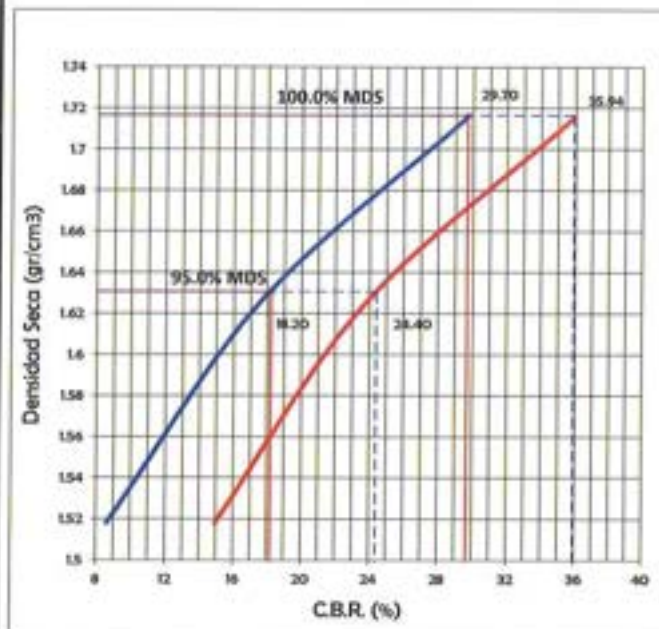
FECHA: Jul-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CAL (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

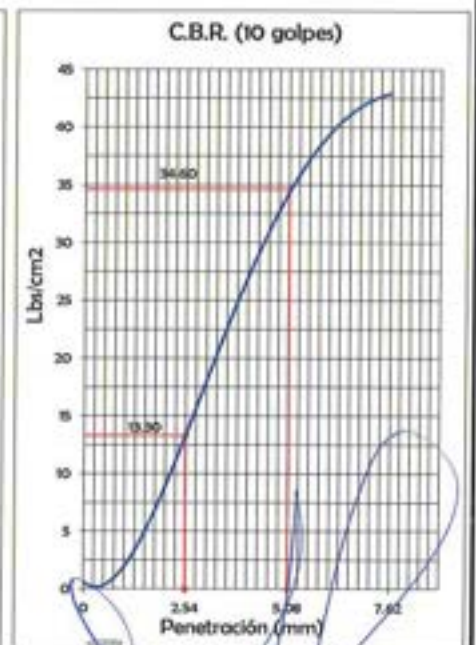
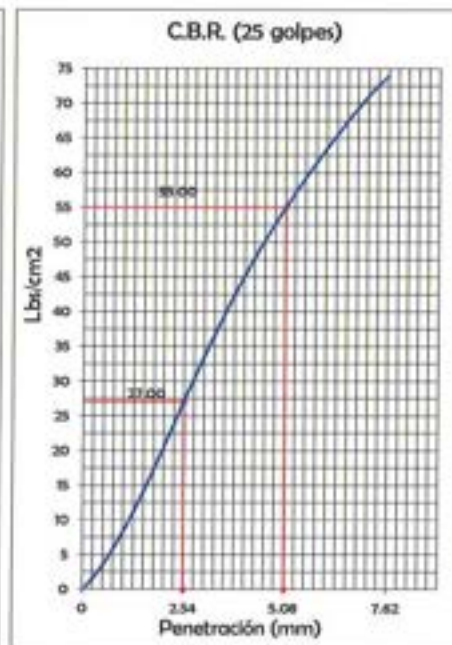
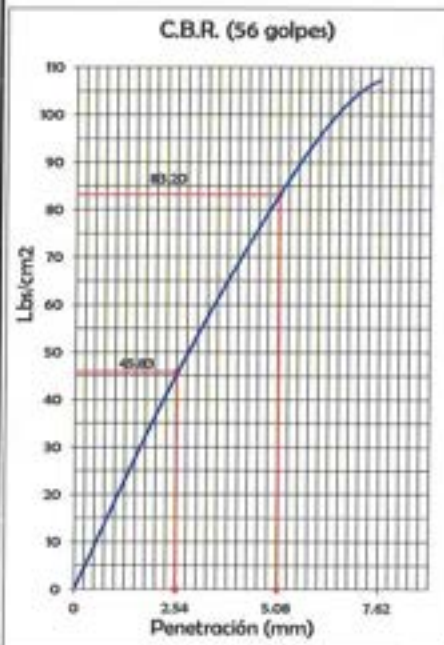
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.716
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.631

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	29.7%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	18.2%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	35.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	24.4%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxwell Anthony Acosta Arias  
CIP: 137454  
"ESPECIALISTA" EN OBRAS DE CARRETERO Y PAVIMENTOS



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - 5G - 101

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**MUESTRA** : SN + 5.0 % CAL (M-3)

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**COD. MUESTRA**: M-SN+CAL-2022

**FECHA**: Jul-22

**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	52	125	76
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	61.81	65.25	67.42
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	59.98	63.30	65.34
MASA DE AGUA	(g)	1.83	1.95	2.08
MASA DEL TARRO	(g)	55.01	57.64	58.92
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.97	5.66	6.42
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.8	34.5	32.4
NUMERO DE GOLPES		15	24	34

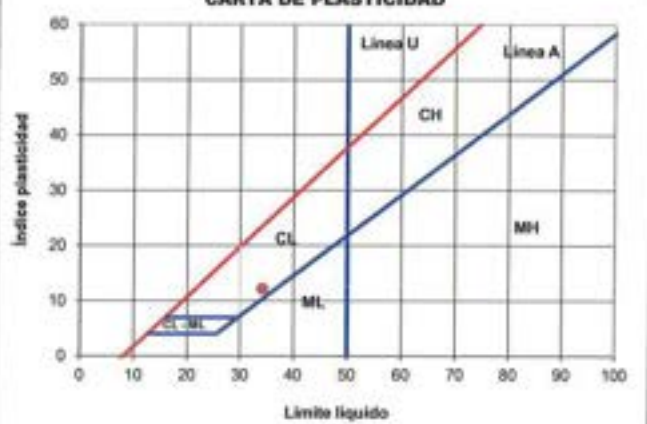
**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	27	40
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	34.19	24.30
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	33.25	23.23
MASA DE AGUA	(g)	0.9	1.1
MASA DEL TARRO	(g)	28.91	18.38
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.3	4.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.7	22.1

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CARTA DE PLASTICIDAD**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**


LIMITE LIQUIDO (%)	34.1
LIMITE PLASTICO (%)	21.9
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.3

**Observaciones:**

.....  
 .....

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP: 312454  
 ESPECIALISTA EN SERVICIOS DE CONTROL Y FIRMADOS

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	<b>F - SG - 110</b>	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
<b>PROYECTO</b>	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, ATACUCHO 2022"		
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS		
<b>UBICACIÓN</b>	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : PASAJE SAN MARTIN	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : SUBRASANTE
<b>MUESTRA</b> : SN + 5.0 % CAL (M-3)	<b>COD. PROYECTO</b> : IGM-PC-0046-2022
<b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO	<b>COD. MUESTRA</b> : M-SN+CAL-2022
<b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>FECHA</b> : Jul-22

LÍMITE DE CONTRACCIÓN			
N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>H</sub> +W <sub>H</sub> )	(g)	57.86	57.78
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>H</sub> +W <sub>S</sub> )	(g)	52.28	52.17
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>C</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>S</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.40	18.11
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>S</sub> )	(g)	34.11	34.00
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	5.58	5.61
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	16.4	16.5
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	16.3	16.4

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)	16.4

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 GIP 13748  
 REGISTRO N° 107746 - CONTADOR Y FARMACIA



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión: 1

Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°: IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 5.0% CAL (M-3)

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

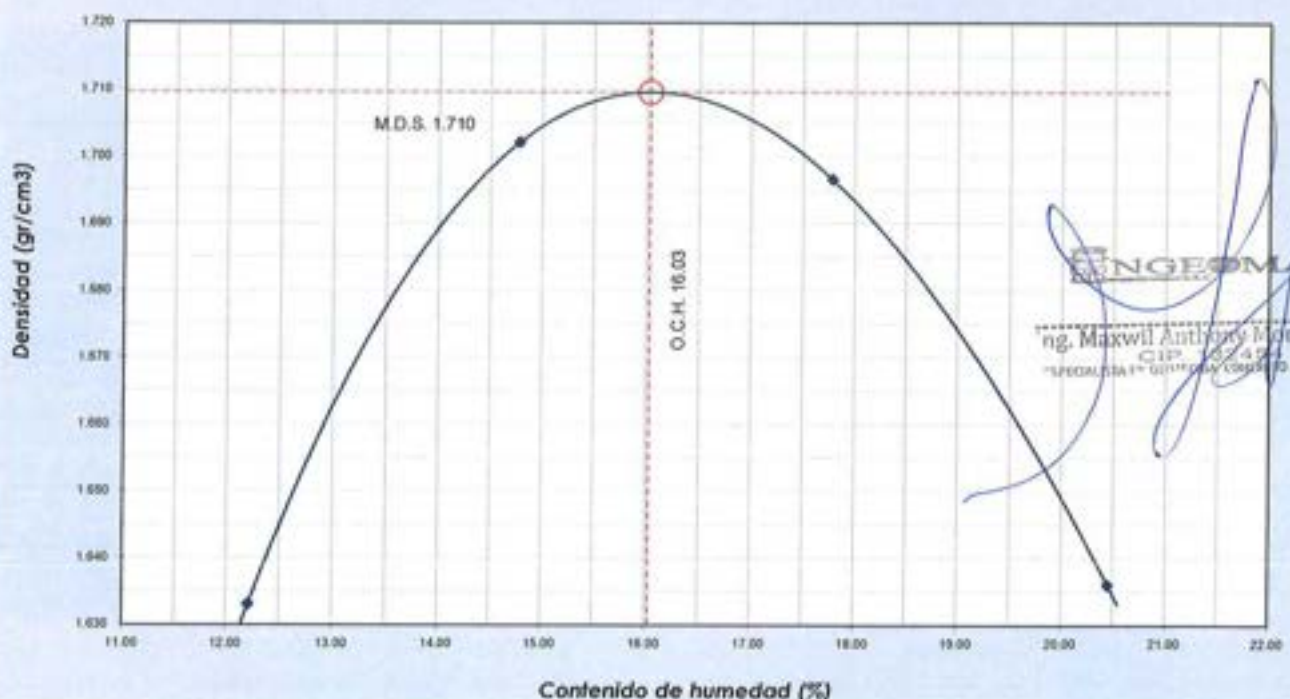
PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5419.00	5533.00	5575.00	5549.00
Peso molde	gr	3695.00	3695.00	3695.00	3695.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1724.00	1838.00	1880.00	1854.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.79	940.79	940.79	940.79
Peso volumétrico húmedo	gr	1.833	1.954	1.998	1.971
Recipiente N°		98	87	118	152
Peso del suelo húmedo+tara	gr	298.10	254.30	236.40	241.10
Peso del suelo seco + tara	gr	272.00	229.00	206.00	212.00
Tara	gr	58.29	57.83	35.04	69.72
Peso de agua	gr	26.10	25.30	30.40	29.10
Peso del suelo seco	gr	213.71	171.17	170.96	142.28
Contenido de agua	%	12.2	14.8	17.8	20.5
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.633	1.702	1.697	1.636
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.710
				Humedad óptima (%)	16.0

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CAL (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	10	52	36
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11840	12452	12200
Peso molde	gr	7598	8440	8440
Peso suelo húmedo compactado	gr	4242	4012	3760
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2119.0	2126.0	2126.0
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.002	1.887	1.769
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	29	18	6
Peso del suelo húmedo + tara	gr	60.60	61.30	59.60
Peso del suelo seco + tara	gr	55.96	56.20	54.90
Peso del recipiente	gr	28.62	26.46	27.43
Peso de agua	gr	4.6	5.1	4.7
Peso del suelo seco	gr	27.3	29.7	27.5
Contenido de agua	%	17.0	17.2	17.1
Contenido de agua promedio			17.1	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.710	1.612	1.511

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 10					EXPANSIÓN MOLDE 52					EXPANSIÓN MOLDE 36				
Fecha	Hora	mm	%		Fecha	Hora	mm	%		Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	15:00	116.00	0.00%		Julio-2022	15:00	117.15	0.00%		Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	116.00	0.00%		Julio-2022	15:00	117.15	0.00%		Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	116.01	0.01%		Julio-2022	15:00	117.15	0.00%		Julio-2022	15:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	15:00	116.01	0.01%		Julio-2022	15:00	117.16	0.01%		Julio-2022	15:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	15:00	116.02	0.02%		Julio-2022	15:00	117.17	0.02%		Julio-2022	15:00	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)											
Molde		10			52			36			
Penetración (mm)	Carga Estándar (pulg) (lbs/cm <sup>2</sup> )	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	232	12		38	2		26	1		
1.270	0.050	441	22		215	11		70	3		
1.905	0.075	684	34		298	15		129	6		
2.540	0.100	154.32	47	29.55	548	27	16.78	244	12	8.55	
3.810	0.150		63		806	40		554	28		
5.080	0.200	231.49	83	35.86	1076	53	22.98	842	32	14.95	
6.350	0.250		99		1306	65		842	42		
7.620	0.300		107		1456	72		842	43		



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 13556  
INGENIERIA DE GEOTECNIA Y FUNDACIONES

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 5.0% CAL (M-3)

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

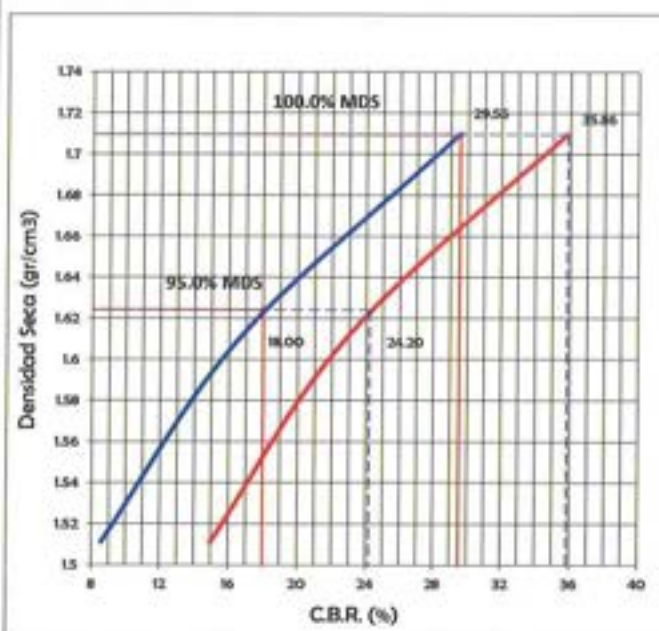
ESTRADO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

PROFUND. : -

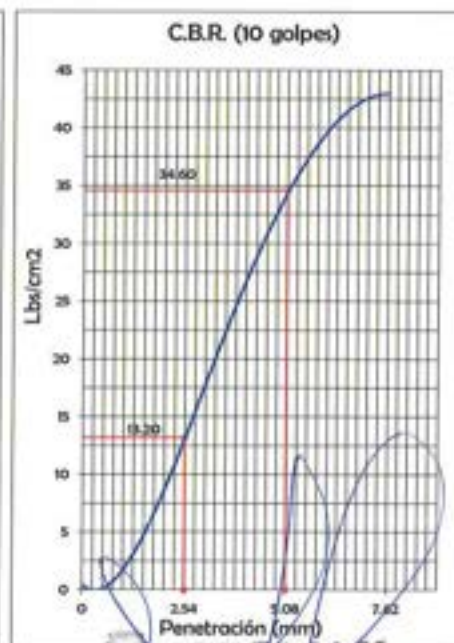
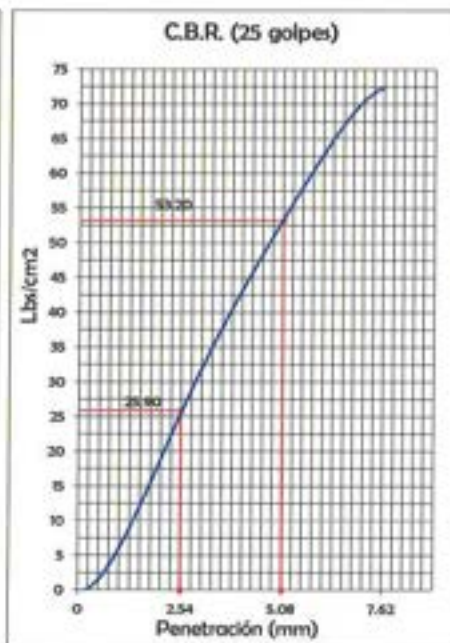
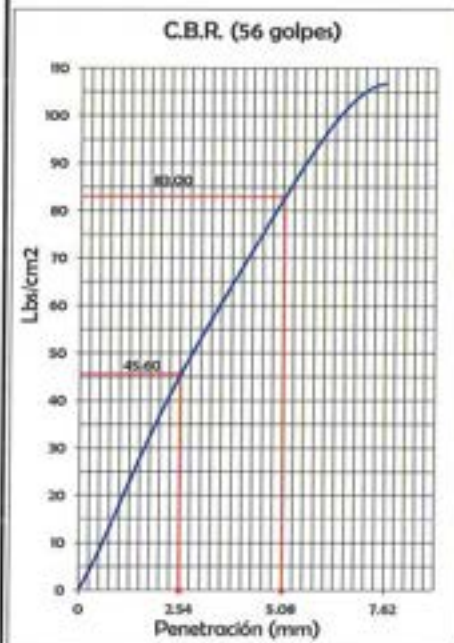
COD. Muestra: M-SN+CAL-2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.710
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.0
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.624

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	29.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	18.0%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	35.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	24.2%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxwell Anthony Torote Arias  
CIP 125214  
ESPECIALISTA EN DISEÑO Y MANEJO DE OBRAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS

**SUELO NATURAL +  
CEMENTO**



**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 102454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 101

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 1.0 % CEMENTO (M-1)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE  
**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022  
**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022  
**FECHA**: Jul-22

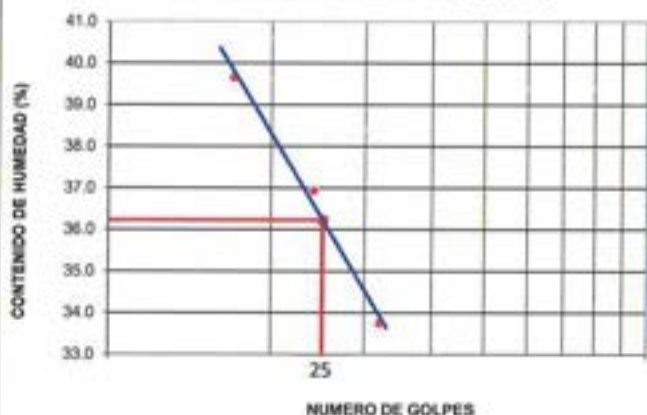
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	13	39	40
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	45.98	42.32	48.70
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	38.00	37.70	41.05
MASA DE AGUA	(g)	7.98	4.62	7.65
MASA DEL TARRO	(g)	17.87	25.19	18.38
MASA DEL SUELO SECO	(g)	20.13	12.51	22.67
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.6	36.9	33.7
NUMERO DE GOLPES		17	24	32

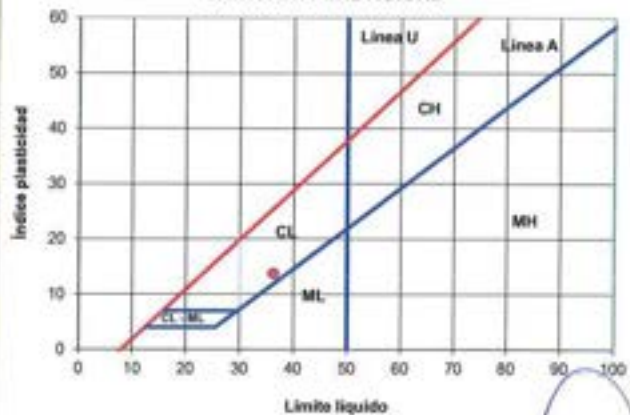
**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	79	80
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	64.30	63.11
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	63.29	62.10
MASA DE AGUA	(g)	1.0	1.0
MASA DEL TARRO	(g)	58.76	57.64
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.5	4.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.3	22.6

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CARTA DE PLASTICIDAD**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	36.2
LIMITE PLASTICO (%)	22.5
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.7

**Observaciones:**

.....  
.....

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 12544  
"INGENIERIA CIVIL" ESPECIALIDAD EN DISEÑO Y PAVIMENTOS







ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión: 1

Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°: IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 1.0% CEMENTO PORTLAND (M-1)

CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5615.00	5739.00	5761.00	5703.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1614.00	1738.00	1760.00	1702.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.708	1.839	1.862	1.801
Recipiente N°		112	117	120	121
Peso del suelo húmedo+tara	gr	240.30	291.42	267.98	237.80
Peso del suelo seco + tara	gr	218.00	258.14	234.56	206.46
Tara	gr	34.47	32.90	35.06	32.99
Peso de agua	gr	22.30	33.28	33.42	31.34
Peso del suelo seco	gr	183.53	225.24	199.50	173.47
Contenido de agua	%	12.2	14.8	16.8	18.1
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.523	1.602	1.595	1.525
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.610
				Humedad óptima (%)	15.7

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : JUL-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CEMENTO PORTLAND (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CÉMENTO+2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	5	8	13
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11712	11109	11108
Peso molde	gr	7756	7371	7615
Peso suelo húmedo compactado	gr	3956	3738	3493
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2123.0	2118.6	2106.3
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.863	1.764	1.658
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	12	19	20
Peso del suelo húmedo + tara	gr	58.98	60.20	57.74
Peso del suelo seco + tara	gr	53.45	54.49	53.30
Peso del recipiente	gr	17.90	18.11	25.27
Peso de agua	gr	5.5	5.7	4.4
Peso del suelo seco	gr	35.6	36.4	28.0
Contenido de agua	%	15.6	15.7	15.8
Contenido de agua promedio			15.7	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.610	1.525	1.433

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 5				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	10:30	116.00	0.00%	
Julio-2022	10:30	116.00	0.00%	
Julio-2022	10:30	116.01	0.01%	
Julio-2022	10:30	116.01	0.01%	
Julio-2022	10:30	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 8				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	10:30	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:30	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:30	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:30	117.16	0.01%	
Julio-2022	10:30	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 13				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	10:30	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:30	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:30	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:30	117.16	0.01%	
Julio-2022	10:30	117.17	0.02%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		5				8			13		
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	114	6		97	5		20	1		
1.270	0.050	199	10		106	5		45	2		
1.905	0.075	397	20		276	14		102	5		
2.540	0.100	554	28	17.56	340	17	11.02	123	6	5.18	
3.810	0.150	821	41		520	26		350	17		
5.080	0.200	1075	53	22.90	740	37	15.81	410	20	9.50	
6.350	0.250	1258	62		908	45		540	27		
7.620	0.300	1374	68		1007	50		586	29		

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 122454  
INGENIERO EN GEOTECNIA, SUELOS Y FUNDACIONES

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS REGISTRO N° IGM-PC-0046-2022

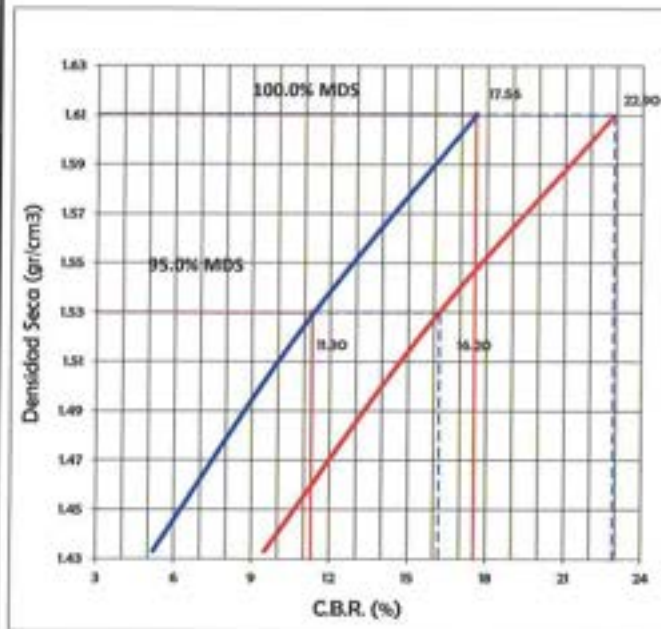
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO FECHA: Jul-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CEMENTO PORTLAND (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

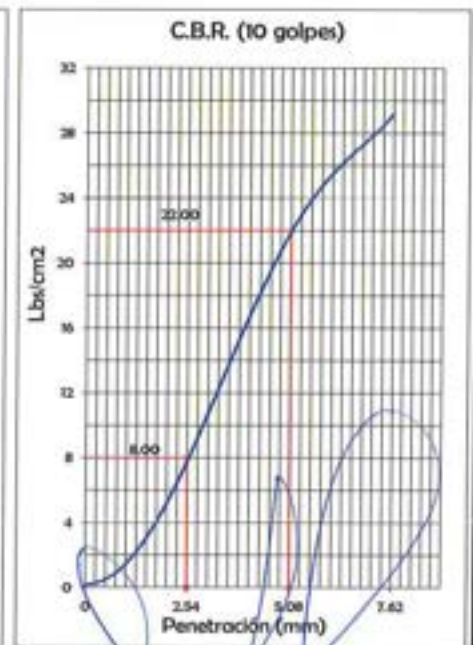
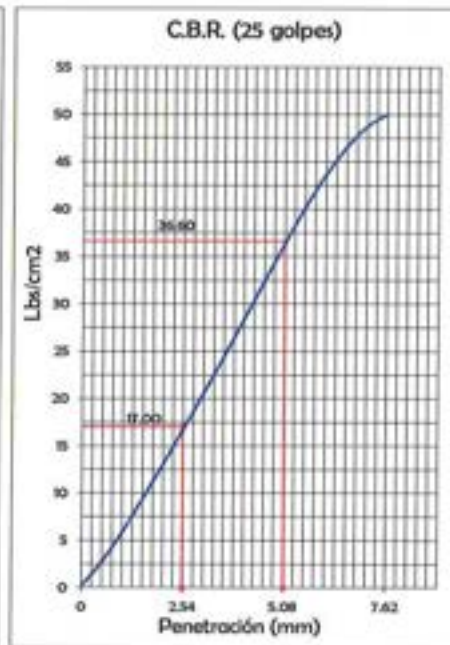
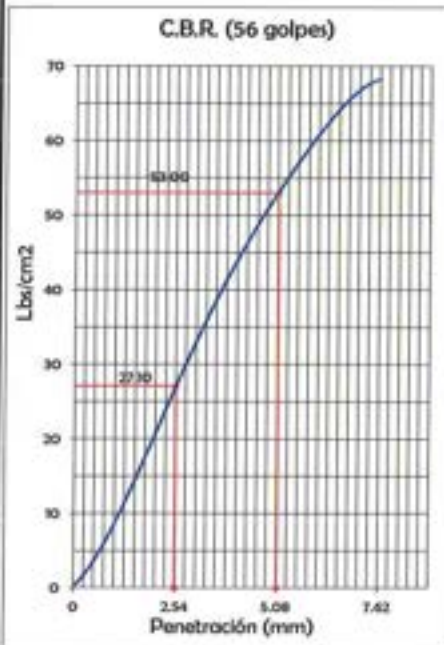
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.610
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.530

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	17.6%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	11.3%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	22.9%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	16.2%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Antonio Morote Arias  
C.I. 112712847





**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
SOLICITANTE	: BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS
UBICACIÓN	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: PASAJE SAN MARTIN	TIPO DE MATERIAL	: SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 1.0 % CEMENTO PORTLAND I (M-2)	COD. PROYECTO	: IGM-PC-0046-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA	: M-SN+CEMENTO-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA	: Jul-22

LÍMITE DE CONTRACCIÓN			
N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>i</sub> +W <sub>h</sub> )	(g)	60.18	60.44
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>i</sub> +W <sub>s</sub> )	(g)	53.85	54.05
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>i</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.97	18.97
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>s</sub> )	(g)	35.68	35.88
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	6.33	6.39
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.7	17.8
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	17.7	17.8

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.7

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 INGEOMAX  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP: 432434  
 PERU/USA 1° Grado en INGENIERIA CIVIL Y FUNDAMENTOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°:

IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA:

Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 1.0% CEMENTO PORTLAND (M-2)

CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

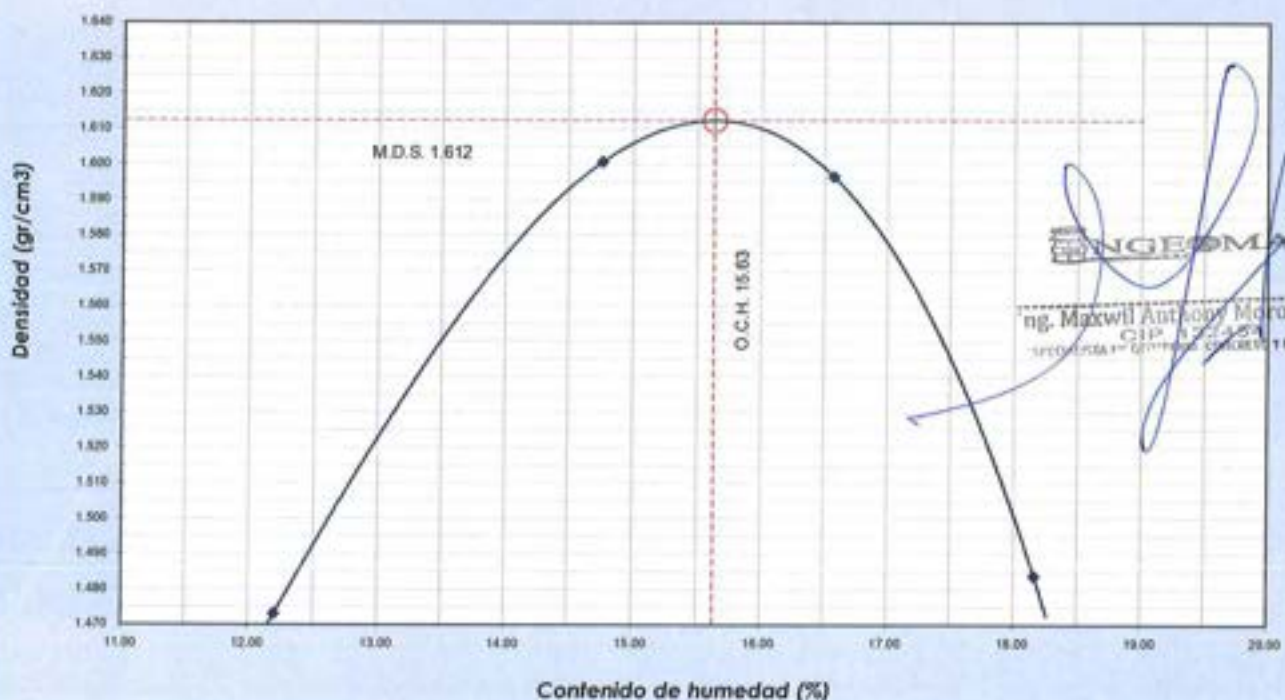
PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5563.20	5737.20	5760.20	5658.20
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1562.20	1736.20	1759.20	1657.20
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.653	1.837	1.861	1.753
Recipiente N°		105	10	11	106
Peso del suelo húmedo+tara	gr	267.66	237.36	240.66	237.06
Peso del suelo seco + tara	gr	242.30	210.40	209.00	205.70
Tara	gr	34.45	27.73	17.98	33.05
Peso de agua	gr	25.36	26.96	31.66	31.36
Peso del suelo seco	gr	207.85	182.67	191.02	172.65
Contenido de agua	%	12.2	14.8	16.6	18.2
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.473	1.601	1.597	1.484
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )				1.612	
Humedad óptima (%)				15.6	

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

**Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CEMENTO PORTLAND (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASIF. (SUCS) : CL  
CLASIF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	3	2	1
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	10615	10688	10470
Peso molde	gr	6668	6998	7011
Peso suelo húmedo compactado	gr	3947	3690	3459
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2116.6	2117.1	2119.4
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.865	1.743	1.632
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	21	10	23
Peso del suelo húmedo + tara	gr	59.70	61.50	63.51
Peso del suelo seco + tara	gr	55.05	56.91	58.65
Peso del recipiente	gr	25.30	27.73	27.87
Peso de agua	gr	4.7	4.6	4.9
Peso del suelo seco	gr	29.8	29.2	30.8
Contenido de agua	%	15.6	15.7	15.8
Contenido de agua promedio			15.7	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.612	1.506	1.410

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 3				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:20	116.00	0.00%	
Julio-2022	11:20	116.00	0.00%	
Julio-2022	11:20	116.01	0.01%	
Julio-2022	11:20	116.01	0.01%	
Julio-2022	11:20	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 2				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:20	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:20	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:20	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:20	117.16	0.01%	
Julio-2022	11:20	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 1				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	11:20	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:20	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:20	117.15	0.00%	
Julio-2022	11:20	117.16	0.01%	
Julio-2022	11:20	117.17	0.02%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)											
Molde		3			2			1			
Penetración (mm)	Carga Estándar (lbs)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	128	6		95	5		20	1		
1.270	0.050	213	11		100	5		45	2		
1.905	0.075	400	20		250	12		102	5		
2.540	0.100	520	26	17.37	290	14	9.72	123	6	5.18	
3.810	0.150	820	41		500	25		380	9		
5.080	0.200	1050	52	22.81	700	35	15.12	470	23	10.80	
6.350	0.250	1250	62		890	44		605	30		
7.620	0.300	1354	67		1000	50		620	31		

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
C.I. 132454  
INGENIERIA DE SISTEMAS, CABLEADO Y PARALELOS



PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

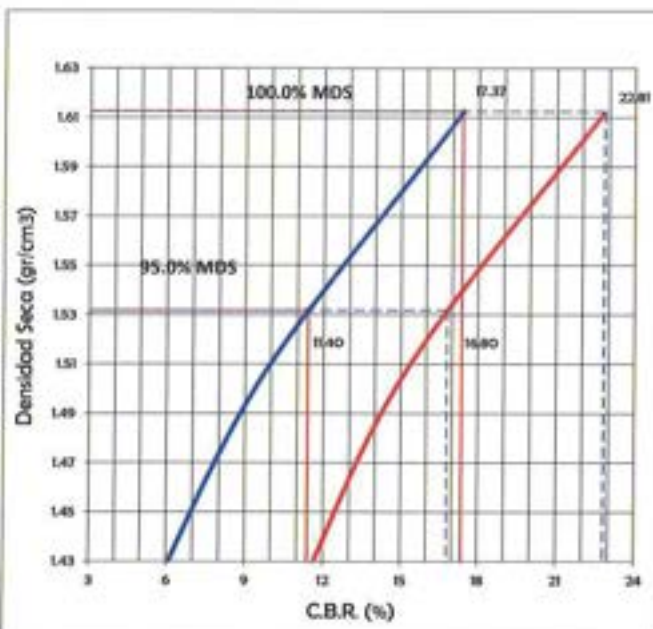
FECHA: JUL-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CEMENTO PORTLAND (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

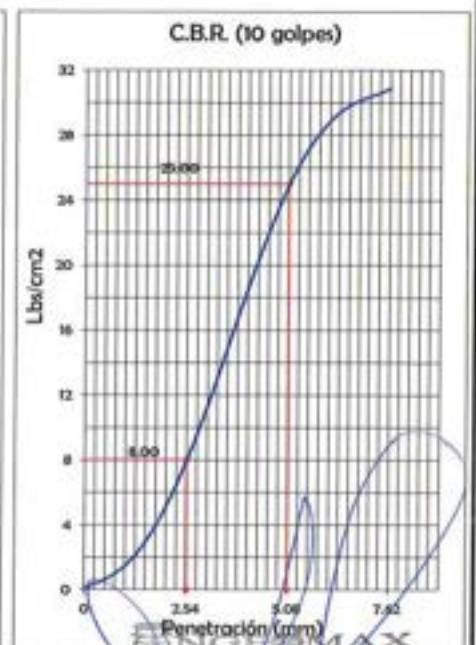
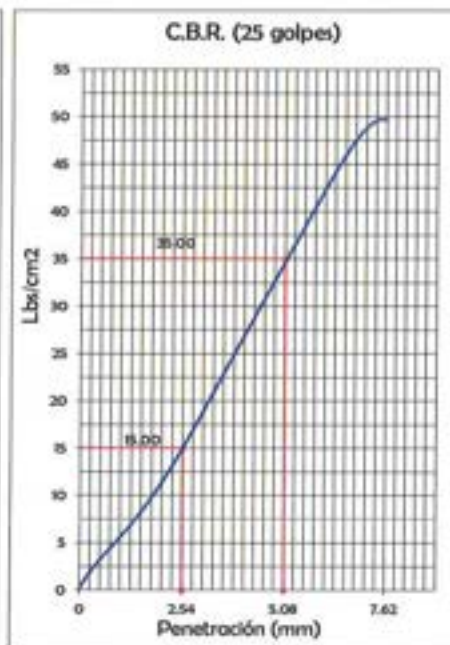
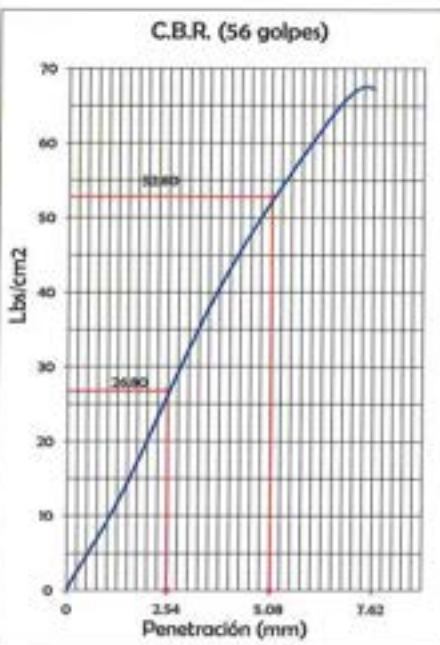
CLASF. (SUICS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.612
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.532

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	17.4%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	11.4%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	22.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	16.8%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
C.P. 132454  
ESPECIALISTA EN CIMENTOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**
**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 1.0 % CEMENTO (M-3)

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022

**PROFUND. (m)** : -

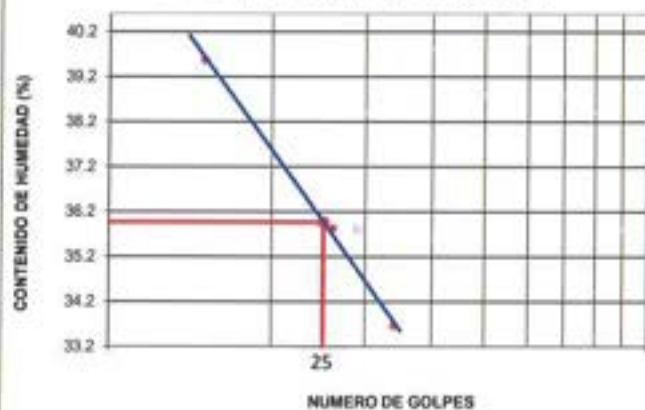
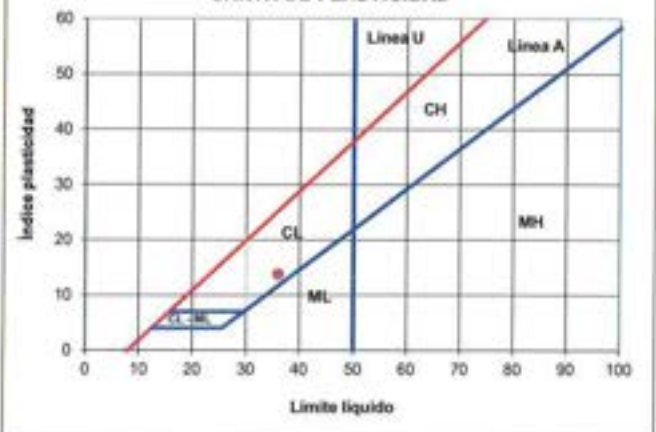
**FECHA**: Jul-22

**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	60	72	73
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	72.79	70.14	74.18
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	67.84	65.73	69.69
MASA DE AGUA	(g)	4.95	4.41	4.69
MASA DEL TARRO	(g)	55.33	53.42	56.35
MASA DEL SUELO SECO	(g)	12.51	12.31	13.34
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.6	35.8	33.7
NUMERO DE GOLPES		15	26	34

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	47	39
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.59	31.61
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	30.42	30.44
MASA DE AGUA	(g)	1.2	1.2
MASA DEL TARRO	(g)	25.10	25.19
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.3	5.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.0	22.4

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**

**CARTA DE PLASTICIDAD**

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	36.0
LIMITE PLASTICO (%)	22.2
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.8

**Observaciones:**



 Ing. Maxwell Andrés Morote Arias  
 CIP: 23454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CEMENTO Y PAVIMENTO



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 1,0 % CEMENTO PORTLAND I (M-3)

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022

**PROFUND. (m)** :-

**FECHA**: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W+WH)	(g)	60.31	60.56
MASA TARRO + SUELO SECO (W+WS)	(g)	53.97	54.13
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (Vc)	(cm3)	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (Vf)	(cm3)	18.97	18.97
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (Ws)	(g)	35.80	35.96
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (Wa)	(g)	6.34	6.43
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.7	17.9
<b>LIMITE DE CONTRACCIÓN (LC)</b>	<b>(%)</b>	<b>17.7</b>	<b>17.8</b>

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

<b>LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)</b>	17.8
----------------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
 .....

Ing. Maxwell Anthony Merote Arias  
 CIP. 13324  
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD Y FARMACIAS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°:

IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA:

Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 1.0% CEMENTO PORTLAND (M-3)

CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

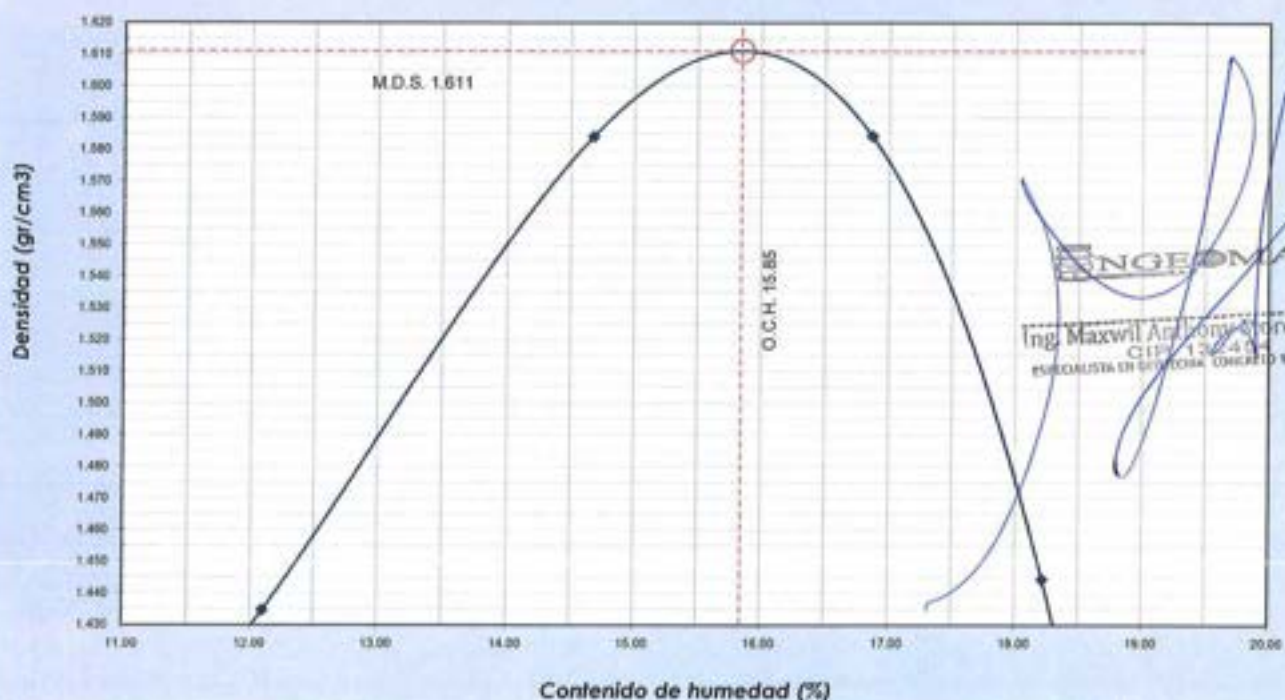
PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5521.00	5718.00	5751.00	5615.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1520.00	1717.00	1750.00	1614.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.608	1.817	1.851	1.708
Recipiente N°		113	108	15	110
Peso del suelo húmedo+tara	gr	245.37	282.87	247.27	240.57
Peso del suelo seco + tara	gr	222.70	251.10	215.30	208.90
Tara	gr	35.31	34.65	25.75	35.05
Peso de agua	gr	22.67	31.77	31.97	31.67
Peso del suelo seco	gr	187.39	216.45	189.55	173.85
Contenido de agua	%	12.1	14.7	16.9	18.2
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.435	1.584	1.584	1.444
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.611
				Humedad óptima (%)	15.8

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CEMENTO PORTLAND (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	15	11	12
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11604	11279	11082
Peso molde	gr	7652	7578	7634
Peso suelo húmedo compactado	gr	3952	3701	3448
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2117.1	2116.4	2110.3
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.867	1.749	1.634
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	2	8	14
Peso del suelo húmedo + tara	gr	57.21	60.40	64.60
Peso del suelo seco + tara	gr	51.82	54.52	59.60
Peso del recipiente	gr	17.68	18.06	27.90
Peso de agua	gr	5.4	5.9	5.0
Peso del suelo seco	gr	34.1	36.5	31.7
Contenido de agua	%	15.8	16.1	15.8
Contenido de agua promedio			15.9	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.611	1.509	1.410

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 15				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	10:10	116.00	0.00%	
Julio-2022	10:10	116.00	0.00%	
Julio-2022	10:10	116.01	0.01%	
Julio-2022	10:10	116.01	0.01%	
Julio-2022	10:10	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 11				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	10:10	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:10	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:10	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:10	117.16	0.01%	
Julio-2022	10:10	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 12				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	10:10	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:10	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:10	117.15	0.00%	
Julio-2022	10:10	117.16	0.01%	
Julio-2022	10:10	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)											
Molde		15			11			12			
Penetración	Carga Estándar	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	Carga	Presión	CBR corregido	
mm	(kg)	(lbs)	(lbs/cm <sup>2</sup> )	(%)	(lbs)	(lbs/cm <sup>2</sup> )	(%)	(lbs)	(lbs/cm <sup>2</sup> )	(%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	155	8		46	2		16	1		
1.270	0.050	216	11		83	4		26	1		
1.905	0.075	426	21		203	10		78	4		
2.540	0.100	520	26	17.50	310	15	9.78	109	5		
3.810	0.150	871	43		546	27		402	20		
5.080	0.200	231.49	1086	54	23.33	766	38	16.42	482	24	
6.350	0.250		1275	63		930	46		639	32	
7.620	0.300		1469	73		1060	53		649	32	

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Aría  
CIP: 192124  
"ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CALIDAD Y MANTENIMIENTO"

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HIJAMÁN ROJAS

REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

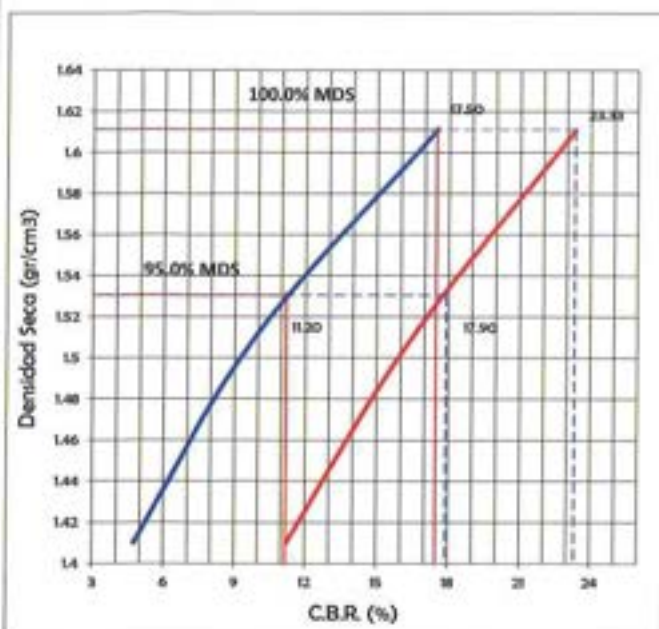
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 1.0% CEMENTO PORTLAND (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

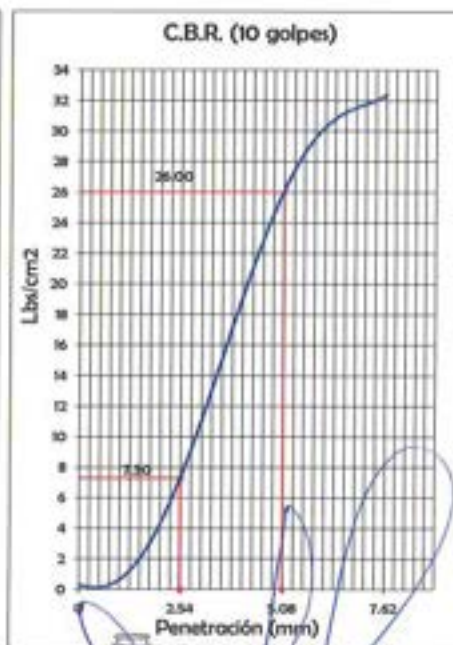
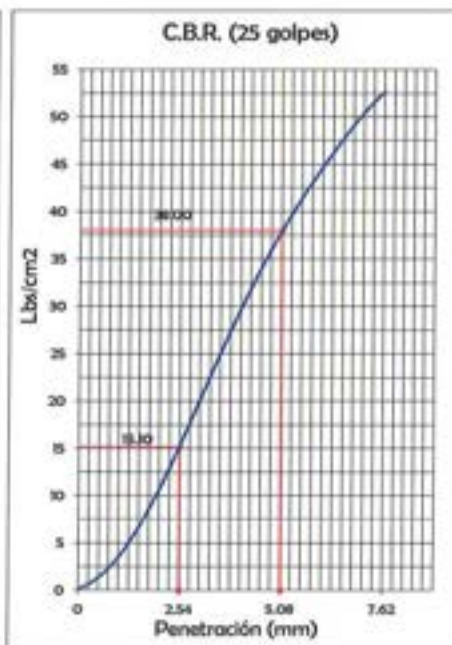
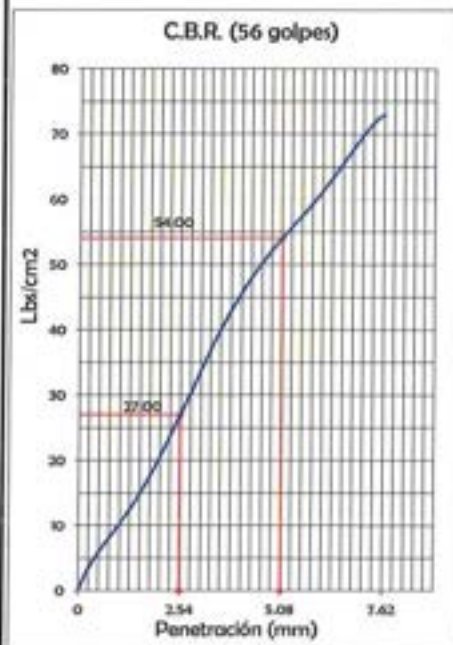
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (14)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.611
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.8
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.531

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	17.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	11.2%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	23.3%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	17.9%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 132124  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, SUELOS Y FUNDACIONES



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - 5G - 101

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**MUESTRA** : SN + 3.0 % CEMENTO (M-1)

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022

**FECHA**: Jul-22

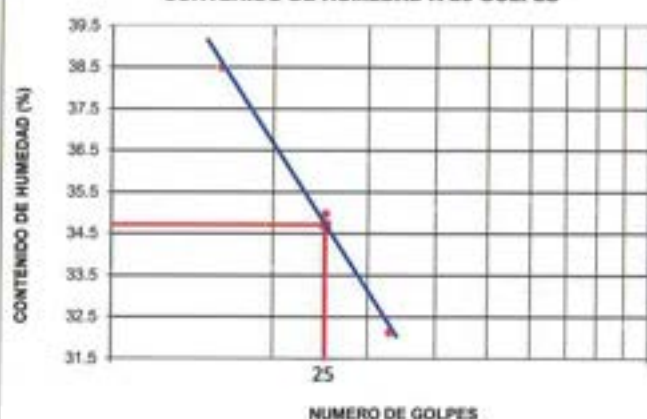
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	62	68	43
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	76.89	75.78	78.90
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	70.20	70.04	64.50
MASA DE AGUA	(g)	6.69	5.74	14.40
MASA DEL TARRO	(g)	52.82	53.63	19.68
MASA DEL SUELO SECO	(g)	17.38	16.41	44.82
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.5	35.0	32.1
NUMERO DE GOLPES		16	25	33

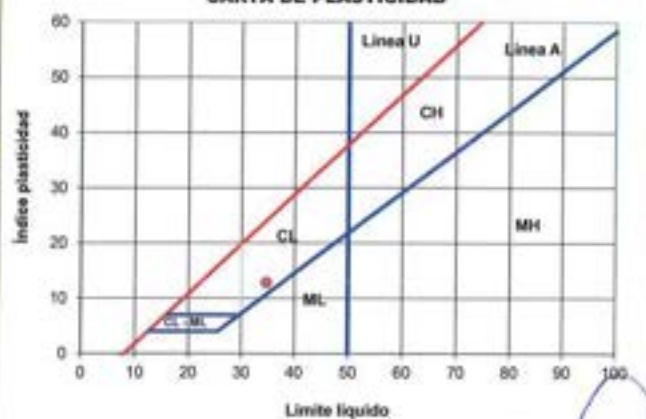
**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	9	20
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.60	31.05
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	32.52	30.02
MASA DE AGUA	(g)	1.1	1.0
MASA DEL TARRO	(g)	27.59	25.27
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.9	4.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.9	21.7

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CARTA DE PLASTICIDAD**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	34.7
LIMITE PLASTICO (%)	21.8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.9

**Observaciones:**

.....  
 .....



Ing. Maxwell Antón Sorote Arias  
 CIP 22254  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CIMENTOS Y PAVIMENTOS



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - 3G - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 3.0 % CEMENTO PORTLAND I (M-1)

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022

**PROFUND. (m)** : -

**FECHA**: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W+WW)	(g)	60.09	60.34
MASA TARRO + SUELO SECO (W+WS)	(g)	53.85	54.07
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (Vc)	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (Vt)	(cm <sup>3</sup> )	19.02	19.05
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (WS)	(g)	35.68	35.90
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (WA)	(g)	6.24	6.28
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.5	17.5
<b>LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)</b>	<b>(%)</b>	<b>17.5</b>	<b>17.4</b>

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.5
---------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
.....

**ENGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Mosote Aría  
CIP 125434  
INGENIERO EN GEOTECNIA, CONSULTOR Y PERITAJE



**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**REGISTRO N°** : IGM-PC-0046-2022

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

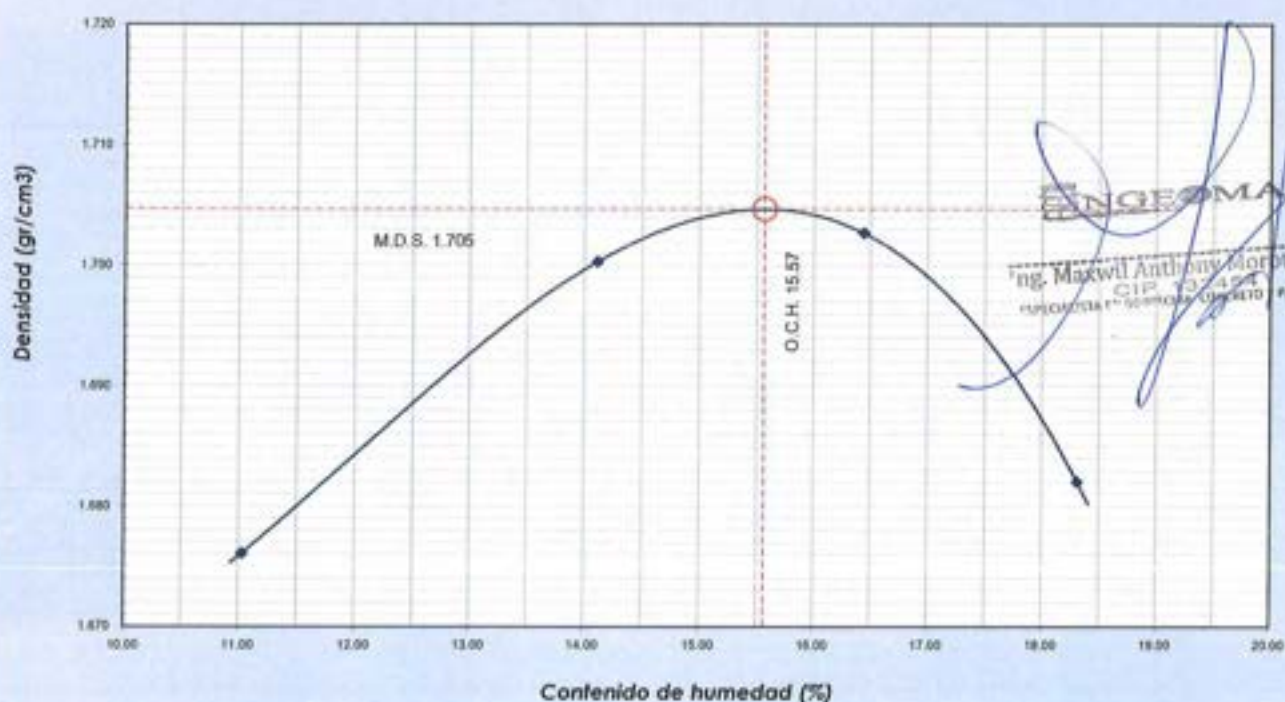
**FECHA** : Jul-22

**I. Datos Generales**
**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 3.0% CEMENTO PORTLAND (M-1)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-SN+CEMENTO+2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5760.00	5835.00	5875.00	5882.00
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1759.00	1834.00	1874.00	1881.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.861	1.940	1.983	1.990
Recipiente N°		107	115	105	109
Peso del suelo húmedo+tara	gr	260.30	229.39	286.07	212.36
Peso del suelo seco + tara	gr	238.00	205.39	250.54	184.54
Tara	gr	35.84	35.37	34.45	32.61
Peso de agua	gr	22.30	24.00	35.53	27.82
Peso del suelo seco	gr	202.16	170.02	216.09	151.93
Contenido de agua	%	11.0	14.1	16.4	18.3
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.676	1.700	1.703	1.682
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.705</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>15.6</b>

**DENSIDAD SECA VS HUMEDAD**




RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CEMENTO PORTLAND (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	7	17	19
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11152	12505	12015
Peso molde	gr	6967	8491	8270
Peso suelo húmedo compactado	gr	4185	4014	3745
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2122.9	2136.5	2120.7
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.971	1.879	1.766
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	33	17	11
Peso del suelo húmedo + tara	gr	63.60	65.74	69.63
Peso del suelo seco + tara	gr	58.78	59.30	62.65
Peso del recipiente	gr	27.86	18.09	17.98
Peso de agua	gr	4.8	6.4	7.0
Peso del suelo seco	gr	30.9	41.2	44.7
Contenido de agua	%	15.6	15.6	15.6
Contenido de agua promedio			15.6	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.705	1.625	1.527

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 7					EXPANSIÓN MOLDE 17					EXPANSIÓN MOLDE 19				
Fecha	Hora	mm	%		Fecha	Hora	mm	%		Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	14:00	116.00	0.00%		Julio-2022	14:00	117.15	0.00%		Julio-2022	14:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	14:00	116.00	0.00%		Julio-2022	14:00	117.15	0.00%		Julio-2022	14:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	14:00	116.01	0.01%		Julio-2022	14:00	117.15	0.00%		Julio-2022	14:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	14:00	116.01	0.01%		Julio-2022	14:00	117.16	0.01%		Julio-2022	14:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	14:00	116.02	0.02%		Julio-2022	14:00	117.17	0.02%		Julio-2022	14:00	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)										
Molde		7			17			19		
Penetración (mm)	Carga estándar (pulg) lbs/cm <sup>2</sup>	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025	119	6		131	7		87	4	
1.270	0.050	430	21		316	16		153	8	
1.905	0.075	1003	50		602	30		317	16	
2.540	0.100	154.32	1647	82	50.54	1010	50	30.59	539	27
3.810	0.150		2304	114		1525	76		838	42
5.080	0.200	231.49	2863	142	61.34	1989	99	42.34	1183	59
6.350	0.250		3154	157		2273	113		1442	72
7.620	0.300		3368	167		2493	124		1662	83



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 32294

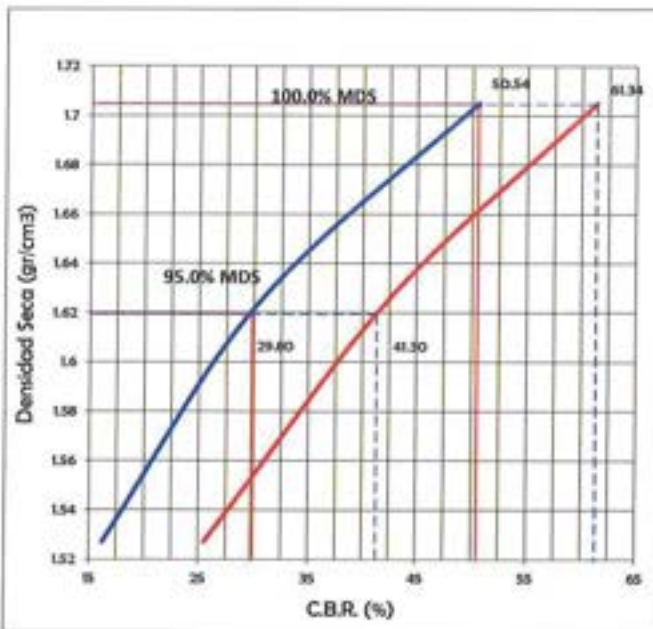
**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"  
**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
**REGISTRO N°** : IGM-PC-0046-2022  
**FECHA** : Jul-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : 5N + 3.0% CEMENTO PORTLAND (M-1)  
**ESTRADO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND.** :

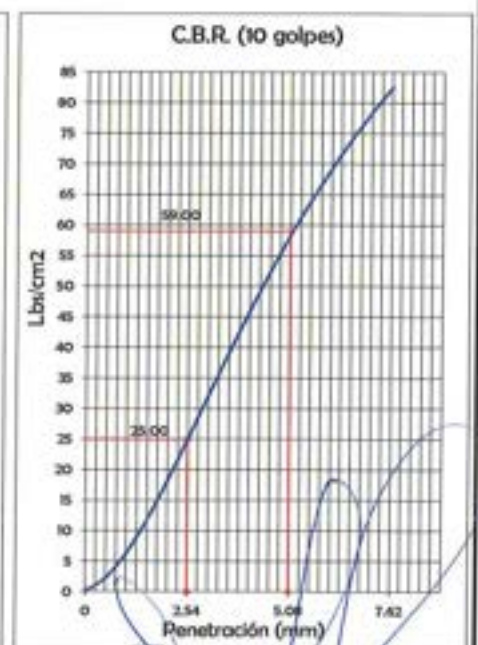
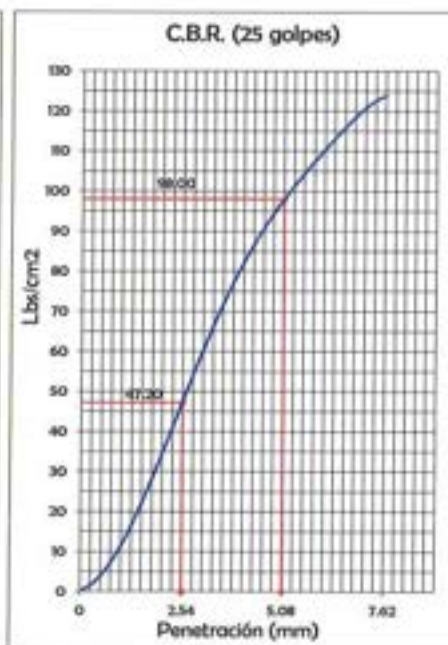
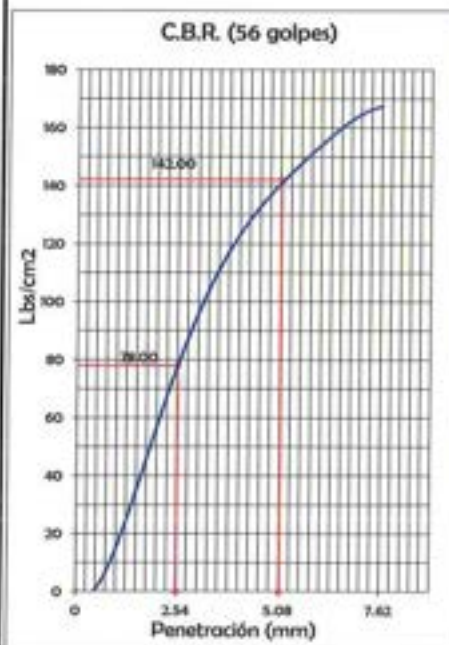
**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-5N+CEMENTO+2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.705
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.619

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	50.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	29.8%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	61.3%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	41.3%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP: 12548  
INGENIERO EN GEOTECNIA, LABORIO Y PASAJES

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**
**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 3.0 % CEMENTO (M-2)

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022

**PROFUND. (m)** : -

**FECHA**: Jul-22

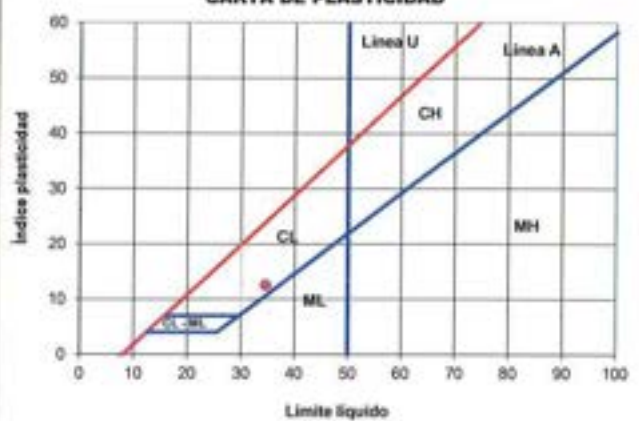
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	65	67	85
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	67.35	64.93	70.74
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	64.09	62.03	67.75
MASA DE AGUA	(g)	3.26	2.91	2.99
MASA DEL TARRO	(g)	55.27	53.53	58.70
MASA DEL SUELO SECO	(g)	8.82	8.49	9.05
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.0	34.2	33.0
NUMERO DE GOLPES		14	27	35

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	40	1
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.20	29.15
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	23.14	28.18
MASA DE AGUA	(g)	1.0	1.0
MASA DEL TARRO	(g)	18.38	23.77
MASA DEL SUELO SECO	(g)	4.8	4.4
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.8	22.0

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**

**CARTA DE PLASTICIDAD**

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	34.5
LIMITE PLASTICO (%)	21.9
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.6

**Observaciones:**

.....  
.....

 Ing. Maxwell Antonio Morote Arias  
 CIP: 132454  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - 1G - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 3.0 % CEMENTO PORTLAND I (M-2)

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022

**PROFUND. (m)** : -

**FECHA**: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W+W <sub>W</sub> )	(g)	59.99	60.34
MASA TARRO + SUELO SECO (W+W <sub>S</sub> )	(g)	53.80	54.13
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>C</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>T</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	19.12	19.15
MASA SECA DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>S</sub> )	(g)	35.63	35.96
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	6.19	6.21
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.4	17.3
<b>LIMITE DE CONTRACCIÓN (LC)</b>	<b>(%)</b>	<b>17.3</b>	<b>17.2</b>

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

<b>LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)</b>	17.3
----------------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
.....



Ing. Maxwell Anthony Merote Arias  
C.I. 10249  
"ESPECIALISTA EN DISEÑO Y CONCRETO Y PAVIMENTOS"



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°:

IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA:

Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 3.0% CEMENTO PORTLAND (M-2)

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5756.40	5844.40	5863.40	5821.40
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1755.40	1843.40	1862.40	1820.40
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.857	1.950	1.970	1.926
Recipiente N°		116	112	116	122
Peso del suelo húmedo+tara	gr	217.34	279.61	286.66	250.02
Peso del suelo seco + tara	gr	195.00	247.67	251.67	217.60
Tara	gr	34.31	34.47	34.31	34.03
Peso de agua	gr	22.34	31.94	34.99	32.42
Peso del suelo seco	gr	160.69	213.20	217.36	183.57
Contenido de agua	%	13.9	15.0	16.1	17.7
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.630	1.696	1.697	1.637
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )					1.703
Humedad óptima (%)					15.5

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión:

1

Fecha:

2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°

IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA:

Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CEMENTO PORTLAND (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASE. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	13	14	4
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11754	11516	11520
Peso molde	gr	7615	7600	7848
Peso suelo húmedo compactado	gr	4139	3916	3672
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2106.3	2112.7	2113.1
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.965	1.854	1.738
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	40	39	17
Peso del suelo húmedo + tara	gr	68.60	67.90	65.66
Peso del suelo seco + tara	gr	61.86	62.28	59.30
Peso del recipiente	gr	18.38	25.19	18.09
Peso de agua	gr	6.7	5.6	6.4
Peso del suelo seco	gr	43.5	37.1	41.2
Contenido de agua	%	15.5	15.2	15.4
Contenido de agua promedio			15.4	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.703	1.607	1.507

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 13				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	17:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 14				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	17:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 4				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	17:00	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		13			14			4			
Penetración (mm)	Carga Estándar (lbul)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	265	13		120	6		70	3		
1.270	0.050	562	28		316	16		207	10		
1.905	0.075	1213	60		616	31		276	14		
2.540	0.100	154.32	1662	83	50.74	857	43	27.80	422	21	14.90
3.810	0.150		2182	108		1400	70		921	46	
5.080	0.200	231.49	2916	145	61.78	1846	92	39.74	1142	57	25.92
6.350	0.250		3396	169		2216	110		1486	74	
7.620	0.300		3616	180		2462	122		623	81	



Ing. Maxwell Anthony Zavate Arias  
CIP. 13242  
ESPECIALISTA EN SOPORTE DE CALIFORNIA Y PENETRACION

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

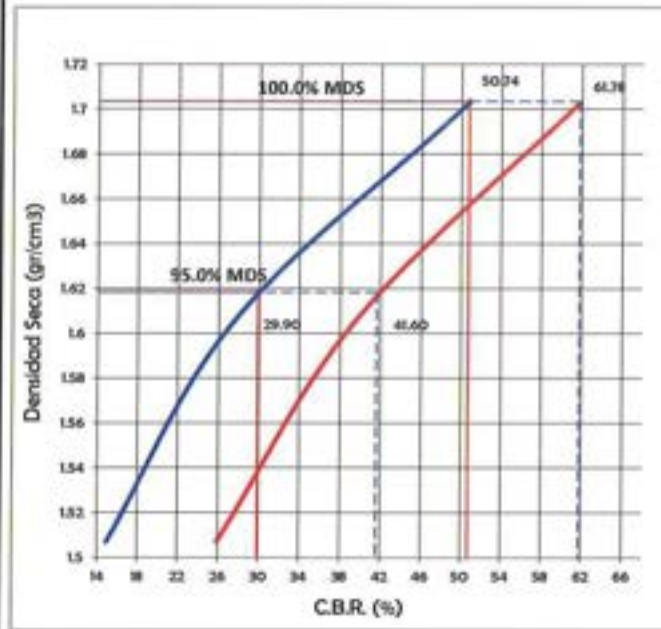
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CEMENTO PORTLAND (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

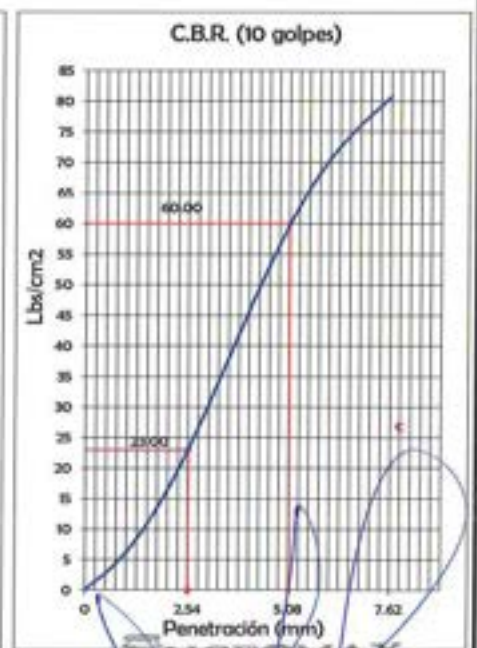
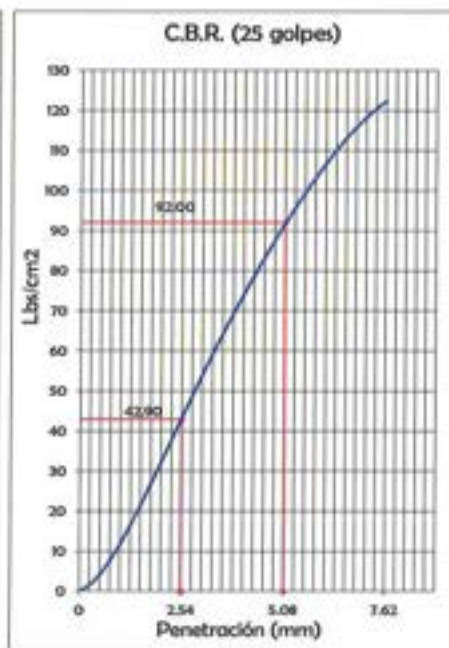
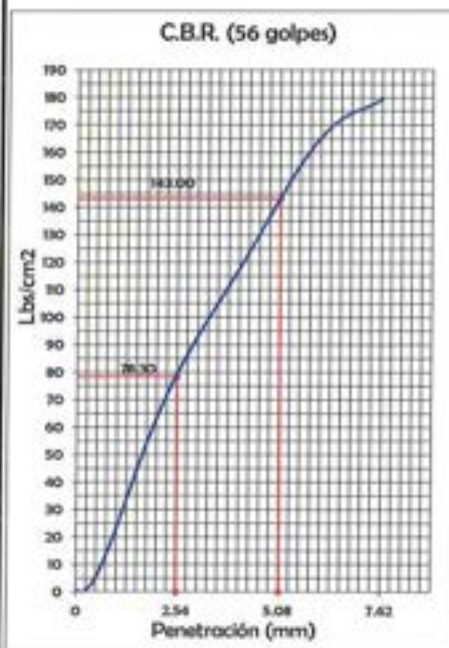
CLASF. (SUICS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.703
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.618

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	50.7%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	29.9%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	61.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	41.6%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxenti Anthony Morote Arla  
CIP: 124354



**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 3.0 % CEMENTO (M-3)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE  
**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022  
**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022  
**FECHA**: Jul-22

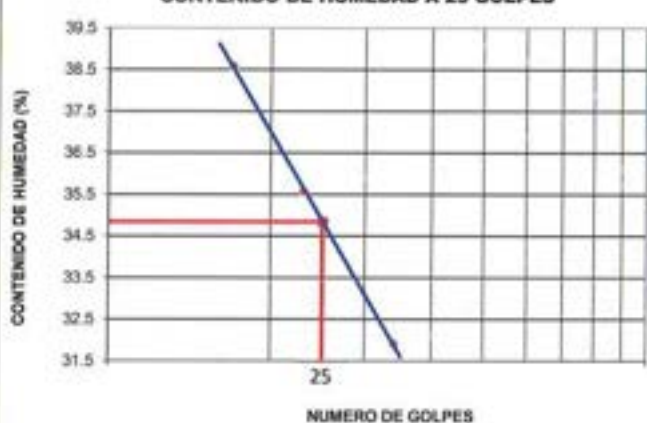
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	77	123	64
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	75.41	76.20	74.38
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	70.14	71.58	70.19
MASA DE AGUA	(g)	5.27	4.62	4.19
MASA DEL TARRO	(g)	56.48	58.59	57.06
MASA DEL SUELO SECO	(g)	13.66	12.99	13.13
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.6	35.6	31.9
NUMERO DE GOLPES		17	23	34

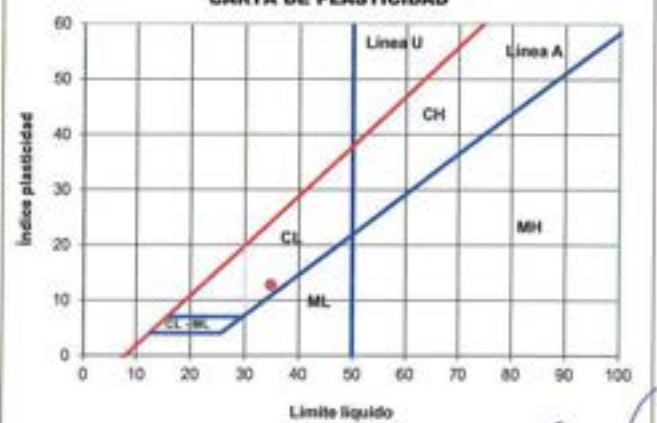
**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	18	4
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	32.75	24.68
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	31.62	23.51
MASA DE AGUA	(g)	1.1	1.2
MASA DEL TARRO	(g)	26.46	18.22
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.2	5.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.9	22.1

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CARTA DE PLASTICIDAD**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	34.8
LIMITE PLASTICO (%)	22.0
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.8

**Observaciones:**

.....  
 .....



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 3.0 % CEMENTO PORTLAND I (M-3)

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022

**PROFUND. (m)** :-

**FECHA**: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>h</sub> +W <sub>sp</sub> )	(g)	60.19	60.54
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>h</sub> +W <sub>st</sub> )	(g)	53.95	54.27
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>c</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.98	19.01
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>S</sub> )	(g)	35.78	36.10
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	6.24	6.27
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.4	17.4
<b>LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)</b>	<b>(%)</b>	<b>17.4</b>	<b>17.3</b>

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

<b>LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)</b>	17.4
----------------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
.....



Ing. Maxwell Anthony Crote Arias  
CIP: 35494

INGENIERÍA DE CONSULTA Y CONTROL DE CALIDAD Y MATERIALES



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión: 1

Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°: IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

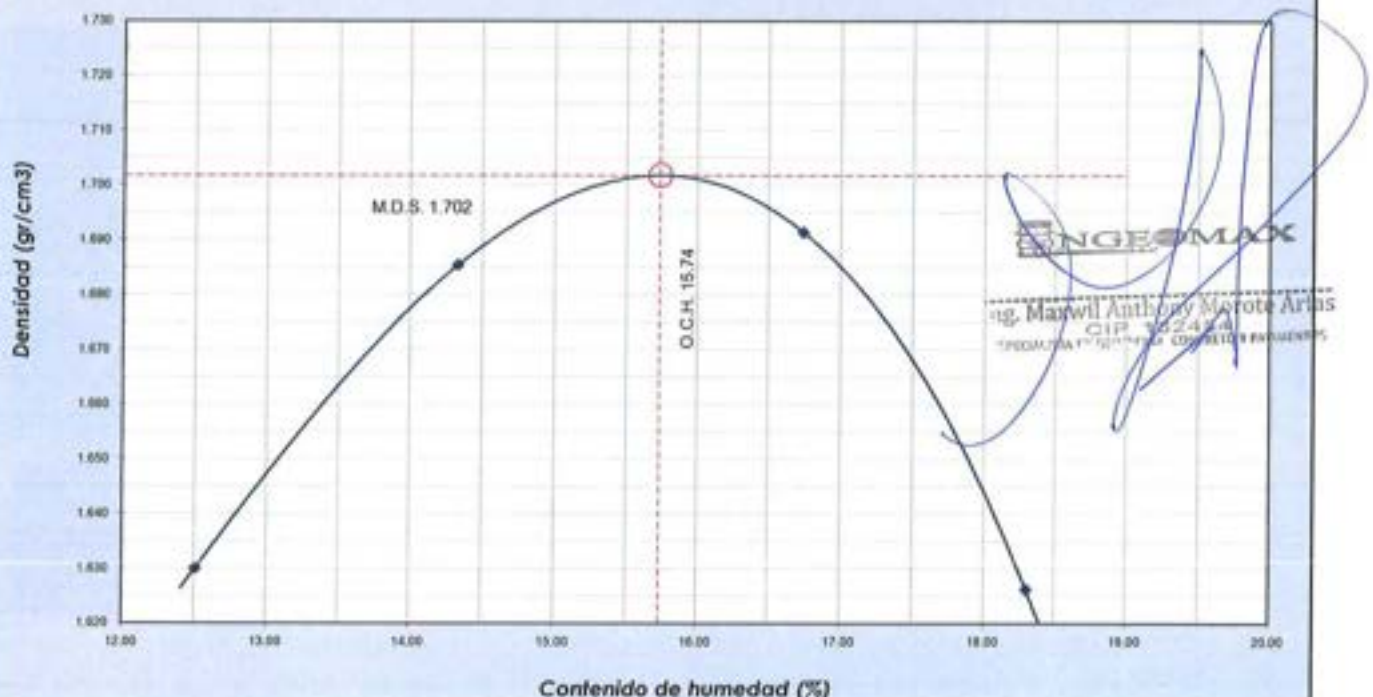
PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CEMENTO PORTLAND (M-3)  
ESTRATO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. (m) : -

CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5734.40	5822.40	5867.40	5819.40
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1733.40	1821.40	1866.40	1818.40
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.834	1.927	1.975	1.924
Recipiente N°		48	22	32	41
Peso del suelo húmedo+tara	gr	229.54	281.14	286.14	259.34
Peso del suelo seco + tara	gr	206.00	249.30	249.00	222.00
Tara	gr	17.83	27.17	27.18	18.00
Peso de agua	gr	23.54	31.84	37.14	37.34
Peso del suelo seco	gr	188.17	222.13	221.82	204.00
Contenido de agua	%	12.5	14.3	16.7	18.3
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.630	1.685	1.691	1.626
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.702
				Humedad óptima (%)	15.7

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MIT E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : JUL-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 3.0% CEMENTO PORTLAND (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASIF. (SUCS) : CL  
CLASIF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	14	33	48
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	11760	12396	12160
Peso molde	gr	7600	8440	8440
Peso suelo húmedo compactado	gr	4160	3956	3720
Volumen del molde	cm³	2112.7	2126.0	2126.0
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.969	1.861	1.75

HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	56	48	33
Peso del suelo húmedo + tara	gr	67.50	65.60	62.90
Peso del suelo seco + tara	gr	64.86	59.10	58.16
Peso del recipiente	gr	48.09	17.83	27.86
Peso de agua	gr	2.6	6.5	4.7
Peso del suelo seco	gr	16.8	41.3	30.3
Contenido de agua	%	15.7	15.8	15.6
Contenido de agua promedio			15.7	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.702	1.608	1.512

EXPANSIÓN

EXPANSIÓN MOLDE 14				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	17:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 33				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	17:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 48				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	17:00	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		14			33			48			
Penetración (mm)	Carga fabricada (lb/cm²)	Carga (lb)	Presión (lb/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm²)	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	259	13		129	6		40	2		
1.270	0.050	506	25		325	16		165	8		
1.905	0.075	1207	60		625	31		234	12		
2.540	0.100	154.32	1598	79	50.61	866	43	28.19	380	19	18.61
3.810	0.150		2216	110		1436	71		891	44	
5.080	0.200	231.49	2915	145	62.21	1882	93	40.43	1126	56	25.49
6.350	0.250		3526	175		2252	112		1462	73	
7.620	0.300		3869	192		2498	124		1593	79	

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP: 05789  
"INGENIERIA EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES"

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

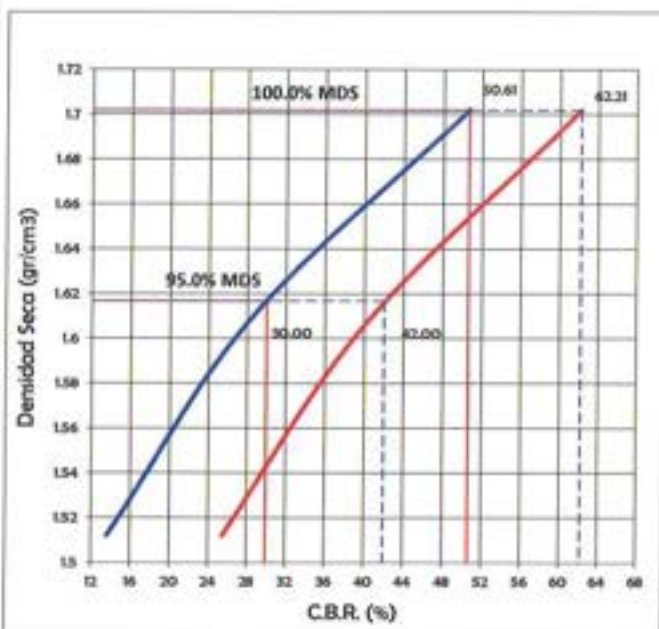
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : 5N + 3.0% CEMENTO PORTLAND (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

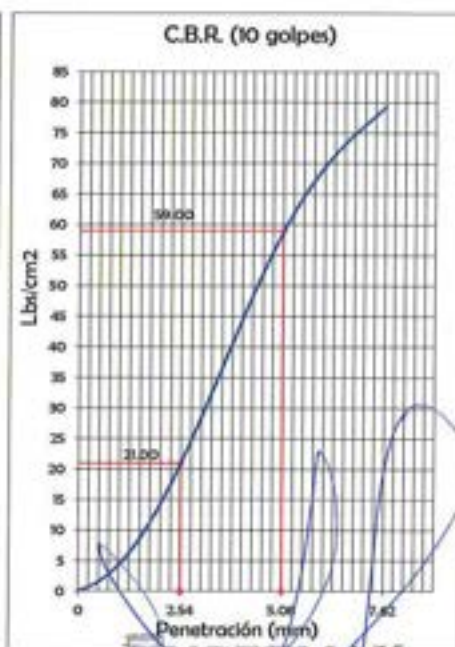
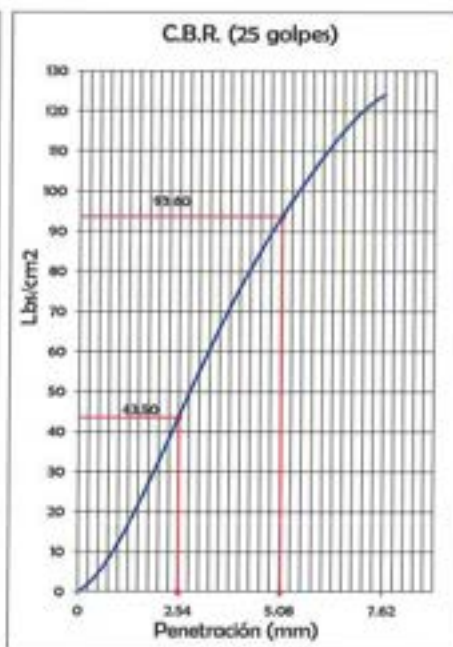
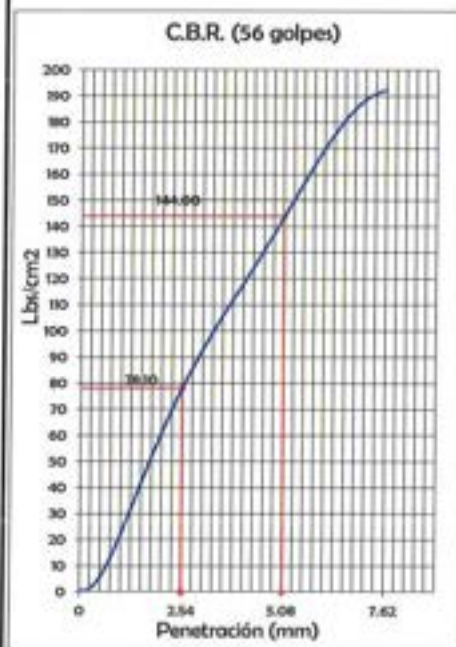
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-5N+CEMENTO+2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.702
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.7
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.617

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	50.6%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	30.0%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	62.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	42.0%
Expansion (%)	0.02%



Ing. Maxwell Antonio Andrade Arias  
CIP 12225-6  
REGISTRO PROFESIONAL

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL:** SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 5.0 % CEMENTO (M-1)

**COD. PROYECTO:** IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA:** M-SN+CEMENTO-2022

**PROFUND. (m)** : -

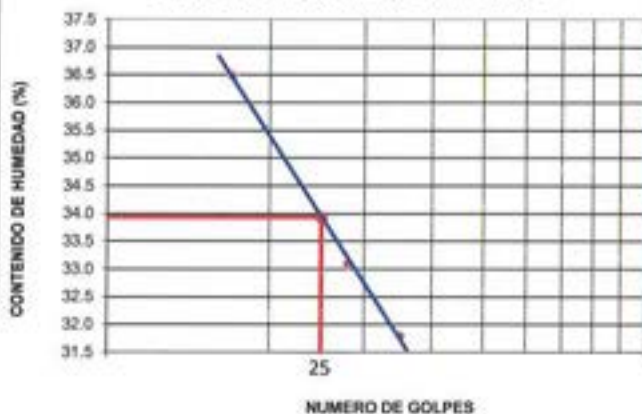
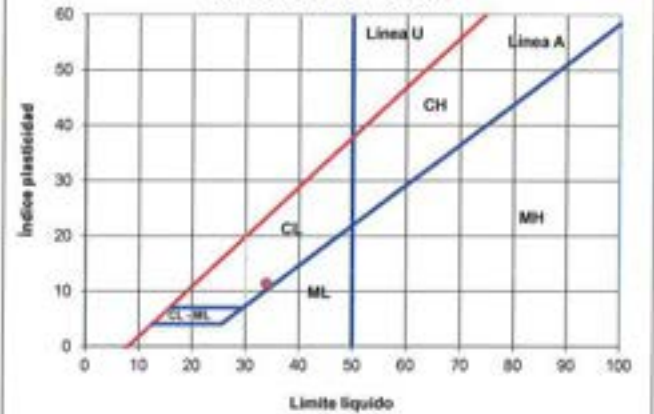
**FECHA:** Jul-22

**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	14	47	49
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	48.44	45.77	41.78
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	42.95	40.63	36.83
MASA DE AGUA	(g)	5.49	5.14	4.95
MASA DEL TARRO	(g)	27.90	25.10	21.26
MASA DEL SUELO SECO	(g)	15.05	15.53	15.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.5	33.1	31.8
NUMERO DE GOLPES		17	28	35

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	71	74
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.71	63.80
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	59.59	62.86
MASA DE AGUA	(g)	1.1	0.9
MASA DEL TARRO	(g)	54.60	58.71
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.0	4.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.4	22.7

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**

**CARTA DE PLASTICIDAD**

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	33.9
LIMITE PLASTICO (%)	22.5
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.4

**Observaciones:**

.....

.....

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP 13255

INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDAMENTOS



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - SG - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE

**MUESTRA** : SN + 5.0 % CEMENTO PORTLAND I (M-1)

**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022

**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO

**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022

**PROFUND. (m)** : -

**FECHA**: Jul-22

**LIMITE DE CONTRACCIÓN**

N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>r</sub> +W <sub>h</sub> )	(g)	59.85	60.20
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>r</sub> +W <sub>s</sub> )	(g)	53.70	54.02
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>c</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.77	18.80
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>s</sub> )	(g)	35.53	35.85
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	6.15	6.18
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.3	17.2
<b>LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)</b>	<b>(%)</b>	<b>17.3</b>	<b>17.2</b>

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.2
---------------------------	------

**Observaciones:**

.....  
.....



Ing. Maxwell Antonio Morote Arias  
CIP 122454  
INGENIERIA CIVIL ESPECIALIZADO EN CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)

F - SG - 103

Revisión: 1

Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N°: IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN

CLASF. (SUCS) : CL

MUESTRA : SN + 5.0% CEMENTO PORTLAND (M-1)

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)

ESTRATO : SUELO ADICIONADO

Tipo de material: Subrasante

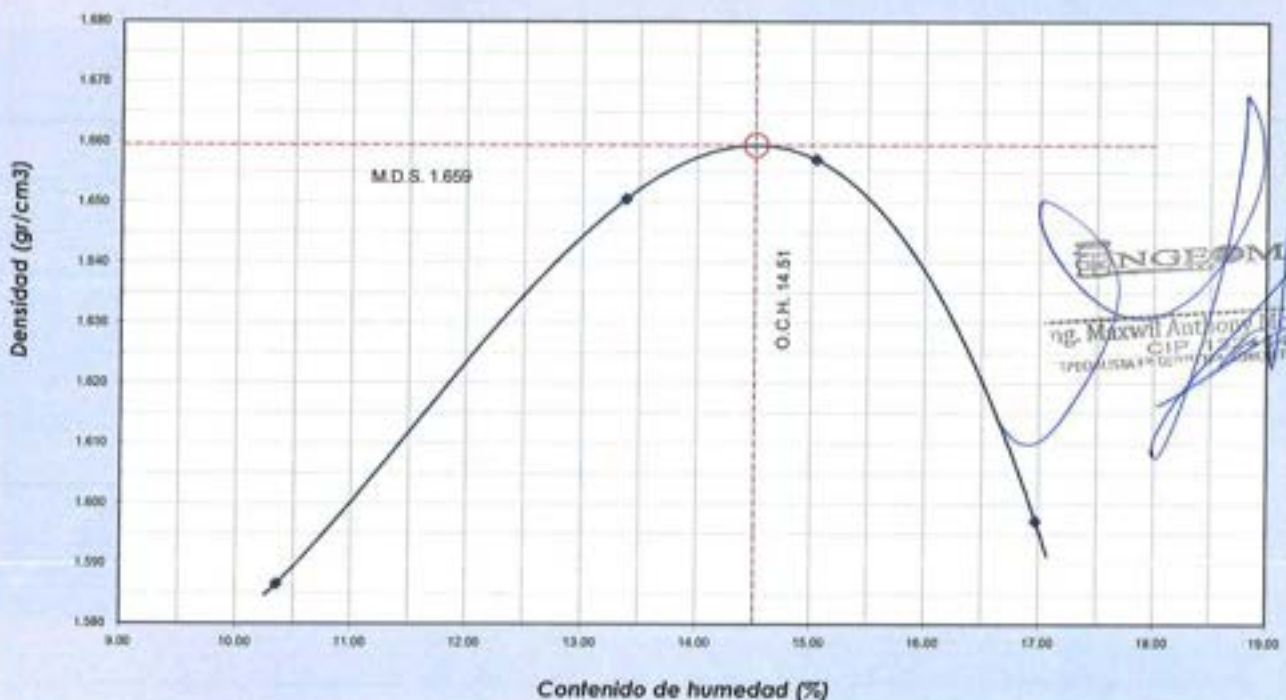
PROFUND. (m) : -

COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5655.85	5769.85	5802.85	5766.85
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1654.85	1768.85	1801.85	1765.85
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.751	1.871	1.906	1.868
Recipiente N°		58	26	34	90
Peso del suelo húmedo+tara	gr	280.41	286.51	283.51	266.51
Peso del suelo seco + tara	gr	259.00	256.00	250.00	236.00
Tara	gr	52.23	27.97	27.16	56.25
Peso de agua	gr	21.41	30.51	33.51	30.51
Peso del suelo seco	gr	206.77	228.03	222.84	179.75
Contenido de agua	%	10.4	13.4	15.0	17.0
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.587	1.651	1.657	1.597
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.659
				Humedad óptima (%)	14.5

DENSIDAD SECA VS HUMEDAD







RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

**Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CEMENTO PORTLAND (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	18	32	17
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12302	12250	12016
Peso molde	gr	8278	8440	8491
Peso suelo húmedo compactado	gr	4024	3810	3525
Volumen del molde	cm³	2122.0	2126.0	2136.5
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.896	1.792	1.65
HUMEDAD OPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	28	32	14
Peso del suelo húmedo + tara	gr	67.50	65.60	62.90
Peso del suelo seco + tara	gr	62.52	60.78	58.60
Peso del recipiente	gr	28.24	27.18	27.90
Peso de agua	gr	5.0	4.8	4.3
Peso del suelo seco	gr	34.3	33.6	30.7
Contenido de agua	%	14.5	14.4	14.0
Contenido de agua promedio			14.3	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.659	1.568	1.444

**EXPANSION**

EXPANSIÓN MOLDE 18				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	17:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 32				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	17:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 17				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	17:00	117.17	0.02%	

**PENETRACIÓN**

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		18			32			17			
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/ft²)	Carga (lbs)	Presión (lb/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lb/cm²)	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Presión (lb/cm²)	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	139	7		65	3		26	1		
1.270	0.050	362	18		206	10		126	6		
1.905	0.075	727	36		449	22		206	10		
2.540	0.100	154.32	1118	56	32.98	690	34	22.23	342	17	12.70
3.810	0.150		1628	81		1260	63		912	45	
5.080	0.200	231.49	2286	114	47.78	1726	86	37.15	1186	59	26.78
6.350	0.250		2786	138		2076	103		1522	76	
7.620	0.300		3086	153		2322	115		1652	82	



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP: 132454  
"INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES"

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS REGISTRO N° IGM-PC-0046-2022

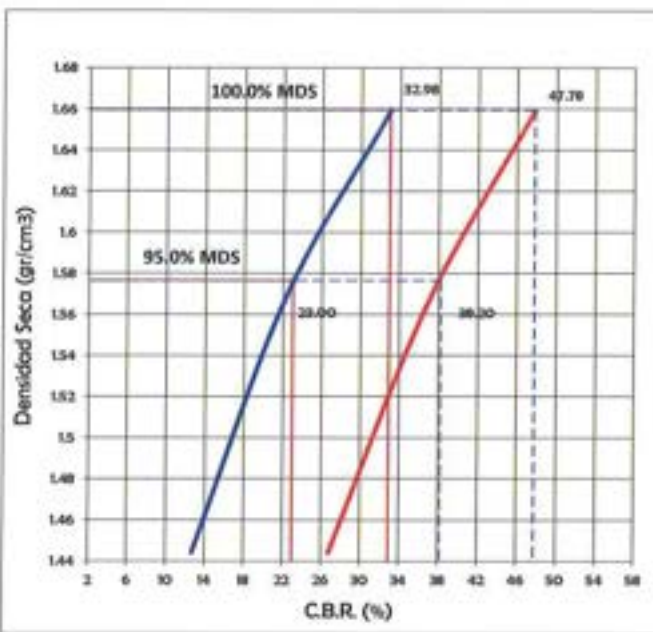
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO FECHA: Jul-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CEMENTO PORTLAND (M-1)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

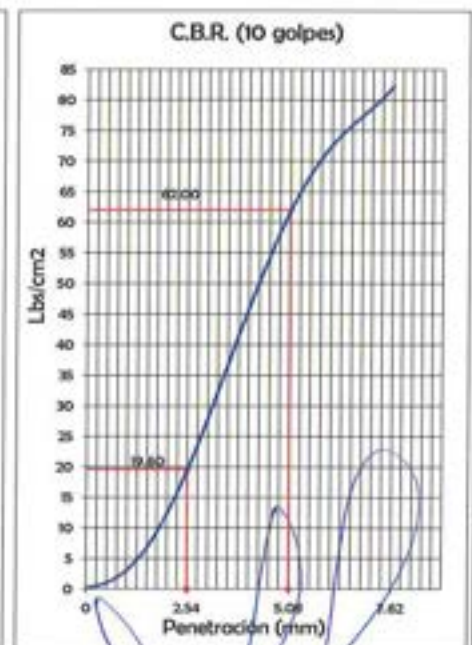
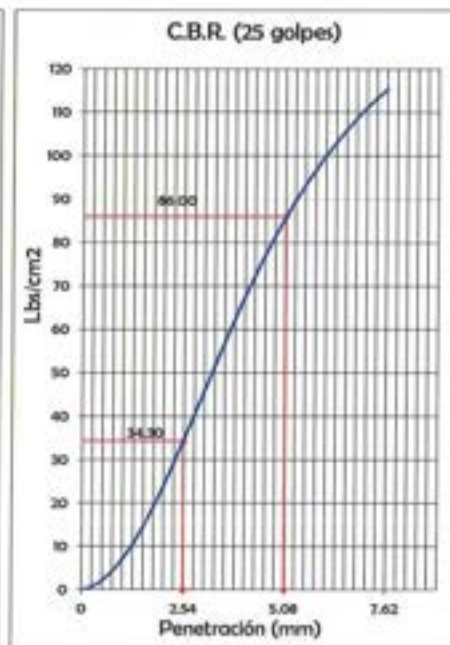
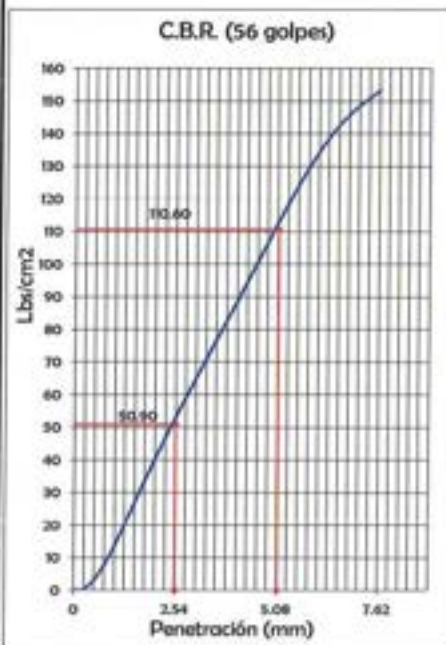
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.659
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.576

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	33.0%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	23.0%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	47.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	38.2%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
C.R. 1254  
SOLUCIONES EN GEOTECNIA Y SUELOS

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**
**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 5.0 % CEMENTO (M-2)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**TIPO DE MATERIAL**: SUBRASANTE  
**COD. PROYECTO**: IGM-PC-0046-2022  
**COD. MUESTRA**: M-SN+CEMENTO-2022  
**FECHA**: Jul-22

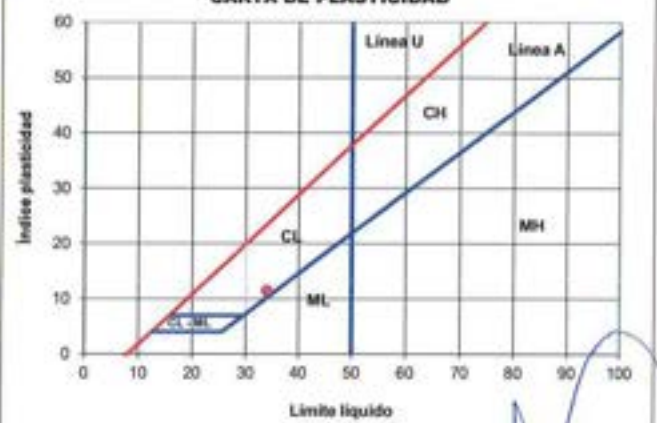
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO	N°	97	56	60
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	80.39	67.57	73.55
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	74.86	62.60	69.00
MASA DE AGUA	(g)	5.53	4.97	4.55
MASA DEL TARRO	(g)	59.24	48.09	55.33
MASA DEL SUELO SECO	(g)	15.62	14.51	13.67
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.4	34.3	33.3
NUMERO DE GOLPES		14	23	34

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO	N°	9	15
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.82	31.40
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	32.67	30.37
MASA DE AGUA	(g)	1.2	1.0
MASA DEL TARRO	(g)	27.59	25.75
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.1	4.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.6	22.3

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**


**CARTA DE PLASTICIDAD**

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO (%)	34.0
LIMITE PLASTICO (%)	22.5
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.5

**Observaciones:**

.....

.....

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	<b>F - 5G - 110</b>	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
<b>PROYECTO</b>	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"		
<b>SOLICITANTE</b>	: BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS		
<b>UBICACIÓN</b>	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : PASAJE SAN MARTIN	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : SUBRASANTE
<b>MUESTRA</b> : SN + 5.0 % CEMENTO PORTLAND I (M-2)	<b>COD. PROYECTO</b> : IGM-PC-0046-2022
<b>ESTRATO</b> : SUELO ADICIONADO	<b>COD. MUESTRA</b> : M-SN+CEMENTO-2022
<b>PROFUND. (m)</b> :-	<b>FECHA</b> : Jul-22

LIMITE DE CONTRACCIÓN			
N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W+W <sub>h</sub> )	(g)	60.05	60.40
MASA TARRO + SUELO SECO (W+W <sub>s</sub> )	(g)	53.91	54.26
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>c</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>t</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.56	18.80
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>s</sub> )	(g)	35.74	36.09
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>a</sub> )	(g)	6.14	6.14
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.2	17.0
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	17.1	17.0

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.1

**Observaciones:**

.....

.....

  
 Ing. Maxwell Anthony Prote Arias  
 CIP. 13228  
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD Y FARMACIA



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)**

F - 5G - 103

Revisión: 1

Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS **REGISTRO N°**: IGM-PC-0046-2022

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO **FECHA**: Jul-22

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 5.0% CEMENTO PORTLAND (M-2)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material**: Subrasante  
**COD. Muestra**: M-SN+CEMENTO+2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5657.85	5771.85	5803.85	5768.85
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1656.85	1770.85	1802.85	1767.85
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.753	1.873	1.907	1.870
Recipiente N°		52	14	33	56
Peso del suelo húmedo+tara	gr	254.70	246.70	267.90	289.70
Peso del suelo seco + tara	gr	236.60	221.00	236.00	252.00
Tara	gr	55.01	27.90	27.86	48.09
Peso de agua	gr	18.10	25.70	31.90	37.70
Peso del suelo seco	gr	181.59	193.10	208.14	203.91
Contenido de agua	%	10.0	13.3	15.3	18.5
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.594	1.653	1.654	1.578
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.658</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>14.4</b>





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CEMENTO PORTLAND (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	22	14	36
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12477	11352	11960
Peso molde	gr	8441	7600	8440
Peso suelo húmedo compactado	gr	4036	3752	3520
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2126.9	2112.7	2126.0
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.898	1.776	1.656
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	21	17	36
Peso del suelo húmedo + tara	gr	64.60	60.50	58.30
Peso del suelo seco + tara	gr	59.64	55.10	54.45
Peso del recipiente	gr	25.30	18.09	27.80
Peso de agua	gr	5.0	5.4	3.8
Peso del suelo seco	gr	34.3	37.0	26.7
Contenido de agua	%	14.4	14.6	14.5
Contenido de agua promedio			14.5	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.658	1.551	1.446

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 22					EXPANSIÓN MOLDE 14					EXPANSIÓN MOLDE 36				
Fecha	Hora	mm	%		Fecha	Hora	mm	%		Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%		Julio-2022	17:00	117.15	0.00%		Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%		Julio-2022	17:00	117.15	0.00%		Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%		Julio-2022	17:00	117.15	0.00%		Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%		Julio-2022	17:00	117.16	0.01%		Julio-2022	17:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	17:00	116.02	0.02%		Julio-2022	17:00	117.17	0.02%		Julio-2022	17:00	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)											
Molde		22			14			36			
Penetración (mm)	Carga (lb)	Carga (lbs/cm <sup>2</sup> )	Prestón (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Prestón (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lbs)	Prestón (lbs/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0		
0.635	0.025	123	6		35	2		15	1		
1.270	0.050	346	17		164	8		60	3		
1.905	0.075	711	35		365	18		140	7		
2.540	0.100	154.32	1102	55	33.24	637	32	20.28	276	14	10.37
3.810	0.150		1612	80		1218	60		890	44	
5.080	0.200	231.49	2302	114	49.25	1692	84	36.37	1175	58	26.78
6.350	0.250		2806	139		2034	101		1541	78	
7.620	0.300		3082	153		2280	113		1611	81	

INGEOMAX  
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP. 73245  
INGENIERIA Y SERVICIOS DE CONSULTORIA Y MANTENIMIENTO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

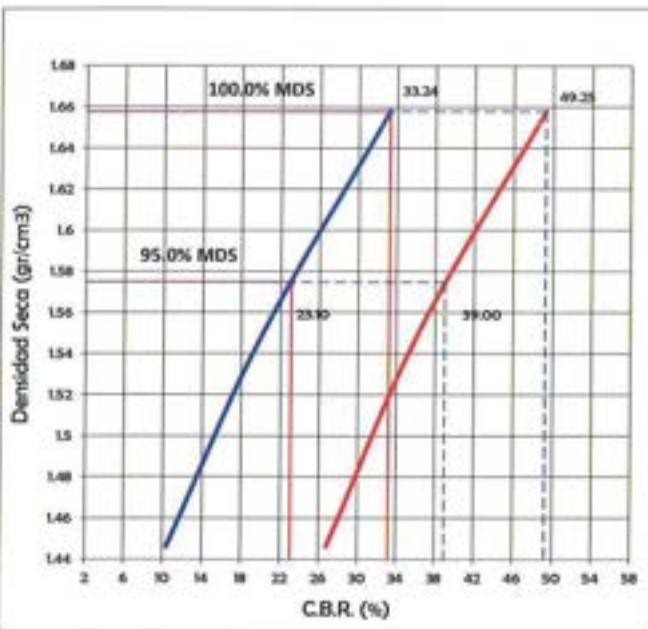
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CEMENTO PORTLAND (M-2)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

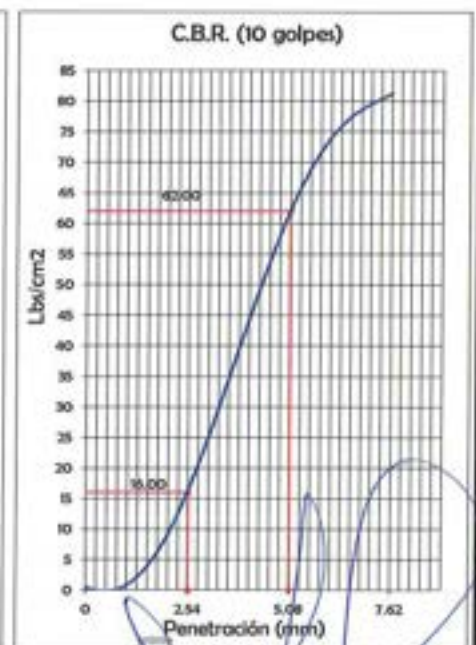
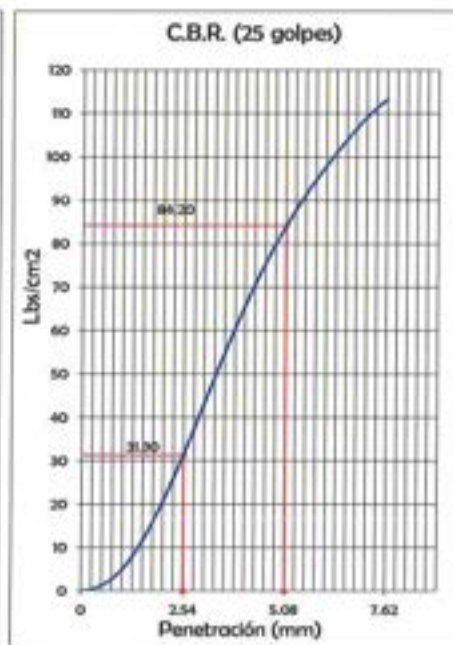
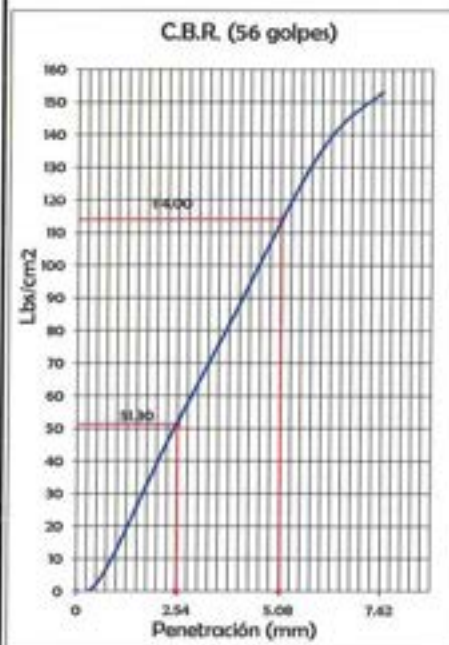
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

**REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR**



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.658
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.575

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	33.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	23.1%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	49.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	39.0%
Expansion (%)	0.02%



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP: 15327554







**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40  
(ASTM D4318 , MTC E-110)**

F - 5G - 110

Revisión:

1

Fecha:

2022-04-12

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"
SOLICITANTE	: BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS
UBICACIÓN	: QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA	: PASAJE SAN MARTIN	TIPO DE MATERIAL	: SUBRASANTE
MUESTRA	: SN + 5.0 % CEMENTO PORTLAND I (M-3)	COD. PROYECTO	: IGM-PC-0046-2022
ESTRATO	: SUELO ADICIONADO	COD. MUESTRA	: M-SN+CEMENTO-2022
PROFUND. (m)	: -	FECHA	: Jul-22

LIMITE DE CONTRACCIÓN			
N° TARRO	N°	L21	L22
MASA TARRO	(g)	18.17	18.17
MASA TARRO + SUELO HUMEDO (W <sub>1</sub> +W <sub>1f</sub> )	(g)	60.10	60.45
MASA TARRO + SUELO SECO (W <sub>2</sub> +W <sub>2f</sub> )	(g)	53.89	54.22
VOLUMEN INICIAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA CAPSULA (V <sub>c</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	20.20	20.20
VOLUMEN FINAL DE LA MUESTRA = VOLUMEN DE LA MUESTRA SECA (V <sub>f</sub> )	(cm <sup>3</sup> )	18.62	18.65
MASA SECO DE LA MUESTRA DE SUELO (W <sub>S</sub> )	(g)	35.72	36.05
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA (W <sub>A</sub> )	(g)	6.21	6.23
CONTENIDO DE HUMEDAD (W)	(%)	17.4	17.3
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	17.3	17.2

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE DE CONTRACCIÓN (%)	17.3

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 Ing. Maxwell Anthony Ayte Arta  
 CIP 17  
 98926400



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO  
(ASTM D-1557, MTC-115)**

F - SG - 103

Revisión: 1

Fecha: 2022-02-03

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE** : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS **REGISTRO N°:** IGM-PC-0046-2022

**UBICACIÓN** : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO **FECHA:** Jul-22

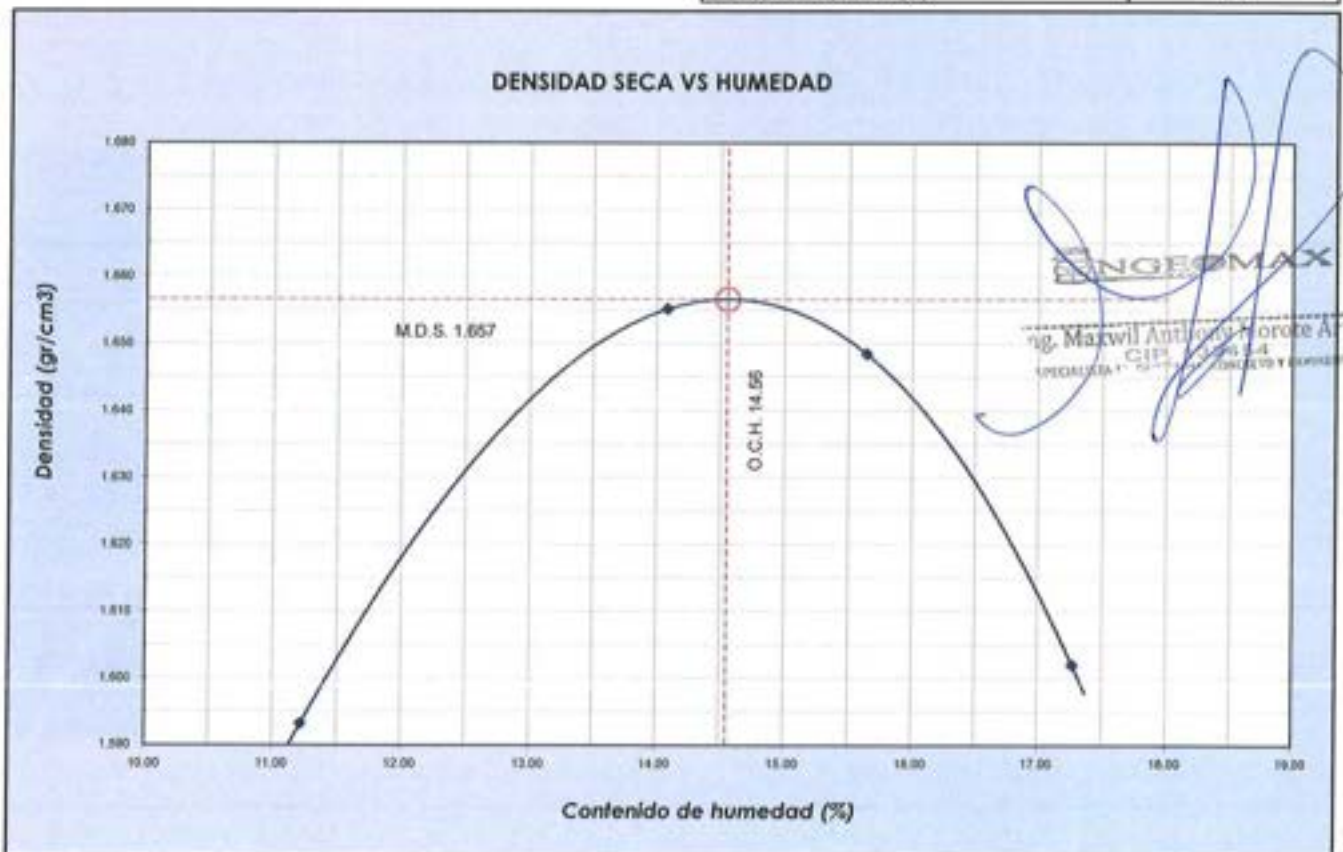
**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : PASAJE SAN MARTIN  
**MUESTRA** : SN + 5.0% CEMENTO PORTLAND (M-3)  
**ESTRATO** : SUELO ADICIONADO  
**PROFUND. (m)** : -

**CLASF. (SUCS)** : CL  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (11)  
**Tipo de material:** Subrasante  
**COD. Muestra:** M-SN+CEMENTO+2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Numero de Ensayo		1	2	3	4
Peso suelo + molde	gr	5675.85	5785.85	5802.85	5776.85
Peso molde	gr	4001.00	4001.00	4001.00	4001.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1674.85	1784.85	1801.85	1775.85
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	945.21	945.21	945.21	945.21
Peso volumétrico húmedo	gr	1.772	1.888	1.906	1.879
Recipiente N°		18	39	40	52
Peso del suelo húmedo+tara	gr	267.30	277.10	263.10	274.30
Peso del suelo seco + tara	gr	243.00	246.00	230.00	242.00
Tara	gr	26.46	25.19	18.38	55.01
Peso de agua	gr	24.30	31.10	33.10	32.30
Peso del suelo seco	gr	216.54	220.81	211.62	186.99
Contenido de agua	%	11.2	14.1	15.6	17.3
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.593	1.655	1.648	1.602
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>1.657</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>14.6</b>





RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) - LABORATORIO  
(ASTM D 1883 - MTC E 132)

F - SG - 104

Revisión: 1  
Fecha: 2022-02-03

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH, ERIK HUAMÁN ROJAS  
UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO  
REGISTRO N° : IGM-PC-0046-2022  
FECHA : Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CEMENTO PORTLAND (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -  
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

DATOS DE LA MUESTRA

COMPACTACIÓN DEL SUELO				
Molde	N°	26	21	29
Capas	N°		5	
Golpes / Capa	N°	56	25	10
Peso suelo + molde	gr	12622	12179	12013
Peso molde	gr	8584	8434	8506
Peso suelo húmedo compactado	gr	4038	3745	3507
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2126.0	2117.6	2126.0
Peso volumétrico húmedo	gr/cm	1.899	1.769	1.65
HUMEDAD ÓPTIMA DEL SUELO COMPACTADO				
Recipiente	N°	14	16	21
Peso del suelo húmedo + tara	gr	64.60	60.50	58.30
Peso del suelo seco + tara	gr	59.92	56.00	54.10
Peso del recipiente	gr	27.90	25.36	25.30
Peso de agua	gr	4.7	4.5	4.2
Peso del suelo seco	gr	32.0	30.6	28.8
Contenido de agua	%	14.6	14.7	14.6
Contenido de agua promedio			14.6	
Peso volumétrico seco	gr/cm	1.657	1.543	1.439

EXPANSION

EXPANSIÓN MOLDE 26				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.00	0.00%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	17:00	116.01	0.01%	
Julio-2022	17:00	116.02	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 21				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	17:00	117.17	0.02%	

EXPANSIÓN MOLDE 29				
Fecha	Hora	mm	%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.15	0.00%	
Julio-2022	17:00	117.16	0.01%	
Julio-2022	17:00	117.17	0.02%	

PENETRACIÓN

CAPACIDAD: 17984 lbs (Lector Digital)

Molde		26				21				29			
Penetración (mm)	Carga Estándar (lb/ft <sup>2</sup> )	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)	Carga (lb)	Presión (lb/cm <sup>2</sup> )	CBR corregido (%)			
0.000	0.000	0	0		0	0		0	0				
0.635	0.025	109	5		22	1		21	1				
1.270	0.050	332	16		151	8		66	3				
1.905	0.075	697	35		352	17		121	6				
2.540	0.100	154.32	1082	54	33.11	624	31	19.83	278	14	10.76		
3.810	0.150		1584	79		1179	59		896	45			
5.080	0.200	231.49	2296	114	48.82	1653	82	35.47	1158	58	26.61		
6.350	0.250		2812	140		1995	99		1566	78			
7.620	0.300		3106	154		2241	111		1653	81			

INGEOMAX  
Ing. Makwil Anthony Torote Aría  
CIP. 33.45  
"REGISTRADO EN EL INSTITUTO NACIONAL DE FOMENTO"

PROYECTO : "INFLUENCIA DE ESTABILIZANTES ECONÓMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE DEL PASAJE SAN MARTIN EN EL DISTRITO DE QUINUA, HUAMANGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE : BACH. ERIK HUAMÁN ROJAS

REGISTRO N° IGM-PC-0046-2022

UBICACIÓN : QUINUA / HUAMANGA / AYACUCHO

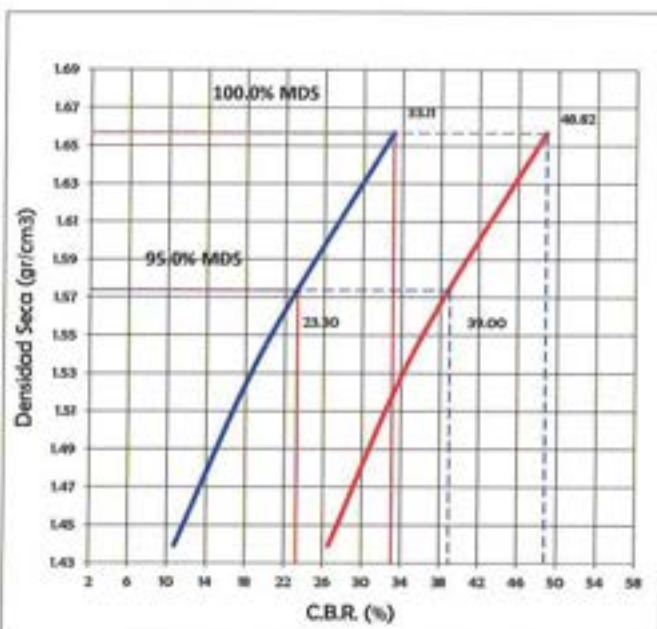
FECHA: Jul-22

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : PASAJE SAN MARTIN  
MUESTRA : SN + 5.0% CEMENTO PORTLAND (M-3)  
ESTRADO : SUELO ADICIONADO  
PROFUND. : -

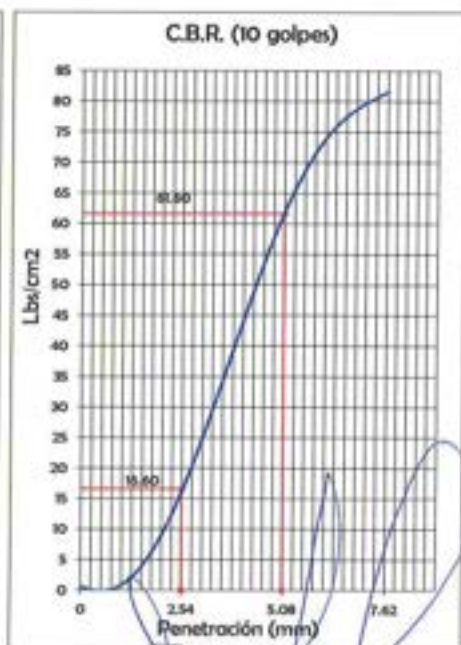
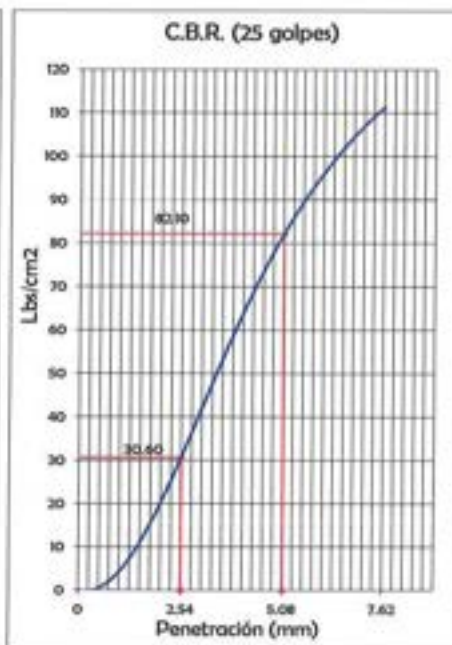
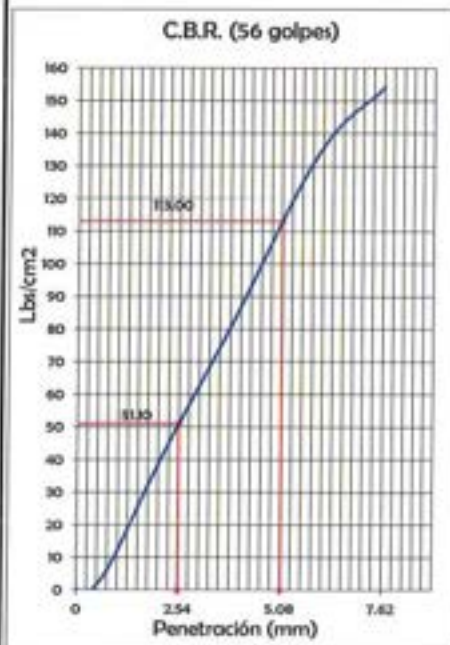
CLASF. (SUCS) : CL  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (11)  
Tipo de material: Subrasante  
COD. Muestra: M-SN+CEMENTO+2022

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.657
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.574

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	33.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	23.3%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	48.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	39.0%
Expansion (%)	0.02%



**ANEXO  
PANEL  
FOTOGRAFICO**



**INGEOMAX**

\*\*\*\*\*  
Ing. Maxvil Anthony Morales Anas  
CIP 132454  
\*\*\*\*\*

## VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS AL MATERIAL EN LABORATORIO



Panel N°01- Reducción de muestra representativa por cuarteo.



Panel N°02- Ensayo granulométrico por tamizado.



Panel N°03- Determinación del Límite Líquido mediante la cucharita de Casa Grande.



Panel N°04- Ensayos de Proctor Modificado (M.D.S. y O.C.H.)



Panel N°05- Ensayo de CBR en laboratorio (Soporte de California)

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Márquez Arias  
Ingeniero en Geotecnia

VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS AL MATERIAL EN LABORATORIO



Panel N°06- Ensayos de Proctor Modificado (M.D.S. y O.C.H.),  
Suelo Natural: Dosificación 1.0%, 3.0% y 5.0% CAL.



Panel N°07- Ensayo de CBR en laboratorio (Soporte de California),  
Suelo Natural: Dosificación 1.0%, 3.0% y 5.0% CAL.

**VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS AL MATERIAL EN LABORATORIO**



Panel N°08- Ensayos de Proctor Modificado (M.D.S. y O.C.H.),  
 Suelo Natural: Dosificación 1.0%, 3.0% y 5.0% Cemento.



Panel N°09- Ensayo de CBR en laboratorio (Soporte de calificación).  
 Suelo Natural: Dosificación 1.0%, 3.0% y 5.0% Cemento.







INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANEXO  
CERTIFICADOS DE  
CALIBRACIÓN**

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 132454



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 221-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS  
AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE  
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : SCOUT PRO SP602

NÚMERO DE SERIE : B321364212

ALCANCE DE  
INDICACIÓN : 600 g

DIVISIÓN DE ESCALA  
/ RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE  
VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2021-08-20

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C  
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

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.

G & L LABORATORIO 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.

Gilmer Antonio Huariño Piquioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología





5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.9 °C
Humedad Relativa	41 %	41 %

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 DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 076 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 600 g la balanza indicó 599.9 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010.

Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

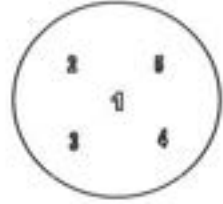
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300.00 g	Temp. (°C)		Carga L2= 600.00 g	Δ L (g)	E (g)
		Inicial	Final			
1	300.00	19.8	19.8	599.97	0.003	-0.028
2	300.00			599.97	0.005	-0.030
3	300.00			599.97	0.005	-0.030
4	300.00			599.97	0.005	-0.030
5	300.00			599.97	0.003	-0.028
6	300.00			599.97	0.003	-0.028
7	300.00			599.97	0.005	-0.030
8	300.00			599.97	0.004	-0.029
9	300.00			599.97	0.004	-0.029
	300.00			599.97	0.004	-0.029
Diferencia máxima						0.004
Error máximo permitido ±						± 0.1 g
						± 0.2 g





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial Final  
19.9 19.9

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (g)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0.10	0.10	0.004	0.001	200.00	200.00	0.002	0.003	0.002
2		0.10	0.006	-0.001		200.00	0.005	0.000	0.001
3		0.10	0.008	-0.003		200.00	0.006	-0.001	0.002
4		0.10	0.003	0.002		200.00	0.008	-0.003	-0.005
5		0.10	0.004	0.001		200.00	0.004	0.001	0.000

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 100 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial Final  
19.9 19.9

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0.10	0.10	0.005	0.000						0.1
0.50	0.50	0.004	0.001	0.001	0.50	0.007	-0.002	-0.002	0.1
1.00	1.00	0.006	-0.001	-0.001	1.00	0.004	0.001	0.001	0.1
10.00	10.00	0.005	0.000	0.000	10.00	0.006	-0.001	-0.001	0.1
20.00	20.00	0.004	0.001	0.001	20.00	0.005	0.000	0.000	0.1
50.00	50.00	0.004	0.001	0.001	50.00	0.004	0.001	0.001	0.1
100.00	100.00	0.005	0.000	0.000	100.00	0.007	-0.002	-0.002	0.1
200.00	200.00	0.008	-0.003	-0.003	200.00	0.006	-0.001	-0.001	0.1
400.00	400.00	0.006	-0.001	-0.001	400.00	0.004	0.001	0.001	0.1
500.00	500.00	0.005	0.000	0.000	500.00	0.007	-0.002	-0.002	0.1
600.00	599.97	0.002	-0.027	-0.027	599.97	0.002	-0.027	-0.027	0.2

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,143E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,968E-08 \text{ g}^2 + 103E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido  
Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>xx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 222-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2021-08-23
<b>1. SOLICITANTE</b>	: INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C
DIRECCIÓN	: JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: <b>BALANZA</b>
MARCA	: OHAUS
MODELO	: PAJ4102
NÚMERO DE SERIE	: B635963618
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 4100 g
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0.01 g
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e )	: 0.1 g
PROCEDENCIA	: CHINA
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA
TIPO	: ELECTRÓNICA
UBICACIÓN	: LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-08-20

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.

G & L LABORATORIO 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

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C  
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO



Gilmer Antonio Huamán Pozuloma  
Responsable del Laboratorio de Metrología





5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.8 °C
Humedad Relativa	41 %	41 %

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 DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 076 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 4100 g la balanza indicó 4099.65 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 <sup>m</sup> l(g)	Inicial		Final		
		Temp. (°C)	19.8	Temp. (°C)	19.8	
	2,000.00 g	Δ L (g)	E (g)	Carga L2 <sup>m</sup> 4,100.00 g	Δ L (g)	E (g)
1	2,000.00	0.005	0.000	4,099.97	0.007	-0.032
2	2,000.00	0.007	-0.002	4,099.97	0.006	-0.031
3	2,000.00	0.004	0.001	4,099.97	0.002	-0.027
4	2,000.00	0.005	0.000	4,099.97	0.007	-0.032
5	2,000.00	0.006	-0.001	4,099.97	0.005	-0.030
6	2,000.00	0.004	0.001	4,099.97	0.003	-0.028
7	2,000.00	0.005	0.000	4,099.97	0.003	-0.028
8	2,000.00	0.006	-0.001	4,099.97	0.006	-0.031
9	2,000.00	0.007	-0.002	4,099.97	0.007	-0.032
	2,000.00	0.004	0.001	4,099.97	0.008	-0.033
Diferencia máxima permitida ±			0.003	0.006		
Diferencia máxima permitida ±			0.2 g	0.3 g		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>s</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (g)	Eo(mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.10	0.10	0.005	0.000	1,400.00	1,400.00	0.007	-0.002	-0.002
2		0.10	0.007	-0.002		1,400.00	0.004	0.001	0.003
3		0.10	0.003	0.002		1,400.00	0.005	0.000	-0.002
4		0.10	0.008	-0.003		1,400.00	0.004	0.001	0.004
5		0.10	0.005	0.000		1,400.00	0.007	-0.002	-0.002

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200.0 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	
0.10	0.10	0.006	-0.001						0.100
0.50	0.50	0.006	-0.001	0.000	0.50	0.006	-0.001	0.000	0.100
1.00	1.00	0.008	-0.003	-0.002	1.00	0.005	0.000	0.001	0.100
10.00	10.00	0.006	-0.001	0.000	10.00	0.007	-0.002	-0.001	0.100
100.00	100.00	0.007	-0.002	-0.001	100.00	0.006	-0.001	0.000	0.100
500.00	500.00	0.006	-0.001	0.000	500.00	0.004	0.001	0.002	0.100
800.00	800.00	0.007	-0.002	-0.001	800.00	0.005	0.000	0.001	0.200
1,000.00	1,000.00	0.004	0.001	0.002	1,000.00	0.006	-0.001	0.000	0.200
2,000.00	2,000.00	0.006	-0.001	0.000	2,000.00	0.003	0.002	0.003	0.200
3,000.00	3,000.00	0.007	-0.002	-0.001	3,000.00	0.005	0.000	0.001	0.300
4,100.00	4,099.97	0.008	-0.033	-0.032	4,099.97	0.008	-0.033	-0.032	0.300

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 317E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{2,168E-08 \text{ g}^2 + 002E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error en cero

Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico

E-xx = 10<sup>-xx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 223-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS  
AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE  
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8335460267

ALCANCE DE  
INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA  
/ RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE  
VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2021-08-20

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C  
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

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.

G & L LABORATORIO 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.



Gilmer Antonio Huamán Pocoloma  
Responsable del Laboratorio de Metrología







5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.8 °C	19.8 °C
Humedad Relativa	42 %	42 %

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 DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020
		CM - 2104 - 2020
		CM - 2105 - 2020
		CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 29994 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 <sup>m</sup> 15,000 g	Temp. (°C)		Carga L2 <sup>m</sup> 30,000 g	ΔL(g)	E(g)	
		Inicial	Final				
		19.8	19.8				
1	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.6	-0.1	
2	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.5	0.0	
3	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.5	0.0	
4	14,999	0.6	-1.1	30,000	0.5	0.0	
5	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.5	0.0	
6	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.6	-0.1	
7	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.6	-0.1	
8	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.6	-0.1	
9	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.5	0.0	
10	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.5	0.0	
Diferencia Máxima						0.1	0.1
Error máximo permitido ±						20 g	± 30 g





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19.8	19.8

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	Δl(g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.5	0.0	0.0
2		10	0.5	0.0		9,999	0.4	-0.9	-0.9
3		10	0.5	0.0		9,999	0.5	-1.0	-1.0
4		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
5		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19.8	19.8

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
10	10	0.5	0.0	0.0					10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	10,000	0.5	0.0	0.0	20
15,000	15,000	0.5	0.0	0.0	15,000	0.5	0.0	0.0	20
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.1	20,000	0.5	0.0	0.0	20
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1	25,000	0.6	-0.1	-0.1	30
30,000	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 315E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 1,036E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    Δl: Carga Incrementada    E: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°224-2021 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2021-08-23

**1. SOLICITANTE** : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

**DIRECCIÓN** : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS  
AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

**2. EQUIPO DE MEDICIÓN:** HORNO ELÉCTRICO

**MARCA** : PINZUAR LTDA.

**MODELO** : PG - 190

**NÚMERO DE SERIE** : 228

**PROCEDENCIA** : COLOMBIA

**IDENTIFICACIÓN** : EQ - HN - 01

**UBICACIÓN** : Laboratorio

### Descripción del Termometro del Equipo

**Tipo** : Digital

**Alcance de Indicación** : 5 °C a 200 °C

**División de Escala** : 0.1 °C

**3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Calibrado el 2021-08-20

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

**4. 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-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

**5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.0	20.2
Humedad Relativa %HR	42	42

**6. TRAZABILIDAD**

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuytas	CC - 6319 - 2021

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.

G & L LABORATORIO 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.



Téc. Gilma A. Huamán Quijama  
Responsable del Laboratorio de Metrología



7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	108.1	110.3	110.4	108.4	108.6	110.0	109.5	6.4
02	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	108.3	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3	109.7	7.2
04	109.8	114.6	110.8	107.9	107.4	108.6	110.3	110.3	108.3	108.3	110.0	109.7	7.2
06	110.0	114.2	110.5	107.9	107.3	108.0	110.0	110.3	108.2	108.1	109.5	109.4	6.9
08	109.9	114.2	110.3	107.5	106.9	108.3	110.3	110.2	108.5	108.7	109.7	109.5	7.3
10	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
12	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
14	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
16	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
18	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
20	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
22	110.0	114.0	110.4	107.4	106.8	108.0	110.0	110.0	108.1	107.9	109.3	109.2	7.2
24	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	110.0	109.0	6.8
26	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	108.1	110.3	110.4	108.4	108.6	110.0	109.5	6.4
28	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	108.3	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3	109.7	7.2
30	110.0	114.6	110.8	107.9	107.4	108.6	110.3	110.3	108.3	108.3	110.0	109.7	7.2
32	109.9	114.2	110.5	107.9	107.3	108.0	110.0	110.3	108.2	108.1	109.5	109.4	6.9
34	110.0	114.2	110.3	107.5	106.9	108.3	110.3	110.2	108.5	108.7	109.7	109.5	7.3
36	109.9	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
38	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
40	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
42	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
44	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
46	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
48	109.8	114.0	110.4	107.4	106.8	108.0	110.0	110.0	108.1	107.9	109.3	109.2	7.2
50	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
52	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
54	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
56	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
58	109.9	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
60	109.9	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
T. PROM.	109.9	114.2	110.6	107.7	107.2	108.2	110.3	110.4	108.4	108.3	109.9	109.5	
T. MAX	110.0	114.6	110.8	107.9	107.5	108.6	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3		
T. MIN	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	109.3		
DTT	0.2	1.2	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.6	0.3
Mínima Temperatura Medida	106.6	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.2	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.1	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.6	0.04
Uniformidad Medida	7.3	0.3

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.  
T. MAX: Temperatura máxima.  
T. MIN: Temperatura mínima.  
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.





## 8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(\*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

### NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC, no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

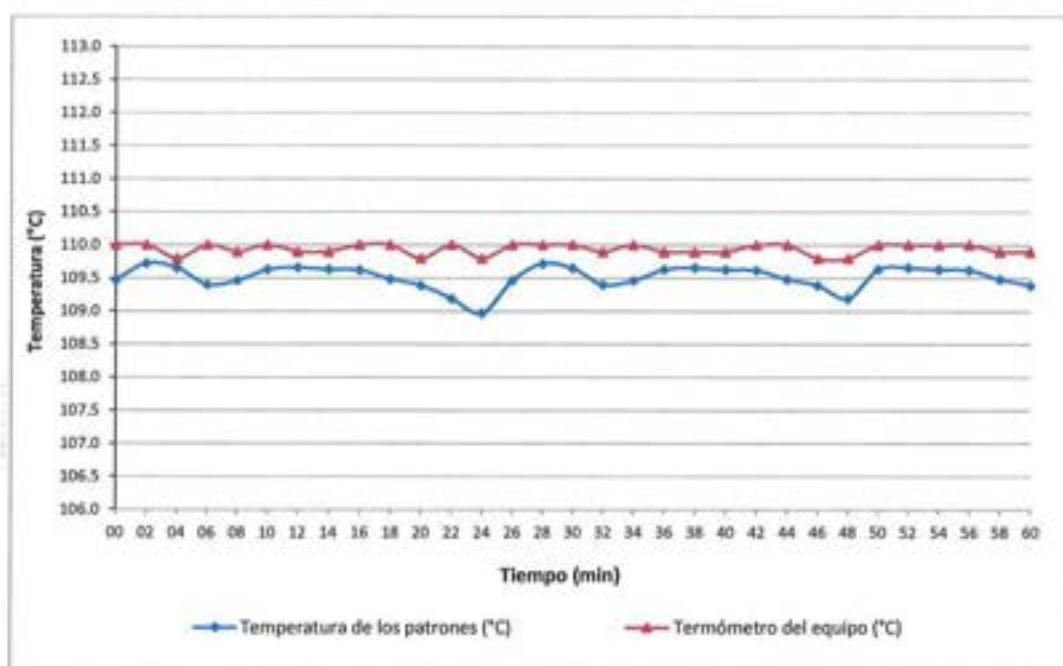
Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.



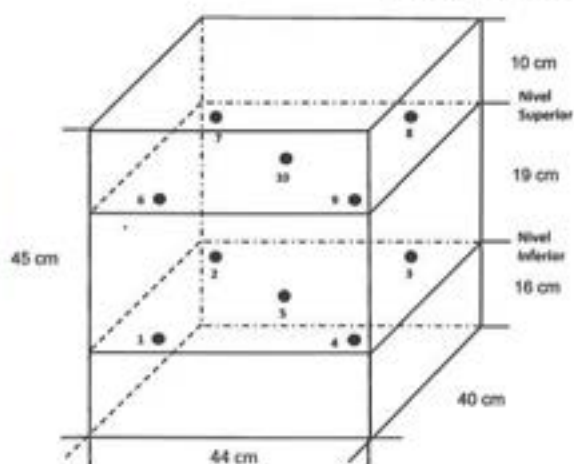


DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO

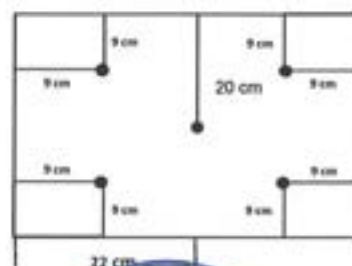
TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Vista Frontal



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

**OBJETO DE PRUEBA:**

Instrument

**Rangos**

Measurement range

**FABRICANTE**

Manufacturer

**Modelo**

Model

**Serie**

Identification number

**Ubicación de la máquina**

Location of the machine

**Norma de referencia**

Norm of used reference

**Intervalo calibrado**

Calibrated interval

**Solicitante**

Customer

**Dirección**

Address

**Ciudad**

City

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

Measurement standard

**Tipo / Modelo**

Type / Model

**Rangos**

Measurement range

**Fabricante**

Manufacturer

**No. serie**

Identification number

**Certificado de calibración**

Calibration certification

**Incertidumbre de medida**

Uncertainty of measurement

**Método de calibración**

Method of calibration

**Unidades de medida**

Units of measurement

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

Date of calibration

**FECHA DE EXPEDICIÓN**

Date of issue

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

Number of pages of this certificate and documents attached

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signatures

**MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

50 kN

Pág. 1 de 3

PINZUAR LTDA.

PA – 9

051

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO

HUAMANGA - JESUS NAZARENO

AYACUCHO

T71P / DEF – A

5000 kgf

OHAUS / KELI

B504530209 / AGB8505

N° CC – 2046 – 2020

0.062 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2021 – 08 – 20

2021 – 08 – 23

3

Téc. Gilmer A. Huamani Pajuloma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:

(01) 622 – 5814

Celular:

992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858



Correo:

laboratorio.gylaboratorio@gmail.com

servicios@gylaboratorio.com



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60

Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos

Lima



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **225-2021 GLF**

Pág. 2 de 3

Método de Calibración:  
Tipo de Instrumento:

FUERZA INDICADA CONSTANTE  
MÁQUINA MANUAL PARA ENSAYOS CBR CON INDICADOR DIGITAL

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.002 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kN	kN	kN	No Aplica	kN	No Aplica
10	5.000	5.03	5.10		5.08	
20	10.00	10.01	10.08		10.12	
30	15.00	14.97	14.85		14.89	
40	20.00	19.92	19.87		20.06	
50	25.00	24.82	25.15	No Aplica	25.18	No Aplica
60	30.00	29.70	29.81		29.63	
70	35.00	34.74	35.16		35.07	
80	40.00	39.85	40.08		40.11	
90	45.00	44.99	45.22		45.02	
100	50.00	49.97	49.78		49.84	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
%	kN						
10	5.000	-1.38	1.38			0.040	0.827
20	10.00	-0.70	1.09			0.020	0.646
30	15.00	0.65	0.81			0.013	0.483
40	20.00	0.25	0.95			0.010	0.578
50	25.00	-0.20	1.44	No Aplica	No Aplica	0.008	0.926
60	30.00	0.96	0.61			0.007	0.366
70	35.00	0.03	1.20			0.006	0.736
80	40.00	-0.03	0.65			0.005	0.422
90	45.00	-0.17	0.51			0.004	0.335
100	50.00	0.27	0.38			0.004	0.245
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 26.4 °C  
Temperatura Máxima: 26.7 °C

Humedad Mínima: 35.0 %Hr  
Humedad Máxima: 35.0 %Hr







**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **225-2021 GLF**

Pág. 3 de 3

**CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

<i>Errores relativos absolutos máximos hallados</i>					
<i>Exactitud q(%)</i>	<i>Repetibilidad b(%)</i>	<i>Reversibilidad v(%)</i>	<i>Accesorios acces(%)</i>	<i>Cero fe(%)</i>	<i>Resolución a(%) en el 20%</i>
0,96	1,44	No Aplica	No Aplica	0,00	0,020

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 2 Desde el 20%**

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizado patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

**PATRONES DE REFERENCIA**

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", con N° de Serie: B504530209 / AGB8505, con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC – 2046 – 2020.

**OBSERVACIONES.**

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición
8. Se adjunta a este certificado la estampilla de calibración No. 225-2021 GLF

FIRMA AUTORIZADA

Téc. **Gilberto A. Huamán** **Posuima**  
Responsable Laboratorio de Metrología





## CERTIFICADO DE INSPECCIÓN N° 230 - 2021 GLW

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE ELÉCTRICA DIGITAL

MARCA : PINZUAR LTDA. PROCEDENCIA : COLOMBIANA  
 MODELO : PS - 11A IDENTIFICACIÓN : EQ-CC-02  
 NÚMERO DE SERIE : 132 TIPO : DIGITAL  
 ALCANCE DE : 0 a 999 VUELTAS UBICACIÓN : LABORATORIO  
 DIV. DE ESCALA : 1 VUELTAS  
 FECHA DE INSPECCIÓN : 2021-08-20

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN

La inspección se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.  
 JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23,9	23,9
Humedad Relativa %HR	25	25

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de inspección documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

7. OBSERVACIONES

(\*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.  
 El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERISTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	207,90	g
Espesor de la copa	1,99	mm
Profundidad de la copa	26,51	mm
Altura de la base	51,23	mm
Ancho de la base	124,97	mm
Longitud de la base	151,71	mm



**Ing. Guillermo Antonio Huaman Poquiroma.**  
 Responsable del Laboratorio de Metrología.  
**G&L LABORATORIO S.A.C.**  
 TRAZABILIDAD LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección.

(\*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

