

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS
PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES
PARA SU USO COMO MATERIAL DE
SUBBASE**

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

Autor: Bach. Clenin Jhonatan Millan Romo.

Asesor: Ing. Carlos Alberto Gonzales Rojas.

Línea de Investigación: Nuevas tecnologías y procesos.

Huancayo – Perú

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.
Presidente

Mtro. Jesus Iden Cardenas Capcha.
Jurado

Mtro. Giancarlo Fernando Meza Terbullino.
Jurado

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza.
Jurado

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza.
Secretario docente

Dedicatoria

- A mi mamá que con su apoyo me permitió desarrollarme como un profesional de bien.
- A mi papá que me brindó su guía y enseñanzas.

Bach. Millan Romo Clenin Jhonatan.

Agradecimientos

- A mi alma mater, la Universidad Peruana Los Andes que me brindó el soporte necesario para la realización de esta tesis.

Bach. Millan Romo Clenin Jhonatan.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0039 - FI -2023

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**; Titulada:

EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **BACH. MILLAN ROMO CLENIN JHONATAN**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **ING. GONZALES ROJAS CARLOS ALBERTO**

Fue analizado con fecha **09/10/2023** con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **10** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 09 de Octubre de 2023.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

Contenido

| | |
|---|-----------|
| Dedicatoria | iii |
| Agradecimientos | iv |
| Constancia de Similitud de Trabajos de Investigación por el Software de Prevención de Plagio Turnitin | v |
| Contenido | vi |
| Contenido de tablas | ix |
| Contenido de figuras | xi |
| Resumen | xii |
| Abstract | xiii |
| Introducción | 14 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 16 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática | 16 |
| 1.2. Delimitación del problema | 17 |
| 1.2.1. Espacial | 17 |
| 1.2.2. Temporal | 17 |
| 1.2.3. Económica | 17 |
| 1.3. Formulación del problema | 17 |
| 1.3.1. Problema general | 17 |
| 1.3.2. Problemas específicos | 18 |
| 1.4. Justificación | 18 |
| 1.4.1. Práctica | 18 |
| 1.4.2. Teórica | 18 |
| 1.4.3. Metodológica | 18 |
| 1.5. Objetivos | 19 |
| 1.5.1. Objetivo general | 19 |
| 1.5.2. Objetivos específicos | 19 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1. Antecedentes | 20 |
| 2.1.1. Nacionales | 20 |
| 2.1.2. Internacionales | 23 |
| 2.2. Bases teóricas o científicas | 26 |
| 2.2.1. Polímeros | 26 |
| 2.2.2. Suelos | 29 |
| | vi |

| | |
|--|----|
| 2.2.3. Propiedades del suelo | 30 |
| 2.2.4. Subbase | 34 |
| 2.2.5. Estabilización de suelo | 37 |
| 2.2.6. Polímeros como estabilizante se suelos | 38 |
| 2.3. Marco conceptual | 39 |
| CAPÍTULO III: HIPÓTESIS | 41 |
| 3.1. Hipótesis general | 41 |
| 3.2. Hipótesis específicas | 41 |
| 3.3. Variables | 41 |
| 3.3.1. Definición conceptual de las variables | 41 |
| 3.3.2. Definición operacional de las variables | 42 |
| 3.3.3. Operacionalización de las variables | 42 |
| CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA | 43 |
| 4.1. Método de investigación | 43 |
| 4.2. Tipo de investigación | 43 |
| 4.3. Nivel de investigación | 44 |
| 4.4. Diseño de la investigación | 44 |
| 4.5. Población y muestra | 44 |
| 4.5.1. Población | 44 |
| 4.5.2. Muestra | 44 |
| 4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 45 |
| 4.6.1. Técnicas | 45 |
| 4.6.2. Instrumentos | 45 |
| 4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 46 |
| 4.8. Aspectos éticos de la investigación | 46 |
| CAPÍTULO V: RESULTADOS | 47 |
| 5.1. Descripción de resultados | 47 |
| 5.1.1. Material natural | 47 |
| 5.1.2. Materiales modificados | 51 |
| 5.2. Contrastación de hipótesis | 65 |
| 5.2.1. Prueba de normalidad | 65 |
| 5.2.2. Hipótesis específica “a” | 67 |
| 5.2.3. Hipótesis específica “b” | 69 |
| 5.2.4. Hipótesis específica “c” | 71 |

| | |
|--|-----|
| CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 75 |
| 6.1. Límites de consistencia de los suelos granulares | 75 |
| 6.2. Compactación del suelo | 76 |
| 6.3. Capacidad de soporte del suelo | 77 |
| CONCLUSIONES | 80 |
| RECOMENDACIONES | 81 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 82 |
| ANEXOS | 86 |
| Anexo N° 01: matriz de consistencia | 87 |
| Anexo N° 02: matriz de operacionalización de las variables | 89 |
| Anexo N° 03: análisis de costos unitarios | 91 |
| Anexo N° 04: certificados de ensayos | 94 |
| Anexo N° 05: certificados de calibración | 173 |
| Anexo N° 06: ficha técnica del aditivo | 187 |
| Anexo N° 07: panel fotográfico | 191 |

Contenido de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación de los polímeros artificiales. | 29 |
| Tabla 2. Especificaciones para el desarrollo del método de Proctor. | 31 |
| Tabla 3. Diámetros de materiales de suelo. | 33 |
| Tabla 4. Exigencias para el material de subbase. | 35 |
| Tabla 5. Propiedad del suelo indicada por el índice de equivalente de arena. | 36 |
| Tabla 6. Aditivos de polímeros de mayor demanda en el mercado peruano. | 39 |
| Tabla 7. Operacionalización de las variables de la investigación. | 42 |
| Tabla 8. Ensayos para el material natural. | 44 |
| Tabla 9. Muestra de la investigación. | 45 |
| Tabla 10. Caracterización granulométrica del material natural de la trinchera 1. | 47 |
| Tabla 11. Caracterización granulométrica del material natural de la trinchera 2. | 48 |
| Tabla 12. Caracterización granulométrica del material natural de la trinchera 3. | 50 |
| Tabla 13. Propiedades físicas y mecánicas de las subbases de material natural. | 51 |
| Tabla 14. Resultados obtenidas de las pruebas realizadas con el método Proctor modificado. | 52 |
| Tabla 15. Resultados derivadas de las pruebas de los límites de consistencia. | 52 |
| Tabla 16. Resultados de los ensayos de CBR. | 53 |
| Tabla 17. Límite líquido de los materiales. | 53 |
| Tabla 18. Límite plástico de los materiales. | 55 |
| Tabla 19. Índice de plasticidad de los materiales. | 56 |
| Tabla 20. Máxima densidad seca de los materiales (g/cm^3). | 58 |
| Tabla 21. Nivel óptimo de humedad de los materiales. | 59 |
| Tabla 22. CBR al 95 % de la MDS de los materiales. | 61 |
| Tabla 23. CBR al 100 % de la MDS de los materiales. | 62 |
| Tabla 24. Cantidad de aditivo y agua para el mejoramiento del suelo en cada trinchera. | 64 |
| Tabla 25. Cantidad de aditivo y agua necesaria para el mejoramiento del suelo en kilogramos. | 64 |
| Tabla 26. Cantidad de aditivo y agua necesaria para el mejoramiento del suelo en metros cúbicos. | 64 |
| Tabla 27. Costos de tratamiento de subbase con el aditivo Z con polímeros. | 64 |
| Tabla 28. Prueba de normalidad para la hipótesis específica “a”. | 66 |
| Tabla 29. Prueba de normalidad para las propiedades mecánicas de los materiales. | 66 |

| | |
|--|----|
| Tabla 30. Prueba ANOVA de un factor para la hipótesis específica “a” – Límite líquido. | 67 |
| Tabla 31. Prueba Tukey para la hipótesis específica “a” – Límite líquido. | 68 |
| Tabla 32. Subconjuntos homogéneos del límite líquido. | 68 |
| Tabla 33. Prueba Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “a” – Límite plástico. | 68 |
| Tabla 34. Prueba Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b” – Índice de plasticidad. | 69 |
| Tabla 35. Prueba ANOVA de un factor para la hipótesis específica “b” – Máxima densidad seca. | 70 |
| Tabla 36. Prueba Tukey para la hipótesis específica “b” – Máxima densidad seca. | 70 |
| Tabla 37. Subconjuntos homogéneos de la máxima densidad seca. | 70 |
| Tabla 38. Prueba Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b” – Óptimo contenido de humedad. | 71 |
| Tabla 39. Comparación de grupos para la hipótesis específica “b” – Óptimo contenido de humedad. | 71 |
| Tabla 40. Prueba ANOVA de un factor para la hipótesis específica “c” – CBR al 95 % de la MDS y CBR al 100 % de la MDS. | 72 |
| Tabla 41. Prueba Tukey para la hipótesis específica “c” – CBR al 95 % de la MDS y CBR al 100 % de la MDS. | 73 |
| Tabla 42. Subconjuntos homogéneos del CBR al 95 % de la MDS. | 73 |
| Tabla 43. Subconjuntos homogéneos del CBR al 100 % de la MDS. | 74 |

Contenido de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Conceptualización de los polímeros. | 27 |
| Figura 2. Clasificación de los polímeros. | 28 |
| Figura 3. Fases del suelo. | 29 |
| Figura 4. Comportamiento de la curva de relación entre humedad y densidad. | 32 |
| Figura 5. Tipos de suelos según curva granulométrica. | 33 |
| Figura 6. Determinación del valor de CBR del suelo. | 37 |
| Figura 7. Curva granulométrica del material natural de la trinchera 1. | 48 |
| Figura 8. Curva granulométrica del material natural de la trinchera 2. | 49 |
| Figura 9. Curva granulométrica del material natural de la trinchera 3. | 50 |
| Figura 10. Comparación del límite líquido de los materiales. | 54 |
| Figura 11. Variación del límite líquido de los materiales. | 54 |
| Figura 12. Comparación del límite plástico de los materiales. | 55 |
| Figura 13. Variación del límite plástico de los materiales. | 56 |
| Figura 14. Comparación de los índices de plasticidad de los materiales. | 57 |
| Figura 15. Variación de los índices de plasticidad de los materiales. | 57 |
| Figura 16. Comparación de la máxima densidad seca de los materiales. | 58 |
| Figura 17. Variación de la máxima densidad seca de los materiales. | 59 |
| Figura 18. Comparación del nivel de humedad más adecuado de los materiales. | 60 |
| Figura 19. Variación del óptimo contenido de humedad de los materiales. | 60 |
| Figura 20. Comparación del CBR al 95 % de la MDS de los materiales. | 61 |
| Figura 21. Variación del CBR al 95 % de la MDS de los materiales. | 62 |
| Figura 22. Comparación del CBR al 100 % de la MDS de los materiales. | 63 |
| Figura 23. Variación del CBR al 100 % de la MDS de los materiales. | 63 |
| Figura 24. Comparación del costo de aplicación del aditivo en la subbase | 65 |

Resumen

El desarrollo de la presente investigación se basó en el objetivo de evaluar el efecto del polímero en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase, en ese sentido se realizaron una serie de ensayos al material granular natural extraído de la cantera Yuracancha, del distrito de Sincos, provincia de Jauja, posteriormente fueron separadas muestras del material y mezcladas con un aditivo de polímeros en proporciones según la relación agua/aditivo de 3.5 a 1, 4.0 a 1 y de 4.5 a 1, a partir de los cuales se llevaron a cabo pruebas de límites de consistencia, Proctor modificado y CBR.. Con estos resultados fueron realizados análisis descriptivos y estadísticos hallando la dosis óptima del polímero. Es así que los resultados dieron a conocer ligeros incrementos del índice de plasticidad, desde un 3.60 % en el patrón a valores de 4.10, 4.13 y 4.17 % para los materiales con la adición del polímero en la relación agua/aditivo de 3.5:1, 4.0:1 y de 4.5:1 respectivamente, el CBR al 100 % de la MDS promedio obtenido por el material sin modificar fue de 48.27 %, mientras que para las mismas proporciones de aditivo fue de 51.33, 62.43 y 56.17 %; en base a estos resultados se estableció que la dosis óptima del polímero es el de la relación agua/aditivo 4.0 a 1. En conclusión, el polímero como aditivo optimiza las propiedades de suelos, mejorando la calidad del material para la conformación de subbases granulares.

Palabras clave: Subbase, polímeros, CBR, estabilización de suelos.

Abstract

The development of the present investigation was based on the objective of evaluating the effect of the polymer on the properties of granular soils for use as subbase material, in that sense a series of tests were carried out on the natural granular material extracted from the Yuracancha quarry, in the district of Sincos, province of Jauja, then samples of the material were separated and mixed with a polymer additive in proportions according to the water/additive ratio of 3.5 to 1, 4.0 to 1 and 4.5 to 1, from which consistency limits, modified Proctor and CBR tests were carried out. With these results, descriptive and statistical analyses were carried out to find the optimum polymer dosage. Thus, the results showed slight increases in the plasticity index, going from 3.60 % in the standard to values of 4.10, 4.13 and 4.17 % for the materials with the addition of the polymer in the water/additive ratio of 3.5:1, 4.0:1 and 4.5:1 respectively, the CBR at 100 % of the average MDS obtained for the unmodified material was 45.47 %, while for the same proportions of additive was 51.33, 62.43 and 56.17 %; based on these results it was determined that the optimum dosage of the polymer is that of the water/additive ratio 4.0 to 1. In conclusion, the polymer as an additive optimizes the properties of soils, improving the quality of the material for the conformation of granular subbases.

Key words: Subbase, polymers, CBR, soil stabilization

Introducción

Actualmente, muchas de las estructuras viales no logran cumplir con su tiempo de diseño, sufriendo fallas debido a distintas deficiencias encontradas en las capas subsuperficiales del pavimento, entre las que destaca la subbase, lo que origina que se reduzca la calidad del tránsito de vehículos y aumenten los costos del sector transporte, lo cual hace necesario la implementación de soluciones que mejoren las capacidades de estos elementos. Es en este contexto que fue desarrollada la investigación titulada “El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase” con el objetivo de evaluar el efecto del polímero en las propiedades de suelos granulares para su uso como subbase.

En la ejecución de esta investigación se llevó a cabo el análisis de las propiedades del suelo para subbase, basado principalmente en la determinación de la granulometría, desgaste, límites de consistencia, equivalente de arena, sales solubles, partículas chatas y alargadas, Proctor modificado y CBR, a fin de reconocer la mezcla de materiales con polímeros de mejores características para su uso como subrasante.

En base a lo mencionado, esta tesis presenta una estructura de cinco capítulos, como se expone a continuación.

Capítulo I. Planteamiento del problema: En este primer capítulo se reconoce la situación problemática mediante el planteamiento del problema y se inicia con el direccionamiento de la investigación a través de la formulación y sistematización del problema, justificación del problema, delimitación y finalmente se proponen objetivos de la investigación.

Capítulo II. Marco Teórico: En el segundo capítulo, se recopilan los antecedentes que guiaron la investigación, las bases teóricas o científicas y el marco conceptual.

Capítulo III. Hipótesis: se presentan las hipótesis de la investigación y las variables con las que se trabajó

Capítulo IV. Metodología: Aquí se describe el método de investigación seguido, mencionando el tipo, nivel y diseño de la investigación, la población y muestra con las que se trabajó, las técnicas e instrumentos de recolección de datos registrados, el procesamiento de la información correspondiente a los registros de las pruebas de laboratorio y las técnicas y análisis de datos.

Capítulo V. Resultados: En este cuarto capítulo, se exponen los resultados y el respectivo análisis realizado a los datos obtenidos de las pruebas de laboratorio realizadas a los especímenes de la muestra, y se concluye con la explicación de la contrastación de hipótesis.

Capítulo VI. Análisis y discusión de resultados: Donde se expone un análisis y comparación de los resultados con los obtenidos en los antecedentes, y reconociendo si los resultados obtenidos son positivos o negativos.

Finalmente, se exponen las conclusiones abordadas, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Millan Romo Clenin Jhonatan.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La relevancia de las vías para un país se ve reflejado en su desarrollo económico, ya que es vital para lograr la conexión entre sus ciudades. Asimismo este desarrollo económico puede ser influenciado por la cantidad de kilómetros disponibles por habitantes y la condición de la vía; tal es el ejemplo de Colombia en el que el valor de este índice es de solo 3.5 km/hab, lo cual evidencia el limitado transporte de la producción de materia prima Vélez (2014).

El principal problema de las vías es el estado en el que se encuentran, pues muchas de ellas sufren graves daños antes que cumplan el tiempo de vida de diseño, siendo una de las causas la deficiente calidad de las características del suelo en el cual se lleva a cabo la construcción. Por lo general los suelos de mala calidad están condicionados a grandes cambios volumétricos, pues tienen un comportamiento variable de expansión y reducción al contacto con el agua, lo cual pone en riesgo de falla a las vías (Fustamante, 2021). Un ejemplo claro es lo que sucede a nivel nacional, según el informe del Centro de Investigación Empresarial (CIE), el 86.6% de las carreteras regionales o departamentales carecen de pavimentación y se encuentran en condiciones precarias (Cuipal, 2018).

A nivel local, la problemática mencionada se da en muchas de las vías primarias de la ciudad de Huancayo e incluso en vías que conectan a las provincias de Jauja, Concepción, Sicaya, entre otras. Es ante ello que uno de los objetivos fundamentales de la ingeniería es buscar nuevas alternativas que puedan ser utilizadas para mejorar las principales capas que componen un pavimento, tales como la base o sub base (Estabragh

et al., 2022). Uno de los materiales que ha empezado a tomar mayor relevancia son los polímeros, que según Méndez (2018) son elementos sintéticos, formados de la repetición de los monómeros lo cual facilita su unión con las partículas del suelo, otorgándole mayor capacidad de soporte.

El uso de los polímeros, según Galindo (2018), tiene como fin estabilizar un suelo o mejorar sus características esperando una reducción en su costo por el proceso de excavación y la sustitución de materiales, con el propósito de disminuir el impacto ambiental producido por la rehabilitación, mejora y construcción de las carreteras.

Es ante lo mencionado que, mediante la realización de esta investigación, se procuró establecer una dosificación óptima que pueda mejorar las propiedades de los suelos granulares y puedan ser utilizados como subbase de carreteras, y de esta manera ser una alternativa económica ante la sustitución del material existente por otros de cantera.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

El desarrollo de esta investigación consideró el material obtenido de la cantera denominada Yuracancha, del distrito de Sincos, provincia de Jauja en el departamento de Junín.

1.2.2. Temporal

La investigación se llevó a cabo durante un lapso de 12 meses, el cual comprende de enero a diciembre del 2022.

1.2.3. Económica

El desarrollo de esta tesis fue asumido económicamente en su totalidad por el investigador. No fueron recibidos aportes económicos de personas ni instituciones de ningún tipo.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del polímero en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida modifica el polímero los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de subbase?
- b) ¿De qué manera el uso del polímero varía la compactación de suelos granulares para su uso como material de subbase?
- c) ¿En qué medida el uso del polímero modifica la capacidad de soporte de los suelos granulares para su uso como material de subbase?

1.4. Justificación

1.4.1. Práctica

La presente investigación tuvo justificación social o práctica, pues según Carrasco (2013) este tipo de justificación se da cuando con el desarrollo se puede dar solución a problemas que afectan a una población.

Considerando lo mencionado, en esta investigación se buscó establecer un elemento que pueda mejorar las características de suelos granulares, pudiendo ser utilizado como sub base, pues en muchos proyectos de infraestructura vial, este es un problema debido a que muchas canteras no cumplen con las recomendaciones indicadas en las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1.4.2. Teórica

La justificación teórica de esta investigación se fundamenta en la controversia que surge al sugerir la utilización de polímeros para mejorar las propiedades de materiales destinados a ser empleados como base, dado que las normativas vigentes no contemplan su aplicación. Además, se presentan dosificaciones que podrían ser consideradas por futuras investigaciones.

1.4.3. Metodológica

La justificación metodológica de acuerdo a Monje (2011) se aplica cuando con el desarrollo de la investigación se establece un nuevo método o proceso para genera nuevos conocimientos científicos. Es ante lo sustentado, que el desarrollo de esta tesis consideró

este tipo de justificación, pues se ha establecido un nuevo procedimiento para obtener y mejorar las características del suelo granular para poder ser utilizado como sub base, siendo una nueva línea de investigación el uso de este material en capas de subrasantes o bases.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del polímero en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar en qué medida el polímero modifica los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de subbase.
- b) Establecer en qué medida el uso del polímero varía la compactación de suelos granulares para su uso como material de subbase.
- c) Estimar en cuanto, el uso del polímero modifica la capacidad de soporte de suelos granulares para su uso como material de subbase.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Damiano y Pérez (2022) denominada “Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio-Apurimac, 2022”, tuvieron como principal finalidad realizar el estudio de la factibilidad del uso de los polímeros como una alternativa que puede incrementar las propiedades del suelo en caminos vecinales, con lo cual se puede mejorar el performance de estas vías para elevar la calidad de vida de quienes la utilizan. Para cumplir con su objetivo, consideraron como parte de la investigación el camino vecinal Empalme AP-659 Lliupapuquio-Apurimac, en la que consideraron como metodología una investigación del tipo aplicada y con un diseño experimental basadas principalmente en la determinación de las propiedades físicas, mecánicas y de serviciabilidad de los suelos de capacidad portante reducida con dosificaciones de polímero líquido de 3.78 l/m^3 y 5.68 l/m^3 , además que para poder recolectar los datos tuvieron aplicar técnicas como la observación y los ensayos laboratorio para determinar las características antes mencionadas. La muestra fue recolectada de la cantera situada en el kilómetro 7+350, siendo esta no probabilística. Los resultados que se obtuvieron de fuentes secundarias, dan a conocer que el camino vecinal estudiado presenta un estado de servicio regular; mientras que los resultados de laboratorio muestran que el suelo mejorado con el polímero Z pueden incrementar el CBR al 100 % de la MDS en 32.10 %, en relación al suelo patrón, además, otros indicadores de la resistencia del suelo también se incrementaron de manera

significativa, pero tuvo la desventaja de que el costo se incrementa hasta el 50 % de su precio inicial. Como parte de la conclusión pudieron establecer que el uso del estabilizador tipo Z en el suelo con una dosificación de 5.68 l/m³, puede mejorar sus propiedades de manera significativa, por lo que es una alternativa para su uso en la sierra peruana.

Fustamante (2021) en su tesis denominada “Evaluación de la capacidad de soporte del suelo adicionando polímeros reciclados (PET) en la sub rasante de la calle camino Real, progresivo km 0+000-km 0+750, Chota” tuvo como principal finalidad el estudio de la subrasante de la calle Camino Real con la adición de polímeros reciclados como el PET, y de esta manera poder establecer una dosificación óptima. En este contexto, para llevar a cabo la investigación, se adoptó una metodología basada en una tesis experimental fundamentada en el estudio de muestras de calicatas a las que se les ha aplicado ensayos como el de granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR para el suelo natural y el suelo con adiciones del polímero en proporciones del 25 %, 15 %, 10 % y 5 %. Para que el polímero sea aplicado en el suelo fue lavado, secado, triturado y tamizado en las mallas de 3/8”, 4.75 mm y 2.00 mm. Los resultados que obtuvo muestran que, el tipo de suelo analizado fue del tipo A-7-6 según la clasificación AASHTO; además el CBR del suelo natural al 95 % y al 100 % fue de 4.767 % y 5.433 %, pero al adicionar polímeros reciclados, el valor de esta propiedad se incrementa a 5.5 %, 7.90 %, 8.40 % y 7.10 % (en proporciones antes mencionadas); es por ello que llegó a la conclusión que el uso del polímeros en proporciones de 15 % y un tamaño de 2.00 mm puede mejorar la capacidad de carga de un suelo con baja capacidad portante.

Guzmán (2020) en su investigación denominada “Mejoramiento de subrasante de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la Victoria, 2020” consideró como principal objetivo incrementar el valor de las propiedades de subrasante de baja capacidad, por lo que utilizó polímeros reciclados para el distrito de la Victoria en el departamento de Lima, es por lo cual que consideró como parte de la metodología realizar el estudio de ensayos experimentales en laboratorio donde se determinaron las principales propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso como la consistencia, plasticidad, la compactación y su capacidad de soporte. Con respecto al polímero, seleccionó aquel recomendado por la norma establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, buscando que este sea técnica y económicamente viable.

Los resultados derivados del desarrollo de la investigación pudieron determinar que el uso de polímeros reciclados al 1.5 % respecto al peso de suelo y con dimensiones de 5 a 10 mm mejoran el CBR, pues su valor se incrementa en 26 %; además concluye que para una mejora significativa de estos datos es necesario complementarlo con el uso de cal. Con ello se logra que el tratamiento de este tipo de suelos sea de S/ 7.386 soles

Martinez (2020) en su investigación que lleva por nombre “Mejoramiento de la subrasante mediante la adición del Polímero Polycom, en la Av. Unión de Manchay. Lima -2019”, consideró como principal objetivo realizar el estudio del polímero Polycom y su incidencia en las propiedades de la subrasante de la av. Unión Manchay, para lo cual ha tomado en consideración temas relacionados. Para tal finalidad se ha considerado como principal metodología el desarrollo de una investigación del tipo experimental basado en el análisis de las propiedades de la subrasante del suelo y su modificación al adicionar proporciones del 1 %, 2 % y 3 % de aditivo; para posteriormente compara estos resultados con la incorporación de fibras de PET. Estas propiedades fueron la consistencia, la granulometría, la compactación a través del ensayo Proctor y la determinación de su capacidad de soporte con el ensayo de CBR. Los resultados que determinó muestran que, los suelos de baja resistencia como los arenosos o limosos puede mejorar sus propiedades al utilizar el PET o Polycom en un porcentaje del 2 %; con lo cual se da factibilidad de uso al PET como un material reciclable para el mejoramiento de los suelos. Como conclusión final menciona que, el uso de PET o Polycom mejora la subrasante de suelos, pues modifica la clasificación del suelo de pobre a intermedio.

Vargas (2017) en la investigación denominada “Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos” consideró como objetivo general dar un valor adicional al polímero reciclado conocido como PET, para ser utilizado en el mejoramiento en las propiedades mecánicas de los suelos granulares que serán utilizados como sub base en una vía de asfalto. Como parte de la metodología se ha considerado el desarrollo experimental en laboratorio, para determinar las principales propiedades basados en las recomendaciones del Manual de pavimentos: suelos, geología, geotecnia y pavimentos establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones; además, el principal estudio considerado, fue la determinación de la capacidad de soporte del suelo mediante el ensayo de CBR, lo cual conllevó a realizar más de 70 especímenes. Para que el polímero sea adecuado para su uso en el suelo,

consideró su uso en proporciones del 0.5 %, 0.75 %, 1.0 %, 1.25 %, 1.5 % y 1.75 %, cuyas dimensiones longitudinales fueron de 2, 3, 4 y 5 cm. Los resultados que obtuvo, dan a conocer que el uso del PET es factible especialmente cuando se considera espesores de 1 a 2 mm y longitudes de 3 a 4 cm, dimensiones mayores generan resultados adversos; sin embargo, los valores más altos fueron con las fibras de 40 mm y dosificaciones de 0.50 % y 0.75 %, es decir, un 28 % más que el suelo convencional. Finalmente concluye que a pesar que el uso de este material es factible para mejorar las propiedades del suelo, no es factible económicamente pues obtener de manera artesanal es muy caro, por lo que es más recomendable, tener un procesamiento industrial, el cual disminuiría su coste de manera significativa.

2.1.2. Internacionales

Estabragh et al. (2022) en su investigación denominada “Estabilización de suelos arcillosos con polímeros a través de la técnica electrocinética”, consideraron como principal objetivo el estudio de dos polímeros el óxido de polietileno (PEO) y la carboximetilcelulosa sódica (CMC), para determinar su efectividad en las mejoras de las propiedades de un suelo arcilloso; en este sentido, ha incluido en la metodología una investigación experimental, del tipo aplicativo y que para el desarrollo consideró el uso de los aditivos mencionados en proporciones de 2, 4 y 6 g/L. Las pruebas se realizaron en un aparato especial bajo la tensión de 50 V y durante un período de 7 días. Durante cada prueba, se midieron los valores de pH y CE en los dos depósitos, el fluido de descarga del depósito catódico en diferentes intervalos de tiempo. Al final de cada prueba, se evaluó la resistencia del suelo a lo largo de la muestra. También se llevaron a cabo pruebas de SEM al final de la prueba en las muestras. Los resultados mostraron que ambos polímeros provocaron un aumento significativo de la resistencia al asentamiento y al cizallamiento no drenado del suelo, pero la máxima resistencia se obtuvo a una concentración de 4 g/L. A esta concentración, los valores de pH y CE en el depósito catódico fueron de unos 13 y 48 dS/m para ambos polímeros. Como conclusiones determinaron que el aumento de la resistencia se debe al recubrimiento de las superficies de las partículas y a la penetración del polímero entre los espacios de las partículas del suelo.

Huang et al. (2021) en su investigación denominada “Una revisión del uso de los polímeros en la estabilización de suelos”, tiene como principal objetivo hacer la revisión

del uso de polímeros para la estabilización de suelo que serán utilizados en la ingeniería de suelos y pavimentos. Como parte de la metodología utilizada se ha considerado el análisis de las propiedades que influyen en la eficacia de las clases de polímeros más utilizadas, incluidos los geopolímeros, los biopolímeros y los polímeros orgánicos sintéticos. Entre ellas incluyeron los tipos y proporciones del precursor y el activador de los geopolímeros, el peso molecular, las dimensiones de las partículas, la carga, la conformación, la solubilidad, la viscosidad, el pH y el comportamiento ante la humedad de los polímeros orgánicos. Como principales resultados determinaron que los mecanismos clave de las interacciones polímero orgánico-arcilla son las fuerzas electrostáticas y el aumento de entropía, que contribuyen de forma diferente según el polímero sea catiónico, neutro o aniónico. Por otra parte, las interacciones entre los polímeros y los suelos de grano grueso compuestos predominantemente por arenas se atribuyen principalmente a tres tipos de cambios estructurales: una fina película que cubre las partículas de arena, la formación de lazos poliméricos que conectan las partículas vecinas no contactadas y el desarrollo de la adhesión entre las partículas. El mecanismo de estabilización de los geopolímeros consiste en la formación de un gel de aluminosilicato de sodio y/o calcio, que une las partículas de suelo circundantes y las endurece en una matriz más densa y resistente. Se discuten las propiedades de ingeniería de los tipos de suelo tras la estabilización con polímeros, incluyendo la mejora de la resistencia, la disminución de la permeabilidad, la inhibición del hinchamiento y la contracción, y la mejora de la durabilidad y la estabilidad. Finalmente concluyen que los desafíos para un uso más amplio de la estabilización con polímeros de los suelos, incluyendo las normas de evaluación limitadas, las evaluaciones del costo del ciclo de vida y la vulnerabilidad a la humedad. Para ello, recomiendan algunas direcciones de investigación futuras para promover el uso generalizado de los polímeros en la estabilización de suelos, incluyendo la necesidad de establecer protocolos de ensayo estándar, la evaluación de las propiedades in situ de los suelos estabilizados con polímeros, la resolución de los problemas de durabilidad y un examen más profundo de los mecanismos de estabilización.

Galindo (2018) en su tesis denominada “Evaluar la inclusión de micro polímero y cemento portland como agente estabilizador de suelos para conformación de rasantes”, tuvo que considerar como objetivo general el efecto que tiene el uso del micro polímero y cemento portland en las principales características de suelos finos que serán usados

como sub rasantes, pues estos suelos presentan propiedades desfavorables generando inestabilidad volumétrica y poca capacidad de soporte; para ello consideraron una metodología experimental basado en un trabajo de laboratorio donde determinaron las principales características de los suelos como la granulometría, la consistencia junto con los límites respectivos, la compactación mediante el método de Proctor y finalmente la capacidad de soporte mediante el ensayo de CBR. Con respecto al aditivo, consideró un suelo patrón (SP), otro con 3 % de cemento (SP+C) y finalmente un suelo con 3 % de cemento y adiciones de aditivo en concentraciones de 0.65 l/m³ de micro polímero de aumento de resisten y 0.10 l/m³ con micro polímero de sellado (SP+C+A). Los resultados que ha obtenido muestran que, el tipo de suelo analizado puede clasificarse como un tipo A-1-a de acuerdo a la clasificación AASHTO, además que la densidad de SP, SP+C y SP+C+A, es de 2238 kg/m³, 2229 kg/m³ y 2218 kg/m³ respectivamente, mientras que la humedad óptima varió de 5.5 % a 6.1 %; mientras que la resistencia a la compresión que alcanzó fue con SP+C+A puesto por 7 días al ambiente, pues alcanzó valores de hasta 20.9 kg/cm²; dicho comportamiento fue similar al momento de la medición del CBR, pues el mayor valor alcanzado fue con SP+C+A, el cual fue puesto a inmersión por 4 días y 3 días en la temperatura ambiente, ya que incrementó de 76 % a 356 %. Como conclusión pudo determinar que le aporte de las fibras de micro polímeros no fue significativo, siendo el más representativo la adición de cemento en el suelo.

Ayala (2017) en su tesis llamada “Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros” consideró como principal objetivo establecer los parámetros óptimos para el uso de polímeros en la estabilización de suelo expansivos, por ello se ha considerado como parte de la metodología, la obtención de las muestras de tres calicatas, que a cuyos tipos de suelo se le caracteriza en función de la granulometría, la humedad natural, los límites de Atterberg, la compactación mediante la determinación del ensayo Proctor, finalmente el potencial de la expansión y su comportamiento de las mismas propiedades al adicionar al suelo proporciones de suelo estabilizado con 0.5 %, 1 % y 1.5 % de polímero. Los resultados que se ha obtenido muestran que la aplicación de polímeros modificó de forma notable las propiedades fisico-mecánicas del material, pues el límite líquido se redujo en todas las muestras analizadas en proporciones de 21.43 %, 36.69 % y 30.69 %, mientras que el índice de plasticidad sufrió reducciones de 50.72 %, 39.25 % y 32.27 %; para el ensayo de Proctor pudo determinar valores de densidad seca que estuvieron dentro del rango de 4.02 y 3.93 g/cm³, mientras que el óptimo contenido de

humedad sufrieron reducciones de entre 0 % y 40.54 %; mientras que la expansión del suelo se incrementa a medida que la concentración del polímero se aumente en su composición. Concluyendo finalmente que, el uso de los polímeros mejora las propiedades de los suelos expansivos, haciendo que su mezcla con las arcillas sea más uniforme.

Mirzababaei et al. (2017) en su trabajo de investigación denominada “Polímeros para la estabilización de suelos arcillosos blandos” ha considerado como principal objetivo fue determinar la influencia de dos aditivos químicos, (es decir, el poli (alcohol vinílico), PVA y el ácido 1,2,3,4 butano tetra carboxílico, BTCA en las propiedades de ingeniería de un suelo arcilloso expansivo. Para cumplir con tal finalidad, se ha considerado una metodología experimental en el que se midió la incidencia de los polímeros sobre la resistencia a la compresión no confinada de muestras de suelo preparadas a un peso unitario seco máximo (es decir, 16,2 kN/m³ y 17% de contenido de agua) y a un peso unitario seco mínimo (es decir, 10,8 kN/m³ y 48% de contenido de agua). El PVA y el BTCA se añadieron en dosis de 0,1% a 1,5% y de 0,1% a 0,5% respectivamente a ambas muestras de suelo compactado y curado durante 1 y 14 días. Los resultados de las pruebas de compresión no confinada en las muestras de suelo arcilloso estabilizadas con diferentes contenidos de PVA y BTCA curados durante 1 y 14 días revelaron que dichos polímeros hidrofílicos mejoran la resistencia a la compresión de los suelos arcillosos tanto densos como blandos de forma significativa y su resistencia incluso aumenta con el tiempo de curado. Sin embargo, la eficacia de los aditivos depende en gran medida del peso unitario del suelo. Finalmente concluyeron que además del incremento de la resistencia, la durabilidad es otro parámetro que se incrementa.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Polímeros

Se denominan polímeros a moléculas compuestas por grandes unidades de repetición, por ello es que ciertos autores las suelen denominar como “macromoléculas”, entre estas moléculas es posible destacar por ejemplo al polietileno, siendo constituido debido a la unión a través de enlaces covalentes de al menos mil unidades de etileno (Martinez, 2020).

Es así que se define a un polímero como una molécula conformada por la unión en repetición de unidades químicas pequeñas o simples denominados como monómeros, siendo en algunos casos una repetición lineal, es decir, forman cadenas con cada unidad haciendo de eslabón, mientras que en otros casos pasan a formar ramificaciones y a interconectarse con formas distintas en retículos de tres dimensiones (Martinez, 2020).

Al hablar de moléculas de gran tamaño, respecto a lo comúnmente esperado a estas escalas, es preciso señalar que los monómeros que se encuentran unidos a través de enlaces covalentes, tienen una composición de gran número de átomos de carbono, pudiendo estos a su vez tener grupos laterales o radicales de uno o varios átomos (Martinez, 2020).

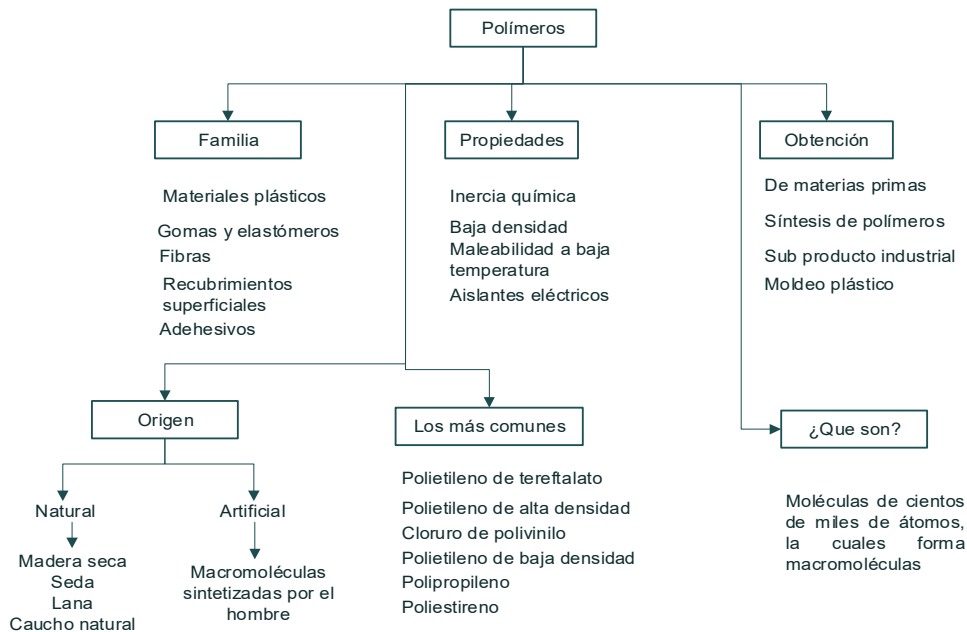


Figura 1. Conceptualización de los polímeros.
Fuente: Martinez (2020).

– Polímeros sintéticos

Los polímeros sintéticos son moléculas de dimensiones extensas conformadas por moléculas de menor tamaño denominadas como monómeros, las cuales se encuentran unidas mediante enlaces covalentes, siendo las que conforman materiales como los polietilenos, poliestireno, polipropileno, cloruro de polivinilo o el poliestireno solo por mencionar algunos de los más comunes (Cuipal, 2018).

- Estructura del polietileno.

En química, el polietileno corresponde a un polímero del tipo sintético termoplástico obtenido a partir de la condensación de moléculas de etileno. Por ello, es un material cristalino con forma irregular, siendo de un color blanquecino pero traslucido. Dadas estas características, es que su uso es muy común en distintas actividades y su disponibilidad en los mercados atiende a distintos requerimientos pudiendo presentarse en diferentes clases, que estarán asociadas a diferentes procesos de fabricación (León y Marín, 2021).

Al presentar las características mencionadas anteriormente, es necesario mencionar que los polímeros son materiales de un alto peso molecular, además que al nombrar a un tipo como sintético es fácil inferir que también es posible encontrar estos materiales en estados naturales, mas no tienen un uso extendido hoy en día (León y Marín, 2021).



Figura 2. Clasificación de los polímeros.
Fuente: León y Marín (2021).

Las necesidades de la industria y actividades del mundo moderno, orientaron a la creación de mezclas de polímeros con procesos de fabricación cada vez más sofisticados para la producción de mejores materiales a menores costos. A partir de ello, estos materiales se pueden clasificar de acuerdo a sus características en termoestables, elastómeros y termoplásticos (León y Marín, 2021).

Tabla 1. Clasificación de los polímeros artificiales.

| Termoestables | Elastómeros | Termoplásticos |
|---|---|--|
| Materiales compactos, de fusión no factible, dado que no se ablandan a elevadas temperaturas. | Son materiales que llegan a deformarse sin alcanzar una zona de deformación plástica. | Resinas trabajables en condiciones de altas temperaturas y presiones elevadas. |

Fuente: Fustamante (2021).

2.2.2. Suelos

Cuando nos referimos a los suelos en el ámbito de la ingeniería civil, se le describe como el material producido por un proceso de miles de años de fractura de diferentes tipos de rocas en materiales de menor tamaño gracias a procesos producto del intemperismo como lo son los mecánicos y químicos (Braja, 2015).

La conformación de las pequeñas partículas en suelo es dado por transporte y compactación natural producida a lo largo de los años, pudiendo ocurrir en el lugar donde fueron fracturadas las rocas o algún otro diferente según sea el caso (Rico y Del castillos, 2005).

Al ser formados por el transporte y sedimentación de partículas, el suelo no es un material perfectamente denso, por lo que además de tener materiales sólidos presenta humedad por el agua atrapada en sus vacíos, e incluso aire (Braja, 2015).

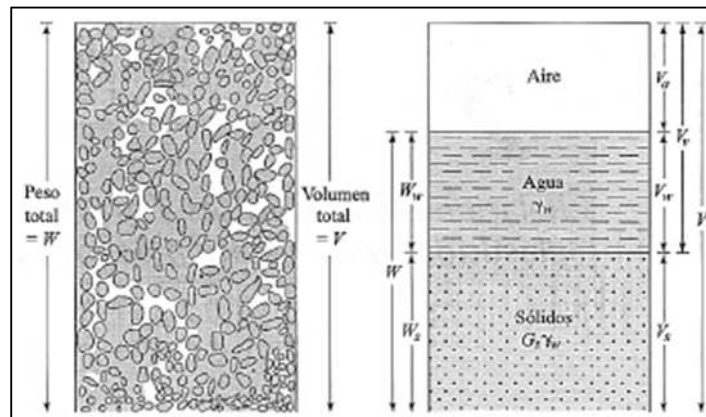


Figura 3. Fases del suelo.
Fuente: Braja (2015).

Crespo (2014), expone las partículas sólidas que suelen componer un suelo natural de acuerdo al tamaño y características de las mismas:

- Gravav. Comprenden a aquellas acumulaciones sueltas de fragmentos de roca con diámetros superiores a los 2 milímetros.

- Arenas. Estas son materiales de granos mucho más finos que las gravas, procedentes también de la degradación mecánica de rocas, teniendo diámetros de entre los 2 y 0.05 milímetros.
- Limos. Este material tiene una plasticidad baja, siendo constituido por las partículas de diámetros del orden 0.05 a 0.005 milímetros.
- Arcillas. Corresponden a las partículas de menor tamaño en los suelos, comprendiendo tamaños inferiores a los 0.005 milímetros.

2.2.3. Propiedades del suelo

Las propiedades del suelo son determinadas a partir de una serie de ensayos estandarizados realizados a nivel de laboratorio, tal como lo especifica el MTC (2013) en el Manual de Especificaciones Generales.

Contenido de humedad. El cantidad de humedad de un suelo se establece determinando la proporción de agua presente en una cierta masa de suelo estudiada, comparando el peso de la muestra en su condición natural y su estado seco (Capia, 2020).

$$W\% = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco}} \times 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s}$$

Donde:

$W\%$: Es el contenido de humedad del suelo

W_h : Representa al peso de la muestra húmeda

W_s : Es el peso de la muestra seca

Límites de consistencia. También denominados como límites de Atterberg, son utilizados para el reconocimiento del comportamiento del suelo ante la presencia de agua en sus vacíos. Es en base al cantidad de humedad del suelo, que se reconocen los límites líquido, plástico e índice de plasticidad (Bañón y Beviá, 2000).

Límite líquido (LL). El resultado de este parámetro es realizado mediante la estimación con los datos resultantes del ensayo que utiliza la Copa de Casagrande, siendo la cantidad mínima de agua con la que es posible eliminar un umbral del suelo y unirlo al dar 25 golpes (Bañón y Beviá, 2000).

Límite plástico (LP). Por otro lado, el límite plástico corresponde a la mínima cantidad posible de agua o humedad en un material para que haga la transición de un estado semisólido a uno plástico. (Bañón y Beviá, 2000).

Índice de plasticidad. El índice de plasticidad se calcula como la disparidad entre los valores del límite líquido y el límite plástico (Bañón y Beviá, 2000).

Compactación. Dentro del ámbito de trabajo de la ingeniería civil, esta propiedad es fundamental de conocer, dado que se trata del proceso mecánico mediante el cual se apunta a mejorar las capacidades del suelo para su uso en proyectos de ingeniería civil, pues al reducir los vacíos del suelo y aumentar su densidad, se propician cambios positivos en su resistencia (Rico y Del castillos, 2005).

Esta característica es determinada mediante del ensayo de Proctor modificado. En la Tabla 2, se adjuntan los métodos de ensayo del Proctor modificado, los cuales serán determinados de acuerdo al tamaño del material a ensayar, tal como se indica en la última fila.

Tabla 2. Especificaciones para el desarrollo del método de Proctor.

| Descripción | Método | | |
|--|-------------|--------------|--------------|
| | A | B | C |
| Diámetro de molde | 4" | 4" | 6" |
| Peso del martillo | 44.5 | 44.5 | 44.5 |
| Altura de celda (cm) | 45.7 | 45.7 | 45.7 |
| Nº de golpes/capa | 25 | 25 | 25 |
| Nº de capas | 5 | 5 | 5 |
| Energía de compactación (kN-m/m ³) | 2700 | 2700 | 2700 |
| Material a usar | Pasante N°4 | Pasante 3/8" | Pasante 3/4" |

Fuente: Capia (2020).

El ensayo consiste básicamente en la compactación de muestras de suelo añadiendo distintas proporciones de agua, con estos resultados se puede graficar la curva humedad vs. Densidad y determinar los valores óptimos de contenido de humedad y densidad máxima (Rico y Del castillos, 2005). Esta curva se muestra en la figura que sigue.

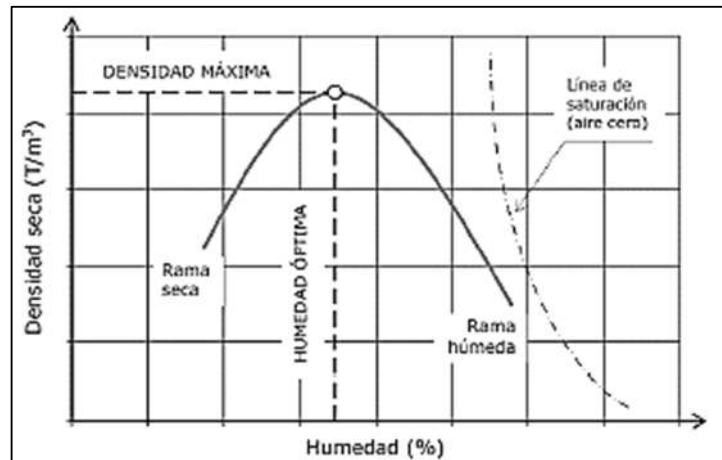


Figura 4. Comportamiento de la curva de relación entre humedad y densidad.
Fuente: Bañón y Beviá (2000).

Granulometría

La caracterización granulométrica es un análisis fundamental para cualquier tipo de suelo o material granular, pues permite clasificar sus características y estimar la calidad del material. Esta caracterización se realiza mediante un análisis del material a nivel de laboratorio, separando las partículas que componen el suelo de acuerdo a sus tamaños (Rico y Del castillos, 2005).

Cabe resaltar que, a pesar de que el análisis granulométrico permite conocer a grandes rasgos las características del material de suelo, este no es un ensayo definitivo y por lo tanto requiere obligatoriamente de ser complementado con ensayos que definan sus demás propiedades tanto físicas como mecánicas, por ejemplo de la angularidad y compacidad de sus partículas, y la presencia de otros materiales no orgánicos que pudieran reducir su calidad (Rico y Del castillos, 2005).

Así mismo, también se encuentran determinadas distribuciones granulométricas que propician los mejores resultados en otras pruebas, pues una buena gradación garantiza menores espacios vacíos y facilitan la compactación del material, además de que la existencia de material fino también contribuye a la cohesión del material. Por ello es necesario entender que los mejores suelos son los que combinan apropiadamente varios tamaños de partículas (Vargas, 2017).

A continuación, se adjuntan los tamaños de partícula de cada tipo de material que llega a conformar el suelo de acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 3. Diámetros de materiales de suelo.

| Material | | Tamaño |
|---------------|--------------|-------------------|
| Grava | | 75 mm-4.75 mm |
| Arena | Arena gruesa | 4.75 mm-2.00 mm |
| | Arena media | 2.00 mm-0.425 mm |
| | Arena fina | 0.425 mm-0.075 mm |
| Material fino | Limo | 0.075 mm-0.005 mm |
| | Arcilla | menor a 0.005 mm |

Fuente: MTC (2014).

Al reconocer los diámetros del material, y las proporciones de los mismos mediante el análisis granulométrico, es posible generar una gráfica que representará las características del suelo. Este diagrama se conoce como la curva granulométrica, y de acuerdo a su regularidad es posible diferenciar dos principales tipos de granulometría:

- Discontinua: Es aquella que tiene ciertos picos y sectores planos, esto es un indicativo de que dos o más tamices consecutivos no están reteniendo el material y por lo tanto es posible que se traten de suelos mal graduados (Vargas, 2017).
- Continua: Es aquella curva en la que se aprecia la existencia de material retenido por todas las mallas, teniendo una forma más continua y sin picos. Estos suelos son los que se denominan como bien graduados o bien graduados dependiendo del autor (Vargas, 2017).

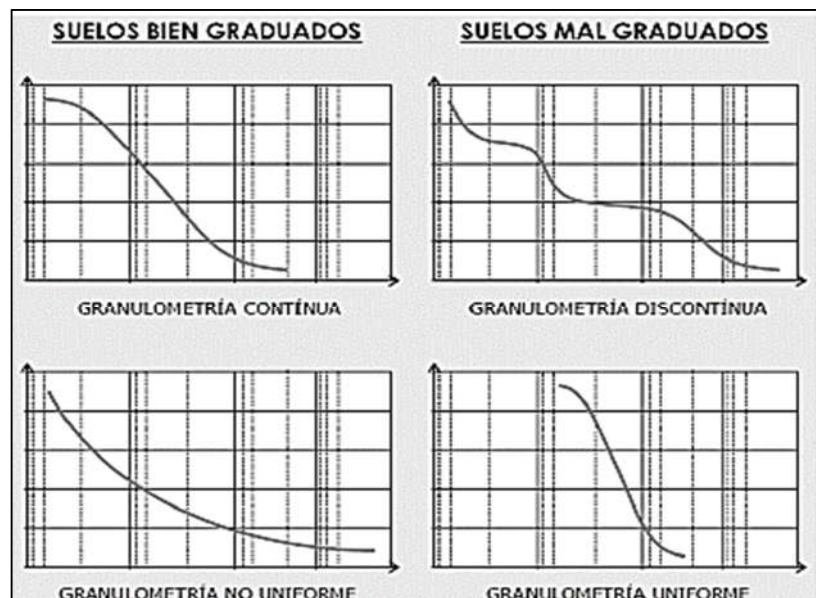


Figura 5. Tipos de suelos según curva granulométrica.

Fuente: Bañón y Beviá (2000).

2.2.4. Subbase

Se define a la subbase como una capa granular de conformación de pavimentos flexibles, que se encuentra dispuesta sobre la subrasante de una vía, y sobre la cual serán colocadas las siguientes capas del pavimento. Dado que no se encuentre soportando directamente las repeticiones de las cargas por el tránsito vehicular, requiere de una calidad inferior en contraste con lo necesario para una base, sin embargo debe cumplir con alcanzar o superar un CBR del 40 % y otras características expresadas en la Tabla 4 (MTC, 2013).

Un componente crucial para establecer las características de la subbase, serán las características del pavimento, tales como su tipo, diseño, ubicación y dimensiones. De este modo es que son propuestos cuatro factores, que determinarán estas características (Vargas, 2017).

En primer lugar se tiene al tránsito calculado que tendrá que superar la vía, pues de acuerdo a este factor, el espesor de la capa de subbase variara y con ello el proceso constructivo para su desarrollo (Vargas, 2017).

A continuación, se considera el clima de la zona de acuerdo a las precipitaciones, cambios de temperatura entre los ciclos de día y noche, además de la altura del proyecto (metros sobre el nivel del mar), sumado a ello otro factor importante será la altura del nivel freático (Vargas, 2017).

El tercer factor comprende a la disponibilidad de determinados materiales, pues las características de los materiales granulares y de suelo son distintos en cada localidad, sumado a ello, es necesario reconocer (Vargas, 2017).

Y el último factor, tiene que ver con las características de la subrasante, pues condicionará los espesores de los elementos del pavimento, además de que puede dotar de humedad a la subbase y reducir así las capacidades de esta capa. Por otro lado, si se trata de una subrasante de comportamiento expansivo también se hace un problema al ocasionar tremendos deterioros en la estructura del pavimento en términos generales (Vargas, 2017).

Tabla 4. Exigencias para el material de subbase.

| Ensayo | Norma MTC | Requerimiento | |
|-------------------------------|-----------|---------------|-------------|
| | | < 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Abrasión los Ángeles | MTC E 207 | 50 % máx | 50 % máx |
| CBR al 100 % MDS | MTC E 132 | 40 % min | 40 % min |
| Límite líquido | MTC E 110 | 25 % máx | 25 % máx |
| Índice de plasticidad | MTC E 111 | 6 % máx | 4 % máx |
| Equivalente de arena | MTC E 114 | 25 % mín | 35 % máx |
| Sales solubles | MTC E 219 | 1 % máx | 1 % máx |
| Partículas chatas y alargadas | - | 20 % máx | 20 % máx |

Fuente: MTC (2013).

Abrasión de Los Ángeles

En este ensayo se establecen las características de resistencia al desgaste de los materiales granulares que compondrán a la subbase, pues este ensayo pone a prueba a los agregados de una tamaño inferior a 1 ½” utilizando la máquina de Los Ángeles (MTC, 2016).

Con el ensayo de desgaste de los materiales, se puede evaluar el deterioro de los áridos granulares de una manera estandarizada, lo que permite predecir con exactitud la calidad del agregado. Esto se realiza mediante acciones de impacto, desgaste y abrasión en un tambor de acero que gira sobre su propio eje y que contiene un determinado número de esferas de acero, el proceso repetido de rotación de la máquina en conjunto con las esferas que se encuentran libres en el tambor es lo que permite simular el desgaste natural de los materiales en laboratorio. Luego de este proceso, el agregado se retira de la máquina y vuelve a pesarse, el porcentaje de pérdida será el desgaste (MTC, 2016).

Equivalente de arena

Este ensayo es usado para la obtención de resultados similares a los de los límites de consistencia, sin embargo, tiene una precisión menor dado que se realiza de una manera sencilla y rápida en concordancia con lo establecido en la norma Manual de Ensayo de Materiales E 144 (MTC, 2014).

De acuerdo con la norma citada anteriormente, el equivalente de arena da a conocer la característica plástica del suelo, además para el uso de un material como subbase en zonas de una altura igual a superior a los 3 000 m.s.n.m., el equivalente de arena debe ser de 35 % como mínimo.

Tabla 5. Propiedad del suelo indicada por el índice de equivalente de arena.

| Equivalente de arena | Característica |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| EA > 40 | El suelo no es plástico, es arena |
| 40 > EA > 20 | El suelo es poco plástico |
| EA < 20 | El suelo es plástico y arcilloso |

Fuente: MTC (2014).

Ensayos CBR (California Bearing Ratio)

Los resultados de este ensayo, son fundamentales para la conformación de las capas granulares de pavimentos. El ensayo CBR (California Bearing Ratio) da como resultado un valor del mismo nombre expresado en porcentaje de acuerdo a la máxima densidad seca del material, esto indica la resistencia al corte que tienen el material (Bañón y Beviá, 2000).

Como se ha mencionado líneas arriba, este ensayo permite estimar la calidad del suelo mediante su capacidad de resistencia al corte, en ese sentido, el CBR puede definirse como la relación existente de la presión necesaria para que un pistón estandarizado penetre el suelo a una profundidad específica y la presión requerida para lograr la misma profundidad de penetración en una muestra de referencia de grava triturada, se expresa como un porcentaje. (Bañón y Beviá, 2000).

La carga que una capa de subbase puede soportar hasta antes de que aparezcan asentamientos significativos es su denominada capacidad portante, esta propiedad es cuantificada mediante el valor del CBR (Bañón y Beviá, 2000).

A partir de la clasificación de los suelos mediante lo especificado por AASHTO, es elaborado el perfil stratigráfico por cada sector evaluado del suelo, esto servirá para determinar con base a qué tipos de suelo será desarrollado el diseño de pavimentos, además de que permitirá definir las pruebas y relaciones para calcular el valor del CBR al 95 % de la máxima densidad seca (MDS) y una profundidad de penetración de 1 pulgada (MTC, 2014).

Como se ha dado a conocer a lo largo de este apartado, el índice CBR es un parámetro indispensable de conocer respecto a los suelos y su capacidad de soporte. El ensayo para la determinación del valor de CBR se encuentra normalizada en el Perú mediante la NTP 339.145 (Bañón y Beviá, 2000).

- Para la determinación del esponjamiento del suelo, se realiza una estimación a partir de sumergir la muestra por cuatro días y soportando una carga parecida a la que estará sometida debido al tránsito vial.
- Por otro lado, la determinación de la penetración del suelo es desarrollada mediante la colocación progresiva de cargas sobre el material del suelo compactado con el contenido de humedad óptimo previamente determinado mediante la prueba del Proctor modificado, es importante destacar que la velocidad de penetración de la carga sobre el suelo es de 1.27 mm/min.

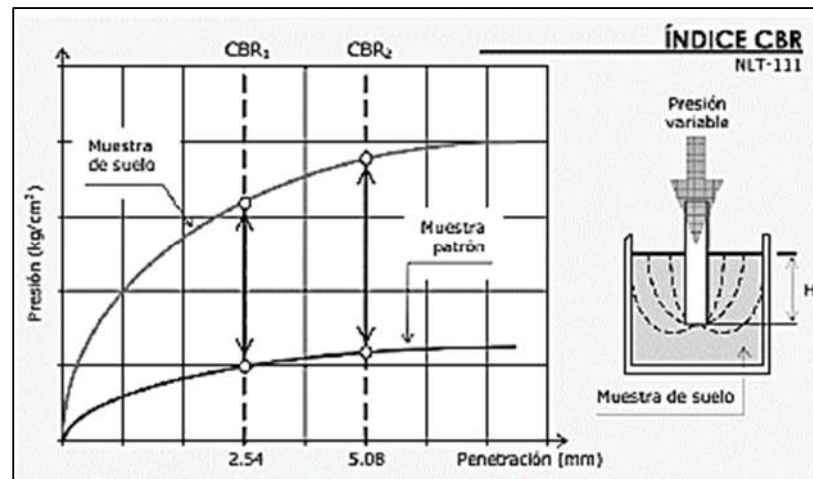


Figura 6. Determinación del valor de CBR del suelo.
Fuente: Fustamante (2021).

2.2.5. Estabilización de suelo

Este proceso se lleva a cabo con la finalidad de mejorar las capacidades del suelo mediante la combinación de materiales de diferentes tipos hasta alcanzar una graduación óptima que se acomode con el huso granulométrico requerido por la norma peruana, este proceso es conocido como estabilización mecánica, mientras que si en la mezcla del suelo se utilizan aditivos, se habla más de una estabilización del tipo químico (Cuipal, 2018).

A pesar de que se buscan mejorar las capacidades del suelo en general, lo primordial con este tipo de trabajos es alcanzar mejores resistencias mecánicas, propiciando la cohesión del suelo al mejorar la unión de las partículas del material, disminuyendo sus vacíos y propiciando una humedad óptima del mismo. De este modo, es preciso mencionar que una correcta estabilización del suelo asegura que la capa de pavimento trabajada alcance sin problemas a su periodo de diseño con buenos

comportamientos ante grandes cargas de tránsito y casi sin variaciones en su volumen (Cuipal, 2018).

Como fue mencionado anteriormente, se consideran varios tipos de estabilización del suelo actualmente, a continuación se enlistan las principales y más accesibles en el Perú (Cuipal, 2018).

- Estabilización mecánica

Este tipo de compactación es el más utilizado y de mayor antigüedad, dada la facilidad de su ejecución, pues trata de justamente compactar el suelo asegurando así que aumente su densidad a partir de un contenido óptimo de agua, se eliminen vacíos, reduce la filtración del contenido de agua y aumenta la fricción interna de las partículas; todo ello conduce a un aumento significativo de la resistencia del suelo (Cuipal, 2018).

- Estabilización química

Este tipo de estabilización es más complejo, pues trabaja con aditivos químicos, cuya función es la de mejorar las características de suelos que usualmente no podrían ser mejorados simplemente mediante compactación; los aditivos trabajan con los iones metálicos del suelo, en la mayoría de los casos reemplazándolos, esto ocasiona que se reduzca su plasticidad aumentando la capacidad de resistir y transferir cargas vehiculares, además propicia un aumento en su resistencia a las condiciones del clima (Cuipal, 2018).

Finalmente, cabe destacar que cada aditivo funciona de manera distinta en distintos tipos de suelo, por ello siempre será necesario realizar la descripción de las propiedades del suelo a través de las pruebas requeridos en los Manuales de Carreteras antes de optar por alguno de los aditivos disponibles en el mercado.

2.2.6. Polímeros como estabilizante se suelos

Los aditivos para suelos que funcionan con aditivos en su composición funcionan lubricando al suelo al momento de su compactación, facilitando la unión de monómeros. En ese sentido, a continuación, se adjuntan los aditivos de polímeros más solicitados en el mercado peruano. (Damiano y Pérez, 2022).

Tabla 6. Aditivos de polímeros de mayor demanda en el mercado peruano.

| Producto | Descripción | Dosis |
|-------------------|--|--|
| Sika Dust Seal PE | Biopolímeros de origen natural que sirven de control de las partículas más finas en vías no pavimentadas. | Afirmados de: 0.80 - 1.60 l/m ² |
| | | Sellados de: 0.30-0.50 l/m ² |
| Z Polímeros | Aditivo de polímeros que propician mejores compactaciones de suelos y capas granulares. | Afirmados de: 3.78 - 5.68 l/m ³ |
| | | Sellados de: 0.75 - 1.14 l/m ² |
| AgreeBind | Aditivo de polímeros acrílicos de estireno reticulado, este aditivo ayuda a mejorar las propiedades del suelo y reducir el polvo producido por las partículas finas. | Afirmado: 4.0 l/m ³ |
| | | Sellado: 0.5 l/m ² |

Fuente: Damiano y Pérez (2022).

2.3. Marco conceptual

Compactación: Es un proceso mecánico que ocasiona un aumento de la densidad de los suelos, eliminando vacíos y mejorando la capacidad de resistencia del suelo. Esto conduce a una mejora significativa de la calidad del suelo y al aumento de su tiempo de vida útil (Leiva, 2016)

Expansión de suelos: Este fenómeno, es descrita como el aumento del volumen de una masa de suelo debido a un cambio de la humedad, principalmente debido al aumento de la absorción del agua, a fallos en los procesos de explanación y excavación, por la presencia de pilotes cercanos a la vía o por cargas cercanas a la vía; todo ello origina un movimiento ascendente del suelo, pudiendo llegar a dañar las capas superficiales de asfalto o concreto (Martinez, 2020).

Pavimentos: Se definen como estructuras viales de varias capas superpuestas de manera horizontal, elaborado a partir de materiales seleccionados para resistir las fuerzas o cargas repetitivas del tránsito. Además deben ofrecer un medio confortable, cómodo y sobre todo seguro para el tránsito a lo largo de toda su vida útil (Rondón y Reyes, 2015).

Subrasante: Es el suelo natural donde se colocarán las capas del pavimento. Se trata de la capa superior del terraplén o del fondo de las excavaciones donde será soportada de manera directa toda la estructura del pavimento (Martinez, 2020).

Textura de los suelos: La textura de los suelos influye en la calidad del flujo vehicular proporcionado a los usuarios, siendo el causante del aumento de costos del sector transporte. Esta textura está sujeta a las características de las partículas y granos del suelo, dependiendo de su tamaño y forma (Leiva, 2016).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El polímero optimiza las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase.

3.2. Hipótesis específicas

- a) La aplicación del polímero mejora los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de subbase.
- b) El uso del polímero mejora la compactación de suelos granulares para su uso como material de subbase.
- c) La aplicación del polímero incrementa la capacidad de soporte de suelos granulares para su uso como material de subbase.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de las variables

Variable Independiente (X) Polímero: Es una macromolécula la cual está conformada por la unión de elementos más diminutos denominados monómeros (Martínez, 2020).

Variable dependiente (X) Propiedades de suelos granulares: Son las características que el suelo granular debe de cumplir, con el fin de que estos puedan ser aceptado por las especificaciones de las normativas vigentes (MTC, 2013).

3.3.2. Definición operacional de las variables

Variable Independiente (X) Polímero: La operacionalización de esta variable está asociada al volumen de la muestra de suelo., para lo cual se considerará dosificaciones de acuerdo a una relación agua/aditivo de 3.5:1, 4.0:1 y 4.5:1 del aditivo denominado “Estabilizador Z con Polímeros”.

Variable dependiente (X) Propiedades de suelos granulares: Son propiedades cuyo análisis es propuesto por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 7. Operacionalización de las variables de la investigación.

| Variables | Dimensiones | Indicadores | Unidades |
|---|-------------------------|--|-------------------|
| Variable independiente (X): Polímero | Cantidad | Proporción respecto a la relación agua/aditivo | % |
| Variable dependiente (Y): Propiedades de suelos granulares | Límites de consistencia | Límite líquido | % |
| | | Límite plástico | % |
| | | Índice de plasticidad | % |
| | Propiedades mecánicas | Máxima densidad | g/cm ³ |
| | | Óptimo contenido de humedad | % |
| | | Expansión | % |
| | | CBR | % |

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

Se empleó el enfoque científico como método de investigación para la elaboración de esta tesis, pues de acuerdo a Ccanto (2010) con este método se puede asegurar que los resultados sean verificables y confiables debido a que se utilizan pasos sistematizados y organizados para obtener nuevos conocimientos. Es decir, en el desarrollo de esta tesis se consideraron, la formulación del problema, el planteamiento de hipótesis, la experimentación y la generación de conclusiones como pautas para el desarrollo del actual plan de trabajo.

4.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se ha considerado en la ejecución de la investigación fue el aplicado, ya que de acuerdo a Bernal (2010) en este tipo de investigaciones se tiene una búsqueda constante por generar nuevos conocimientos a partir de la guía y aplicación de conocimientos previos, es decir, aplica conceptos ya definidos para solucionar problemas reales. En el caso de esta tesis, se utilizaron conceptos de compactación, capacidad de soporte y consistencia del suelo, todo ello con la finalidad de poder optimizar las propiedades de suelos granulares y que puedan ser utilizados como capas de subbase.

4.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación estuvo sujeta a la relación que se consideró entre las variables; es por ello que al buscar identificar la relación de causa y efecto entre las variables se refirió a un nivel de investigación del tipo explicativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), en otras palabras, para llevar a cabo esta investigación se buscó establecer la relación de causa-efecto entre las variables dependiente e independiente.

4.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación experimental se aplica cuando en la elaboración de la tesis se pretende alterar una de las variables de estudio con el fin de establecer el efecto que ocasiona (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Bajo lo mencionado, en el desarrollo de esta investigación fue considerada la variación de los límites de consistencia y las propiedades mecánicas de los suelos granulares al adicionar polímeros con el fin de que estos pueden ser empleados como sub base.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

La población que se consideró en el desarrollo de la presente investigación fue el material obtenido de la cantera denominada Yuracancha, del distrito de Sincos, provincia de Jauja en el departamento de Junín.

4.5.2. Muestra

La muestra fue determinada de acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico o intensional, y correspondió al tipo de suelo granular, en primer lugar se realizaron ensayos sobre los materiales extraídos de tres trincheras distintas de la cantera Yuracancha, tal como se indica en la Tabla 8, posteriormente se realizaron los ensayos de laboratorio a los materiales modificados tal como se expresa en la Tabla 9.

Tabla 8. Ensayos para el material natural.

| Ensayo | Trinchera 01 | Trinchera 02 | Trinchera 03 |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Granulometría | 01 | 01 | 01 |
| Desgaste | 01 | 01 | 01 |
| Límite líquido | 01 | 01 | 01 |
| Índice de plasticidad | 01 | 01 | 01 |
| Equivalente de arena | 01 | 01 | 01 |

| | | | |
|-------------------------------|----|----|----|
| Sales solubles | 01 | 01 | 01 |
| Partículas chatas y alargadas | 01 | 01 | 01 |
| Máxima densidad | 01 | 01 | 01 |
| Óptimo contenido de humedad | 01 | 01 | 01 |
| Expansión | 01 | 01 | 01 |
| CBR | 01 | 01 | 01 |

En la Tabla 9, se incluyen las pruebas llevadas a cabo para determinar y comparar las propiedades del suelo de referencia con los polímeros en proporciones de agua/aditivo.

Tabla 9. Muestra de la investigación.

| Ensayo | Cantidad de ensayos | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------|------------|------------|
| | Suelo patrón (SP) | SP + 3.0%I | SP + 4.0%I | SP + 4.5%I |
| Límite líquido | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Límite plástico | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Límite de plasticidad | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Máxima densidad | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Óptimo contenido de humedad | 3 | 3 | 3 | 3 |
| CBR | 6 | 6 | 6 | 6 |

Como se ha descrito en la anterior tabla, el total de especímenes evaluados en esta investigación ascendieron a noventa y seis (96), considerando las diversas proporciones del aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” basadas en relaciones agua/aditivo.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas

La principal técnica de la recopilación de datos en este estudio involucró la observación, pues mediante esta se pudo establecer las principales propiedades de los fenómenos estudiados, especialmente cuando fueron realizados los trabajos en laboratorio.

4.6.2. Instrumentos

Los instrumentos tomados en cuenta fueron aquellos considerados de acuerdo con las normativas actuales establecidas en el manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones junto a los recomendados por las normas técnicas peruanas (NTP).

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La evaluación de la información recopilada en campo estuvo en función de técnicas establecidas por el enfoque cuantitativo de una investigación, es decir que, para poder analizar la información fue necesario el uso de métodos estadísticos como el descriptivo con el cual se pudieron realizar generalizaciones de un grupo determinado, mientras que para poder realizar generalizaciones del total de grupos participantes fue necesaria la aplicación de la estadística inferencial.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Los lineamientos éticos que guiaron el desarrollo de esta investigación están sumidas en la consideración de la correcta recolección de información, por lo que se asegura que los resultado obtenidos no han sido manipulados ni alterados; además, el estudio fue realizado de manera independiente, por lo que no existió incidencia de fondos de entidades privadas ni estatales que puedan generar sesgo en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Descripción de resultados

5.1.1. Material natural

Fue realizada la caracterización de los agregados naturales obtenidos en tres trincheras diferentes de la cantera Yuracancha para su uso como material de subbase, en ese sentido, a continuación se exponen los resultados de la caracterización granulométrica de los tres materiales y posterior a ello se adjuntan los resultados de la evaluación de otras características requeridas por en el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC (2013).

En la Tabla 10, se presentan los hallazgos del análisis granulométrico que fue realizado en laboratorio con 2.07 kg del material de la primera trinchera de la cantera en estudio, aquí se destacan los resultados del material pasante que evidencian un material de buena gradación sin exceso de finos y con un tamaño máximo de 1”.

Tabla 10. Caracterización granulométrica del material natural de la trinchera 1.

| Tamices | Abertura (mm) | Peso retenido (g) | % retenido | % retenido acumulado | % pasante acumulado |
|---------|---------------|-------------------|------------|----------------------|---------------------|
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 88.97 | 4.31 | 4.31 | 95.69 |
| 3/4" | 19.000 | 109.67 | 5.31 | 9.62 | 90.38 |
| 1/2" | 12.500 | 206.44 | 10.00 | 19.61 | 80.39 |
| 3/8" | 9.500 | 169.26 | 8.20 | 27.81 | 72.19 |
| 1/4" | 6.350 | 246.71 | 11.95 | 39.76 | 60.24 |
| Nº 4 | 4.750 | 163.42 | 7.91 | 47.67 | 52.33 |
| Nº 8 | 2.360 | 367.00 | 17.77 | 65.44 | 34.56 |
| Nº 10 | 2.000 | 85.37 | 4.13 | 69.57 | 30.43 |
| Nº 16 | 1.190 | 210.62 | 10.20 | 79.77 | 20.23 |

| | | | | | |
|--------|-------|---------|--------|--------|-------|
| N° 20 | 0.840 | 106.62 | 5.16 | 84.93 | 15.07 |
| N° 30 | 0.600 | 74.46 | 3.61 | 88.54 | 11.46 |
| N° 40 | 0.425 | 57.46 | 2.78 | 91.32 | 8.68 |
| N° 50 | 0.300 | 46.44 | 2.25 | 93.57 | 6.43 |
| N° 80 | 0.177 | 54.91 | 2.66 | 96.23 | 3.77 |
| N° 100 | 0.150 | 11.92 | 0.58 | 96.81 | 3.19 |
| N° 200 | 0.075 | 37.34 | 1.81 | 98.62 | 1.38 |
| Fondo | 0.000 | 28.60 | 1.38 | 100.00 | 0.00 |
| Total | | 2065.21 | 100.00 | | |

A partir de estos resultados, se elaboró la curva granulométrica de dicho material, tal como es adjuntado en la Figura 7. La forma suave y continua que presenta la curva indica la presencia de material retenido en todas las mallas, además de tener una buena gradación para su uso como subbase siempre y cuando cumpla con las demás propiedades requeridas por la norma para este tipo de aplicaciones.

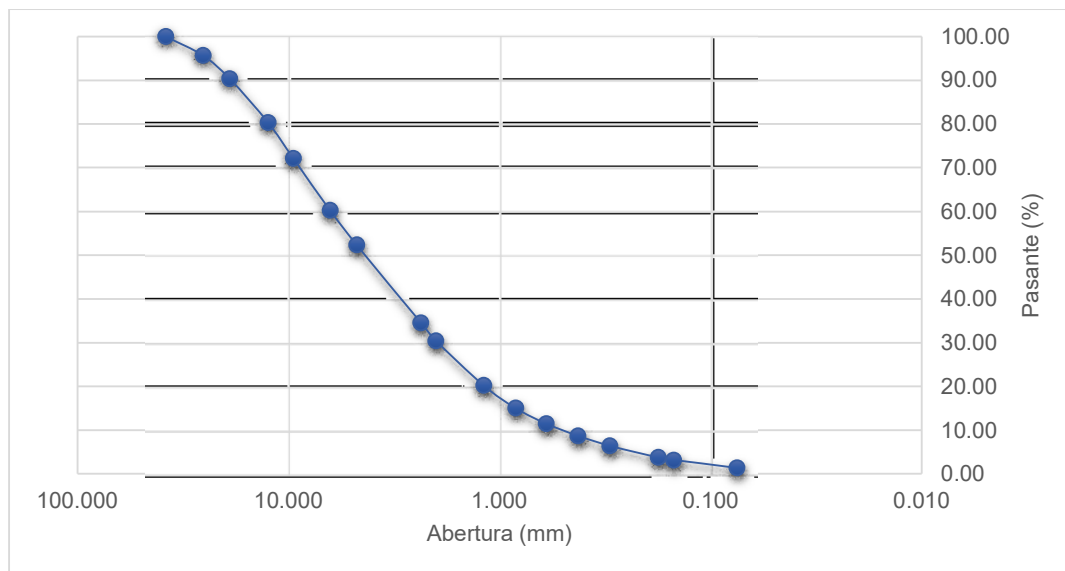


Figura 7. Curva granulométrica del material natural de la trinchera 1.

En la Tabla 11, se presentan los resultados de la evaluación granulométrica de 1.81 kg de material extraído de la trinchera 2, al igual que con los resultados de la primera trinchera, los resultados referidos a la cantidad de material pasante señalan que se trata de un material bien gradado con tamaños máximos de 1" y sin exceso de finos.

Tabla 11. Caracterización granulométrica del material natural de la trinchera 2.

| Tamices | Abertura (mm) | Peso retenido (g) | % retenido | % retenido acumulado | % pasante acumulado |
|---------|---------------|-------------------|------------|----------------------|---------------------|
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 103.00 | 5.68 | 5.68 | 94.32 |
| 3/4" | 19.000 | 72.00 | 3.97 | 9.66 | 90.34 |
| 1/2" | 12.500 | 112.00 | 6.18 | 15.84 | 84.16 |
| 3/8" | 9.500 | 115.00 | 6.35 | 22.19 | 77.81 |

| | | | | | |
|--------|-------|---------|--------|--------|-------|
| 1/4" | 6.350 | 205.00 | 11.31 | 33.50 | 66.50 |
| N° 4 | 4.750 | 158.00 | 8.72 | 42.22 | 57.78 |
| N° 8 | 2.360 | 389.00 | 21.47 | 63.69 | 36.31 |
| N° 10 | 2.000 | 73.00 | 4.03 | 67.71 | 32.29 |
| N° 16 | 1.190 | 203.00 | 11.20 | 78.92 | 21.08 |
| N° 20 | 0.840 | 91.00 | 5.02 | 83.94 | 16.06 |
| N° 30 | 0.600 | 63.00 | 3.48 | 87.42 | 12.58 |
| N° 40 | 0.425 | 50.00 | 2.76 | 90.18 | 9.82 |
| N° 50 | 0.300 | 39.00 | 2.15 | 92.33 | 7.67 |
| N° 80 | 0.177 | 50.00 | 2.76 | 95.09 | 4.91 |
| N° 100 | 0.150 | 15.00 | 0.83 | 95.92 | 4.08 |
| N° 200 | 0.075 | 48.00 | 2.65 | 98.56 | 1.44 |
| Fondo | 0.000 | 26.02 | 1.44 | 100.00 | 0.00 |
| Total | | 1812.02 | 100.00 | | |

De este modo, la Figura 8 presenta distribución granulométrica del material extraído de la segunda trinchera de la cantera Yuracancha, donde se aprecia una curva suave y continua, por lo tanto, se tiene un material apto.

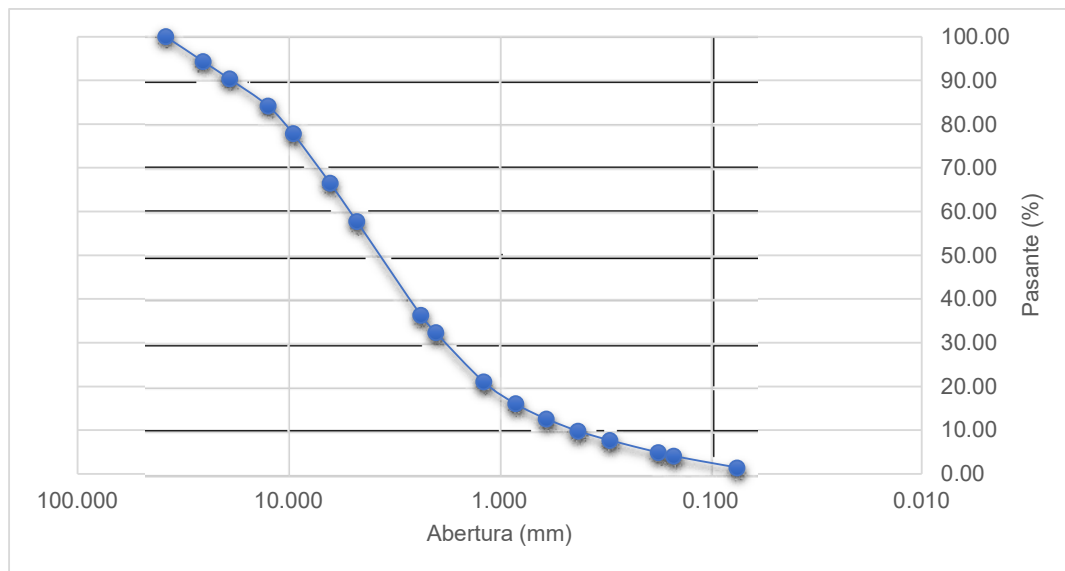


Figura 8. Curva granulométrica del material natural de la trinchera 2.

La Tabla 12 muestra los hallazgos del mismo análisis en laboratorio realizado con una muestra de 2.09 kg perteneciente a la tercera trinchera de la misma cantera, evidenciando nuevamente la aparición de material con un tamaño que va desde 1" a los 0.075 mm de diámetro, de forma continua, sin tener un exceso de materiales finos y sobre todo, siendo un material bien gradado.

Tabla 12. Caracterización granulométrica del material natural de la trinchera 3.

| Tamices | Abertura (mm) | Peso retenido (g) | % retenido | % retenido acumulado | % pasante acumulado |
|---------|---------------|-------------------|------------|----------------------|---------------------|
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 93.55 | 4.48 | 4.48 | 95.52 |
| 3/4" | 19.000 | 115.32 | 5.52 | 10.00 | 90.00 |
| 1/2" | 12.500 | 217.08 | 10.39 | 20.38 | 79.62 |
| 3/8" | 9.500 | 177.98 | 8.52 | 28.90 | 71.10 |
| 1/4" | 6.350 | 259.42 | 12.41 | 41.32 | 58.68 |
| N° 4 | 4.750 | 160.35 | 7.67 | 48.99 | 51.01 |
| N° 8 | 2.360 | 360.10 | 17.23 | 66.22 | 33.78 |
| N° 10 | 2.000 | 83.77 | 4.01 | 70.23 | 29.77 |
| N° 16 | 1.190 | 206.66 | 9.89 | 80.12 | 19.88 |
| N° 20 | 0.840 | 107.03 | 5.12 | 85.24 | 14.76 |
| N° 30 | 0.600 | 74.89 | 3.58 | 88.83 | 11.17 |
| N° 40 | 0.425 | 57.79 | 2.77 | 91.59 | 8.41 |
| N° 50 | 0.300 | 46.71 | 2.24 | 93.83 | 6.17 |
| N° 80 | 0.177 | 53.35 | 2.55 | 96.38 | 3.62 |
| N° 100 | 0.150 | 11.58 | 0.55 | 96.93 | 3.07 |
| N° 200 | 0.075 | 36.28 | 1.74 | 98.67 | 1.33 |
| Fondo | 0.000 | 27.79 | 1.33 | 100.00 | 0.00 |
| Total | | 2089.65 | 100.00 | | |

La Figura 9, presenta la curva granulométrica de la trinchera 3, aquí se observa una curva suave y continua, siendo ideal para su estudio y posible uso como material de subbase.

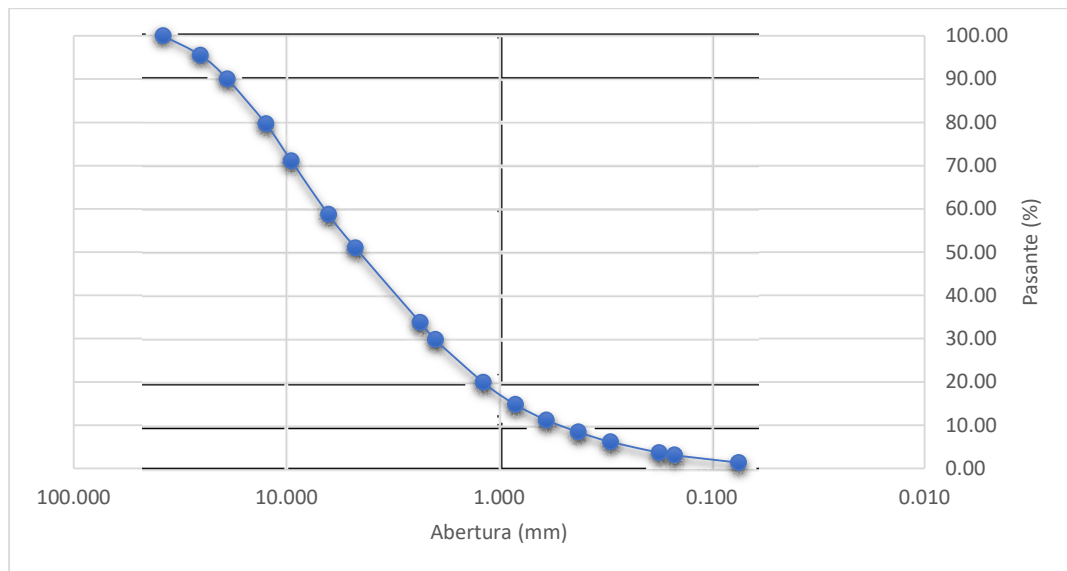


Figura 9. Curva granulométrica del material natural de la trinchera 3.

De este modo, en la Tabla 13 se presentan los hallazgos de los diferentes ensayos ejecutados con los materiales extraídos de las tres trincheras de la cantera Yuracancha,

estando de acuerdo a lo requerido por el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC (2013). Todo esto indica que el material de dicha cantera se trata de un A-1-a (0) de acuerdo a la clasificación AASHTO.

Tabla 13. Propiedades físicas y mecánicas de las subbases de material natural.

| Propiedad | TR - 1 | TR - 2 | TR - 3 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Grava | 47.70 | 42.20 | 49.00 |
| Arena | 50.90 | 56.30 | 49.70 |
| Finos | 1.40 | 1.40 | 1.30 |
| Contenido de humedad (%) | 8.72 | 8.21 | 8.72 |
| Límite líquido (%) | 24.20 | 24.60 | 23.90 |
| Límite plástico (%) | 20.30 | 21.10 | 20.50 |
| Índice de plasticidad (%) | 3.90 | 3.50 | 3.40 |
| Partículas chatas y alargadas (%) | 0.20 | 0.20 | 0.10 |
| Desgaste (%) | 24.20 | 24.00 | 24.50 |
| Sales solubles (%) | 0.041 | 0.040 | 0.041 |
| Equivalente de arena (%) | 37.00 | 37.00 | 38.00 |
| Máxima densidad seca (g/cm ³) | 1.96 | 1.97 | 1.98 |
| Óptimo contenido de humedad (%) | 10.00 | 10.20 | 10.00 |
| CBR 95 % | 44.20 | 48.80 | 42.60 |
| CBR 100 % | 49.80 | 40.40 | 46.20 |

5.1.2. Materiales modificados

Habiéndose realizado la caracterización de los materiales naturales, se realizó el mejoramiento del mismo con tres dosis distintas del aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” en proporción del agua utilizada.

En primer lugar, se realizaron ensayos del Proctor modificado para los materiales naturales, denominados como los patrones, y los materiales modificados buscando el resultado óptimo, es decir, el de mayor densidad seca con diferentes tiempos de mezclado. En la Tabla 14, se aprecian los hallazgos de estas iteraciones, estos ensayos dieron a conocer que los mejores desempeños eran alcanzados con tiempos de mezclado de 20 minutos en todos los casos, sumado a ello, se determinó que la mejor relación agua/aditivo era la de 4 a 1. En ese sentido, cabe resaltar que el mejor resultado de máxima densidad seca de entre las mezclas modificadas fue de 1.87 g/cm³ correspondiente a el material de la primera trinchera con la relación de agua/aditivo 4.0:1 con el tiempo de mezclado de 20 minutos.

Tabla 14. Resultados obtenidas de las pruebas realizadas con el método Proctor modificado.

| Muestras | Máxima densidad seca (g/cm ³) | Óptimo contenido de humedad (%) |
|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| TR - 1 - Patrón | 1.958 | 10.00 |
| TR - 1 (agua/aditivo 3.5:1) 20 min | 1.797 | 13.10 |
| TR - 1 (agua/aditivo 4.0:1) 20 min | 1.870 | 11.60 |
| TR - 1 (agua/aditivo 4.0:1) 60 min | 1.814 | 12.60 |
| TR - 1 (agua/aditivo 4.0:1) 120 min | 1.804 | 13.00 |
| TR - 1 (agua/aditivo 4.5:1) 20 min | 1.804 | 12.10 |
| TR - 2 - Patrón | 1.973 | 10.20 |
| TR - 2 (agua/aditivo 3.5:1) 20 min | 1.810 | 13.30 |
| TR - 2 (agua/aditivo 4.0:1) 20 min | 1.861 | 11.70 |
| TR - 2 (agua/aditivo 4.0:1) 60 min | 1.809 | 12.50 |
| TR - 2 (agua/aditivo 4.0:1) 120 min | 1.795 | 12.70 |
| TR - 2 (agua/aditivo 4.5:1) 20 min | 1.807 | 12.00 |
| TR - 3 - Patrón | 1.979 | 10.00 |
| TR - 3 (agua/aditivo 3.5:1) 20 min | 1.812 | 13.00 |
| TR - 3 (agua/aditivo 4.0:1) 20 min | 1.859 | 11.50 |
| TR - 3 (agua/aditivo 4.0:1) 60 min | 1.810 | 12.60 |
| TR - 3 (agua/aditivo 4.0:1) 120 min | 1.809 | 12.90 |
| TR - 3 (agua/aditivo 4.5:1) 20 min | 1.806 | 12.10 |

En la Tabla 15 se presentan los hallazgos de los ensayos de los límites de consistencia con el tiempo de mezcla óptimo hallado en los ensayos anteriores. En esta tabla se observa el ligero aumento que ocasiona el aditivo en los límites, especialmente en el índice de plasticidad, con un máximo de 4.7 % en el material de la trinchera 1 con una relación de agua/aditivo de 3.5 a 1.

Tabla 15. Resultados derivadas de las pruebas de los límites de consistencia.

| Muestras | Límite líquido (%) | Límite plástico (%) | Índice de plasticidad (%) |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
| TR - 1 - Patrón | 24.20 | 20.30 | 3.90 |
| TR - 1 (agua/aditivo 3.5:1) | 24.80 | 20.70 | 4.70 |
| TR - 1 (agua/aditivo 4.0:1) | 25.10 | 20.90 | 4.20 |
| TR - 1 (agua/aditivo 4.5:1) | 25.20 | 21.10 | 4.10 |
| TR - 2 - Patrón | 24.60 | 21.10 | 3.50 |
| TR - 2 (agua/aditivo 3.5:1) | 24.90 | 20.90 | 4.00 |
| TR - 2 (agua/aditivo 4.0:1) | 25.20 | 21.10 | 4.10 |
| TR - 2 (agua/aditivo 4.5:1) | 25.40 | 21.20 | 4.20 |
| TR - 3 - Patrón | 23.90 | 20.50 | 3.40 |
| TR - 3 (agua/aditivo 3.5:1) | 24.60 | 20.70 | 3.90 |
| TR - 3 (agua/aditivo 4.0:1) | 24.90 | 20.80 | 4.10 |
| TR - 3 (agua/aditivo 4.5:1) | 25.10 | 20.90 | 4.20 |

Asimismo, en la Tabla 16 se presentan los hallazgos de los ensayos de CBR realizados sobre todos los materiales con el tiempo de mezclado óptimo, de 20 minutos, estos resultados destacan de forma clara aumentos en esta propiedad mecánica al mejorar el material con los aditivos en dosis de acuerdo a la proporción de agua/aditivo de 4 a 1.

El mayor resultado de CBR al 100 % de la MDS corresponde al material mejorado de la trinchera 2 con 64.20 %.

Tabla 16. Resultados de los ensayos de CBR.

| Muestras | CBR 95 % | CBR 100 % |
|-----------------------------|----------|-----------|
| TR - 1 - Patrón | 44.20 | 49.80 |
| TR - 1 (agua/aditivo 3.5:1) | 46.20 | 51.60 |
| TR - 1 (agua/aditivo 4.0:1) | 51.90 | 60.70 |
| TR - 1 (agua/aditivo 4.5:1) | 50.10 | 56.80 |
| TR - 2 - Patrón | 40.40 | 48.80 |
| TR - 2 (agua/aditivo 3.5:1) | 48.60 | 50.20 |
| TR - 2 (agua/aditivo 4.0:1) | 59.90 | 64.20 |
| TR - 2 (agua/aditivo 4.5:1) | 49.60 | 57.20 |
| TR - 3 - Patrón | 42.60 | 46.20 |
| TR - 3 (agua/aditivo 3.5:1) | 54.60 | 52.20 |
| TR - 3 (agua/aditivo 4.0:1) | 53.30 | 62.40 |
| TR - 3 (agua/aditivo 4.5:1) | 46.70 | 54.50 |

Límites de consistencia

Basándonos en los resultados. expuestos anteriormente, en la Tabla 17 se adjunta el límite líquido promedio de los materiales extraídos de la cantera Yuracancha, además se tienen las desviaciones estándar y los porcentajes de variación de los límites de los materiales modificados respecto al patrón. Como se había mencionado anteriormente, en los resultados se puede apreciar el aumento de este parámetro con la inclusión del aditivo, alcanzando un máximo promedio de 25.23 % siendo un 4.13 % superior al límite líquido del patrón.

Tabla 17. Límite líquido de los materiales.

| Muestras | Límite líquido (%) | Desviación estándar (%) | Variación (%) |
|-----------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|
| Patrón | 24.23 | 0.35 | 0.00 |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 24.77 | 0.15 | 2.20 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 25.07 | 0.15 | 3.44 |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 25.23 | 0.15 | 4.13 |

En la Figura 10, se puede visualizar de manera gráfica el ligero aumento del límite líquido en los materiales mejorados.

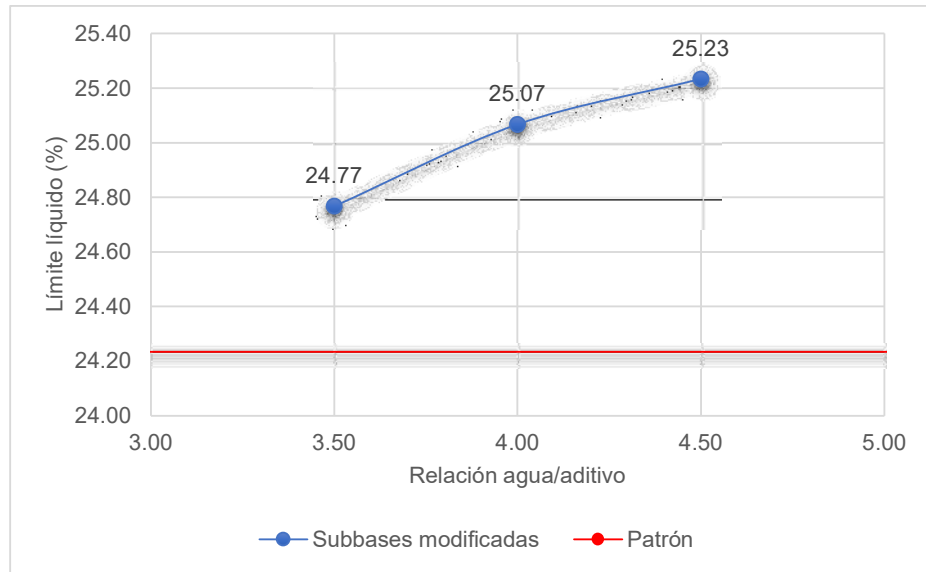


Figura 10. Comparación del límite líquido de los materiales.

Además, en la Figura 11 se presenta la variación de este indicador respecto al patrón, apreciándose que el mayor aumento del límite líquido se produce al añadir una proporción de aditivo de 4.5 a 1 según la relación agua/aditivo.

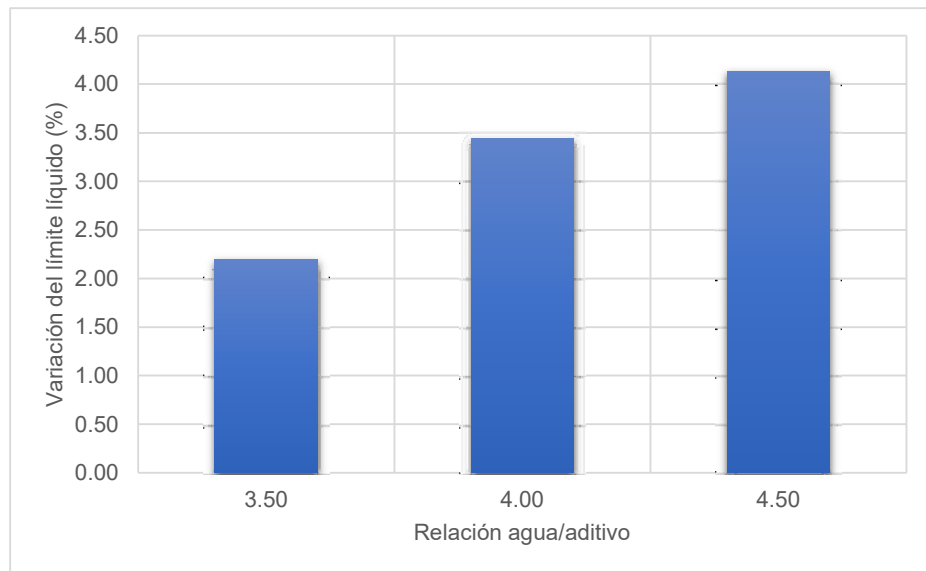


Figura 11. Variación del límite líquido de los materiales.

La Tabla 18, presenta la síntesis de los resultados del límite plástico de todos los materiales estudiados teniendo los promedios, la desviación estándar de cada caso y también los porcentajes de variación de este límite respecto a los resultados del patrón. Aquí se vuelve evidente el aumento de este factor con la inclusión de aditivo, alcanzando hasta un 21.07 % al utilizar el aditivo en una relación agua/aditivo de 4.5:1.

Tabla 18. Límite plástico de los materiales.

| Muestras | Límite plástico (%) | Desviación estándar (%) | Variación (%) |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------|---------------|
| Patrón | 20.63 | 0.42 | 0.00 |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 20.77 | 0.12 | 0.65 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 20.93 | 0.15 | 1.45 |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 21.07 | 0.15 | 2.10 |

A continuación, en la Figura 12 se expone los hallazgos del límite plástico y se puede apreciar de manera clara la tendencia al aumento que tiene este parámetro al incluir el aditivo en el material granular para subbase.

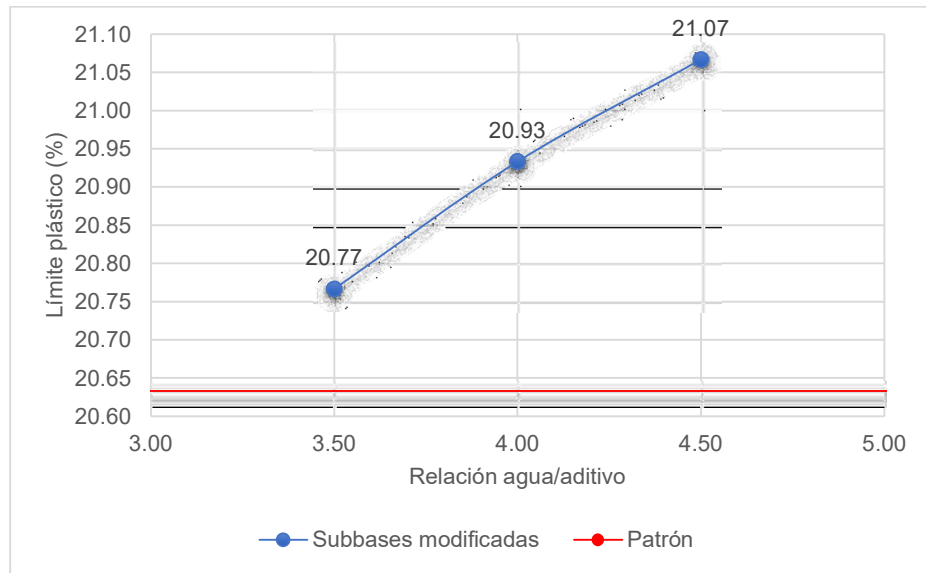


Figura 12. Comparación del límite plástico de los materiales.

La Figura 13, cuenta con los valores de variación del límite plástico expresados de forma gráfica, confirmando lo que se vio en la figura y tabla anteriores, la tendencia al aumento del valor de este parámetro, llegando a ser hasta un 2.10 % superior al valor del patrón.

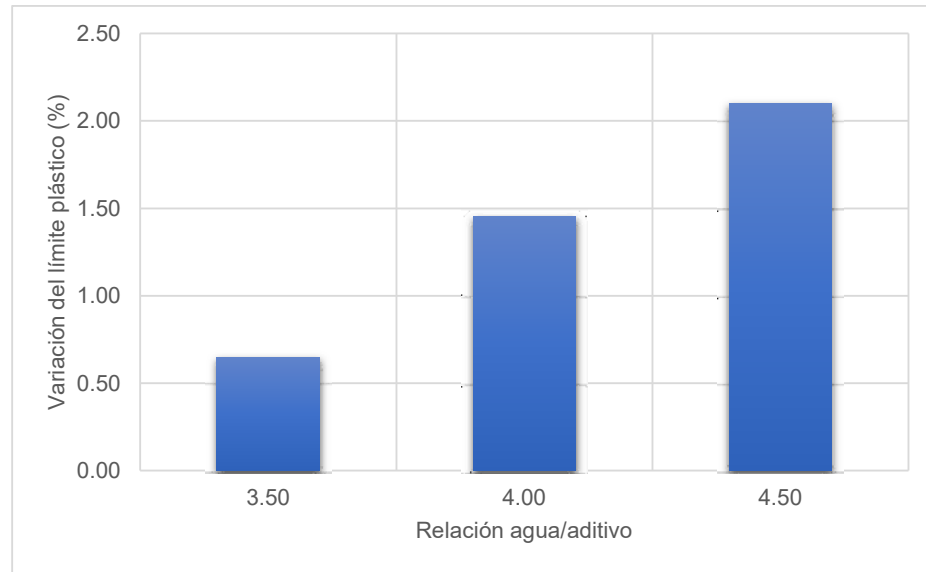


Figura 13. Variación del límite plástico de los materiales.

En la Tabla 19, se presenta el análisis de los datos del índice de plasticidad obtenidos para cada uno de los materiales, considerando a su vez la desviación estándar y la variación. Se destacan los aumentos de este parámetro en los materiales mejorados, llegando a tener un índice de 4.20 % con la adición del aditivo en una relación agua/aditivo de 3.5 a 1.

Tabla 19. Índice de plasticidad de los materiales.

| Muestras | Índice de plasticidad (%) | Desviación estándar (%) | Variación (%) |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|
| Patrón | 3.60 | 0.26 | 0.00 |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 4.20 | 0.44 | 16.67 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 4.13 | 0.06 | 14.81 |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 4.17 | 0.06 | 15.74 |

De estos resultados, en la Figura 14 se encuentra la comparación de forma gráfica de los índices de plasticidad de los materiales modificados y del material patrón. Aquí se evidencia de forma clara, que, entre los materiales con el aditivo, es el correspondiente a la dosis óptima el que presenta el menor índice, siendo algo positivo.

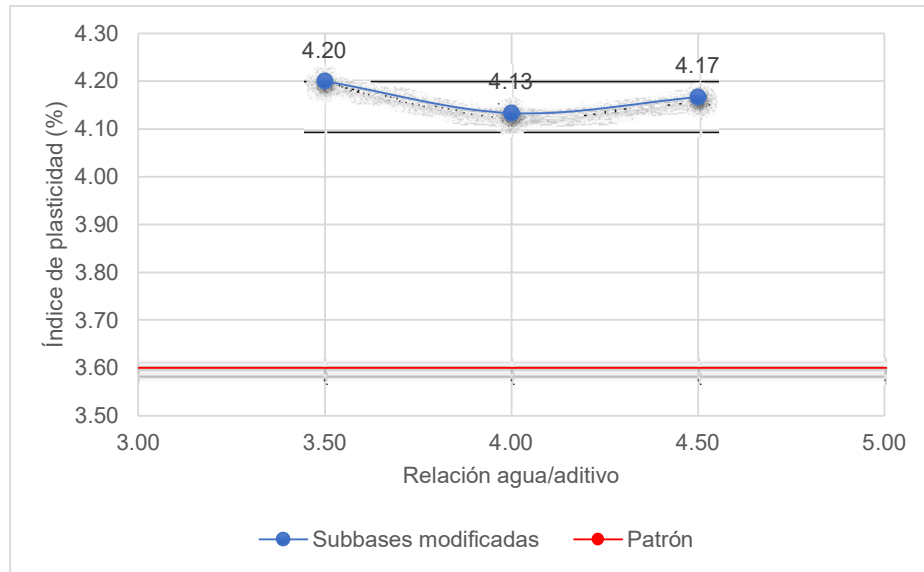


Figura 14. Comparación de los índices de plasticidad de los materiales.

Por último, en la Figura 15 se presenta el cambio en este factor en las mezclas modificadas respecto al patrón, verificando lo observado en los resultados, pues la mayor variación la tiene el material con la inclusión del aditivo en una proporción agua/aditivo de 3.5 a 1, y la menor es la correspondiente al material con la proporción de 4 a 1.

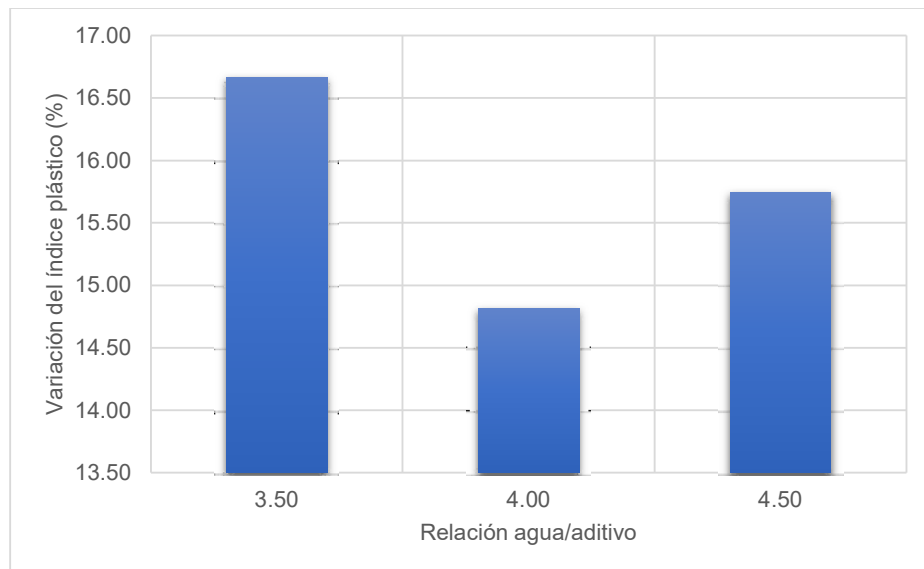


Figura 15. Variación de los índices de plasticidad de los materiales.

Grado de compactación

El grado de compactación de los materiales se suele determinar mediante en ensayo de Proctor modificado, el cual nos ofrecerá la máxima densidad seca (MDS) de los materiales, es decir hasta cuanto es posible compactar el material, y el óptimo

contenido de humedad (OCH), es decir la cantidad de agua necesaria para que la compactación máxima suceda.

La Tabla 20, incluye la información sobre la máxima densidad seca de los materiales de acuerdo al promedio e indicando la desviación estándar de las mismas, además incluye la variación de estos valores en los materiales mejorados respecto al valor obtenido por el material natural. En esta tabla se evidencia que el aditivo utilizado propicia una reducción de este valor, desde 1.970 g/cm³ en el patrón hasta un mínimo de 1.863 en el material con aditivo en una relación agua/aditivo de 4.0:1.

Tabla 20. Máxima densidad seca de los materiales (g/cm³).

| Muestras | Máxima densidad seca (g/cm ³) | Desviación estándar (%) | Variación (%) |
|-----------------------------|---|-------------------------|---------------|
| Patrón | 1.970 | 0.011 | 0.00 |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 1.806 | 0.008 | -8.31 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 1.863 | 0.006 | -5.41 |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 1.806 | 0.002 | -8.34 |

La Figura 16 presenta la comparación de la MDS de los materiales modificados y el material natural de la cantera Yuracancha, donde nuevamente el mejor resultado es el alcanzado por el material con la inclusión del aditivo en una relación agua aditivo de 4.0 a 1.

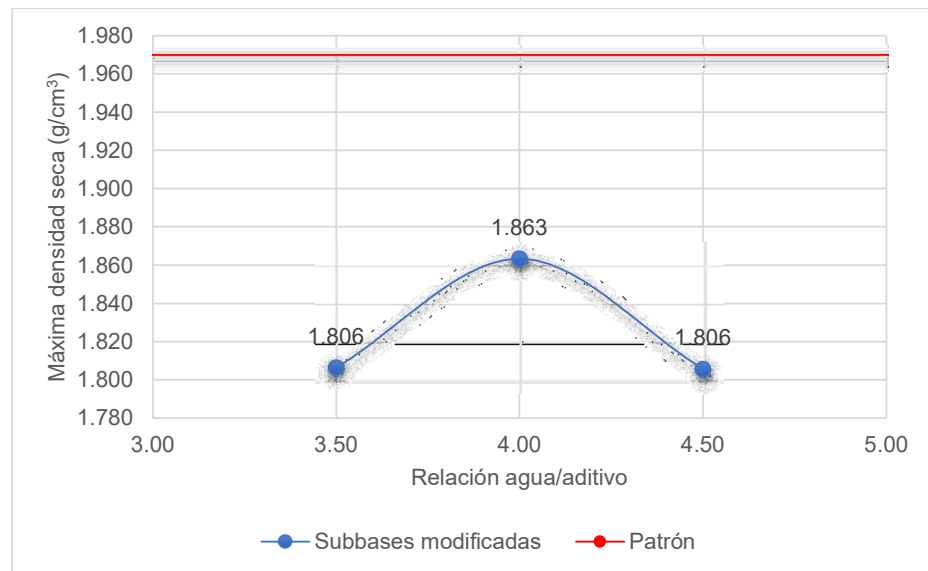


Figura 16. Comparación de la máxima densidad seca de los materiales.

En la Figura 17 se indican los porcentajes de variación de la MDS de los materiales respecto al patrón, donde se aprecia que el contenido óptimo de aditivo encontrado es el

que presenta las menores reducciones de la máxima densidad respecto a lo obtenido con el material natural siendo tan solo un 5.41 % menor.

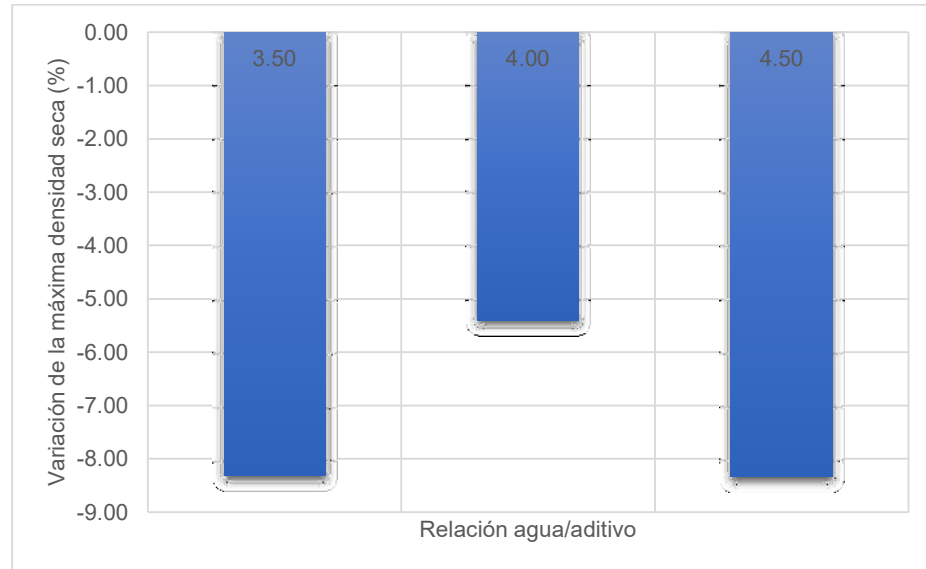


Figura 17. Variación de la máxima densidad seca de los materiales.

En la Tabla 21, se adjuntan los promedios del óptimo contenido de humedad de los materiales, los valores de la desviación estándar y la variación que tienen los valores de los materiales modificados respecto al patrón. Aquí se evidencia una gran alza con la inclusión del aditivo en una relación de agua/aditivo de 3.5 a 1 que llega a 13.13 %, es decir que, con mayores cantidades de aditivos, más agua requerirán los materiales para alcanzar mayores densidades.

Tabla 21. Nivel óptimo de humedad de los materiales.

| Muestras | Óptimo contenido de humedad (%) | Desviación estándar (%) | Variación (%) |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------|
| Patrón | 10.07 | 0.12 | 0.00 |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 13.13 | 0.15 | 30.46 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 11.60 | 0.10 | 15.23 |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 12.07 | 0.06 | 19.87 |

En la Figura 18, se muestra la comparación gráfica de este parámetro, en general se puede decir que la inclusión del aditivo hace que los materiales granulares aumenten su demanda de agua, sin embargo, destaca nuevamente el material con el contenido de aditivo de una relación agua/aditivo de 4 a 1, ya que con un OCH de 11.60 % es el que menos agua requiere de los materiales modificados.

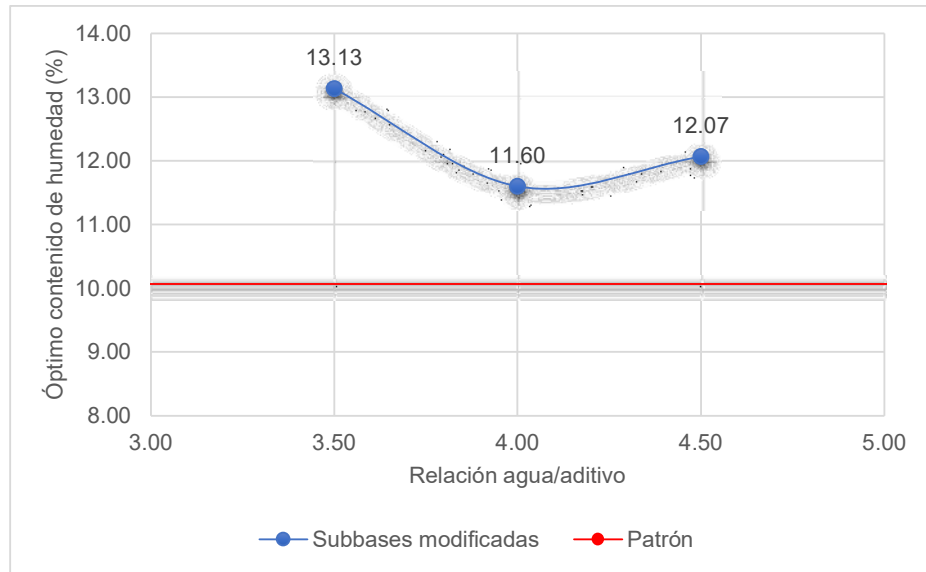


Figura 18. Comparación del nivel de humedad más adecuado de los materiales.

Finalmente, se presenta la Figura 19, los porcentajes de variación del OCH de los materiales modificados respecto al patrón, donde se aprecia que, con la proporción óptima de aditivo, la cantidad de líquido que requiere el material aumenta apenas en un 15 %.

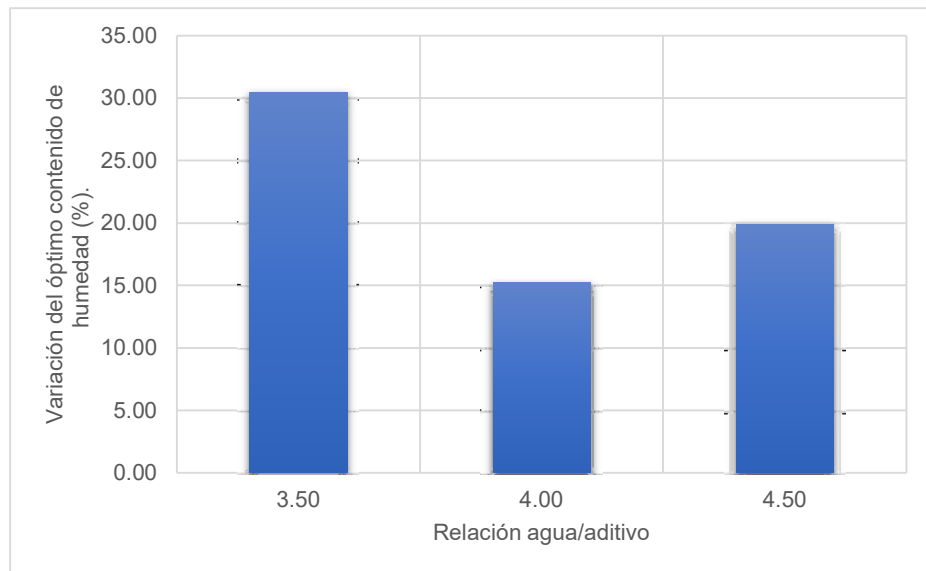


Figura 19. Variación del óptimo contenido de humedad de los materiales.

CBR

Fueron realizados los ensayos para la determinación del CBR de los materiales granulares para su uso en subbase tal como exige el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, siendo el parámetro más determinante a la hora de seleccionar un material apropiado para la conformación de subbases.

La Tabla 22 presenta los resultados del CBR al 95 % de la máxima densidad seca de los materiales considerando los promedios, la desviación estándar y los porcentajes de variación, en este caso el mayor valor de CBR es el obtenido por el material con el aditivo en una proporción 1 a 4 con la cantidad de agua, teniendo un 55.03 % y presentando una desviación estándar de 4.27 %.

Tabla 22. CBR al 95 % de la MDS de los materiales.

| Muestras | CBR 95 % | Desviación estándar (%) | Variación (%) |
|-----------------------------|----------|-------------------------|---------------|
| Patrón | 42.40 | 1.91 | 0.00 |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 49.80 | 4.33 | 17.45 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 55.03 | 4.27 | 29.80 |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 48.80 | 1.84 | 15.09 |

A partir de estos resultados, en la Figura 20 se tiene la representación gráfica de los diferentes valores de CBR de los materiales analizados, en ese sentido se aprecia que los mejores resultados de entre todos los materiales le pertenece justamente al material mejorado con una dosis de aditivo en una proporción agua/aditivo de 4 a 1.

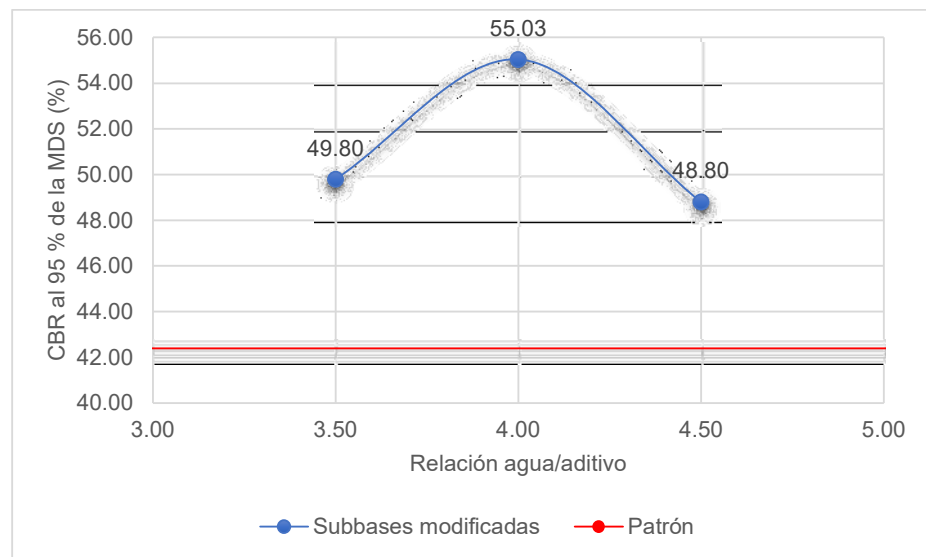


Figura 20. Comparación del CBR al 95 % de la MDS de los materiales.

En ese sentido, la Figura 21 contiene la variación del CBR de los materiales modificados respecto al patrón, aquí se evidencia que el mayor aumento es corresponde justamente al material con la dosis óptima de aditivo siendo un 21.76 % mayor al valor de CBR obtenido por el material natural sin modificaciones de la cantera estudiada.

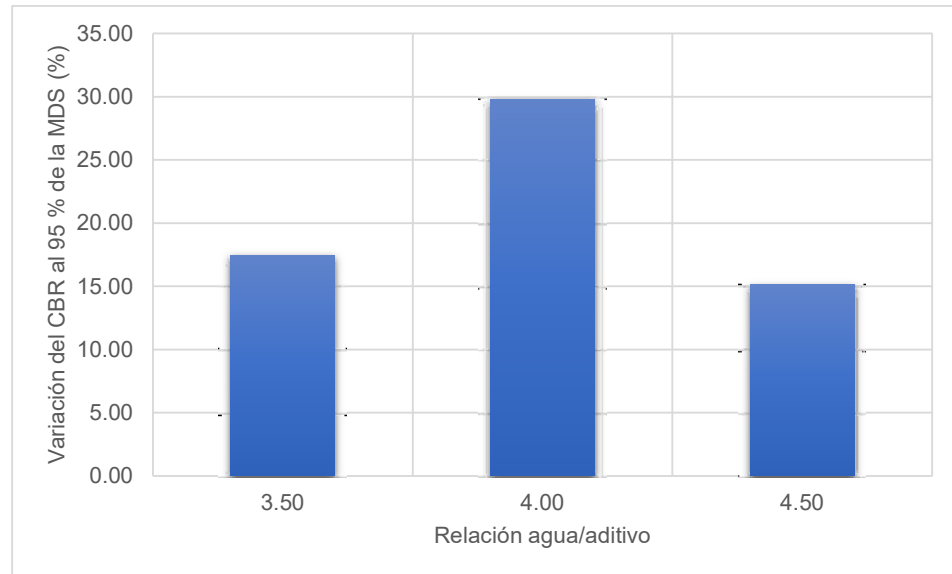


Figura 21. Variación del CBR al 95 % de la MDS de los materiales.

En esa línea, en la Tabla 23 se adjuntan los promedios, desviaciones y variaciones de los materiales respecto a su CBR al 100 % de la máxima densidad seca. Se resalta el mayor valor que es de 62.43 % haciendo énfasis en que este valor es obtenido al incluir la proporción óptima del aditivo con un tiempo de mezclado de 20 minutos, teniendo una desviación estándar de apenas 1.75 %.

Tabla 23. CBR al 100 % de la MDS de los materiales.

| Muestras | CBR 100 % | Desviación estándar (%) | Variación (%) |
|-----------------------------|-----------|-------------------------|---------------|
| Patrón | 48.27 | 1.86 | 0.00 |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 51.33 | 1.03 | 6.35 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 62.43 | 1.75 | 29.35 |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 56.17 | 1.46 | 16.37 |

La Figura 22, representa de forma gráfica los resultados y comparación del CBR al 100 % de todos los materiales ensayados en el presente estudio, hallándose así, que justamente el pico de este parámetro se encuentra con el porcentaje óptimo de aditivo.

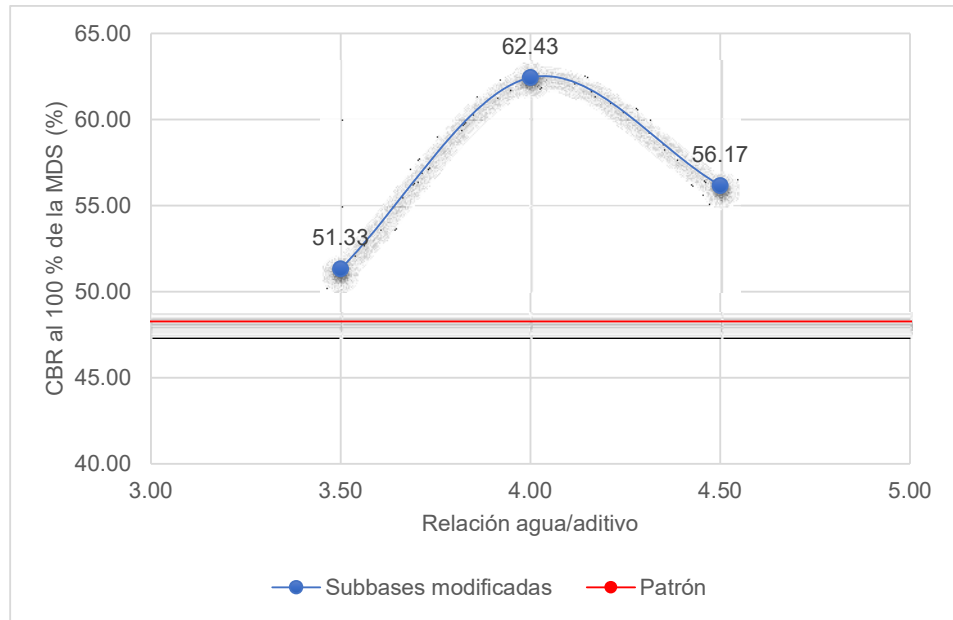


Figura 22. Comparación del CBR al 100 % de la MDS de los materiales.

En la Figura 23, se exponen los porcentajes de variación del CBR al 100 % de la máxima densidad seca de los materiales naturales y modificados de la cantera Yuracancha, en ese sentido, se resalta el aumento de hasta un 37.32 % del valor de este parámetro respecto al patrón al incluir el valor óptimo de aditivo de acuerdo a la relación agua/aditivo de 4.0 a 1, sin embargo, con el análisis estadístico adjunto más adelante en esta tesis se determinó lo significativo de este aumento.

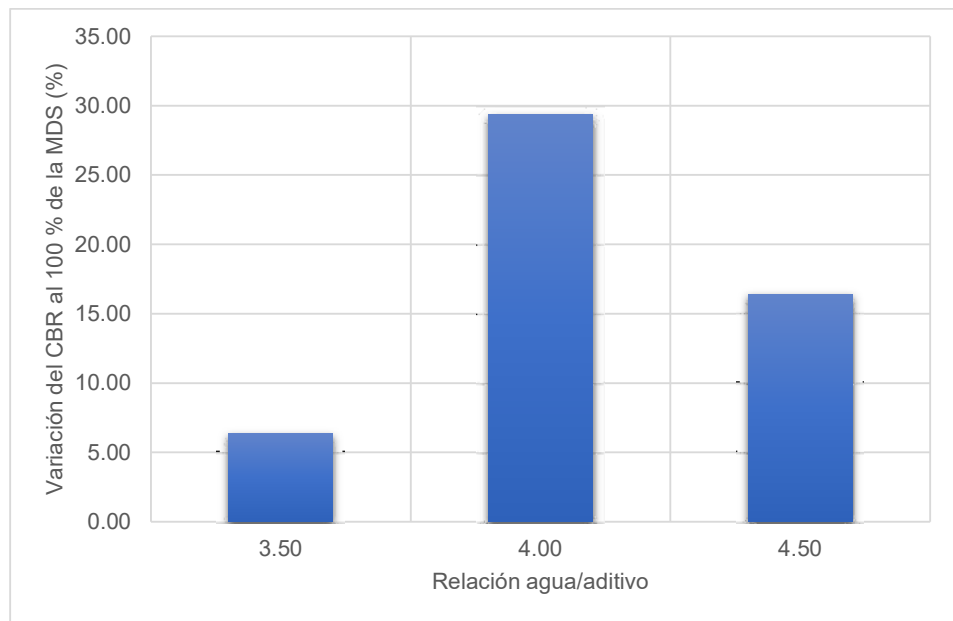


Figura 23. Variación del CBR al 100 % de la MDS de los materiales.

Costo de aplicación del polímero

El costo de aplicación del aditivo estabilizador Z estuvo en concordancia a la cantidad de material utilizado, para ello fue necesario establecer la dosificación necesaria para cada una de las muestras de suelos extraídas tal como se muestra en la siguiente tabla, en la cual se puede destacar la cantidad necesaria de agua y aditivo para cada una de las proporciones necesarias en cada una de las trincheras analizadas.

Tabla 24. Cantidad de aditivo y agua para el mejoramiento del suelo en cada trinchera.

| Material | Tr-1 | | | Tr-2 | | | Tr-3 | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 3.5 | 4 | 4.5 | 3.5 | 4 | 4.5 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| Aditivo (kg) | 13.08 | 6.074 | 7.246 | 12.99 | 5.658 | 6.172 | 12.55 | 5.649 | 7.19 |
| Agua (kg) | 45.76 | 24.29 | 32.61 | 45.47 | 22.62 | 27.78 | 43.94 | 22.6 | 32.32 |

Con los datos obtenidos se ha procedido a estimar un valor necesario para el mejoramiento del suelo analizado por metro cúbico de suelo, determinándose que la mayor cantidad de aditivo será necesario para una dosificación de 3.5:1, mientras que la menor será de 5.795 kg para una dosificación de 4:1, tal como se aprecia a continuación.

Tabla 25. Cantidad de aditivo y agua necesaria para el mejoramiento del suelo en kilogramos.

| Material | Dosificación por m ³ | | |
|--------------|---------------------------------|-------|-------|
| | 3.5 | 4 | 4.5 |
| Aditivo (kg) | 12.87 | 5.794 | 6.869 |
| Agua (kg) | 45.06 | 23.17 | 30.9 |

Sin embargo, para la estimación del costo de aplicación en campo del material analizado, fue necesario calcular cantidad necesaria para un metro cúbico, el cual es la unidad con mayor manejabilidad para dicho fin. De esta manera se ha obtenido los siguientes valores mediante los cuales se estimó los costos finales.

Tabla 26. Cantidad de aditivo y agua necesaria para el mejoramiento del suelo en metros cúbicos.

| Material | Dosificación por m ³ | | |
|--------------|---------------------------------|-------|-------|
| | 3.5 | 4 | 4.5 |
| Aditivo (m3) | 0.012 | 0.006 | 0.007 |
| Agua (m3) | 0.045 | 0.023 | 0.031 |

Con las estimaciones descritas anteriormente, se ha podido realizar el cálculo de la cantidad de costo necesario para el tratamiento de las subbases de materiales que no cumplan con las características que la norma recomienda. Los valores finales se muestran en la Tabla 27. En la que se destaca que el mayor valor se da con la dosificación de 3.5:1 y la más económica con 4:1, con montos de S/ 77.38 y S/ 40.35 soles respectivamente.

Tabla 27. Costos de tratamiento de subbase con el aditivo Z con polímeros.

| Dosificación | Costo/m ² | | | |
|--------------|----------------------|------------|--------------|-------|
| | Mano de obra | Materiales | Herramientas | Total |

| | | | | |
|-----|---------|----------|---------|----------|
| 3.5 | S/ 0.73 | S/ 73.56 | S/ 3.09 | S/ 77.38 |
| 4 | S/ 0.73 | S/ 36.53 | S/ 3.09 | S/ 40.35 |
| 4.5 | S/ 0.73 | S/ 42.38 | S/ 3.09 | S/ 46.20 |

Finalmente, se ha desarrollado un cuadro comparativo en el que se detalla con mayor claridad la variación de los costos de tratar una subbase con el aditivo en capas de 0.20 m, destacándose que los valores con menor oferta fueron las dosificaciones de 4:1 y 4.5:1, tal como se detalla en la siguiente figura.

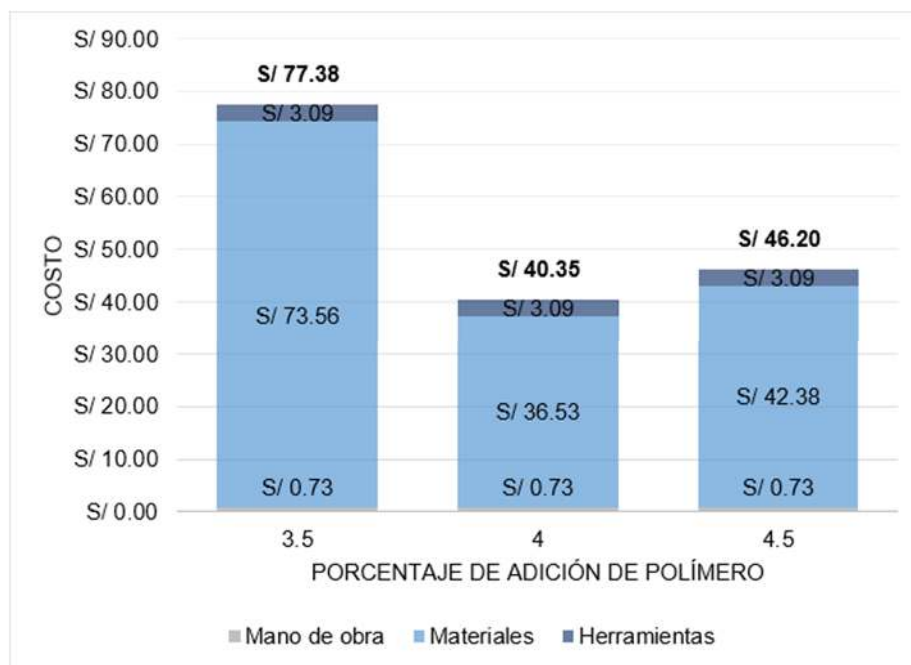


Figura 24. Comparación del costo de aplicación del aditivo en la subbase

5.2. Contratación de hipótesis

5.2.1. Prueba de normalidad

Fueron realizadas las pruebas de normalidad sobre los registros obtenidos de los límites de consistencia y las características mecánicas de los materiales granulares para la conformación de subbases, a fin de reconocer el tipo de distribución a la que se ajustan los datos y aplicar la prueba correspondiente para la contratación de las hipótesis específicas y sobre todo, determinar verdaderamente si es que la inclusión del aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” realiza mejoras significativas en los materiales para subbases.

Con base a ello, en la Tabla 28 se presentan los hallazgos de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk en los límites de consistencia de los materiales a fin de

determinar el tipo de distribución a la que se ajustan a la información para verificar la hipótesis específica “a”. Es así que, se aprecia que en los grupos correspondientes al límite plástico y al índice de plasticidad se encuentran significancias menores al 5 %, por lo tanto, los datos de estos dos parámetros tienen valores de una distribución no normal y serán analizados mediante la aplicación de una prueba no paramétrica, por otro lado, en el límite líquido los niveles de significancia son mayores a 0.05 estando ajustados a una distribución normal.

Tabla 28. Prueba de normalidad para la hipótesis específica “a”.

| Grupos | | Shapiro-Wilk | | |
|---------------------------|-----------------------------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| Límite líquido (%) | Patrón | 0.99 | 3 | 0.84 |
| | Relación agua/aditivo 3.5:1 | 0.96 | 3 | 0.64 |
| | Relación agua/aditivo 4.0:1 | 0.96 | 3 | 0.64 |
| | Relación agua/aditivo 4.5:1 | 0.96 | 3 | 0.64 |
| Límite plástico (%) | Patrón | 0.92 | 3 | 0.46 |
| | Relación agua/aditivo 3.5:1 | 0.75 | 3 | 0.00 |
| | Relación agua/aditivo 4.0:1 | 0.96 | 3 | 0.64 |
| | Relación agua/aditivo 4.5:1 | 0.96 | 3 | 0.64 |
| Índice de plasticidad (%) | Patrón | 0.89 | 3 | 0.36 |
| | Relación agua/aditivo 3.5:1 | 0.84 | 3 | 0.22 |
| | Relación agua/aditivo 4.0:1 | 0.75 | 3 | 0.00 |
| | Relación agua/aditivo 4.5:1 | 0.75 | 3 | 0.00 |

En la Tabla 29, se presentan los hallazgos de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para los datos de las propiedades mecánicas correspondientes a la hipótesis específica “b”. En este caso se puede observar, que los registros de la máxima densidad seca, CBR al 95 % y CBR al 100 % de la MDS presentaron niveles de significancia superiores al 0.05, estando ajustados a un tipo de distribución normal, y por ello, fueron analizados mediante la aplicación de una prueba paramétrica, el óptimo contenido de humedad obtuvo significancias menores al 5 %, es decir, perteneciendo a una distribución no normal, lo que significa que fue analizado mediante una prueba no paramétrica.

Tabla 29. Prueba de normalidad para las propiedades mecánicas de los materiales.

| Grupos | | Shapiro-Wilk | | |
|---|-----------------------------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| Máxima densidad seca (g/cm ³) | Patrón | 0.94 | 3 | 0.54 |
| | Relación agua/aditivo 3.5:1 | 0.85 | 3 | 0.24 |
| | Relación agua/aditivo 4.0:1 | 0.88 | 3 | 0.33 |
| | Relación agua/aditivo 4.5:1 | 0.96 | 3 | 0.64 |
| Óptimo contenido de humedad (%) | Patrón | 0.75 | 3 | 0.00 |
| | Relación agua/aditivo 3.5:1 | 0.96 | 3 | 0.64 |
| | Relación agua/aditivo 4.0:1 | 1.00 | 3 | 1.00 |

| | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|------|---|------|
| | Relación agua/aditivo 4.5:1 | 0.75 | 3 | 0.00 |
| CBR al 95 % de la MDS (%) | Patrón | 0.93 | 3 | 0.48 |
| | Relación agua/aditivo 3.5:1 | 0.94 | 3 | 0.54 |
| | Relación agua/aditivo 4.0:1 | 0.88 | 3 | 0.31 |
| | Relación agua/aditivo 4.5:1 | 0.86 | 3 | 0.26 |
| CBR al 100 % de la MDS (%) | Patrón | 0.98 | 3 | 0.74 |
| | Relación agua/aditivo 3.5:1 | 0.95 | 3 | 0.57 |
| | Relación agua/aditivo 4.0:1 | 1.00 | 3 | 0.97 |
| | Relación agua/aditivo 4.5:1 | 0.86 | 3 | 0.26 |

5.2.2. Hipótesis específica “a”

Planteadas las hipótesis:

H_i : La aplicación del polímero mejora los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de sub base.

H_0 : La aplicación del polímero no mejora los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de sub base.

Se realizaron las pruebas paramétricas y no paramétricas respectivas con los valores de los límites de consistencia estudiados, es así que en la Tabla 30, Tabla 31 y Tabla 32 se muestran halagos de las pruebas para cada límite de acuerdo al tipo de distribución de sus datos.

En la Tabla 30, se presentan los resultados del análisis de la prueba paramétrica ANOVA de un factor para los registros del límite líquido, en esta tabla se observa que el nivel de significancia es de 0.00, estando por debajo de 0.05 indica que la inclusión del polímero en los materiales naturales ejerce cambios significativos en el límite líquido de los mismos.

Tabla 30. Prueba ANOVA de un factor para la hipótesis específica “a” – Límite líquido.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos | 1.74 | 3 | 0.58 | 11.97 | 0.00 |
| Dentro de grupos | 0.39 | 8 | 0.05 | | |
| Total | 2.12 | 11 | | | |

En la Tabla 31, se expone la comparación de grupos realizada mediante la prueba Tukey para los registros del límite líquido, centrándose en los cambios que ocurren entre el material natural indicado como patrón y los materiales mejorados, se aprecia un aumento del límite líquido en todos los casos pues se tienen valores negativos en la diferencia de medias, sin embargo, los niveles de significancia son inferiores a 0.05 solo

al adicionar el aditivo a los materiales en las proporciones de acuerdo a la relación agua/aditivo de 4.0 a 1 y de 4.5 a 1, esto quiere decir que solo con estas dos dosis de aditivo se obtienen aumentos significativos del límite líquido.

Tabla 31. Prueba Tukey para la hipótesis específica “a” – Límite líquido.

| Grupos | | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|--------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Patrón | Relación agua/aditivo 3.5:1 | -0.53 | 0.18 | 0.07 | -1.11 | 0.04 |
| | Relación agua/aditivo 4.0:1 | -0.83* | 0.18 | 0.01 | -1.41 | -0.26 |
| | Relación agua/aditivo 4.5:1 | -1.00* | 0.18 | 0.00 | -1.57 | -0.43 |

A continuación, en la Tabla 32 se exponen los grupos con características similares del límite líquido, aquí se confirman los hallazgos de la prueba Tukey, observando que al material natural es distinto a los materiales modificados con las dosis de aditivos mencionadas anteriormente.

Tabla 32. Subconjuntos homogéneos del límite líquido.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|-----------------------------|---|------------------------------|-------|
| | | 1 | 2 |
| Patrón | 3 | 24.23 | |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 3 | 24.77 | 24.77 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 3 | | 25.07 |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 3 | | 25.23 |
| Sig. | | 0.07 | 0.12 |

La Tabla 33 presenta los resultados de la prueba Kruskal-Wallis para el límite plástico de los materiales, aquí se evidencia una significancia del 22 %, siendo superior al 5 % se traduce en que la inclusión del aditivo en las mezclas granulares no influye significativamente en el cambio del límite plástico.

Tabla 33. Prueba Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “a” – Límite plástico.

| Parámetro | Valor |
|------------------------------------|-------------------|
| N total | 12 |
| Estadístico de prueba | 4.47 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | 0.22 |

La Tabla 34, adjunta los resultados de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis realizada sobre los registros del índice de plasticidad de los materiales para subbase, en este caso también la significancia es mayor al 5 %, pues con el 9 % obtenido en la prueba se indica que la inclusión del aditivo en los materiales no tiene influencia significativa en el índice de plasticidad del material.

Tabla 34. Prueba Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b” – Índice de plasticidad.

| Parámetro | Valor |
|------------------------------------|-------------------|
| N total | 12 |
| Estadístico de prueba | 6.53 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | 0.09 |

Vistos estos resultados es que se rechaza la hipótesis alterna H_i y se acepta la hipótesis nula H_0 que dice: La aplicación del polímero no mejora los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de subbase. Pues a pesar de que existen ciertos cambios en el límite líquido, estos van en contra de lo recomendado en el Manual de Carreteras, sumado a ello, las pruebas no paramétricas en los límites plásticos e índices de plasticidad indican que no existen cambios significativos, en otras palabras, la incorporación del aditivo no mejora los valores de límites de consistencia de estos materiales.

5.2.3. Hipótesis específica “b”

Dadas las hipótesis:

H_i : El uso del polímero mejora la compactación de suelos granulares para su uso como material de subbase.

H_0 : El uso del polímero no mejora la compactación de suelos granulares para su uso como material de subbase.

Fueron elaboradas las pruebas paramétricas y no paramétricas sobre los hallazgos de los ensayos de Proctor modificado de los materiales de acuerdo a la distribución a la que se ajustan sus datos.

En la Tabla 35, se cuentan con los resultados de la prueba paramétrica ANOVA de un solo factor para la máxima densidad seca.

Tabla 35. Prueba ANOVA de un factor para la hipótesis específica “b” – Máxima densidad seca.

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Máxima densidad seca (g/cm ³) | Entre grupos | 0.05 | 3 | 0.02 | 326.11 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 0.00 | 8 | 0.00 | | |
| | Total | 0.05 | 11 | | | |
| | Total | 524.43 | 11 | | | |

En ese sentido, la Tabla 36 expone los resultados de la prueba Tukey para las propiedades mencionadas anteriormente. Aquí se comparan los resultados del material natural con los materiales mejoradas, en primer lugar, para la máxima densidad seca se aprecian ligeras discrepancias de medias positivas con niveles de significancia menores al 5 %, por lo que se comprueba que el aditivo si ejerce cambios significativos en esta propiedad.

Tabla 36. Prueba Tukey para la hipótesis específica “b” – Máxima densidad seca.

| Variable dependiente | | | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|---|--------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Máxima densidad seca (g/cm ³) | Patrón | Relación agua/aditivo 3.5:1 | 0.16* | 0.01 | 0.00 | 0.14 | 0.18 |
| | | Relación agua/aditivo 4.0:1 | 0.11* | 0.01 | 0.00 | 0.09 | 0.13 |
| | | Relación agua/aditivo 4.5:1 | 0.16* | 0.01 | 0.00 | 0.14 | 0.18 |

En esa línea, en la Tabla 37 se presentan los subconjuntos homogéneos de la máxima densidad seca, donde se aprecia que existen diferencias significativas entre el material patrón y los materiales mejorados con el aditivo.

Tabla 37. Subconjuntos homogéneos de la máxima densidad seca.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|-----------------------------|---|------------------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 3 | 1.81 | | |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 3 | 1.81 | | |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 3 | | 1.86 | |
| Patrón | 3 | | | 1.97 |
| Sig. | | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Respecto a los análisis estadísticos para los datos de una distribución no normal, fue realizada la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis tal como se adjunta en la Tabla 38. Aquí se aprecia que el nivel de significancia es de 0.02, que al ser menor a 0.05, indica que existen grupos significativamente distintos al patrón.

Tabla 38. Prueba Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b” – Óptimo contenido de humedad.

| Parámetro | Valor |
|------------------------------------|--------------------|
| N total | 12 |
| Estadístico de prueba | 10.46 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | 0.02 |

Dados los resultados expresados por la prueba Kruskal-Wallis, en la Tabla 39 se presenta la evaluación de diferencias entre grupos para los registros de cada material respecto a su nivel de humedad más adecuado. En este caso, se aprecia que existe una influencia del aditivo en este parámetro solo al adicionarse en una dosis de 3.5 a 1, pues es la única con una significancia inferior al 5 %, así como se evidencia en la última columna de la tabla adjunta.

Tabla 39. Comparación de grupos para la hipótesis específica “b” – Óptimo contenido de humedad.

| Muestra 1 - Muestra 2 | Estadístico de prueba | Error estándar | Desv. Estadístico de prueba | Sig. | Sig. Ajust. |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|------|-------------|
| Patrón - Relación agua/aditivo 4.0:1 | -3.00 | 2.93 | -1.02 | 0.31 | 1.00 |
| Patrón - Relación agua/aditivo 4.5:1 | -6.00 | 2.93 | -2.05 | 0.04 | 0.25 |
| Patrón - Relación agua/aditivo 3.5:1 | -9.00 | 2.93 | -3.07 | 0.00 | 0.01 |

En base a estos resultados es que no se acepta la hipótesis alterna H_i que dice: El uso del polímero mejora la compactación de suelos granulares para su uso como material de subbase, ya que en general, su valor decrece a medida que se aumenta la cantidad de aditivo.

5.2.4. Hipótesis específica “c”

Dadas las hipótesis:

H_i : La aplicación del polímero incrementa la capacidad de soporte de suelos granulares para su uso como material de subbase.

H_0 : La aplicación del polímero no incrementa la capacidad de soporte de suelos granulares para su uso como material de subbase.

Fueron elaboradas las pruebas paramétricas y no paramétricas sobre los resultados del CBR de los materiales de acuerdo a la distribución a la que se ajustan sus datos.

En la Tabla 35, se tienen los hallazgos de la prueba paramétrica ANOVA de un factor para las propiedades mecánicas de CBR al 95 % de la MDS y CBR al 100 % de la MDS, estos hallazgos muestran significancias inferiores al 5 %, excepto con el CBR al 95 % de la MDS, por lo tanto será necesaria analizar estos resultados con ayuda de la prueba Tukey a fin de determinar los grupos exactos entre los que ocurren estos cambios significativos, y comprobar si verdaderamente existen mejoras.

Tabla 40. Prueba ANOVA de un factor para la hipótesis específica “c” – CBR al 95 % de la MDS y CBR al 100 % de la MDS.

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|----------------------------|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| CBR al 95 % de la MDS (%) | Entre grupos | 148.54 | 3 | 49.51 | 3.91 | 0.05 |
| | Dentro de grupos | 101.41 | 8 | 12.68 | | |
| | Total | 249.95 | 11 | | | |
| CBR al 100 % de la MDS (%) | Entre grupos | 466.96 | 3 | 155.65 | 21.67 | 0.00 |
| | Dentro de grupos | 57.47 | 8 | 7.18 | | |
| | Total | 524.43 | 11 | | | |

En ese sentido, la Tabla 36 expone los resultados de la prueba Tukey para las propiedades mencionadas anteriormente. Aquí se comparan los resultados del material natural con los materiales mejoradas, respecto al CBR al 95 % de la MDS, se aprecian diferencias negativas de medias de gran envergadura, sin embargo, solo la adición del aditivo en su dosis de acuerdo a la relación agua/aditivo de 4.0:1 es la que obtiene un nivel de significancia del 4 %, siendo la única dosis de aditivo que ofrece una mejora significativa de este parámetro en los materiales; además se tiene al CBR al 100 % de la MDS, que también presenta grandes diferencias de medias positivas, en este caso se presentan dos casos en los que los niveles de significancia son inferiores a 0.05, esos son los que tienen una dosis de 4.0 a 1 y de 4.5 a 1 según la relación agua/aditivo, sin embargo, la disparidad entre las medias más grande y el menor nivel de significancia lo presenta el material con la dosis óptima del aditivo.

Tabla 41. Prueba Tukey para la hipótesis específica “c” – CBR al 95 % de la MDS y CBR al 100 % de la MDS.

| Variable dependiente | | | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------------------|--------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| CBR al 95 % de la MDS (%) | Patrón | Relación agua/aditivo 3.5:1 | -4.60 | 2.91 | 0.44 | -13.91 | 4.71 |
| | | Relación agua/aditivo 4.0:1 | -9.83* | 2.91 | 0.04 | -19.14 | -0.52 |
| | | Relación agua/aditivo 4.5:1 | -3.60 | 2.91 | 0.62 | -12.91 | 5.71 |
| CBR al 100 % de la MDS (%) | Patrón | Relación agua/aditivo 3.5:1 | -5.87 | 2.19 | 0.10 | -12.87 | 1.14 |
| | | Relación agua/aditivo 4.0:1 | -16.97* | 2.19 | 0.00 | -23.97 | -9.96 |
| | | Relación agua/aditivo 4.5:1 | -10.70* | 2.19 | 0.01 | -17.71 | -3.69 |

En la Tabla 42, se presentan los grupos con características similares del CBR al 95 % de la MDS, aquí se evidencia que existe cierta semejanza entre el material patrón y un par de materiales modificados, pero que si existe una influencia significativa del aditivo en los materiales al incluirse en una dosis óptima de 4.0 a 1.

Tabla 42. Subconjuntos homogéneos del CBR al 95 % de la MDS.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|-----------------------------|---|------------------------------|-------|
| | | 1 | 2 |
| Patrón | 3 | 45.20 | |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 3 | 48.80 | 48.80 |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 3 | 49.80 | 49.80 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 3 | | 55.03 |
| Sig. | | 0.44 | 0.22 |

También se adjuntan los subconjuntos homogéneos del CBR al 100 % de la MDS en la Tabla 43, se observan tres subconjuntos de materiales, sin embargo, las mayores diferencias de los materiales mejorados con el patrón se dan al incluir las dosis de aditivo de acuerdo a la relación agua/aditivo de 4.0 a 1 y de 4.5 a 1, tal como se mencionó anteriormente.

Tabla 43. Subconjuntos homogéneos del CBR al 100 % de la MDS.

| Grupos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|-----------------------------|---|------------------------------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Patrón | 3 | 45.47 | | |
| Relación agua/aditivo 3.5:1 | 3 | 51.33 | 51.33 | |
| Relación agua/aditivo 4.5:1 | 3 | | 56.17 | 56.17 |
| Relación agua/aditivo 4.0:1 | 3 | | | 62.43 |
| Sig. | | 0.10 | 0.20 | 0.08 |

En base a estos resultados es que se admite la hipótesis alterna H_i que dice: La aplicación del polímero incrementa la capacidad de carga de suelos granulares para su aplicación como material de subbase, cabe resaltar que se pudo encontrar la dosis óptima del aditivo “Estabilizado Z con Polímeros” que es de 4.0 a 1 de acuerdo a la relación agua/aditivo, siendo esta proporción la que propicia los mayores incrementos en el CBR de los materiales granulares que serán utilizados para la conformación de subbases.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Límites de consistencia de los suelos granulares

Los límites de consistencia ofrecen una visión ciertamente precisa del comportamiento de los materiales de suelo al estar en contacto con el agua, y dado que la ocurrencia de esta clase de interacciones es altamente común debido a que estamos hablando de un material que estará en contacto directo y permanente con el suelo, se hace necesario conocer los valores de estos parámetros antes de utilizar algún material para la construcción de las capas granulares de un pavimento. Esto es tan fundamental que los requerimientos de los límites para materiales a usarse como subbases granulares se encuentran especificados en la tabla 402-02 del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC (2013), de este modo, esta investigación analizó de forma descriptiva y estadística los resultados de los límites de Atterberg hallados para el material natural extraído de la cantera Yuracancha y los materiales modificados con la inclusión del polímero.

Los análisis desarrollados a nivel de laboratorio indicaron que el límite líquido promedio de los materiales naturales fue de un 24.23 % y que al añadirle el aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” de acuerdo a las relaciones agua/aditivo de 3.5:1, 4.0:1 y 4.5:1 los valores de este parámetro ascendían a 24.77, 25.07 y 25.23% respectivamente, además el análisis estadístico concluyó que estos cambios son significativos; esto difiere con los resultados hallados por Ayala (2017) y Damiano y Pérez (2022), pues se tiene una disminución de la calidad física del material estando en contra de lo establecido por el MTC (2013).

Respecto al límite plástico, el MTC (2013) no presenta ningún requerimiento específico para los materiales a usarse en subbases, sin embargo a fin de conocer el índice plástico, se incluyó en esta investigación, en ese sentido se obtuvo el valor de 20.63 % para el material patrón y para los materiales con el aditivo en las relaciones agua/aditivo de 3.5 a 1, 4 a 1 y 4.5 a 1 se obtuvieron los valores de 20.77, 20.93 y 21.07 % para cada caso respectivo, es decir ligeros aumentos que de acuerdo a la prueba no paramétrica aplicada se trata de incrementos no significativos, o dicho de otro modo, el polímero no tiene influencia en esta propiedad del material, algo que contradice lo establecido por Ayala (2017) e igualmente por Damiano y Pérez (2022).

El índice de plasticidad de los materiales es obtenido a partir de la diferencia del límite líquido y límite plástico de cada una de las muestras de suelo, los resultados del análisis descriptivo dieron a conocer que el patrón tenía un índice de 3.6 %, dentro de los límites establecidos para un material de subbase a los 3 000 m.s.n.m., sin embargo los materiales modificados obtuvieron índices de 4.20, 4.13 y 4.17 % al tener adiciones del polímero en relaciones agua/aditivo de 3.5:1, 4.0:1 y 4.5:1 respectivamente, estos tres valores son permitidos por el MTC (2013), siempre que sean usados a alturas inferiores a los 3 000 m.s.n.m.; estos resultados además, se contraponen a los resultados presentados tanto por Damiano y Pérez (2022), como los expuestos por Ayala (2017); sin embargo, el análisis estadístico resalta un nivel de significancia del 9 %, lo que se traduce en una influencia no significativa del aditivo en los cambios del índice plástico de los materiales.

En general, la inclusión del aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” en los materiales para la conformación de subbases granulares no tiene gran influencia en los valores obtenidos de estas propiedades físicas, siendo algo con lo que se puede trabajar dependiendo por supuesto de las mejoras que pueda alcanzar respecto a las propiedades mecánicas del suelo, las cuales suelen ser las más determinantes a la hora de elegir materiales propicios para la elaboración de las capas granulares de los pavimentos.

6.2. Compactación del suelo

Las propiedades mecánicas de los suelos granulares para su aplicación en subbases de pavimento flexible, fueron determinadas a partir de la aplicación de los ensayos del Proctor modificado y del CBR, estos ensayos dieron resultados en valores para la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad, CBR al 95 % de la MDS

y CBR al 100 % de la MDS, no obstante, en el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC (2013) solo se tienen requisitos para los valores del CBR referido al 100 % de la MDS, siendo el valor determinante para el uso de materiales granulares como subbases de pavimentos.

La máxima densidad seca (MDS) describe la mayor densidad a la que puede llegar un material al ser comprimido, de acuerdo al análisis descriptivo la MDS promedio del material natural era de 1.970 g/cm^3 , y la MDS de los materiales modificados con el polímero en las relaciones de agua/aditivo de 3.5:1, 4.0:1 y 4.5:1 alcanzaron los valores de 1.806, 1.863 y 1.806 g/cm^3 respectivamente, esto es similar a los resultados de Ayala (2017) y Fustamante (2021); el análisis estadístico realizado, determinó que el polímero como aditivo del material de la cantera Yuracancha influye significativamente en la MDS del material, al ser añadido en una dosis de 3.5 a 1 de acuerdo a la relación agua/aditivo.

El ensayo del Proctor modificado dio a conocer también, niveles óptimos de humedad para cada uno de los materiales, teniendo un valor de 10.07 % para el material patrón y valores de 13.13, 11.60 y 12.07 % para los materiales modificados con el polímero en las relaciones de 3.5:1, 4.0:1 y de 4.5:1 respectivamente, estos resultados concuerdan con los hallazgos presentados por Fustamante (2021) y Galindo (2018); sumado a ello, los análisis estadísticos dieron a conocer que el polímero en adición a los materiales en una relación agua/aditivo de 3.5 a 1, es la única que tienen una influencia significativa en el nivel de humedad más adecuado de los materiales de la cantera Yuracancha.

6.3. Capacidad de soporte del suelo

Respecto al ensayo de CBR al 95 % de la MDS, los registros dieron a conocer valores promedio de 42.40 % para el material natural, mientras que al añadirle el aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” los valores subían a valores de 49.80, 55.03 y 48.80 % para las proporciones de 3.5 a 1, 4.0 a 1 y de 4.5 a 1 respectivamente, estos aumentos fueron verificados de igual forma mediante el análisis estadístico lo que dio a conocer que el polímero si tiene una influencia significativa en los aumentos de CBR hallados al haberse añadido en proporciones de 4.0:1 y 4.5:1 respecto a la relación agua/aditivo; además estos resultados coinciden con lo expuesto por Fustamante (2021), Galindo (2018) y Martínez (2020).

En la misma línea, el CBR al 100 % de la MDS dio lugar a los valores promedios tanto para el suelo natural como los modificados con la inclusión del aditivo de polímero, siendo de 48.27 % para el patrón y de valores de 51.33, 62.43 y 56.17 % al tener el polímero en relaciones agua/aditivo de 3.5 a 1, 4.0 a 1 y 4.5 a 1 respectivamente, siendo resultados positivos y siendo aptos para su uso en la conformación de capas de subbase de pavimentos tal como explica el MTC (2013); estos resultados a su vez, coinciden con lo explicado tanto por Galindo (2018), como lo hallado por Martínez (2020) y Galindo (2018); además se llevó a cabo el análisis estadístico de los resultados, encontrando influencias significativas del aditivo en el incremento del CBR al 100 % de la MDS de los materiales al ser incluido en proporciones de 4.0 a 1 y de 4.5 a 1.

Los resultados aquí expuestos, nos dan a conocer resultados positivos respecto a la mejora de las propiedades mecánicas de los suelos granulares para subbase, se hace especial hincapié en los resultados del CBR que fueron superiores al 40 % tal como define el MTC (2013) para lo referido a materiales para conformación de subbases de pavimentos flexibles en el Perú, los resultados estadísticos también dan a conocer que la dosis óptima del aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” es la de una relación de agua/aditivo de 4.0 a 1, justamente la que se especifica en la hoja técnica del producto.

La estimación del costo de aplicación del material analizado es un factor relevante que coadyuva a la toma de decisión final de su uso en campo, es por ello que investigaciones relacionadas al tema consideran dentro de su objetivo su estimación final.

Los resultados obtenidos en laboratorio, dieron como principal elemento, las dosificaciones necesarias para la aplicación del aditivo en el suelo granular, los cuales se detalla en la Tabla 26, en la que se detalla que para las dosificaciones de 3.5:1, 4:1 y 4.5:1, la cantidad necesaria por metro cúbico de suelo es de 0.012 m³, 0.006 m³ y 0.007 m³ respectivamente, los cuales fueron convertidos a unidades de galones y calculados para su desempeño en capas de 1 m². Con dichos valores estimados se ha podido calcular el costo de aplicación para tratar subbases granulares que no cumplan con lo recomendado en las normativas establecidas por el MTC (2013) obteniéndose de este forma que en general el costo de mano de obra y de herramientas se mantienen constante y tiene un valor promedio de S/ 0.73 y S/ 3.09 soles respectivamente, dejando como elemento variable a la cantidad de materiales necesarios (Ver Tabla 27).

En tal contexto, los valores finales estimados para el coste del tratamiento de la subbase está comprendido entre S/ 77.38 y S/ 40.35 soles, siendo que el menor costo se da con la dosificación de 4:1, los cuales son valores cercanos a los estimados por León y Marín (2021), quienes en su investigación pudieron determinar que el uso de polímeros como PET, puede tener un costo de aplicación de S/ 85.71 soles por m³, mientras que un material de remplazo puede costar de S/ 63.02 soles por m³ para subrasante, además que, la estabilización con cal puede llegar a costar hasta S/ 132.20 soles por m³; por ello, el uso del aditivo estudiado en el presente trabajo de investigación resulta factible. Complementariamente Damiano y Pérez (2022) menciona que el uso del estabilizador Z con polímeros resulta factible desde una perspectiva económica, a pesar que con su uso se pueda incrementar el costo del tratamiento del suelo hasta en 57.75 %, si embargo, dicho incremento es compensado en un análisis a largo plazo, pues una vía tratada con el mencionado polímero tendrá menores cantidades de tratamiento.

También es preciso mencionar, que la mayoría de las investigaciones considera el uso del polímero en capas como la subrasante, dejando de lado las investigaciones de las otras capas complementarias del pavimento, esto hace que los costos mencionados en los antecedentes sean menores a los determinados si hubieran realizado un análisis en capas como subbases o bases.

CONCLUSIONES

1. El polímero como aditivo optimiza las propiedades de suelos clasificados como A-1-a (0), mejorando la calidad del material para su uso en la conformación de subbases granulares en una dosis óptima de acuerdo a la relación agua/aditivo de 4.0 a 1, funcionando como un estabilizador que permite mejorar principalmente las características mecánicas del suelo, a pesar de no encontrarse cambios significativos en los límites de consistencia.
2. La aplicación del aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” no mejora los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de subbase, pues incluso con la dosis óptima de aditivo de 4.0:1, los límites de consistencia aumentan ligeramente en los materiales modificados respecto al material patrón, de 24.23 a 25.07 % en el límite líquido, de 20.63 a 20.93 % en el límite plástico y de 3.60 a 4.13 % en el índice de plasticidad; sin embargo, el análisis estadístico indica que estos cambios no son significativos.
3. La aplicación del polímero en suelos granulares reduce la máxima densidad seca hasta en 8.31 %, respecto al valor obtenido del suelo patrón, destacándose que donde menos se obtiene esta reducción es la dosificación de 4:0:1; además la cantidad del óptimo contenido de humedad se aumenta de 10.07 % a 11.60%, ello implica una reducción de la capacidad de compactación del material granular, a excepción de la adición antes mencionada.
4. El uso del aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” indican aumentos de los valores de del CBR, pues con la dosis óptima del polímero de una relación agua/aditivo de 4.0 a 1 se obtuvieron incrementos de 45.20 % a 55.03 % del CBR al 95 % de la MDS y de 45.47 % hasta 62.43 % del CBR al 100 % de la MDS, sumado a ello es necesario destacar que el análisis estadístico indica que el uso del aditivo influye significativamente en los aumentos de los valores obtenidos, siendo esto positivo tal como es indicado por el MTC (2013).

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere emplear el aditivo “Estabilizador Z con Polímeros” en su relación óptima de agua/aditivo de 4.0 a 1 para suelos clasificados como A-1-a (0) que serán usados para la conformación de materiales granulares para las sub bases de pavimentos.
2. Para futuras investigaciones, se recomienda trabajar con suelos de características físicas de menor calidad a fin de comprobar si es que el aditivo de polímero puede llegar a influir en los límites de consistencia de los materiales para subbase.
3. Se recomienda dejar al aditivo actuar en el material granular por 20 minutos, pues es el tiempo óptimo con el que fueron observados los mejores resultados de compactación del material.
4. Los costos estimados en la presente investigación son exclusivos para la zona de estudio, por los que se recomienda considerar la actualización de estos en otras zonas del Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYALA, G., 2017. *Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros* [en línea]. S.l.: Universidad de Especialidad Espíritu Santo. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/1945>.
- BAÑÓN, L. y BEVIÁ, J., 2000. *Manual de carreteras Volumen II* [en línea]. Primera. España: Univerisidad de Alicante. ISBN 84-607-0123-9. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787#vpreview>.
- BERNAL, C., 2010. *Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* [en línea]. Tercera Ed. México: Pearson Educación. ISBN 978-958-699-128-5. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>.
- BRAJA, M., 2015. *Fundamentos de ingeniería geotécnica* [en línea]. 4ta edició. Mexico D.F.: Cegace Learning. ISBN 9781111576752. Disponible en: https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das.
- CAPIA, C., 2020. *Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de subrasante de la carretera Juliaca - Caminaca, 2019* [en línea]. Juliaca: Universidad Peruana Unión. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3156>.
- CARRASCO, S., 2013. *Metodología de la investigación científica* [en línea]. Segunda Ed. Lima: San Marcos. ISBN 9972-34-242-5. Disponible en: https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_.
- CCANTO, G., 2010. *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil* [en línea]. Primera Ed. Huancayo: Gerccantom. ISBN 0260-89-330-0. Disponible en: gerccantom@yahoo.es.
- CRESPO, C., 2014. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Quinta. México: Editorial Limusa. ISBN 968-18-6489-1.
- CUIPAL, B., 2018. *Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018* [en

- línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25124>.
- DAMIANO, Y. y PÉREZ, M., 2022. *Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio-Apurimac, 2022* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86115>.
- ESTABRAGH, A., MOGHADAS, M., JAVADI, A. y ABDOLLAHI, J., 2022. Stabilisation of clay soil with polymers through electrokinetic technique. *European Journal of Environmental and Civil Engineering* [en línea], vol. 26, no. 3, pp. 819-837. ISSN 19648189. DOI 10.1080/19648189.2019.1680444. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19648189.2019.1680444>.
- FUSTAMANTE, N., 2021. *Evaluación de la capacidad de soporte del suelo adicionando polímeros reciclados (PET) en la sub rasante de la calle camino Real, progresiva km 0+000-km 0+750, Chota* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Autónoma de Chota. Disponible en: <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/182>.
- GALINDO, J., 2018. *Evaluar la inclusión de micro polímero y cemento portland como agente estabilizador de suelos para conformación de rasantes* [en línea]. S.l.: Universidad Militar Nueva Granada. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17095>.
- GUZMÁN, M., 2020. *Mejoramiento de subrasante de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la Victoria, 2020* [en línea]. Perú: Universidad Particular de Chiclayo. Disponible en: <http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/944>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta Ed. México: Mac Graw Hill. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.Hernandez,Fernandez,yBaptista-MetodologíaInvestigacionCientifica6taed.pdf>.
- HUANG, J., KOGBARA, R.B., HARIHARAN, N., MASAD, E.A. y LITTLE, D.N., 2021. A state-of-the-art review of polymers used in soil stabilization. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 305, no. September, pp. 124685. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.124685. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821024405>.

LEIVA, R., 2016. *Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva KM 0+000 - KM 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción*. [en línea]. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1181?show=full>.

LEÓN, J. y MARÍN, D., 2021. *Evaluar el uso de polímeros reciclados para el mejoramiento de vías no pavimentadas del distrito de José Leonardo Ortiz-Chiclayo-2021* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69544>.

MARTINEZ, M., 2020. *Mejoramiento de la subrasante mediante la adición del Polímero Polycom, en la Av. Unión de Manchay. Lima -2019*. S.l.: Universidad César Vallejo.

MÉNDEZ, J., 2018. *Análisis de un producto a base de polímero como estabilizador químico de suelos para la construcción de caminos no pavimentados* [en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/11437/>.

MIRZABABAEI, M., ARULRAJAH, A. y OUSTON, M., 2017. Polymers for stabilization of soft clay soils. *Procedia Engineering* [en línea], vol. 189, no. May, pp. 25-32. ISSN 18777058. DOI 10.1016/j.proeng.2017.05.005. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817321264>.

MONJE, C., 2011. *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa* [en línea]. Primera Ed. Neiva: Universidad Surcolombiana. Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>.

MTC, 2013a. *Manual de carreteras, Especificaciones técnicas generales para construcción «EG-2013»*. 2013. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MTC, 2013b. *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)* [en línea]. Tomo I. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.

- MTC, 2014. *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea]. 2014. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf.
- MTC, 2016. *Manual de ensayos de materiales*. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- RICO, A. y DEL CASTILLOS, A., 2005. *La ingeniería de los suelos en las vías terrestres: Carreteras, ferrocarriles y aeropistas* [en línea]. México: Limusa. V.2. ISBN 968-18-0054-0. Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=rU_pA257zUEC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false.
- RONDÓN, H. y REYES, F., 2015. *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Primera Ed. Lima: Macro EIRL. ISBN 978-612-304-263-9.
- VARGAS, N., 2017. *Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos* [en línea]. S.l.: Universidad Continental. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/3371>.
- VÉLEZ, M., 2014. *Elaboración del inventario para el análisis de ciclo de vida de suelos adicionados con polímeros y su aplicación para la estabilización de vías terciarias* [en línea]. S.l.: Universidad de Medellín. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/51195558.pdf>.

ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase”

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores | Metodología |
|---|--|--|--|--|--|---|
| <p>Problema general: ¿Cuál es el efecto del polímero en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿En qué medida modifica el polímero los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de subbase? b) ¿De qué manera el uso del polímero varía la compactación de suelos granulares para su uso como material de subbase? c) ¿En qué medida el uso del polímero modifica la capacidad de soporte de los suelos granulares para su uso como material de subbase?</p> | <p>Objetivo general: Evaluar el efecto del polímero en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar en qué medida el polímero modifica los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de subbase. b) Establecer en qué medida el uso del polímero varía la compactación de suelos granulares para su uso como material de subbase. c) Estimar en cuanto, el uso del polímero modifica la capacidad de soporte de los suelos granulares para su uso como material de subbase.</p> | <p>Hipótesis general: El polímero optimiza las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La aplicación del polímero mejora los límites de consistencia de los suelos granulares para su uso como material de subbase. b) El uso del polímero mejora la compactación de suelos granulares para su uso como material de subbase. c) La aplicación del polímero incrementa la capacidad de soporte de suelos granulares para su uso como material de subbase.</p> | <p>Variable independiente (X) Polímero: Es una macromolécula la cual está conformada por la unión de elementos más diminutos denominados monómeros (Martínez, 2020).</p> <p>Variable dependiente (Y): Propiedades de suelos granulares: Son las características que el suelo granular debe de cumplir, con el fin de que estos puedan ser aceptado por las especificaciones de las normativas vigentes (MTC, 2013)</p> | <p>- Cantidad.</p> <p>- Límites de consistencia.</p> <p>- Propiedades mecánicas.</p> | <p>- Proporción respecto la relación agua/aditivo.</p> <p>- Límite líquido. - Límite plástico. - Índice de plasticidad.</p> <p>- Máxima densidad - Óptimo contenido de humedad - Expansión - CBR</p> | <p>Método de investigación: Científico.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicado.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental.</p> <p>Población: Material obtenido de la cantera denominada Yuracancha, del distrito de Sincos, provincia de Jauja en el departamento de Junín.</p> <p>Muestra: Cien (100) especímenes entre el suelo patrón y los suelos con adiciones de aditivo de relaciones agua/aditivo de 3.5:1, 4.0:1 y 4.5:1.</p> |

Anexo N° 02: matriz de operacionalización de las variables

| Variables | Dimensiones | Indicadores | Unidades |
|---|-------------------------|--|-------------------|
| Variable independiente (X): Polímero | Cantidad | Proporción respecto a la relación agua/aditivo | % |
| Variable dependiente (Y): Propiedades de suelos granulares | Límites de consistencia | Límite líquido | % |
| | | Límite plástico | % |
| | | Índice de plasticidad | % |
| | Propiedades mecánicas | Máxima densidad | g/cm ³ |
| | | Óptimo contenido de humedad | % |
| | | Expansión | % |
| | | CBR | % |

Anexo N° 03: análisis de costos unitarios

Análisis de precios unitarios

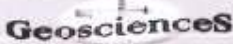
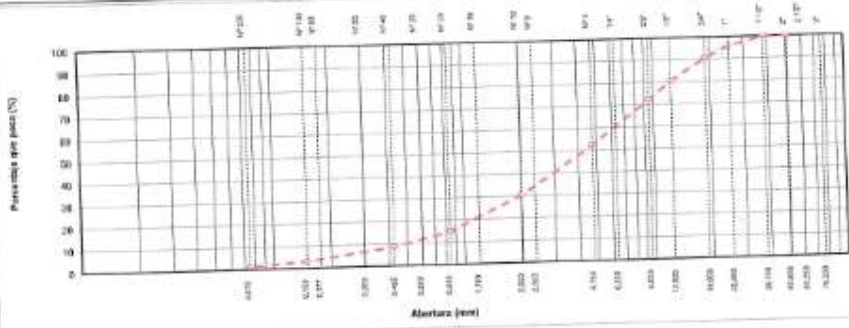

| Presupuesto | 1101004 | EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | Fecha presupuesto | 29/12/2022 | | |
|----------------|---|--|----------------|---|------------|-------------|--------------|
| Subpresupuesto | 001 | MEJORAMIENTO DE SUBBASE | | | | | |
| Partida | 01.01 | MEJORAMIENTO DE SUB - BASE DE E= 0.20 M, CON POLÍMERO (poliagua-1:3.5 gal/m ³) | | | | | |
| Rendimiento | m ² /DÍA | MO. 1,100.0000 | EQ. 1,100.0000 | Costo unitario directo por : m ² | | | 77.38 |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 0.5000 | 0.0036 | 24.22 | 0.09 |
| 0101010004 | OFICIAL | | hh | 1.0000 | 0.0073 | 19.12 | 0.14 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 4.0000 | 0.0291 | 17.28 | 0.50 |
| | | | | | | | 0.73 |
| | Materiales | | | | | | |
| 02070400010001 | MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE | | m ³ | | 0.2100 | 30.00 | 6.30 |
| 0207070001 | AGUA PUESTA EN OBRA | | m ³ | | 0.0450 | 3.00 | 0.14 |
| 0210050003 | POLÍMERO | | gal | | 0.6900 | 97.28 | 67.12 |
| | | | | | | | 73.56 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 0.73 | 0.02 |
| 03011000060002 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton | | hm | 1.0000 | 0.0073 | 150.00 | 1.10 |
| 0301200001 | MOTONIVELADORA | | hm | 1.0000 | 0.0073 | 160.00 | 1.17 |
| 03012200050001 | CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.) | | hm | 1.0000 | 0.0073 | 110.00 | 0.80 |
| | | | | | | | 3.09 |
| Partida | 01.02 | MEJORAMIENTO DE SUB - BASE DE E= 0.20 M, CON POLÍMERO (poliagua - 1:4 gal/m ³) | | | | | |
| Rendimiento | m ² /DÍA | MO. 1,100.0000 | EQ. 1,100.0000 | Costo unitario directo por : m ² | | | 40.35 |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 0.5000 | 0.0036 | 24.22 | 0.09 |
| 0101010004 | OFICIAL | | hh | 1.0000 | 0.0073 | 19.12 | 0.14 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 4.0000 | 0.0291 | 17.28 | 0.50 |
| | | | | | | | 0.73 |
| | Materiales | | | | | | |
| 02070400010001 | MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE | | m ³ | | 0.2100 | 30.00 | 6.30 |
| 0207070001 | AGUA PUESTA EN OBRA | | m ³ | | 0.0230 | 3.00 | 0.07 |
| 0210050003 | POLÍMERO | | gal | | 0.3100 | 97.28 | 30.16 |
| | | | | | | | 36.53 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 0.73 | 0.02 |
| 03011000060002 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton | | hm | 1.0000 | 0.0073 | 150.00 | 1.10 |
| 0301200001 | MOTONIVELADORA | | hm | 1.0000 | 0.0073 | 160.00 | 1.17 |
| 03012200050001 | CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.) | | hm | 1.0000 | 0.0073 | 110.00 | 0.80 |
| | | | | | | | 3.09 |




Análisis de precios unitarios




| Presupuesto | 1101004 | EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | Fecha presupuesto | 29/12/2022 | | |
|----------------|---|--|----------------|---------------------------------|------------|-------------|--------------|
| Subpresupuesto | 001 | MEJORAMIENTO DE SUBBASE | | | | | |
| Partida | 01.03 | MEJORAMIENTO DE SUB - BASE DE E= 0.20 M, CON POLÍMERO (pallagua - 1:4.5 gal/m3) | | | | | |
| Rendimiento | m2/DIA | MO. 1,100.0000 | EQ. 1,100.0000 | Costo unitario directo por : m2 | | | 46.20 |
| Código | Descripción Recurso | | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | | hh | 0.5000 | 0.0036 | 24.22 | 0.09 |
| 0101010004 | OFICIAL | | hh | 1.0000 | 0.0073 | 19.12 | 0.14 |
| 0101010005 | PEON | | hh | 4.0000 | 0.0291 | 17.28 | 0.50 |
| | | | | | | | 0.73 |
| | Materiales | | | | | | |
| 02070400010001 | MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE | | m3 | | 0.2100 | 30.00 | 6.30 |
| 0207070001 | AGUA PUESTA EN OBRA | | m3 | | 0.0310 | 3.00 | 0.09 |
| 0210050003 | POLÍMERO | | gal | | 0.3700 | 97.28 | 35.99 |
| | | | | | | | 42.38 |
| | Equipos | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 0.73 | 0.02 |
| 03011000060002 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7- 9 ton | | hm | 1.0000 | 0.0073 | 150.00 | 1.10 |
| 0301200001 | MOTONIVELADORA | | hm | 1.0000 | 0.0073 | 160.00 | 1.17 |
| 03012200050001 | CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.) | | hm | 1.0000 | 0.0073 | 110.00 | 0.80 |
| | | | | | | | 3.09 |




Anexo N° 04: certificados de ensayos




TR - 1

|  | TÍTULO Y NATURALEZA DE LA MUESTRA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMEZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E304 - ASTM C136) | | REF. ENGAPSP 814 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|------------|----------------------------------|-----------|------|-------------------------------------|-----|-----|---|--|------|-------------|----|------------------|--------|-------------|----|--------------------------------|--------|-------------|---------|--|----|--------|--|--|--|--|--|--|--|--------|--------|--|--|--|--|--|--|-------|----|--------|-------|-----|-----|--|--|--|------|------|--------|--------|-----|-----|--|--|--|------|------|--------|--------|------|------|--|--|--|------|------|-------|--------|-----|------|--|--|--|------|------|-------|--------|------|------|--|--|--|------|------|-------|--------|-----|------|--|--|--|------|------|-------|--------|------|------|--|--|--|------|-------|-------|-------|------|------|--|--|--|------|-------|-------|--------|------|------|--|--|--|------|-------|-------|--------|-----|------|--|--|--|------|-------|-------|-------|-----|------|--|--|--|------|-------|-------|-------|-----|------|--|--|--|-----|-------|-------|-------|-----|------|--|--|--|-----|-------|-------|-------|-----|------|--|--|--|-----|--------|-------|-------|-----|------|--|--|--|-----|--------|-------|-------|-----|------|--|--|--|-----|----------|-------|-------|-----|-------|--|--|--|--|---|--|------------------------------------|----|--------|----------------------------------|----|--------|---------------|----|-------|---------------------|----|-------|--------------------|----|--------|----------------------|-----|------|
| | | | REALIZADO POR: M.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | BORRADOR POR: I.S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | | Fecha: 03/11/2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: C.P. Varanocha - distrito de Sincos - provincia de Jaén | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOLICITANTE: Bach. MELLAN ROMO CLETR JHONATAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T. Bases Geotécnicas | COORDENADAS: 550700 E, 0603578 N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CANTERA: TR - 1 | MUESTRA: M - 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROFUND.: 0,8 m. | PESO INICIAL SECO: 3083,00 gr. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL MTC E 204 - 2016 | | CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO MTC E 106 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>ÁREA Y AP. (mm)</th> <th>SECO</th> <th>MOJADO</th> <th>RETENIDO</th> <th>ALABARIL</th> <th>PERDIDA</th> <th>RECALIBRAL</th> <th>DEL. 1900</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76 200</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>63 500</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50 800</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>30 150</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>100,0</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25 400</td><td>80,67</td><td>4,3</td><td>4,3</td><td></td><td></td><td></td><td>95,7</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19 000</td><td>109,67</td><td>3,3</td><td>9,6</td><td></td><td></td><td></td><td>98,4</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12 500</td><td>205,44</td><td>10,8</td><td>19,6</td><td></td><td></td><td></td><td>95,4</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9 500</td><td>188,26</td><td>8,2</td><td>27,8</td><td></td><td></td><td></td><td>92,2</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6 300</td><td>216,71</td><td>11,0</td><td>39,8</td><td></td><td></td><td></td><td>89,2</td></tr> <tr><td>Nº 4</td><td>4 750</td><td>193,42</td><td>7,9</td><td>47,7</td><td></td><td></td><td></td><td>82,3</td></tr> <tr><td>Nº 6</td><td>2 500</td><td>307,08</td><td>17,4</td><td>65,4</td><td></td><td></td><td></td><td>74,6</td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>2 000</td><td>45,37</td><td>-4,1</td><td>62,4</td><td></td><td></td><td></td><td>36,4</td></tr> <tr><td>Nº 16</td><td>1 180</td><td>218,62</td><td>19,2</td><td>79,6</td><td></td><td></td><td></td><td>20,2</td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>8 400</td><td>106,41</td><td>3,2</td><td>84,0</td><td></td><td></td><td></td><td>15,1</td></tr> <tr><td>Nº 28</td><td>6 000</td><td>74,40</td><td>3,6</td><td>88,5</td><td></td><td></td><td></td><td>11,5</td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>4 000</td><td>57,56</td><td>3,0</td><td>91,2</td><td></td><td></td><td></td><td>8,7</td></tr> <tr><td>Nº 60</td><td>2 500</td><td>48,64</td><td>2,2</td><td>93,8</td><td></td><td></td><td></td><td>6,4</td></tr> <tr><td>Nº 80</td><td>1 750</td><td>54,01</td><td>2,7</td><td>96,2</td><td></td><td></td><td></td><td>3,3</td></tr> <tr><td>Nº 100</td><td>1 500</td><td>11,82</td><td>0,6</td><td>96,8</td><td></td><td></td><td></td><td>3,3</td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>0,845</td><td>37,34</td><td>1,4</td><td>98,4</td><td></td><td></td><td></td><td>> 4</td></tr> <tr><td>< Nº 200</td><td>FONDO</td><td>28,00</td><td>5,4</td><td>100,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> | TAMIZ | ÁREA Y AP. (mm) | SECO | MOJADO | RETENIDO | ALABARIL | PERDIDA | RECALIBRAL | DEL. 1900 | 3" | 76 200 | | | | | | | | 2 1/2" | 63 500 | | | | | | | | 2" | 50 800 | | | | | | | | 1 1/2" | 30 150 | | | | | | | 100,0 | 1" | 25 400 | 80,67 | 4,3 | 4,3 | | | | 95,7 | 3/4" | 19 000 | 109,67 | 3,3 | 9,6 | | | | 98,4 | 1/2" | 12 500 | 205,44 | 10,8 | 19,6 | | | | 95,4 | 3/8" | 9 500 | 188,26 | 8,2 | 27,8 | | | | 92,2 | 1/4" | 6 300 | 216,71 | 11,0 | 39,8 | | | | 89,2 | Nº 4 | 4 750 | 193,42 | 7,9 | 47,7 | | | | 82,3 | Nº 6 | 2 500 | 307,08 | 17,4 | 65,4 | | | | 74,6 | Nº 10 | 2 000 | 45,37 | -4,1 | 62,4 | | | | 36,4 | Nº 16 | 1 180 | 218,62 | 19,2 | 79,6 | | | | 20,2 | Nº 20 | 8 400 | 106,41 | 3,2 | 84,0 | | | | 15,1 | Nº 28 | 6 000 | 74,40 | 3,6 | 88,5 | | | | 11,5 | Nº 40 | 4 000 | 57,56 | 3,0 | 91,2 | | | | 8,7 | Nº 60 | 2 500 | 48,64 | 2,2 | 93,8 | | | | 6,4 | Nº 80 | 1 750 | 54,01 | 2,7 | 96,2 | | | | 3,3 | Nº 100 | 1 500 | 11,82 | 0,6 | 96,8 | | | | 3,3 | Nº 200 | 0,845 | 37,34 | 1,4 | 98,4 | | | | > 4 | < Nº 200 | FONDO | 28,00 | 5,4 | 100,0 | | | | | <table border="1"> <tbody> <tr><td>Peso del Recipiente + Suelo Húmedo</td><td>EP</td><td>163,27</td></tr> <tr><td>Peso del Recipiente + Suelo Seco</td><td>GR</td><td>152,58</td></tr> <tr><td>Peso del Agua</td><td>GA</td><td>10,74</td></tr> <tr><td>Peso del Recipiente</td><td>ER</td><td>29,38</td></tr> <tr><td>Peso de Suelo Seco</td><td>ES</td><td>123,20</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td><td>(%)</td><td>8,72</td></tr> </tbody> </table> | | Peso del Recipiente + Suelo Húmedo | EP | 163,27 | Peso del Recipiente + Suelo Seco | GR | 152,58 | Peso del Agua | GA | 10,74 | Peso del Recipiente | ER | 29,38 | Peso de Suelo Seco | ES | 123,20 | CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 8,72 |
| TAMIZ | ÁREA Y AP. (mm) | SECO | MOJADO | RETENIDO | ALABARIL | PERDIDA | RECALIBRAL | DEL. 1900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3" | 76 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2" | 50 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 30 150 | | | | | | | 100,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1" | 25 400 | 80,67 | 4,3 | 4,3 | | | | 95,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/4" | 19 000 | 109,67 | 3,3 | 9,6 | | | | 98,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2" | 12 500 | 205,44 | 10,8 | 19,6 | | | | 95,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/8" | 9 500 | 188,26 | 8,2 | 27,8 | | | | 92,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/4" | 6 300 | 216,71 | 11,0 | 39,8 | | | | 89,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 4 | 4 750 | 193,42 | 7,9 | 47,7 | | | | 82,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 6 | 2 500 | 307,08 | 17,4 | 65,4 | | | | 74,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 10 | 2 000 | 45,37 | -4,1 | 62,4 | | | | 36,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 16 | 1 180 | 218,62 | 19,2 | 79,6 | | | | 20,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 20 | 8 400 | 106,41 | 3,2 | 84,0 | | | | 15,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 28 | 6 000 | 74,40 | 3,6 | 88,5 | | | | 11,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 40 | 4 000 | 57,56 | 3,0 | 91,2 | | | | 8,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 60 | 2 500 | 48,64 | 2,2 | 93,8 | | | | 6,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 80 | 1 750 | 54,01 | 2,7 | 96,2 | | | | 3,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 100 | 1 500 | 11,82 | 0,6 | 96,8 | | | | 3,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 200 | 0,845 | 37,34 | 1,4 | 98,4 | | | | > 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| < Nº 200 | FONDO | 28,00 | 5,4 | 100,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Recipiente + Suelo Húmedo | EP | 163,27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Recipiente + Suelo Seco | GR | 152,58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Agua | GA | 10,74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Recipiente | ER | 29,38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de Suelo Seco | ES | 123,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 8,72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINO DE MUESTRA ENSAYO | | CLASIFICACIÓN DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tbody> <tr><td>Tamaño Máximo</td><td>para ensayo</td><td>1 1/2"</td></tr> <tr><td>Porcentaje de Grava 3" > Nº 4</td><td>(%)</td><td>41,7</td></tr> <tr><td>Porcentaje de Arena Nº 20 < Nº 4</td><td>(%)</td><td>58,3</td></tr> <tr><td>Porcentaje que Pasa la Malla Nº 200</td><td>(%)</td><td>5,4</td></tr> </tbody> </table> | | Tamaño Máximo | para ensayo | 1 1/2" | Porcentaje de Grava 3" > Nº 4 | (%) | 41,7 | Porcentaje de Arena Nº 20 < Nº 4 | (%) | 58,3 | Porcentaje que Pasa la Malla Nº 200 | (%) | 5,4 | <table border="1"> <thead> <tr><th>USCS</th><th>ASTM D 2487</th><th>US</th><th>DESCRIPCIÓN USCS</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>USCS</td><td>ASTM D 2487</td><td>SM</td><td>Arenas lims gravales con grava</td></tr> <tr><td>AASHTO</td><td>ASTM D 3082</td><td>A-4 (R)</td><td></td></tr> </tbody> </table> | | USCS | ASTM D 2487 | US | DESCRIPCIÓN USCS | USCS | ASTM D 2487 | SM | Arenas lims gravales con grava | AASHTO | ASTM D 3082 | A-4 (R) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño Máximo | para ensayo | 1 1/2" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porcentaje de Grava 3" > Nº 4 | (%) | 41,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porcentaje de Arena Nº 20 < Nº 4 | (%) | 58,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Porcentaje que Pasa la Malla Nº 200 | (%) | 5,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| USCS | ASTM D 2487 | US | DESCRIPCIÓN USCS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| USCS | ASTM D 2487 | SM | Arenas lims gravales con grava | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AASHTO | ASTM D 3082 | A-4 (R) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016 | | <table border="1"> <tbody> <tr><td>Límite Líquido (LL)</td><td>24,2</td></tr> <tr><td>Límite Plástico (LP)</td><td>3,3</td></tr> <tr><td>Índice Plástico (PI)</td><td>3,9</td></tr> </tbody> </table> | | Límite Líquido (LL) | 24,2 | Límite Plástico (LP) | 3,3 | Índice Plástico (PI) | 3,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite Líquido (LL) | 24,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite Plástico (LP) | 3,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice Plástico (PI) | 3,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CURVA GRANULOMÉTRICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nota: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  Selwyn A. Sotomayor Susa INGENIERO CIVIL CIP. 206003 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|-------|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | REF. ORDENO N° 0124 | |
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 D 4318) (ASTM) | REALIZADO POR: E.C.G. REVISADO POR: A.S.S. | |
| PROYECTO: "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | Fecha: 01/11/2022 | |
| UBICACIÓN: C.P. Venecocha - distrito de Simca - provincia de Loja | | | |
| SOLICITANTE: Bach. MELLAN ROMO GLENIS JHORATAN | | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA: TR - 1 | COORDENADAS: 450506 E, 6683572 N | | |
| PROFUND.: 0.8 m. | MUESTRA: M - 1 | | |
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 119) | | | |
| N° TARRO | 25 | 44 | 20 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 34.78 | 36.93 | 32.74 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 32.54 | 37.20 | 36.01 |
| PESO DE AGUA | 1.24 | 1.73 | 1.93 |
| PESO DEL TARRO | 27.33 | 29.69 | 29.20 |
| PESO DEL SUELO SECO | 6.21 | 7.60 | 7.81 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 19.86 | 22.75 | 25.36 |
| NUMERO DE GOLPES | 32 | 26 | 25 |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | |
| N° TARRO | 24 | 53 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 22.62 | 26.25 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 22.22 | 18.01 | |
| PESO DE AGUA | 0.40 | 0.34 | |
| PESO DEL TARRO | 26.70 | 18.29 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.5 | 1.6 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 19.7 | 21.6 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA LIMITE LIQUIDO: 24.2 LIMITE PLASTICO: 26.3 INDICE DE PLASTICIDAD: 3.9 | | OBSERVACIONES | |
| Nota: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  Steven A. Sanabria Suarez INGENIERO CIVIL CIP. 204603 | | | |

| | | | |
|---|--|---|-------|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | INF. OBAYO N° 010 | |
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 D 4318 (ASTM) | REALIZADO POR: B.C.S. REVISADO POR: E.S.S. | |
| PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | Fecha: 03/11/2022 | |
| UBICACIÓN : C.P. Venecia - Distrito de Simas - provincia de Loja SOLICITANTE : Bach. MELLAN ROMO CLENER JHORATAN | | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA : TR - 1 1:3.5 (adHivacagua) PROFUND. : 0.8 m. | COORDENADAS : 450508 E, 8683572 N MUESTRA : M - 1 | | |
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 110) | | | |
| N° TARRO | 65 | 22 | 4 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 37.07 | 36.58 | 20.91 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 35.02 | 36.60 | 20.27 |
| PESO DE AGUA | 2.05 | 1.75 | 3.14 |
| PESO DEL TARRO | 27.33 | 28.61 | 20.20 |
| PESO DEL SUELO SECO | 8.50 | 7.10 | 6.17 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 23.86 | 24.80 | 26.19 |
| NUMERO DE GOLPES | 21 | 24 | 16 |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | |
| N° TARRO | 21 | 24 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 22.26 | 22.77 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 22.06 | 22.52 | |
| PESO DE AGUA | 0.30 | 0.25 | |
| PESO DEL TARRO | 20.64 | 21.25 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.4 | 1.3 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 21.4 | 26.0 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA LIMITE LIQUIDO : 24.9 LIMITE PLASTICO : 20.7 INDICE DE PLASTICIDAD : 4.1 | | OBSERVACIONES | |
| Nota: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  Scipione A. Sambrano Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204005 | | | |

| | | | |
|--|---|---|-------|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | DE. ENSAYO N° 024 | |
| | LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318) | REALIZADO POR: H.C.S. REVISADO POR: J.S.S. | |
| PROYECTO: "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | Fecha: 01/11/2022 | |
| UBICACIÓN: C.P. Yucatán - distrito de Sicon - provincia de Yaja | | | |
| SOLICITANTE: Bach. MILLAN ROMO CLÉNDI JHORATAN | | | |
| I. Datos generales | | | |
| CANTERA: TR - 1 1:4 (adR/Me/agua) | COORDENADAS: 450506 E, 0683572 N | | |
| PROFUND.: 0.8 m. | MUESTRA: M - 1 | | |
| LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 118) | | | |
| N° TARRO | 3 | 4 | 5 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 37.25 | 37.01 | 34.20 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 35.01 | 34.82 | 32.02 |
| PESO DE AGUA | 2.20 | 2.19 | 1.86 |
| PESO DEL TARRO | 25.56 | 26.02 | 25.87 |
| PESO DEL SUELO SECO | 9.45 | 8.80 | 9.90 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 23.29 | 24.89 | 27.97 |
| NUMERO DE GOLPES | 34 | 20 | 15 |
| LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111) | | | |
| N° TARRO | 6 | 57 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 27.58 | 23.44 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 27.26 | 23.52 | |
| PESO DE AGUA | 0.32 | 0.32 | |
| PESO DEL TARRO | 25.71 | 21.62 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.6 | 1.6 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 26.6 | 21.3 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | | OBSERVACIONES | |
| LÍMITE LÍQUIDO | 25.5 | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | 20.9 | | |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 4.2 | | |
| Nota: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  Steven A. Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | |

| | | | |
|---|---|--|-------|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | REP. ENSAYO N° 3134 REALIZADO POR: H.C.B. REVISADO POR: S.S.L. | |
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318) | | |
| PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | Fecha: 03/11/2022 | |
| UBICACION : C.P. Varadero - distrito de Sincos - provincia de Jaén SOLICITANTE : Bach. MELLAN ROMO CLENER JHORATAN | | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA : TR - 1 1:4.5 (adRivruagua) | | COORDENADAS : 450588 E, 8683572 N | |
| PROFUND. : 0.8 m. | | MUESTRA : M - 1 | |
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 110) | | | |
| N° TARRO | 29 | 33 | 34 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 31.11 | 30.54 | 43.31 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 29.15 | 30.30 | 41.83 |
| PESO DE AGUA | 1.96 | 2.25 | 2.01 |
| PESO DEL TARRO | 20.53 | 27.52 | 32.49 |
| PESO DEL SUELO SECO | 8.22 | 8.57 | 8.54 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 23.84 | 25.85 | 26.70 |
| NUMERO DE GOLPES | 24 | 24 | 16 |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | |
| N° TARRO | 3 | 7 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 28.27 | 28.09 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 28.02 | 27.75 | |
| PESO DE AGUA | 0.25 | 0.34 | |
| PESO DEL TARRO | 26.41 | 26.12 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.8 | 1.6 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 21.5 | 28.7 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | | OBSERVACIONES | |
| LIMITE LIQUIDO | 25.2 | | |
| LIMITE PLASTICO | 21.1 | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 4.1 | | |
| Nota: Las muestras fueron preparadas por el solicitante. | | | |
|  | | | |

| | | | | |
|---|--|--|------------------|------------|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | Informe N° | 124 |
| | | | Fecha de Emisión | 25/11/2022 |
| | | | Realizado por | N.C.G |
| | | | Revisado por | S.S.S. |

PROYECTO

"2 polímeros su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de relleno"

UBICACIÓN : C/P, Yuracamba - Chibito

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA TR-1 / M-1
 COORDENADAS UTM : 45930 E, 893572 N

PESO MUESTRA : 20.050 g
 PESO MUESTRA DE ENSAYO : 6.391 g

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR PARTICULAS CHATAS, PARTICULAS ALARGADAS, O PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN EL ACREGADO GRUESO
 MTC E 223-2018.

A) PARTICULAS CHATAS - RELACIÓN 1 EN 3

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTICULAS | PARTÍCULAS CHATAS (g) | PARTÍCULAS CHATAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PORCENTO DE PART. CHATAS |
|-----------------------|-------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 2.102 | 2" | | | | | | |
| 2" | 1.902 | | | | | | |
| 1.502 | 1" | 3.767 | 4 | 27.17 | 0.5 | 15.5 | 0.3 |
| 1" | 3/4" | 1.851 | 0 | 0.00 | 0.0 | 10.1 | 0.0 |
| 3/4" | 1/2" | 2.685 | 4 | 30.46 | 0.5 | 20.4 | 1.01 |
| 1/2" | 3/8" | 992 | 8 | 9.00 | 0.0 | 20.9 | 0.8 |
| TOTAL | | | | 1.1 | 1.0 | 100.0 | 27.3 |
| PARTÍCULAS CHATAS (%) | | | | | | | 6.3% |

B) PARTICULAS ALARGADAS - RELACIÓN 1 EN 3

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTICULAS | PARTÍCULAS ALARGADAS (g) | PARTÍCULAS ALARGADAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PORCENTO DE PART. ALARGADAS |
|--------------------------|-------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 2.102 | 2" | | | | | | |
| 2" | 1.902 | | | | | | |
| 1.502 | 1" | 3.767 | 5 | 13.20 | 0.4 | 15.5 | 0.7 |
| 1" | 3/4" | 1.851 | 6 | 0.44 | 0.0 | 12.1 | 0.0 |
| 3/4" | 1/2" | 2.685 | 2 | 11.62 | 0.0 | 20.9 | 21.8 |
| 1/2" | 3/8" | 992 | 7 | 5.32 | 0.0 | 20.5 | 17.7 |
| TOTAL | | | | 1.9 | 1.9 | 100.0 | 52.3 |
| PARTÍCULAS ALARGADAS (%) | | | | | | | 8.4% |

C) PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS - RELACIÓN 1 EN 3

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTICULAS | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (g) | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PORCENTO DE PART. CHATAS Y ALARGADAS |
|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 2.102 | 2" | | | | | | |
| 2" | 1.902 | | | | | | |
| 1.502 | 1" | 3.767 | 9 | 33.1 | 0.4 | 15.5 | 4.7 |
| 1" | 3/4" | 1.851 | 0 | 0.00 | 0.0 | 10.1 | 0.0 |
| 3/4" | 1/2" | 2.685 | 6 | 6.00 | 0.0 | 20.9 | 0.8 |
| 1/2" | 3/8" | 992 | 7 | 6.00 | 0.0 | 20.5 | 14.7 |
| TOTAL | | | | 8.0 | 1.0 | 100.0 | 19.4 |
| PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | | | | | | | 9.2% |

OBSERVACIONES


Silvia A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

| | | | |
|---|--|------------------|------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° | 124 |
| | | Fecha de Emisión | 01/11/2022 |
| | | Realizado por | H.C.S |
| | | Revisado por | S.S.S. |

PROYECTO : "Ejercicio y/o efecto en las propiedades de suelo granular para ser su control de calidad" UBICACIÓN : C.P. Yuracachi-d

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN : CARTERA TR - 1 (M-1) PESO DE MUESTRA RECIB. : 20.4 kg
 COORDENADAS UTM : 4903 E, 8833728

AGREGADO TRATADO (TRITURADO):

| MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MAYORES DE 19mm (3/4") POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES MTC E 207-2016 | | | | | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|--------------------------------------|---|---|---|--|
| MÉTODO | | PESOS Y GRANULOMETRÍAS REQUERIDOS (g) | | | | PESOS Y GRANULOMETRÍAS EMPLEADAS (g) | | | | |
| PASAJE (mm) | RETEN. TAMIZ | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 3" | 2 1/2" | 2 500 ± 50 | - | - | - | 2500 | - | - | - | |
| 2 1/2" | 2" | 2 500 ± 50 | - | - | - | 2492 | - | - | - | |
| 2" | 1 1/2" | 5 000 ± 50 | 5 000 ± 50 | - | - | 5011 | - | - | - | |
| 1 1/2" | 1" | - | 5 000 ± 25 | 5 000 ± 25 | - | - | - | - | - | |
| 1" | 3/4" | - | - | 5 000 ± 25 | - | - | - | - | - | |
| PESO TOTAL | | 10 000 ± 100 | 10 000 ± 75 | 10 000 ± 20 | - | 10012 | - | - | - | |
| N° de esferas | | 12 | 12 | 12 | - | 12 | - | - | - | |
| Peso de las esferas | | 5 002 g | 5 002 g | 5 002 g | - | 5002 g | - | - | - | |
| Peso retenido en la criba N° 12 (g) | | | | | | 7526 | | | | |
| Peso pasa en la criba N° 12 (g) | | | | | | 2424 | | | | |
| % Desgaste | | | | | | 24.2 | | | | |

CONSIDERACIONES:


Silvestre A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 204003

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° : 124 |
| | | Fecha de Emisión : 01/11/2022 |
| | | Realizado por : H.C.S. |
| | | Revisado por : S.S.S. |

PROYECTO : "El pollero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de cobertura"

UBICACIÓN : C.P. Yuracocha- diócesis

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA TR - 1 (M-1)


PESO DE MUESTRA RECEP. : 85.4 kg

COORDENADAS UTM : 458006 E, 8903572 N

| MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA MTC E 219 - 2016 | | | |
|---|--------------------|---------|---------------|
| IDENTIFICACIÓN | AGREGADO GRUESO | | |
| | SALES SOLUBLES (%) | | RESULTADO (%) |
| N° DE ENSAYO | 1 | 2 | 0.0457 |
| PESO INICIAL (BKER DE 100 ml) (g) | 46.8335 | 47.0851 | |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA (ml) | 60.0000 | 61.7500 | |
| PESO FINAL (BKER DE 100 ml) + SALES (g) | 46.5496 | 47.0773 | |
| CONTENIDO DE SALES (%) | 0.0466 | 0.0428 | |

OBSERVACIONES:


 Silvana A. Samalino Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° : 124 |
| | | Fecha de Emisión : 01/11/2022 |
| | | Realizado por : H.C.S |
| | | Revisado por : S.S.S. |

PROYECTO : "El pavimento y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"

TRAMO : 0

UBICACIÓN : C.P. Yuracancha - B187K

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA TR - 1 / M-1

PESO DE MUESTRA RECEP. : 85.4 kg


COORDENADAS UTM : 49338 E. 693372 N

AGREGADO NATURAL :

| MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS MTC E 114 - 2016 | | | | | |
|--|------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | N° DE ENSAYO | | | RESULTADO (%) |
| | | 1 | 2 | 3 | |
| TAMBIÑO MÁXIMO DE PARTICULA DE ENSAYO | (mm) | 4.750 | | | 37.0 |
| HORA DE ENTRADA A SATURACIÓN | (hh:mm:ss) | 11:37:00 a. m. | 11:42:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | |
| HORA DE SALIDA DE SATURACIÓN (MAS 10') | (hh:mm:ss) | 11:47:00 a. m. | 11:52:00 a. m. | 11:55:00 a. m. | |
| HORA DE ENTRADA A DECANTACIÓN | (hh:mm:ss) | 11:51:00 a. m. | 11:54:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | |
| HORA DE SALIDA DE DECANTACIÓN (MAS 20') | (hh:mm:ss) | 12:11:00 p. m. | 12:14:00 p. m. | 12:20:00 p. m. | |
| ALTURA MÁXIMA DE MATERIAL FINO | (cm) | 5.2 | 8.1 | 5.4 | |
| ALTURA MÁXIMA DE LA ARENA | (cm) | 1.9 | 2.9 | 2.0 | |
| EQUIVALENTE DE ARENA | (%) | 37.0 | 36.0 | 38.0 | |

OBSERVACIONES:


Steven A. Sombria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 204003

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° : 124 |
| | | Fecha de Emisión : 01/11/2022 |
| | | Realizado por : H.C.S |
| | | Revisado por : S.S.S. |

PROYECTO : "El gobierno y su estado en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"

UBICACIÓN : C.P. Yuracancha- distrito

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA TR - 1 / B-1
COORDENADAS UTM : 452500 E, 8683672 N

PESO DE MUESTRA RECEP. : 55.4 kg

| MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA MTC E 219 - 2016 | | | | |
|---|------|--------------------|---------|---------------|
| IDENTIFICACIÓN | | AGREGADO FINO | | RESULTADO (%) |
| | | SALES SOLUBLES (%) | | |
| | | 1 | 2 | |
| N° DE ENSAYO | | | | |
| PESO INICIAL (BICER DE 100 ml) | (g) | 37.1165 | 37.1531 | 0.0363 |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA | (ml) | 54.6000 | 48.7500 | |
| PESO FINAL (BICER DE 100 ml) + SALES | (g) | 37.1294 | 37.1603 | |
| CONTENIDO DE SALES | (%) | 0.0307 | 0.0339 | |

OBSERVACIONES:



Steven A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 204003



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

IMP. ENSAYO N° : 00124
 Fecha de Emisión : 08/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

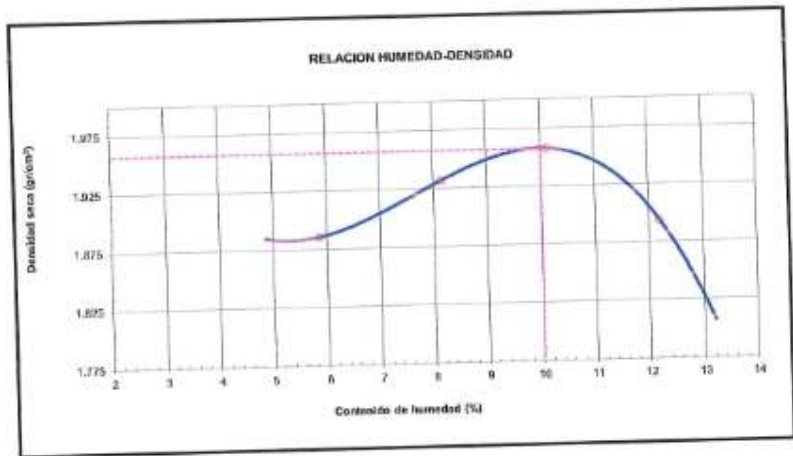
UBICACIÓN : C.P. Yancaybata

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : SW / TR-1 / M-01
 DESCRIPCIÓN : Arena fino graduada con grava

CLASF. (SUCS) : SW
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (2)

| Número de Ensayo | | Método C | | | | |
|------------------------------|--------------------|----------|----------|---------------------------------------|----------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 12,294.0 | 10,206.0 | 10,468.0 | 12,127.0 | |
| Peso molde | gr | 5,990.0 | 5,950.0 | 5,983.0 | 5,988.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,494.0 | 4,340.0 | 4,478.0 | 4,547.0 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.2 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 2,125 | 2,080 | 2,190 | 2,084 | |
| Recipiente N° | | 70 | 60 | 63 | 70 | |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 67.46 | 75.29 | 52.46 | 73.92 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 63.30 | 71.85 | 59.20 | 69.50 | |
| Tasa | gr | 23.21 | 23.84 | 27.87 | 27.22 | |
| Peso de agua | gr | 4.16 | 2.44 | 4.40 | 4.42 | |
| Peso del suelo seco | gr | 34.70 | 42.21 | 22.23 | 41.28 | |
| Contenido de agua | % | 12.28 | 5.78 | 19.72 | 5.89 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.254 | 1.822 | 1.328 | 1.855 | |
| | | | | Densidad máxima (gr/cm ³) | | 1.858 |
| | | | | Humedad óptima (%) | | 10.0 |



OBSERVACIONES :

[Firma]
Stevens A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 204003



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBRASE

UBICACIÓN : C.P. Yacandía

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / TR-11 M01

CLASIF. (SUCS) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava

CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (0)

| | 20 | | 75 | | 27 | |
|----------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 5 | | 8 | | 5 | |
| Capas N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 12,854.8 | 13,011.8 | 12,754.0 | 12,887.0 | 12,682.0 | 12,821.9 |
| Peso de molde (g) | 4,306.0 | 4,300.0 | 4,400.0 | 4,400.0 | 4,300.0 | 4,300.0 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 8,548.8 | 8,711.8 | 8,354.0 | 8,487.0 | 8,382.0 | 8,521.9 |
| Volumen del molde (cm³) | 2,118.0 | 2,118.0 | 2,118.0 | 2,118.0 | 2,118.0 | 2,118.0 |
| Densidad húmeda (g/cm³) | 4.036 | 4.097 | 3.949 | 4.007 | 3.957 | 4.029 |
| Tara (N°) | 5 | 57 | 25 | 19 | 77 | 52 |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 180.8 | 91.6 | 47.3 | 88.8 | 81.7 | 83.1 |
| Peso suelo seco + tara (g) | 89.0 | 75.1 | 45.0 | 54.9 | 65.2 | 59.5 |
| Peso de tara (g) | 23.5 | 26.7 | 22.8 | 30.3 | 21.3 | 25.2 |
| Peso de agua (g) | 1.82 | 1.58 | 2.24 | 3.51 | 6.46 | 4.58 |
| Peso de suelo seco (g) | 75.24 | 48.47 | 22.37 | 24.37 | 34.14 | 33.27 |
| Contenido de humedad (%) | 18.25 | 15.00 | 10.02 | 14.41 | 18.94 | 13.71 |
| Densidad seca (g/cm³) | 1.947 | 1.924 | 1.873 | 1.892 | 1.798 | 1.768 |

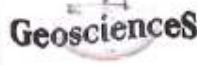
EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|------------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 04/10/2022 | 12:40 | 8 | 5.69 | 0.000 | 0.00 | 3.20 | 0.000 | 0.00 | 2.69 | 0.000 | 0.00 |
| 25/10/2022 | 12:40 | 24 | 5.66 | 0.001 | 0.00 | 3.20 | 0.001 | 0.00 | 2.64 | 0.001 | 0.00 |
| 04/11/2022 | 12:50 | 48 | 5.49 | 0.003 | 0.83 | 3.95 | 0.002 | 0.00 | 2.90 | 0.001 | 0.00 |
| 07/11/2022 | 12:58 | 72 | 5.31 | 0.009 | 1.61 | 3.58 | 0.002 | 0.43 | 2.84 | 0.002 | 0.08 |
| 09/11/2022 | 12:24 | 96 | 5.71 | 0.017 | 0.66 | 3.58 | 0.007 | 0.68 | 2.20 | 0.002 | 0.08 |

PERETRACIÓN

| PERETRACIÓN | CARGA | MOLDE N° 20 | | | | MOLDE N° 75 | | | | MOLDE N° 27 | | | |
|-------------|-------|-------------|--------|------------|------|-------------|--------|------------|------|-------------|-------|------------|---|
| | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | mm | kg | kg | % | mm | kg | kg | % | mm | kg | kg | % |
| 0.000 | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | | | |
| 0.305 | 1.0 | 155.0 | | | 1.5 | 195.0 | | | 1.0 | 98.0 | | | |
| 1.250 | 2.5 | 252.0 | | | 3.5 | 282.7 | | | 1.8 | 187.0 | | | |
| 1.065 | 4.0 | 475.0 | | | 5.0 | 685.4 | | | 3.7 | 270.4 | 264.0 | 20.7 | |
| 2.043 | 70.5 | 726.1 | 726.0 | 51.1 | 6.8 | 994.8 | 872.3 | 47.3 | 5.7 | 324.2 | | | |
| 3.160 | 10.1 | 1029.3 | | | 8.4 | 891.5 | | | 5.5 | 324.6 | | | |
| 2.810 | 62.0 | 1312.1 | | | 11.5 | 1148.8 | | | 7.8 | 296.3 | 292.0 | 36.5 | |
| 5.493 | 146.7 | 1814.0 | 1807.0 | 89.9 | 18.4 | 1577.4 | 1495.7 | 39.8 | 15.4 | 1164.8 | | | |
| 7.602 | 28.3 | 3090.0 | | | 26.3 | 2585.3 | | | 19.4 | 1380.0 | | | |
| 15.183 | 36.5 | 3719.4 | | | 31.6 | 3336.0 | | | | | | | |

Silvano A. Sonebría Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204000



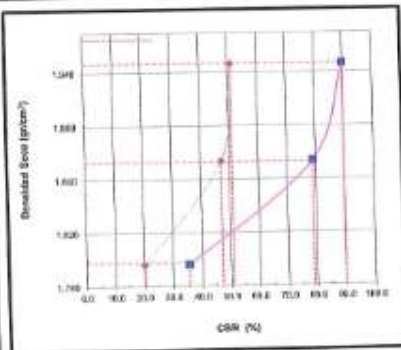
GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 09/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : EL PULMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE
 UBICACIÓN : CP. Yacacocha

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN : SR/178-1/M/01
 DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava
 CLASE (SUCS) : SW
 CLASE (AASHTO) : A-1-a (II)

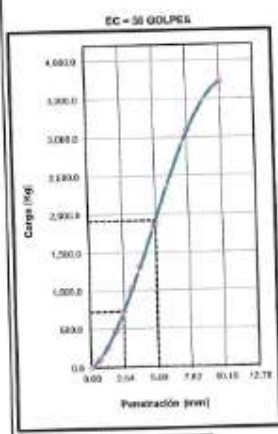


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.958
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.6
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.860

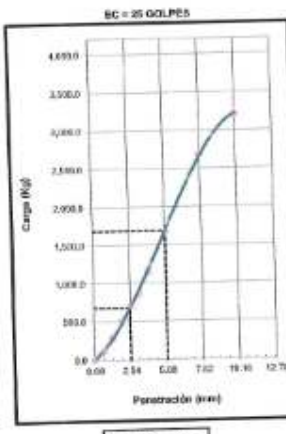
| CBR AL 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 48.8 | 0.2" | 80.8 |
|---------------------------|------|------|------|------|
| CBR AL 95% de M.D.S. (%) | 0.1" | 44.2 | 0.2" | 73.7 |

RESULTADOS CBR a 6":
 VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 48.8 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 44.2 (%)

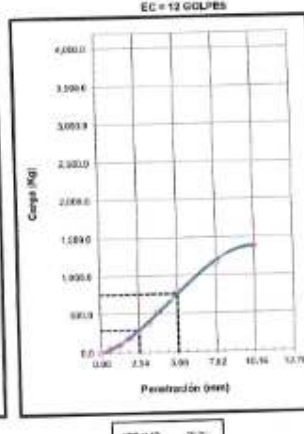
OBSERVACIONES:



CBR (0.1") : 44.2
 CBR (0.2") : 80.8


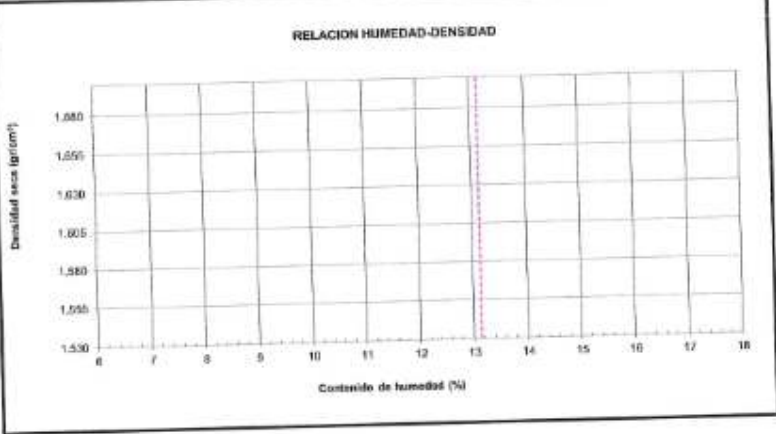





CBR (0.1") : 47.76
 CBR (0.2") : 74.61



CBR (0.1") : 49.23
 CBR (0.2") : 80.23

Stiven A. Sambrano José
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204063

| | | | | | |
|---|--|---|--|----------|-------|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | INF. ENSAYO N° : 06124 | | | |
| | | Fecha de Emisión : 06/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | | | |
| ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | UBICACIÓN : C.P. Yancococha | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | |
| PROCEDENCIA : SW / TR-1 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 3.5 : 1 / 20 minutos | CLASIF. (SUCS) : SW | | | | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava | CLASIF. (AASHTO) : A-5-a (0) | | | | |
| Método C | | | | | |
| Numero de Ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gf 5,945.3 | 10,084.1 | 10,103.6 | 10,133.7 | |
| Peso molde | gf 5,915.0 | 5,919.8 | 5,919.0 | 5,919.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gf 4,030.3 | 4,165.1 | 4,241.8 | 4,212.7 | |
| Volumen del molde | cm ³ 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gf 1,548 | 2,005 | 2,842 | 2,028 | |
| Recipiente N° | 03 | 07 | 04 | 07 | |
| Peso del suelo húmedo+ tara | gf 105.33 | 104.40 | 115.47 | 120.93 | |
| Peso del suelo seco + tara | gf 102.01 | 95.49 | 105.87 | 115.87 | |
| Tara | gf 27.97 | 25.34 | 28.80 | 26.45 | |
| Peso de agua | gf 1.14 | 8.07 | 12.69 | 14.62 | |
| Peso del suelo seco | gf 34.04 | 37.30 | 77.37 | 37.40 | |
| Contenido de agua | % 8.82 | 12.80 | 13.98 | 15.11 | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ 1.70 | 1.706 | | | |
| | | | Densidad máxima (g/cm ³) : 1.781 | | 1.780 |
| | | | Humedad óptima (%): | | 13.1 |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | |
|  | | | | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | |
|  Ing. Samiría Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | | | |

|  | GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES | Informe N° : 00124 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------|-------------|-----------|----|----------|-------|---|------------|---|------------|-------|------------|------|-------|------|------------|-------|------|---------------------|-------|------|------------|-------|----|------|-------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|----------------------------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|----|----|-------|----|-----|------------------------------|------|------|------|-------|------|------|----------------------------|-------|------|------|-------|------|------|------------------|-------|------|------|-------|-------|------|------------------|-------|-------|------|-------|------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|--|--|-------|-------|------|--------|--------|------|------|--------|--------|------|-----|-------|-------|------|-------|--|------|--------|--|--|------|--------|--|--|------|--------|--|--|--------|--|------|--------|--|--|------|--------|--|--|------|--------|--|--|
| | | Fecha de Emisión : 06/12/2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Realizado por : H.C.S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Revisado por : S.S.S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO : EL POLIMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SURTIQUE | UBICACIÓN : C.P. Yucuncho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN : SW / TR-1 / M-1 (AGUA + ADITIVO) 3.5 : 1 / 20 minutos | CLASIF. (SUCS) : SW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grav. | CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (R) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">39</th> <th colspan="2">76</th> <th colspan="2">27</th> </tr> <tr> <th>5</th> <th>25</th> <th>5</th> <th>25</th> <th>5</th> <th>25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molde N°</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Capas N°</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Calques por capa N°</td> <td colspan="2">96</td> <td colspan="2">25</td> <td colspan="2">12</td> </tr> <tr> <td>Condición de la muestra</td> <td>NO SATURADO</td> <td>SATURADO</td> <td>NO SATURADO</td> <td>SATURADO</td> <td>NO SATURADO</td> <td>SATURADO</td> </tr> <tr> <td>Peso de molde + Suelo húmedo (g)</td> <td>11,204.9</td> <td>11,454.2</td> <td>11,174.3</td> <td>11,357.7</td> <td>11,624.6</td> <td>11,733.4</td> </tr> <tr> <td>Peso de molde (g)</td> <td>3,893.0</td> <td>3,893.0</td> <td>4,017.0</td> <td>4,017.0</td> <td>4,115.3</td> <td>4,115.3</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo húmedo (g)</td> <td>4,332.3</td> <td>4,415.2</td> <td>4,282.9</td> <td>4,297.7</td> <td>4,286.5</td> <td>4,288.4</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td>2,116.0</td> <td>2,116.0</td> <td>2,118.3</td> <td>2,118.3</td> <td>2,110.0</td> <td>2,118.3</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (g/cm³)</td> <td>2.050</td> <td>2.091</td> <td>2.020</td> <td>2.042</td> <td>2.035</td> <td>2.042</td> </tr> <tr> <td>Tara (N°)</td> <td>20</td> <td>12</td> <td>21</td> <td>16</td> <td>13</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo húmedo + tara (g)</td> <td>70.6</td> <td>86.7</td> <td>78.6</td> <td>81.6</td> <td>83.3</td> <td>85.2</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo seco + tara (g)</td> <td>73.8</td> <td>86.4</td> <td>73.9</td> <td>75.9</td> <td>86.1</td> <td>86.6</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (g)</td> <td>28.2</td> <td>27.2</td> <td>26.1</td> <td>26.7</td> <td>22.3</td> <td>23.8</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (g)</td> <td>6.08</td> <td>5.51</td> <td>6.19</td> <td>7.80</td> <td>8.80</td> <td>10.00</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (g)</td> <td>42.43</td> <td>24.17</td> <td>21.24</td> <td>49.26</td> <td>67.63</td> <td>64.02</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (g)</td> <td>13.17</td> <td>15.54</td> <td>13.12</td> <td>16.18</td> <td>15.11</td> <td>16.48</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (%)</td> <td>6.815</td> <td>6.820</td> <td>6.786</td> <td>6.776</td> <td>6.764</td> <td>6.784</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (g/cm³)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | 39 | | 76 | | 27 | | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | Molde N° | | | | | | | Capas N° | | | | | | | Calques por capa N° | 96 | | 25 | | 12 | | Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,204.9 | 11,454.2 | 11,174.3 | 11,357.7 | 11,624.6 | 11,733.4 | Peso de molde (g) | 3,893.0 | 3,893.0 | 4,017.0 | 4,017.0 | 4,115.3 | 4,115.3 | Peso del suelo húmedo (g) | 4,332.3 | 4,415.2 | 4,282.9 | 4,297.7 | 4,286.5 | 4,288.4 | Volumen del molde (cm³) | 2,116.0 | 2,116.0 | 2,118.3 | 2,118.3 | 2,110.0 | 2,118.3 | Densidad húmeda (g/cm³) | 2.050 | 2.091 | 2.020 | 2.042 | 2.035 | 2.042 | Tara (N°) | 20 | 12 | 21 | 16 | 13 | 10 | Peso suelo húmedo + tara (g) | 70.6 | 86.7 | 78.6 | 81.6 | 83.3 | 85.2 | Peso suelo seco + tara (g) | 73.8 | 86.4 | 73.9 | 75.9 | 86.1 | 86.6 | Peso de tara (g) | 28.2 | 27.2 | 26.1 | 26.7 | 22.3 | 23.8 | Peso de agua (g) | 6.08 | 5.51 | 6.19 | 7.80 | 8.80 | 10.00 | Peso de agua (g) | 42.43 | 24.17 | 21.24 | 49.26 | 67.63 | 64.02 | Peso de suelo seco (g) | 13.17 | 15.54 | 13.12 | 16.18 | 15.11 | 16.48 | Contenido de humedad (%) | 6.815 | 6.820 | 6.786 | 6.776 | 6.764 | 6.784 | Densidad seca (g/cm³) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 39 | | | 76 | | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Molde N° | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Capas N° | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calques por capa N° | 96 | | 25 | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,204.9 | 11,454.2 | 11,174.3 | 11,357.7 | 11,624.6 | 11,733.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 3,893.0 | 3,893.0 | 4,017.0 | 4,017.0 | 4,115.3 | 4,115.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,332.3 | 4,415.2 | 4,282.9 | 4,297.7 | 4,286.5 | 4,288.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cm³) | 2,116.0 | 2,116.0 | 2,118.3 | 2,118.3 | 2,110.0 | 2,118.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cm³) | 2.050 | 2.091 | 2.020 | 2.042 | 2.035 | 2.042 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara (N°) | 20 | 12 | 21 | 16 | 13 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 70.6 | 86.7 | 78.6 | 81.6 | 83.3 | 85.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso suelo seco + tara (g) | 73.8 | 86.4 | 73.9 | 75.9 | 86.1 | 86.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de tara (g) | 28.2 | 27.2 | 26.1 | 26.7 | 22.3 | 23.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 6.08 | 5.51 | 6.19 | 7.80 | 8.80 | 10.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 42.43 | 24.17 | 21.24 | 49.26 | 67.63 | 64.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco (g) | 13.17 | 15.54 | 13.12 | 16.18 | 15.11 | 16.48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de humedad (%) | 6.815 | 6.820 | 6.786 | 6.776 | 6.764 | 6.784 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cm³) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FECHA</th> <th rowspan="2">HORA</th> <th rowspan="2">TIEMPO</th> <th rowspan="2">DIAL</th> <th colspan="2">EXPANSION</th> <th rowspan="2">DIAL</th> <th colspan="2">EXPANSION</th> <th rowspan="2">DIAL</th> <th colspan="2">EXPANSION</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10/10/2022</td> <td>12:48</td> <td>0</td> <td>3.64</td> <td>8.800</td> <td>0.00</td> <td>6.00</td> <td>8.800</td> <td>0.00</td> <td>5.20</td> <td>0.000</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>10/10/2022</td> <td>12:46</td> <td>24</td> <td>3.30</td> <td>0.000</td> <td>8.80</td> <td>6.93</td> <td>0.001</td> <td>0.00</td> <td>5.20</td> <td>0.003</td> <td>3.69</td> </tr> <tr> <td>10/10/2022</td> <td>12:52</td> <td>48</td> <td>2.50</td> <td>0.000</td> <td>8.89</td> <td>6.94</td> <td>0.001</td> <td>0.00</td> <td>5.20</td> <td>0.003</td> <td>3.68</td> </tr> <tr> <td>20/10/2022</td> <td>12:58</td> <td>72</td> <td>2.54</td> <td>0.000</td> <td>0.68</td> <td>6.04</td> <td>1.831</td> <td>8.00</td> <td>3.23</td> <td>0.001</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>21/10/2022</td> <td>12:04</td> <td>96</td> <td>2.54</td> <td>1.000</td> <td>0.60</td> <td>6.04</td> <td>0.001</td> <td>6.08</td> <td>5.24</td> <td>0.001</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table> | | | FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | mm | % | mm | % | mm | % | 10/10/2022 | 12:48 | 0 | 3.64 | 8.800 | 0.00 | 6.00 | 8.800 | 0.00 | 5.20 | 0.000 | 3.00 | 10/10/2022 | 12:46 | 24 | 3.30 | 0.000 | 8.80 | 6.93 | 0.001 | 0.00 | 5.20 | 0.003 | 3.69 | 10/10/2022 | 12:52 | 48 | 2.50 | 0.000 | 8.89 | 6.94 | 0.001 | 0.00 | 5.20 | 0.003 | 3.68 | 20/10/2022 | 12:58 | 72 | 2.54 | 0.000 | 0.68 | 6.04 | 1.831 | 8.00 | 3.23 | 0.001 | 0.00 | 21/10/2022 | 12:04 | 96 | 2.54 | 1.000 | 0.60 | 6.04 | 0.001 | 6.08 | 5.24 | 0.001 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO | | | | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | mm | % | mm | % | | mm | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/10/2022 | 12:48 | 0 | 3.64 | 8.800 | 0.00 | 6.00 | 8.800 | 0.00 | 5.20 | 0.000 | 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/10/2022 | 12:46 | 24 | 3.30 | 0.000 | 8.80 | 6.93 | 0.001 | 0.00 | 5.20 | 0.003 | 3.69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/10/2022 | 12:52 | 48 | 2.50 | 0.000 | 8.89 | 6.94 | 0.001 | 0.00 | 5.20 | 0.003 | 3.68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20/10/2022 | 12:58 | 72 | 2.54 | 0.000 | 0.68 | 6.04 | 1.831 | 8.00 | 3.23 | 0.001 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21/10/2022 | 12:04 | 96 | 2.54 | 1.000 | 0.60 | 6.04 | 0.001 | 6.08 | 5.24 | 0.001 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">PENETRACION</th> <th rowspan="3">CARGA STAND. (kg/cm²)</th> <th colspan="4">MOLDE N° 39</th> <th colspan="4">MOLDE N° 76</th> <th colspan="4">MOLDE N° 27</th> </tr> <tr> <th colspan="2">CARGA</th> <th colspan="2">CORRECCION</th> <th colspan="2">CARGA</th> <th colspan="2">CORRECCION</th> <th colspan="2">CARGA</th> <th colspan="2">CORRECCION</th> </tr> <tr> <th>kN</th> <th>kg</th> <th>kg</th> <th>%</th> <th>kN</th> <th>kg</th> <th>kg</th> <th>%</th> <th>kN</th> <th>kg</th> <th>kg</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8.000</td> <td></td> <td>8.8</td> <td>9.0</td> <td></td> <td></td> <td>8.8</td> <td>9.0</td> <td></td> <td></td> <td>8.8</td> <td>9.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.000</td> <td></td> <td>3.8</td> <td>253.8</td> <td></td> <td></td> <td>3.8</td> <td>258.3</td> <td></td> <td></td> <td>3.8</td> <td>258.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.700</td> <td></td> <td>4.2</td> <td>476.1</td> <td></td> <td></td> <td>4.2</td> <td>474.6</td> <td></td> <td></td> <td>4.2</td> <td>465.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.300</td> <td></td> <td>6.9</td> <td>817.7</td> <td></td> <td></td> <td>6.2</td> <td>633.6</td> <td></td> <td></td> <td>6.6</td> <td>465.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.040</td> <td>79.5</td> <td>7.8</td> <td>789.8</td> <td>800.3</td> <td>68.3</td> <td>6.3</td> <td>647.6</td> <td>672.8</td> <td>47.3</td> <td>5.5</td> <td>582.9</td> <td>500.0</td> <td>43.0</td> </tr> <tr> <td>2.180</td> <td></td> <td>18.6</td> <td>1062.4</td> <td></td> <td></td> <td>7.8</td> <td>783.2</td> <td></td> <td></td> <td>7.2</td> <td>789.7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.870</td> <td></td> <td>18.1</td> <td>1190.7</td> <td></td> <td></td> <td>8.8</td> <td>882.7</td> <td></td> <td></td> <td>7.8</td> <td>801.6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.000</td> <td>103.7</td> <td>17.4</td> <td>1790.1</td> <td>1745.4</td> <td>81.8</td> <td>11.2</td> <td>1198.7</td> <td>1114.6</td> <td>12.2</td> <td>9.4</td> <td>954.4</td> <td>943.1</td> <td>44.2</td> </tr> <tr> <td>7.070</td> <td></td> <td>25.9</td> <td>2430.8</td> <td></td> <td></td> <td>13.0</td> <td>1418.7</td> <td></td> <td></td> <td>12.8</td> <td>1361.3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.100</td> <td></td> <td>28.0</td> <td>2902.0</td> <td></td> <td></td> <td>16.9</td> <td>1638.8</td> <td></td> <td></td> <td>14.3</td> <td>1150.0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | PENETRACION | CARGA STAND. (kg/cm²) | MOLDE N° 39 | | | | MOLDE N° 76 | | | | MOLDE N° 27 | | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | kN | kg | kg | % | kN | kg | kg | % | kN | kg | kg | % | 8.000 | | 8.8 | 9.0 | | | 8.8 | 9.0 | | | 8.8 | 9.0 | | | 6.000 | | 3.8 | 253.8 | | | 3.8 | 258.3 | | | 3.8 | 258.2 | | | 1.700 | | 4.2 | 476.1 | | | 4.2 | 474.6 | | | 4.2 | 465.0 | | | 1.300 | | 6.9 | 817.7 | | | 6.2 | 633.6 | | | 6.6 | 465.0 | | | 2.040 | 79.5 | 7.8 | 789.8 | 800.3 | 68.3 | 6.3 | 647.6 | 672.8 | 47.3 | 5.5 | 582.9 | 500.0 | 43.0 | 2.180 | | 18.6 | 1062.4 | | | 7.8 | 783.2 | | | 7.2 | 789.7 | | | 2.870 | | 18.1 | 1190.7 | | | 8.8 | 882.7 | | | 7.8 | 801.6 | | | 6.000 | 103.7 | 17.4 | 1790.1 | 1745.4 | 81.8 | 11.2 | 1198.7 | 1114.6 | 12.2 | 9.4 | 954.4 | 943.1 | 44.2 | 7.070 | | 25.9 | 2430.8 | | | 13.0 | 1418.7 | | | 12.8 | 1361.3 | | | 10.100 | | 28.0 | 2902.0 | | | 16.9 | 1638.8 | | | 14.3 | 1150.0 | | |
| PENETRACION | CARGA STAND. (kg/cm²) | MOLDE N° 39 | | | | MOLDE N° 76 | | | | MOLDE N° 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | CARGA | | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | kN | kg | kg | % | kN | kg | kg | % | kN | kg | kg | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.000 | | 8.8 | 9.0 | | | 8.8 | 9.0 | | | 8.8 | 9.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.000 | | 3.8 | 253.8 | | | 3.8 | 258.3 | | | 3.8 | 258.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.700 | | 4.2 | 476.1 | | | 4.2 | 474.6 | | | 4.2 | 465.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.300 | | 6.9 | 817.7 | | | 6.2 | 633.6 | | | 6.6 | 465.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.040 | 79.5 | 7.8 | 789.8 | 800.3 | 68.3 | 6.3 | 647.6 | 672.8 | 47.3 | 5.5 | 582.9 | 500.0 | 43.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.180 | | 18.6 | 1062.4 | | | 7.8 | 783.2 | | | 7.2 | 789.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.870 | | 18.1 | 1190.7 | | | 8.8 | 882.7 | | | 7.8 | 801.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.000 | 103.7 | 17.4 | 1790.1 | 1745.4 | 81.8 | 11.2 | 1198.7 | 1114.6 | 12.2 | 9.4 | 954.4 | 943.1 | 44.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.070 | | 25.9 | 2430.8 | | | 13.0 | 1418.7 | | | 12.8 | 1361.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.100 | | 28.0 | 2902.0 | | | 16.9 | 1638.8 | | | 14.3 | 1150.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  Striven A. Sambrino Soza INGENIERO CIVIL CIP. 204000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
Fecha de Emisión : 06/12/2022
Realizado por : H.C.S.
Revisado por : S.S.S.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA: MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

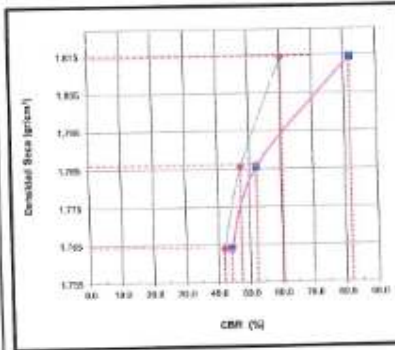
PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

VIGILANCIA : C.P. Yacandra

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / TR 4 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 3.5:1 / 20 minutos
DESCRIPCIÓN : Arena fina graduada con grava

CLASIF. (UNCS) : SF
CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (0)



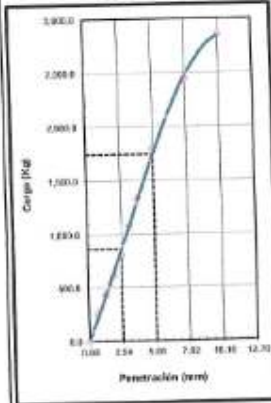
METODO DE COMPACTADOR : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.787
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.1
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.737

| | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 51.0 | 0.2" | 61.2 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 0.1" | 46.2 | 0.2" | 51.0 |

RESULTADOS CBR a 0.1"
VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 51.0 (%)
VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 46.2 (%)

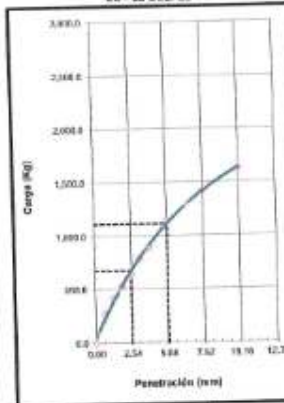
OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES



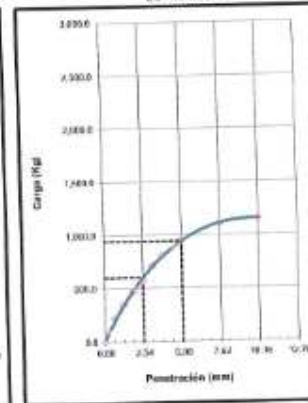
CBR (0.1") : 51.2%
CBR (0.2") : 46.2%

EC = 25 GOLPES



CBR (0.1") : 47.2%
CBR (0.2") : 42.1%

EC = 12 GOLPES



CBR (0.1") : 33.1%
CBR (0.2") : 31.2%

Sylvius A. Sanabria Sosa
INGENIERO CIVIL
CIP. 204053



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

INF. ENSAYO N° : 08124
 Fecha de Emisión : 08/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yumbato

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

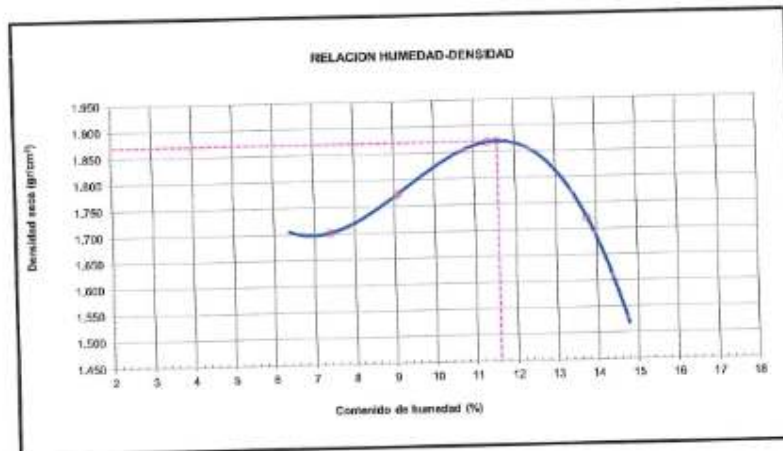
PROCEDENCIA : SW / TR-1 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4:1 / 20 minutos

CLASIF. (SUSC) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava

CLASIF. (AASHTO) : A-1-a(2)

| | | Método C | | | | |
|------------------------------|-------------------|----------|---------|----------|--------------------------------------|-------|
| Número de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gf | 9,716,0 | 9,938,8 | 10,242,8 | 9,967,0 | |
| Peso molde | gf | 5,950,0 | 5,919,0 | 5,818,8 | 5,818,0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gf | 3,766,0 | 4,019,8 | 4,424,0 | 4,149,0 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,073,3 | 2,073,3 | 2,073,3 | 2,073,3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gf | 1,818 | 1,934 | 2,131 | 1,998 | |
| Recipiente N° | | 57 | 62 | 50 | 46 | |
| Peso del suelo húmedo/tara | gf | 99,69 | 93,50 | 147,32 | 85,94 | |
| Peso del suelo seco + tara | gf | 86,38 | 88,19 | 95,96 | 78,59 | |
| Tara | gf | 20,95 | 28,58 | 28,59 | 27,75 | |
| Peso de agua | gf | 4,46 | 3,46 | 1,40 | 1,44 | |
| Peso del suelo seco | gf | 59,55 | 59,51 | 70,21 | 51,11 | |
| Contenido de agua | % | 7,38 | 5,87 | 11,35 | 19,77 | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1,202 | 1,272 | 1,268 | 1,271 | |
| | | | | | Densidad máxima (g/cm ³) | 1,476 |
| | | | | | Humedad óptima (%) | 11,6 |



OBSERVACIONES :

Stevens A. Samorino Sosa
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 204005



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 09/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBRASO

UBICACION : C.P. Yancaccho

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : GW / TR-1 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4-1 / 25 minutos
 DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava

CLASF. (SUCS) : SW
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

| Molde N° | 25 | | 75 | | 27 | |
|----------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por caso N° | 25 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,813.4 | 11,693.1 | 11,563.3 | 11,781.8 | 11,230.0 | 11,429.2 |
| Peso de molde (g) | 7,996.0 | 7,996.0 | 8,000.0 | 8,000.0 | 7,516.0 | 7,516.0 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,307.8 | 4,307.8 | 4,089.3 | 4,175.8 | 3,886.0 | 4,021.8 |
| Peso del suelo seco (g) | 2,116.8 | 2,116.0 | 2,116.0 | 2,110.0 | 2,116.0 | 2,110.0 |
| Volumen del molde (cm³) | 2,841 | 2,884 | 3,438 | 3,370 | 3,029 | 3,396 |
| Tara (g) | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 183.5 | 24.4 | 95.8 | 77.8 | 115.1 | 83.1 |
| Peso suelo seco + tara (g) | 55.3 | 68.4 | 62.4 | 79.4 | 186.5 | 75.8 |
| Peso de tara (g) | 39.8 | 38.8 | 38.8 | 38.8 | 31.8 | 37.5 |
| Peso de agua (g) | 1.67 | 5.96 | 3.02 | 6.35 | 8.84 | 7.87 |
| Peso de suelo seco (g) | 38.26 | 38.75 | 31.28 | 43.53 | 74.87 | 47.84 |
| Coeficiente de humedad (%) | 11.67 | 16.07 | 11.58 | 14.48 | 11.53 | 16.13 |
| Densidad seca (g/cm³) | 1.801 | 1.811 | 1.737 | 1.730 | 1.948 | 1.833 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 12/11/2022 | 12:48 | 4 | 5.23 | 0.008 | 0.05 | 5.72 | 0.000 | 0.00 | 3.23 | 0.000 | 0.00 |
| 13/11/2022 | 12:46 | 34 | 5.28 | 0.001 | 0.03 | 5.75 | 0.001 | 0.00 | 3.18 | 0.002 | 0.00 |
| 14/11/2022 | 12:52 | 48 | 5.31 | 0.000 | 0.03 | 5.77 | 0.001 | 0.00 | 3.71 | 0.000 | 0.00 |
| 15/11/2022 | 12:58 | 72 | 5.33 | 0.003 | 0.06 | 5.78 | 0.001 | 0.00 | 3.17 | 0.001 | 0.00 |
| 16/11/2022 | 13:04 | 96 | 5.35 | 0.003 | 0.00 | 5.78 | 0.001 | 0.00 | 3.12 | 0.000 | 0.00 |

PENETRACION

| PENETRACION | CARGA | MOLDE N° 23 | | | | MOLDE N° 75 | | | | MOLDE N° 27 | | | |
|-------------|-------|-------------|--------|------------|------|-------------|--------|------------|------|-------------|-------|------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | KN | kg | kg | % | KN | kg | kg | % | KN | kg | kg | % |
| 0.300 | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | | | |
| 0.600 | 0.9 | 225.8 | | | 1.8 | 183.3 | | | 3.8 | 199.8 | | | |
| 1.200 | 4.3 | 430.5 | | | 3.5 | 354.4 | | | 5.8 | 318.1 | | | |
| 1.905 | 8.2 | 832.0 | | | 4.3 | 460.4 | | | 4.5 | 434.3 | | | |
| 2.548 | 16.3 | 812.5 | 870.3 | 57.6 | 7.2 | 785.9 | 680.7 | 48.0 | 5.7 | 584.7 | 576.3 | 43.7 | |
| 3.180 | 30.8 | 1932.0 | | | 8.3 | 846.1 | | | 6.7 | 906.2 | | | |
| 3.813 | 12.3 | 1233.5 | | | 13.3 | 1015.0 | | | 7.7 | 782.1 | | | |
| 5.085 | 185.7 | 16.8 | 1080.0 | 1054.0 | 73.4 | 11.7 | 1481.7 | 1385.3 | 64.8 | 8.4 | 201.0 | 961.3 | 45.1 |
| 7.620 | 24.2 | 2468.0 | | | 19.4 | 1981.7 | | | 15.7 | 1782.8 | | | |
| 10.160 | 28.8 | 2748.5 | | | 22.3 | 2332.8 | | | 13.6 | 1270.0 | | | |

Steven A. Sambrino Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 254000



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 09/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.B

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1957)

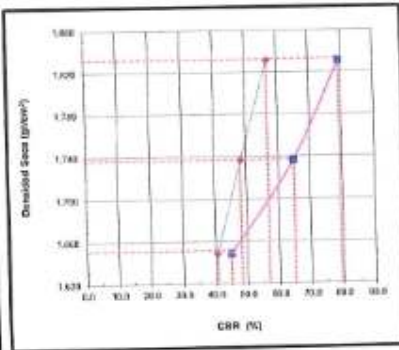
PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yacajanda

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / TR-1 (M-1 (AGUA - ADITIVO) 6.1 / 20 síndes)
 DESCRIPCIÓN : Arena blan graduada con grava

D.A.S.F. (D.S.E) : SW
 CLASIF. (AASHTO) : A-4-a (6)

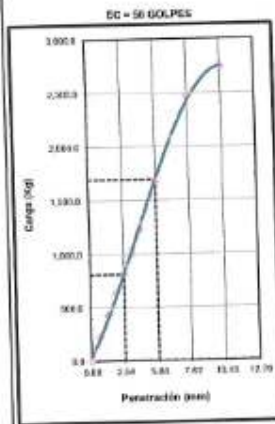


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.820
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.8
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.777

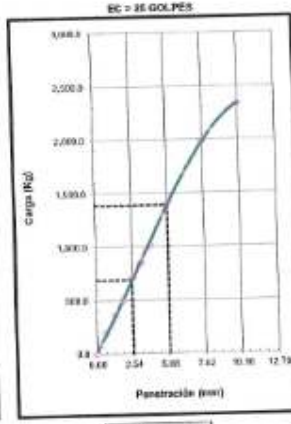
| | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 0.1" | 88.7 | 0.2" | 83.3 |
| C.B.R. al 90% de M.D.S. (%) | 0.1" | 54.9 | 0.2" | 71.9 |

RESULTADOS CBR a 0.1":
 VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 88.7 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 90% DE LA M.D.S. : 54.9 (%)

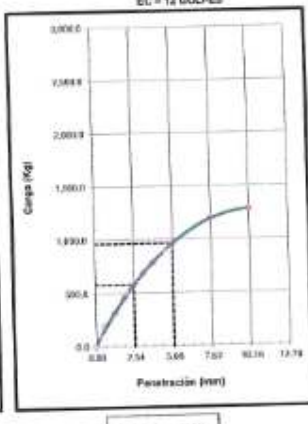
OBSERVACIONES:



CBR (0.1") : 57.5%
 CBR (0.2") : 39.6%



CBR (0.1") : 48.2%
 CBR (0.2") : 34.8%



CBR (0.1") : 40.7%
 CBR (0.2") : 45.7%

Steven A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 204003



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

NF. ENSAYO N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-190)

PROYECTO EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yuracocha

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

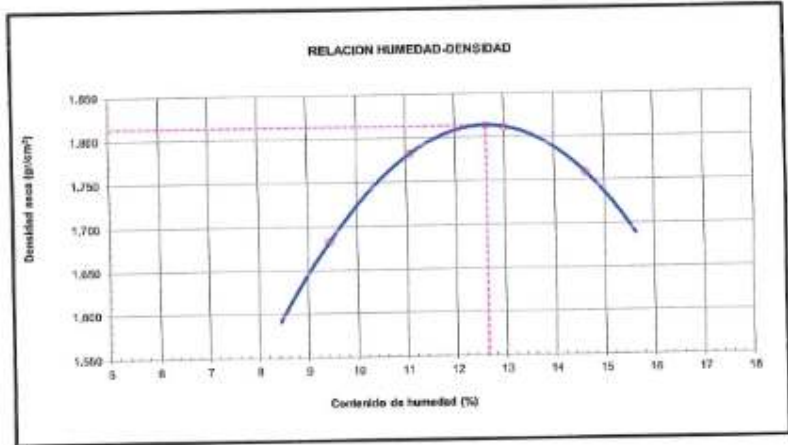
PROCEDECIA : SW / TR-1 / M-1 (AGUA - ADTMO) 4.1 / 60 minutos

CLASIF. (SUCS) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava

CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (0)

| Método C | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------|----------|---------------------------------------|----------|-------|
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gf | 8,895.0 | 10,691.3 | 10,253.8 | 10,199.0 | |
| Peso molde | gf | 5,684.8 | 5,890.0 | 5,996.0 | 5,890.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gf | 3,210.2 | 4,801.3 | 4,257.8 | 4,309.0 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,977.3 | 2,977.3 | 2,977.3 | 2,977.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gf | 1,081 | 1,614 | 1,261 | 1,419 | |
| Recipiente N° | | 63 | 51 | 81 | 49 | |
| Peso del suelo húmedo+tara | gf | 34.25 | 102.27 | 97.47 | 103.85 | |
| Peso del suelo seco + tara | gf | 38.36 | 85.71 | 89.61 | 34.03 | |
| Tara | gf | 27.16 | 27.43 | 24.19 | 26.00 | |
| Peso de agua | gf | 5.12 | 7.29 | 7.86 | 4.42 | |
| Peso del suelo seco | gf | 83.55 | 98.28 | 93.42 | 67.15 | |
| Contenido de agua | % | 6.13 | 7.42 | 8.41 | 6.58 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.293 | 1.318 | 1.322 | 1.249 | |
| | | | | Densidad máxima (gr/cm ³) | | 1.318 |
| | | | | Humedad óptima (%) | | 12.5 |



OBSERVACIONES:

[Firma]
 Sr. Juan A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 204003



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

INF. ENSAYO N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.5

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : D.P. Yumbinda

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

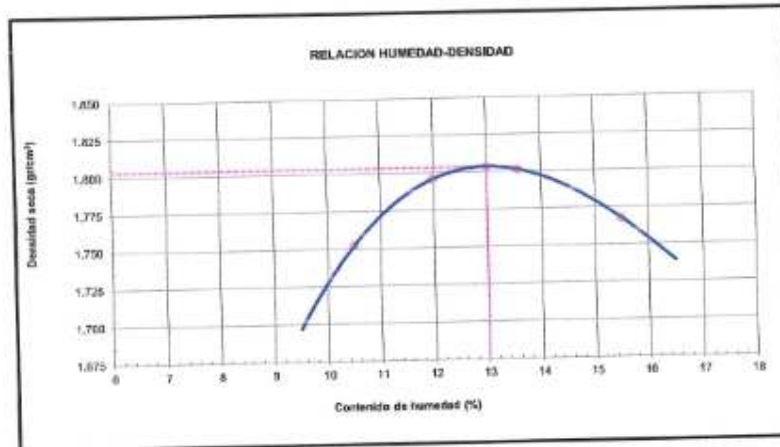
PROCEDECIA : SW / TR-1 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4:1 / 120 minutos

CLASIF. (SUCS) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava

CLASIF. (AASHTO) : A-1-a(2)

| | | Método C | | | | |
|------------------------------|--------------------|----------|----------|----------|---------------------------------------|------|
| Número de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 10,221.9 | 10,002.0 | 10,157.9 | 10,238.8 | |
| Peso molde | gr | 5,380.0 | 5,490.0 | 5,583.0 | 5,850.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,241.0 | 4,332.0 | 4,174.9 | 4,250.0 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 2,042 | 1,888 | 2,811 | 2,046 | |
| Recipiente N° | | 54 | 53 | 55 | 52 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | gr | 99.89 | 94.05 | 100.00 | 101.71 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 90.13 | 79.25 | 86.13 | 100.25 | |
| Tara | gr | 27.33 | 26.87 | 27.08 | 28.21 | |
| Peso de agua | gr | 9.76 | 14.80 | 13.87 | 1.46 | |
| Peso del suelo seco | gr | 62.00 | 51.48 | 74.05 | 72.04 | |
| Contenido de agua | % | 15.74 | 28.73 | 18.72 | 2.03 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1,268 | 1,372 | 1,378 | 1,285 | |
| | | | | | Densidad máxima (gr/cm ³) | 1.84 |
| | | | | | Humedad óptima (%) | 13.9 |



OBSERVACIONES :

[Firma]
 Steven A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204000



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

INF. ENSAYO N° : 60124
 Fecha de Emisión : 05/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

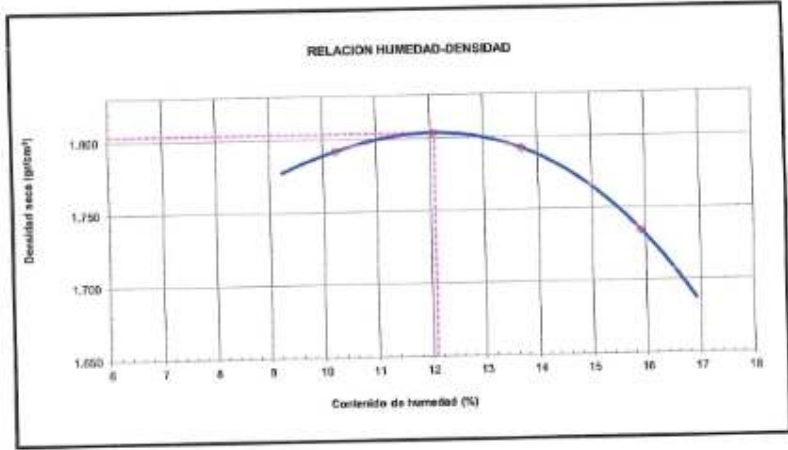
PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yaucocha

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : SW / TR-1 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.5 - 1 / 20 minutos CLASIF. (RUCS) : SW
 DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (2)

| Método C | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|----------|----------|---------------------------------------|----------|-------|
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 10,115.0 | 10,153.0 | 10,094.4 | 10,022.5 | |
| Peso molde | gr | 5,279.0 | 5,919.0 | 5,919.0 | 5,916.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,836.0 | 4,234.0 | 4,175.4 | 4,106.5 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.5 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 2,321 | 2,038 | 2,009 | 1,975 | |
| Recipiente N° | | 55 | 55 | 55 | 45 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | gr | 105.45 | 121.31 | 113.29 | 120.25 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 97.10 | 110.30 | 101.83 | 112.00 | |
| Tara | gr | 25.34 | 27.68 | 29.81 | 25.44 | |
| Peso de agua | gr | 8.35 | 11.31 | 11.46 | 8.25 | |
| Peso del suelo seco | gr | 68.75 | 82.52 | 71.58 | 83.50 | |
| Contenido de agua | % | 12.06 | 13.71 | 15.92 | 19.23 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.204 | 1.703 | 1.724 | 1.703 | |
| | | | | Densidad máxima (gr/cm ³) | | 1.884 |
| | | | | Humedad óptima (%) | | 12.1 |



OBSERVACIONES :

[Signature]
 Sr. Steven A. Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204603



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 80124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S.
 Revisado por : S.S.S.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA: MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yaracaja

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW 1 TR-1 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.5 : 1 / 20 milímetros
 DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava

CLASF. (SUCS) : SW
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (1)

| | 25 | | 75 | | 27 | |
|----------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 |
| Molde N° | | | | | | |
| Capas N° | | | | | | |
| Golpes por capa N° | 25 | | 25 | | 52 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,087.8 | 11,244.0 | 10,891.0 | 11,321.0 | 10,742.0 | 10,901.0 |
| Peso de molde (g) | 3,884.0 | 3,884.0 | 3,915.0 | 3,915.0 | 3,880.0 | 3,880.0 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,213.0 | 4,800.0 | 3,895.0 | 4,112.0 | 3,752.0 | 4,021.0 |
| Volumen del molde (cm³) | 2,110.0 | 2,110.0 | 2,110.0 | 2,110.0 | 2,110.0 | 2,110.0 |
| Densidad húmeda (t/cm³) | 1.999 | 2.276 | 1.846 | 1.949 | 1.783 | 1.899 |
| Tasa (t/m³) | 15 | 13 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 92.3 | 98.8 | 48.3 | 48.8 | 85.8 | 89.2 |
| Peso suelo seco + tara (g) | 88.8 | 90.8 | 44.8 | 45.1 | 76.7 | 79.8 |
| Peso de tara (g) | 23.3 | 26.8 | 23.8 | 13.7 | 20.0 | 21.8 |
| Peso de agua (g) | 0.50 | 0.20 | 2.00 | 4.34 | 7.10 | 1.80 |
| Peso de agua (t) | 0.744 | 0.222 | 2.220 | 28.40 | 57.35 | 17.70 |
| Peso de suelo seco (t) | 10.41 | 13.20 | 12.21 | 15.28 | 12.65 | 10.80 |
| Contenido de humedad (%) | 4.80 | 1.60 | 1.68 | 28.71 | 45.41 | 16.70 |
| Densidad seca (t/cm³) | 1.880 | 1.820 | 1.808 | 1.691 | 1.583 | 1.688 |

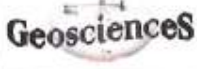
EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|-------|--------|------|------------|-------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | | | 17/11/2022 | 12:48 | | 0 | 0.31 | | 0.00 | 0.00 |
| 18/11/2022 | 12:46 | 24 | 0.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.77 | 0.00 | 0.00 | |
| 19/11/2022 | 12:52 | 48 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.80 | 0.00 | 0.00 | |
| 20/11/2022 | 12:58 | 72 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.80 | 0.00 | 0.00 | |
| 21/11/2022 | 13:04 | 96 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.80 | 0.00 | 0.00 | |

PENETRACION

| PENETRACION | CARGA STAND. kg/cm² | MOLDE N° 25 | | | | MOLDE N° 75 | | | | MOLDE N° 27 | | | |
|-------------|---------------------|-------------|--------|------------|------|-------------|--------|------------|------|-------------|-------|------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | kg | mm | mm | % | kg | mm | mm | % | kg | mm | mm | % |
| 0.00 | | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | | |
| 0.635 | | 2.3 | 236.0 | | | 1.5 | 181.8 | | | 1.8 | 166.7 | | |
| 1.270 | | 4.5 | 457.3 | | | 3.1 | 315.8 | | | 3.3 | 290.6 | | |
| 1.905 | | 6.4 | 540.0 | | | 4.3 | 458.8 | | | 4.3 | 390.6 | | |
| 2.540 | 70.9 | 7.8 | 853.7 | 808.0 | 56.9 | 6.8 | 880.0 | 820.0 | 46.1 | 3.7 | 370.4 | 292.8 | 29.8 |
| 3.180 | | 8.5 | 983.0 | | | 7.8 | 795.4 | | | 5.3 | 330.0 | | |
| 3.810 | | 15.3 | 1212.0 | | | 8.2 | 340.3 | | | 4.5 | 417.0 | | |
| 5.000 | 185.7 | 15.2 | 1561.0 | 1501.0 | 74.8 | 11.2 | 1146.0 | 1195.0 | 54.2 | 5.5 | 517.0 | 587.6 | 25.8 |
| 7.420 | | 23.8 | 2326.6 | | | 14.4 | 1400.2 | | | 8.2 | 636.3 | | |
| 10.140 | | 27.1 | 2785.0 | | | 15.6 | 1585.0 | | | 6.6 | 626.1 | | |

Silvestre A. Sanabria Soza
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204603



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S.
 Revisado por : S.S.S.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1583)

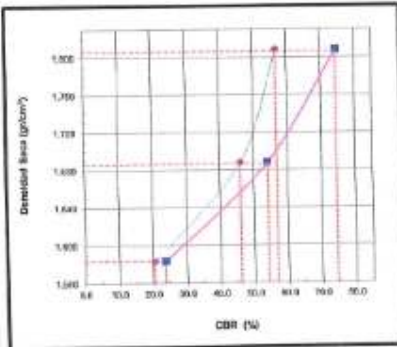
PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : CP, Yacandía

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW/TR-11M-1 (AGUJ - ADITIVO) 4.5.1/26 remolca
 DESCRIPCIÓN : Arena lim granulada con grava

CLASIF. (SUS) : SP
 CLASIF. (AASHTO) : A-1-a(0)

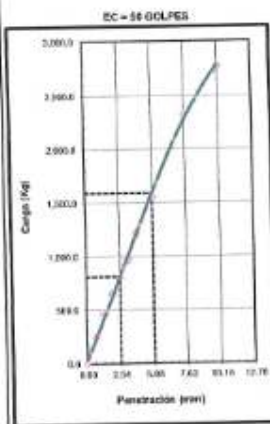


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.834
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.1
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.714

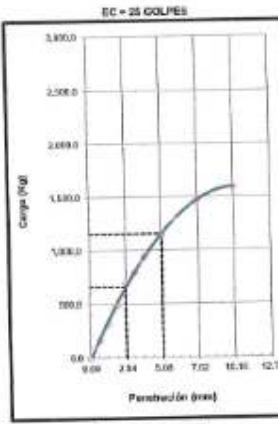
| | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 36.0 | 0.2" | 74.1 |
| C.B.R. al 90% de M.D.S. (%) | 0.1" | 30.1 | 0.2" | 59.8 |

RESULTADOS CBR a 0.1"
 VALOR DE C.B.R. AL 90% DE LA M.D.S. : 30.1 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 36.0 (%)

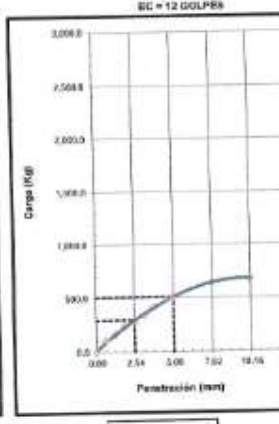
OBSERVACIONES:



CBR(0.1") : 36.0%
 CBR(0.2") : 74.1%



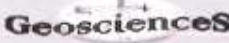
CBR(0.1") : 44.7%
 CBR(0.2") : 59.8%



CBR(0.1") : 20.0%
 CBR(0.2") : 33.4%

Steven A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

TR - 2

| | | |
|---|--|--|
|  | SERVICIOS DE INGENIERIA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TANZADO (ASTM D422 - MTC E187 - MTC E204 - ASTM C136) | Nº. ENSAYO: 024 REALIZADO POR: I.C.S. REVISADO POR: I.S.S. |
| | PROYECTO: "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | Fecha: 04/11/2022 |
| | UBICACIÓN: C.P. Yaracaca - distrito de Simón - provincia de Zulia SOLICITANTE: Bach. WILLIAM ROMD CLONDI JHORATAN | COORDINADAS: 556356 E, 2083593 N MUESTRA: M - 1 PESO INICIAL SECO: 1012.02 gr. |
| CANTERA: Jauja TR - 2 PROFUNDO: 0.8 m. | | |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL MTC E 204 - 2016 | | | | | |
|---|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|
| TAMAZ | ABRILLO-07 MESH | FINO RETENIDO | FORCIVALE RETENIDO | GLOBAL ACUMULADO | FORCIVALE PORCENTAJE DEL PASA |
| 2" | 75.200 | | | | |
| 2 1/2" | 80.350 | | | | |
| 2" | 80.688 | | | | |
| 1 1/2" | 30.168 | | | | 100.0 |
| 1" | 25.400 | 100.00 | 5.7 | 5.7 | 94.3 |
| 3/4" | 19.000 | 73.00 | 4.0 | 8.7 | 90.3 |
| 1/2" | 12.500 | 112.00 | 0.2 | 10.9 | 84.2 |
| 3/8" | 8.500 | 115.00 | 0.3 | 22.2 | 77.8 |
| 1/4" | 6.300 | 205.00 | 11.3 | 33.5 | 66.5 |
| Nº 4 | 4.750 | 150.00 | 0.7 | 42.2 | 57.8 |
| Nº 6 | 2.500 | 340.00 | 21.0 | 63.2 | 36.8 |
| Nº 10 | 2.000 | 73.00 | 4.0 | 67.2 | 32.8 |
| Nº 15 | 1.180 | 203.00 | 11.2 | 78.4 | 21.1 |
| Nº 20 | 0.840 | 91.00 | 5.0 | 83.4 | 16.1 |
| Nº 30 | 0.600 | 63.00 | 3.5 | 87.0 | 12.0 |
| Nº 40 | 0.425 | 30.00 | 2.0 | 89.0 | 9.0 |
| Nº 50 | 0.300 | 30.00 | 2.0 | 91.0 | 7.7 |
| Nº 60 | 0.250 | 30.00 | 2.0 | 93.0 | 6.0 |
| Nº 100 | 0.150 | 15.00 | 0.0 | 95.0 | 4.1 |
| Nº 200 | 0.075 | 0.00 | 0.0 | 95.0 | 5.0 |
| < Nº 200 | FONDIDO | 26.02 | 1.4 | 100.0 | |

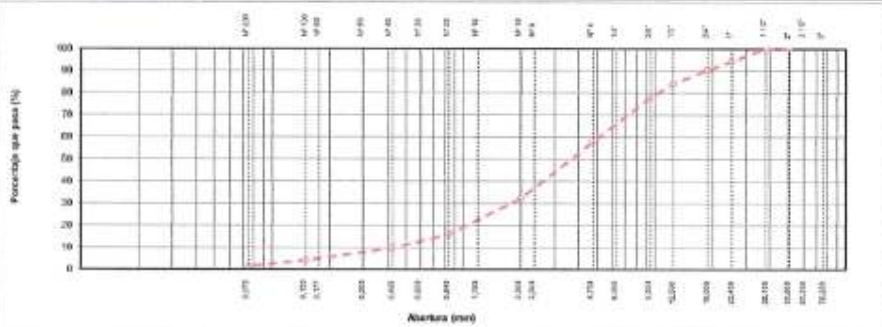
| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO MTC E 100 - 2016 | |
|--|--------|
| Peso del Recipiente + Suelo Húmedo | 112.53 |
| Peso del Recipiente + Suelo Seco | 107.93 |
| Peso del Agua | 4.59 |
| Peso del Recipiente | 37.94 |
| Peso de Suelo Seco | 70.10 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 6.21 |

| FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO | |
|--|------|
| Gravilla Másima (mm más) | 1.70 |
| Porcentaje de Grava 2" > Nº 4 (%) | 42.3 |
| Porcentaje de Arena Nº 200 < Nº 6 (%) | 56.3 |
| Porcentaje que Pasa la Malla Nº 200 (%) | 5.4 |


| CLASIFICACIÓN DE SUELOS | | DESCRIPCIÓN SUCS | |
|-------------------------|--------------------|-------------------------------|--|
| SUCS | ASTM D 2487: SW | | |
| ASHTO | ASTM D 100: A-1(0) | Arena fina granular con grava | |




| L. LIQUIDO, L. PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016 | |
|---|------|
| Límite Líquido (LL) | 24.8 |
| Límite Plástico (LP) | 21.1 |
| Índice Plástico (IP) | 3.5 |




CURVA GRANULOMÉTRICA









Notas:
Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


William Romd ClonDI Jhoratan
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204205

| | | | |
|--|--|----------------------|---|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | | Nº. ENSAYO Nº 912 |
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318) | | REALIZADO POR : H.C.S. REVISADO POR : S.A.S. |
| PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | | Fecha: 01/11/2022 |
| UBICACIÓN : C.P. Yaracacha- distrito de Sincos - provincia de Zulia SOLICITANTE : Bach. MILLAN ROMO CLEDIR JHONATAN | | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA : Jajaja TR - 2 PROFUND. : 0,8 m. | COORDENADAS : 450556 E, 8683591 N MUESTRA : M - 1 | | |
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 119) | | | |
| Nº TARRO | 55 | 52 | 44 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 29,26 | 25,05 | 22,50 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 20,67 | 23,75 | 20,60 |
| PESO DE AGUA | 2,69 | 1,31 | 1,90 |
| PESO DEL TARRO | 13,10 | 14,00 | 13,30 |
| PESO DEL SUELO SECO | 13,57 | 5,75 | 7,22 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 19,81 | 27,84 | 26,46 |
| NÚMERO DE GOLPES | 24 | 20 | 22 |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | |
| Nº TARRO | 45 | 53 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 14,72 | 19,57 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 14,44 | 19,35 | |
| PESO DE AGUA | 0,28 | 0,22 | |
| PESO DEL TARRO | 13,10 | 14,28 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1,3 | 1,1 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 22,1 | 20,1 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | | OBSERVACIONES | |
| LIMITE LIQUIDO | 24,6 | | |
| LIMITE PLASTICO | 21,1 | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 3,5 | | |
| Nota: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  | | | |

| | | | |
|---|--|----------------------|---|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | | IMP. ENGATO N° 024 |
| | LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 D 4318) | | (ASTM) REALIZADO POR : I.C.S. REVISADO POR : S.S.S. |
| PROYECTO | "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | Fecha: 01/11/2023 |
| UBICACIÓN | C.P. Yaracaca- distrito de Sincos - provincia de Jauja | | |
| SOLICITANTE | Bach. MILLAN ROMO CLERIN JHONATAN | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA | Jauja TR - 2 | 1:3.5 (aditivo/aqua) | COORDENADAS |
| PROFUND. | 0.8 | m. | MUESTRA |
| | | | N - 1 |
| LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 118) | | | |
| N° TARRO | 50 | 61 | 11 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 44.12 | 37.12 | 43.25 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 41.75 | 35.40 | 40.96 |
| PESO DE AGUA | 2.37 | 1.72 | 2.30 |
| PESO DEL TARRO | 31.77 | 28.68 | 32.01 |
| PESO DEL SUELO SECO | 9.98 | 6.92 | 8.06 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 23.74 | 24.84 | 25.94 |
| NÚMERO DE GOLPES | 32 | 26 | 18 |
| LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111) | | | |
| N° TARRO | 60 | 52 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 26.60 | 26.47 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 25.64 | 26.17 | |
| PESO DE AGUA | 0.36 | 0.29 | |
| PESO DEL TARRO | 22.99 | 24.71 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.7 | 1.5 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 21.8 | 20.0 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA | | OBSERVACIONES | |
| LÍMITE LÍQUIDO | 24.8 | | |
| LÍMITE PLÁSTICO | 20.0 | | |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 4.8 | | |
| Nota: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  Stevens A. Sonabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP-204203 | | | |

| | | | |
|--|---|---|-------|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | Nº. ENSAYO Nº 01M REALIZADO POR : H.C.S REMISADO POR : S.S.S. | |
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 D 4318) | (ASTM | |
| PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | Fecha: 01/11/2022 | | |
| UBICACIÓN : C.P. Yancacha- distrito de Sincos - provincia de Jaúja SOLICITANTE : Bach. MALLAN ROMO CLENIN JHONATAN | | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA : Jaúja TR - 2 1:4 (aditivada) PROFUND. : 0.8 m. | COORDENADAS : 450556 E, 8683591 N MUESTRA : M - 1 | | |
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 118) | | | |
| Nº TARRIO | 29 | 9 | 10 |
| PESO TARRIO + SUELO HUMEDO | 33.61 | 42.17 | 32.10 |
| PESO TARRIO + SUELO SECO | 31.57 | 38.57 | 30.25 |
| PESO DE AGUA | 1.91 | 2.50 | 1.97 |
| PESO DEL TARRIO | 23.04 | 25.55 | 24.08 |
| PESO DEL SUELO SECO | 8.53 | 10.01 | 8.21 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 22.40 | 23.97 | 24.14 |
| NUMERO DE GOLPES | 29 | 24 | 10 |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | |
| Nº TARRIO | 27 | 31 | |
| PESO TARRIO + SUELO HUMEDO | 24.26 | 21.14 | |
| PESO TARRIO + SUELO SECO | 24.57 | 20.64 | |
| PESO DE AGUA | 0.28 | 0.30 | |
| PESO DEL TARRIO | 22.10 | 19.40 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.4 | 1.4 | |
| CONTENIDO DE DE HUMEDAD | 26.0 | 22.2 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | | OBSERVACIONES | |
| LIMITE LIQUIDO | 25.2 | | |
| LIMITE PLASTICO | 21.1 | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 4.1 | | |
| Notas: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  Steven A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 304003 | | | |

| | | | |
|--|---|--|---|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | | INF. ENSAYO N° 004 |
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 D-4318) | | REALIZADO POR: H.C.B REVISADO POR: S.S.L |
| PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | | Fecha: 01/11/2022 |
| UBICACIÓN : C.P. Yuracancha- Distrito de Sincou - provincia de Jauja SOLICITANTE : Bch. MILLAN ROMO CLEREN JHORATAN | | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA : Jauja TR - 2 1:4.5 (aditivocargas) | | COORDENADAS : 450556 E, 8683591 N | |
| PROFUND. : 0.5 m. | | MUESTRA : N - 1 | |
| LIMITE LIQUIDO (NYC E 110) | | | |
| N° TARRO | 44 | 88 | 28 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 30.68 | 31.43 | 30.58 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 31.66 | 32.44 | 31.37 |
| PESO DE AGUA | 2.03 | 1.98 | 2.23 |
| PESO DEL TARRO | 22.73 | 34.53 | 25.59 |
| PESO DEL SUELO SECO | 8.55 | 7.91 | 7.78 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 22.71 | 25.88 | 28.04 |
| NUMERO DE GOLPES | 33 | 29 | 18 |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | |
| N° TARRO | 67 | 17 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 30.81 | 30.51 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 30.43 | 30.14 | |
| PESO DE AGUA | 6.38 | 6.37 | |
| PESO DEL TARRO | 28.57 | 28.39 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.8 | 1.8 | |
| CONTENIDO DE DE HUMEDAD | 21.2 | 21.2 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | | OBSERVACIONES | |
| LIMITE LIQUIDO | 25.4 | | |
| LIMITE PLASTICO | 21.2 | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 4.2 | | |
| Nota: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  | | | |

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | Informe N° : 134 |
| | | Fecha de Emisión : 01/12/2022 |
| | | Realizado por : H.C.S |
| | | Revisado por : S.S.S |

PROYECTO :

"El pavimento y su efecto en los asentamientos de suelos granulares para su uso como material de subbase"

UBICACIÓN : C.P. Yaracacha - distrito

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA Inga TR - 2 (M-1)
 COORDINADAS UTM : -45055 E, 980367 N

PESO MUESTRA : 20,205.3 g
 PESO MUESTRA DE ENSAYO : 10,203.3 g

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR PARTÍCULAS CHATAS, PARTÍCULAS ALARGADAS, O PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN EL AGREGADO ORWESO
 MTC E 223-2018**

A) PARTÍCULAS CHATAS - RELACIÓN 1 EN 3

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULAS | PARTÍCULAS CHATAS (N) | PARTÍCULAS CHATAS (F) | GRADACIÓN ORIGINAL (F) | PROMEDIO DE PART. CHATAS |
|----------------|-------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| PARA | RET. | | | | | | |
| 2.00" | 2" | | | | | | |
| 2" | 1.50" | | | | | | |
| 1.50" | 1" | 3,829 | 2 | 17,88 | 8,5 | 25,4 | 12,0 |
| 1" | 80" | 1,814 | 0 | 8,00 | 8,0 | 17,9 | 8,0 |
| 3/8" | 50" | 2,817 | 1 | 8,87 | 8,3 | 27,9 | 8,4 |
| 1/2" | 30" | 2,825 | 0 | 8,29 | 8,0 | 26,6 | 8,0 |
| | | | | TOTAL | 8,8 | 18,0 | 21,2 |
| | | | | PARTÍCULAS CHATAS (F) | | | 8,3% |

B) PARTÍCULAS ALARGADAS - RELACIÓN 1 EN 3

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULAS | PARTÍCULAS ALARGADAS (N) | PARTÍCULAS ALARGADAS (F) | GRADACIÓN ORIGINAL (F) | PROMEDIO DE PART. ALARGADAS |
|----------------|-------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| PARA | RET. | | | | | | |
| 2.00" | 2" | | | | | | |
| 2" | 1.50" | | | | | | |
| 1.50" | 1" | 3,829 | 0 | 8,00 | 8,0 | 25,4 | 8,0 |
| 1" | 80" | 1,814 | 0 | 8,00 | 8,0 | 17,9 | 8,0 |
| 3/8" | 50" | 2,817 | 1 | 8,25 | 8,2 | 27,9 | 8,5 |
| 1/2" | 30" | 2,825 | 1 | 8,11 | 8,2 | 26,6 | 8,7 |
| | | | | TOTAL | 8,8 | 18,0 | 17,3 |
| | | | | PARTÍCULAS ALARGADAS (F) | | | 8,1% |

C) PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS - RELACIÓN 1 EN 3

| ABERTURA MALLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTÍCULAS | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (N) | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (F) | GRADACIÓN ORIGINAL (F) | PROMEDIO DE PART. CHATAS Y ALARGADAS |
|----------------|-------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| PARA | RET. | | | | | | |
| 2.00" | 2" | | | | | | |
| 2" | 1.50" | | | | | | |
| 1.50" | 1" | 3,829 | 1 | 8,81 | 8,2 | 25,4 | 8,1 |
| 1" | 80" | 1,814 | 0 | 8,00 | 8,0 | 17,9 | 8,0 |
| 3/8" | 50" | 2,817 | 1 | 8,25 | 8,2 | 27,9 | 8,6 |
| 1/2" | 30" | 2,825 | 1 | 8,05 | 8,2 | 26,6 | 8,7 |
| | | | | TOTAL | 8,8 | 18,0 | 18,4 |
| | | | | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (F) | | | 8,3% |

OBSERVACIONES :


Stefano A. Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 204003

| | | | |
|---|--|------------------|------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° | 124 |
| | | Fecha de Emisión | 01/11/2022 |
| | | Realizado por | H.C.S |
| | | Revisado por | S.S.S. |

PROYECTO : El pavimento y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase UBICACIÓN : C.P. Yatacará-d

REFERENCIAS DE LA MUESTRA


IDENTIFICACIÓN : CANTON Jajá TN - 2 / M-1 PESO DE MUESTRA RECEP. : 30.4 kg
 COORDINADAS UTM : 48555 E, 838201 N

AGREGADO TRATADO (TRITURADO):

| MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MAYORES DE 19mm (3/4") POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES MTC E 207-2015 | | | | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|--------------------------------------|---|---|---|
| MÉTODO | | PESOS Y GRANULOMETRÍAS REQUERIDOS (g) | | | | PESOS Y GRANULOMETRÍAS EMPLEADOS (g) | | | |
| PASA TAMIZ | RETENE TAMIZ | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3" | 2 1/2" | 2 500 ± 50 | - | | | 2501 | | | |
| 2 1/2" | 2" | 2 500 ± 50 | - | - | | 2407 | | | |
| 2" | 1 1/2" | 5 000 ± 50 | 5 000 ± 50 | - | | 5305 | | | |
| 1 1/2" | 1" | - | 5 000 ± 25 | 5 000 ± 25 | | | | | |
| 1" | 3/4" | - | - | 5 000 ± 20 | | | | | |
| PESO TOTAL | | 10 000 ± 100 | 10 000 ± 75 | 10 000 ± 50 | | 10007 | | | |
| N° de esferas | | 12 | 12 | 12 | | 12 | | | |
| Peso de las esferas | | 5 002 g | 5 002 g | 5 002 g | | 5002 g | | | |
| Peso retenido en la malla N° 12 (g) | | | | | | 7602 | | | |
| Peso pasa en la malla N° 12 (g) | | | | | | 2405 | | | |
| % Desgaste | | | | | | 24.0 | | | |

Observaciones:


Steven A. Sanabria Josa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 204003

| | | | |
|---|--|------------------|------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° | 124 |
| | | Fecha de Emisión | 01/11/2022 |
| | | Realizado por | H.C.S |
| | | Revisado por | S.S.S. |

PROYECTO : 'El palmero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase'

UBICACIÓN : C.P. Yuracancha- distrito

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA Jaaja TR - 2 / M-1


PESO DE MUESTRA RECEP. : 85.4 kg

COORDENADAS UTM : 450556 E, 8583591 N

| METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA MTC E 219 - 2016 | | | |
|---|--------------------|---------|---------------|
| IDENTIFICACIÓN | AGREGADO GRUESO | | RESULTADO (%) |
| | SALES SOLUBLES (%) | | |
| N° DE ENSAYO | 1 | 2 | |
| PESO INICIAL (BIKER DE 100 ml) (g) | 46.8714 | 46.2266 | 0.9432 |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA (ml) | 66.9482 | 60.6447 | |
| PESO FINAL (BIKER DE 100 ml) + SALES (g) | 46.8882 | 46.2347 | |
| CONTENIDO DE SALES (%) | 0.0443 | 0.0420 | |
| | | | |

OBSERVACIONES:


 Steven A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 204603

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° : 124 |
| | | Fecha de Emisión : 01/11/2022 |
| | | Realizado por : H.C.S |
| | | Revisado por : S.S.S. |

PROYECTO : "El pavimento y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"

UBICACIÓN : C.P. Yuracancha- distrito

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA Jugu TR - 2' x 1 M-1

PESO DE MUESTRA RECEP. : 45.4 kg

COORDENADAS UTM : 452566 E, 883291 N


AGREGADO NATURAL :

| MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS MTC E 114 - 2016 | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|---------------|
| DESCRIPCIÓN | N° DE ENSAYO | | | RESULTADO (%) |
| | 1 | 2 | 3 | |
| TAMÑO MÁXIMO DE PARTICULA DE ENSAYO (mm) | 4.750 | | | 37.0 |
| HORA DE ENTRADA A SATURACIÓN (hh:mm:ss) | 11:31:00 a. m. | 11:42:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | |
| HORA DE SALIDA DE SATURACIÓN (MAS 10") (hh:mm:ss) | 11:41:00 a. m. | 11:52:00 a. m. | 11:55:00 a. m. | |
| HORA DE ENTRADA A DECANTACIÓN (hh:mm:ss) | 11:48:00 a. m. | 11:54:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | |
| HORA DE SALIDA DE DECANTACIÓN (MAS 20") (hh:mm:ss) | 12:56:00 p. m. | 12:14:00 p. m. | 12:20:00 p. m. | |
| ALTURA MÁXIMA DE MATERIAL FINO (pulg.) | 7.6 | 6.2 | 7.4 | |
| ALTURA MÁXIMA DE LA ARENA (pulg.) | 2.7 | 2.3 | 2.7 | |
| EQUIVALENTE DE ARENA (%) | 36.0 | 36.0 | 37.0 | |

OBSERVACIONES:



Steven A. Sanabria Sosa
INGENIERO CIVIL
CP: 204023

| | | | |
|---|--|------------------|------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° | 124 |
| | | Fecha de Emisión | 01/11/2022 |
| | | Realizado por | H.C.S |
| | | Revisado por | S.S.S. |

PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"

UBICACIÓN : C.P. Yuracancha- distrit

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA Jaqá TR - 2 / M-1

PESO DE MUESTRA RECEP. : 85.8 kg

COORDENADAS UTM : 493856 E, 8683591 N

| MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA MTC E 219 - 2016 | | | | |
|---|--------------------|---------|---------|---------------|
| IDENTIFICACIÓN | ADREGADO FINO | | | RESULTADO (%) |
| | SALES SOLUBLES (%) | | | |
| N° DE ENSAYO | 1 | 2 | | |
| PESO INICIAL (BIKER DE 100 ml) | 10 | 37.3068 | 36.4900 | 0.0351 |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA | 100 | 54.8765 | 47.5774 | |
| PESO FINAL (BIKER DE 100 ml) + SALES | 10 | 37.3108 | 36.5810 | |
| CONTENIDO DE SALES (%) | | 0.0089 | 0.0332 | |

OBSERVACIONES:


 Steven A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

INF. ENSAYO N° : 80124
 Fecha de Emisión : 09/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

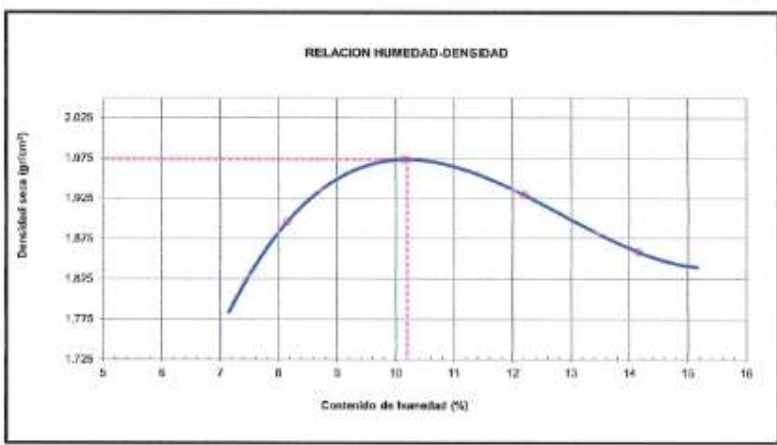
PROYECTO : "El peaje y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"
 UBICACIÓN : C.P. Yarecucho

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : SW / TR-2 / M-01
 DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava
 CLASF. (SUCS) : SW
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

| | | Método C | | | | |
|------------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|---|
| Número de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 10,470.0 | 10,238.8 | 10,494.0 | 10,387.0 | |
| Peso molde | gr | 5,288.8 | 5,300.0 | 5,288.8 | 5,306.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,956.0 | 4,250.0 | 4,514.8 | 4,407.0 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 2,404 | 2,050 | 2,173 | 2,121 | |
| Recipiente N° | | 95 | 68 | 83 | 53 | |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 67.46 | 70.20 | 52.45 | 70.02 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 63.26 | 71.85 | 50.33 | 65.06 | |
| Tara | gr | 28.21 | 20.04 | 27.67 | 27.00 | |
| Peso de agua | gr | 4.19 | 2.44 | 4.02 | 3.42 | |
| Peso del suelo seco | gr | 34.05 | 42.21 | 22.23 | 38.28 | |
| Contenido de agua | % | 12.28 | 5.15 | 18.12 | 14.16 | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.209 | 1.826 | 1.073 | 1.028 | |

Densidad máxima (gr/cm³) : 1.874
 Humedad óptima (%) : 10.2



OBSERVACIONES :

Silvana A. Sarmiento Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Revisado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : "El pavimento y su abstracción en los puentes de los centros educativos para su uso como material de adobe"

UBICACIÓN : C.P. Yucaycha

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / TR-2 / M-01

CLASIF. (SUCS) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava

CLASIF. (AASHTO) : A-5a (G)

| Molde N° | 25 | | 75 | | 27 | |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Groses por capa N° | 5 | | 5 | | 5 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,569.0 | 11,011.0 | 93,807.8 | 11,018.2 | 16,331.3 | 16,111.1 |
| Peso de molde (g) | 6,974.8 | 6,974.8 | 6,588.7 | 6,591.1 | 6,971.7 | 6,971.7 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,574.2 | 4,036.2 | 4,429.1 | 4,427.1 | 9,359.6 | 9,139.4 |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,112.8 | 2,112.8 | 2,190.0 | 2,190.0 | 2,112.8 | 2,110.0 |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.168 | 2.218 | 2.000 | 2.018 | 2.058 | 2.482 |
| Tara (N°) | 22 | 32 | 4 | 51 | 2 | 35 |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 109.3 | 76.7 | 44.4 | 34.8 | 95.2 | 59.3 |
| Peso suelo seco + tara (g) | 83.4 | 70.5 | 43.3 | 31.6 | 80.2 | 55.8 |
| Peso de tara (g) | 22.9 | 35.9 | 21.3 | 24.3 | 93.9 | 26.5 |
| Peso de agua (g) | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Peso de suelo seco (g) | 11.23 | 45.58 | 21.03 | 25.47 | 68.29 | 28.26 |
| Contenido de humedad (%) | 18.01 | 12.68 | 19.32 | 16.35 | 9.89 | 15.11 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1.078 | 1.024 | 1.007 | 0.877 | 1.046 | 1.000 |

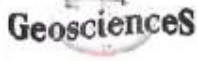
EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|----------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 04/10/22 | 12:49 | 0 | 3.95 | 0.000 | 0.00 | 4.95 | 0.000 | 0.00 | 4.70 | 0.000 | 0.00 |
| 04/10/22 | 12:45 | 24 | 3.99 | 0.000 | 0.00 | 4.85 | 0.000 | 0.00 | 4.95 | 0.000 | 0.00 |
| 04/10/22 | 12:52 | 48 | 3.71 | 0.001 | 0.00 | 4.36 | 0.000 | 0.00 | 4.57 | 0.000 | 0.00 |
| 04/10/22 | 12:58 | 72 | 3.71 | 0.001 | 0.00 | 4.39 | 0.000 | 0.00 | 4.28 | 0.000 | 0.00 |
| 04/10/22 | 13:04 | 96 | 3.71 | 0.001 | 0.00 | 4.39 | 0.000 | 0.00 | 4.28 | 0.000 | 0.00 |

PENETRACION

| PENETRACION | CARIDA STANL. kg/cm ² | MOLDE N° 25 | | | | MOLDE N° 75 | | | | MOLDE N° 27 | | | |
|-------------|----------------------------------|-------------|--------|------------|------|-------------|--------|------------|------|-------------|--------|------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | NN | kg | kg | % | NN | kg | kg | % | NN | kg | kg | % |
| 0.668 | | 6.8 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | | | 6.8 | 0.0 | | |
| 0.635 | | 9.8 | 202.8 | | | 9.7 | 189.2 | | | 9.7 | 202.2 | | |
| 1.270 | | 3.4 | 248.2 | | | 2.9 | 201.3 | | | 1.4 | 198.9 | | |
| 1.905 | | 4.3 | 494.8 | | | 5.1 | 522.8 | | | 2.5 | 194.4 | | |
| 2.540 | 20.0 | 6.8 | 203.0 | 201.0 | 49.3 | 7.8 | 195.2 | 192.0 | 48.7 | 3.8 | 392.1 | 434.2 | 28.4 |
| 3.180 | | 8.7 | 360.8 | | | 8.7 | 343.9 | | | 5.2 | 507.9 | | |
| 3.819 | | 12.5 | 1271.0 | | | 15.8 | 1164.2 | | | 7.2 | 738.8 | | |
| 5.088 | 165.7 | 17.8 | 1853.9 | 1853.7 | 85.8 | 16.8 | 1223.7 | 1237.4 | 81.4 | 14.8 | 1725.8 | 1067.5 | 59.9 |
| 7.629 | | 25.3 | 2384.2 | | | 27.5 | 2267.6 | | | 16.1 | 1640.9 | | |
| 10.169 | | 35.2 | 3597.0 | | | 32.4 | 3303.2 | | | 19.1 | 1811.5 | | |

Shweta A. Sambría Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00126
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S.
 Revisado por : S.S.S.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1557)

PROYECTO : "El poliduro y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"

UBICACIÓN : C.F. Vicosanca

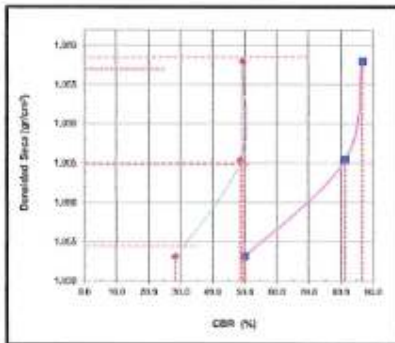
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / TR-2 / M-01

CLASIF. (SUCS) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena limo grésalo con grava

CLASIF. (AASHTO) : A-5-a(1)



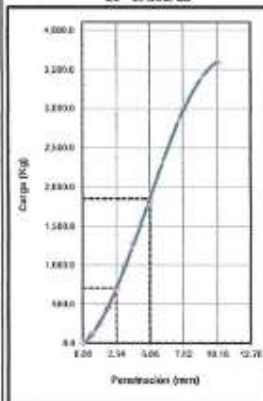
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.972
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.2
 MÍN. MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.870

| | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|
| CBR al 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 48.0 | 0.2" | 86.3 |
| CBR al 95% de M.D.S. (%) | 0.1" | 42.4 | 0.2" | 80.1 |

RESULTADOS CBR a 1.7":
 VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 48.0 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 42.4 (%)

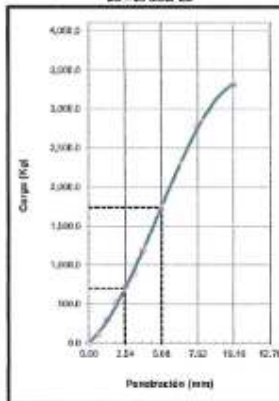
OBSERVACIONES:

EC = 58 GOLPES



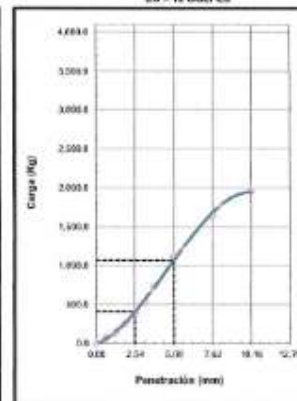
CBR (0.1") : 42.4%
 CBR (0.2") : 86.3%

EC = 25 GOLPES




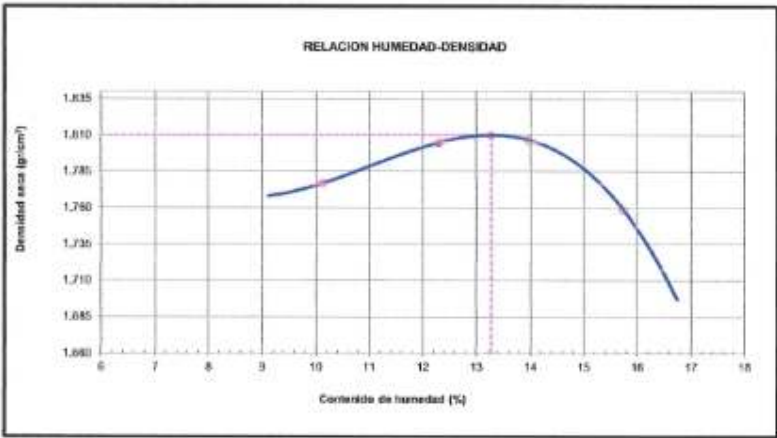

CBR (0.1") : 42.4%
 CBR (0.2") : 86.3%

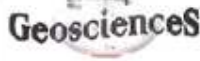
EC = 12 GOLPES



CBR (0.1") : 42.4%
 CBR (0.2") : 86.3%

Silvia A. Sarabia Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

| | | | | | | |
|--|--|---------|--|---------|----------|---|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | INF. ENSAYO N° : 60124 Fecha de Emisión : 06/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | | | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| Proyecto | EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | UBICACIÓN : C.P. Yacucho | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROCEDENCIA | SW / TR-2 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 3.5 (1/20 minutos) | | CLASIF. (SUCS) : SW | | | |
| DESCRIPCIÓN | Arena bien graduada con grava | | CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (II) | | | |
| Método C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 8,846.0 | 10,129.7 | 9,657.0 | 11,147.3 | |
| Peso molde | gr | 5,919.0 | 5,919.0 | 5,919.0 | 5,919.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,066.0 | 4,210.7 | 4,278.0 | 4,328.3 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.5 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 1,957 | 2,027 | 2,059 | 2,085 | |
| Recipiente N° | | 20 | 35 | 50 | 31 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | gr | 38.22 | 34.01 | 100.20 | 118.75 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 31.30 | 35.60 | 33.10 | 106.14 | |
| Tara | gr | 25.17 | 20.37 | 24.75 | 36.07 | |
| Peso del agua | gr | 6.14 | 7.41 | 19.10 | 12.61 | |
| Peso del suelo seco | gr | 66.33 | 60.23 | 72.35 | 60.07 | |
| Contenido de agua | % | 9.13 | 12.38 | 13.86 | 15.75 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.777 | 1.886 | 1.897 | 1.759 | |
| Densidad máxima (gr/cm³) | | | | | 1.818 | |
| Humedad óptima (%) | | | | | 13.3 | |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | |
|  Steven A. Somabria Sosa INGENIERO CIVIL CP. 204003 | | | | | | |



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 00/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : EL PÓLIMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yacambú

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW/ TR-2/ M-1 (AGUA - ADITIVO) 3.5:1 / 20 minutos
 DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava

CLASF. (UNOS) : SW
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (II)

| | 20 | | 75 | | 27 | |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 5 | | 5 | | 5 | |
| | 58 | | 35 | | 12 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,284.8 | 11,284.8 | 10,849.9 | 11,137.3 | 11,148.2 | 11,426.0 |
| Peso de molde (g) | 3,899.9 | 3,899.9 | 3,519.8 | 3,917.8 | 3,856.0 | 3,899.9 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,295.9 | 4,281.0 | 4,929.8 | 4,219.0 | 3,351.0 | 4,011.3 |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,110.0 | 2,110.0 | 2,110.0 | 2,110.0 | 2,110.0 | 2,110.0 |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.036 | 2.029 | 2.336 | 1.999 | 1.588 | 1.899 |
| Tara (N°) | 51 | 5 | 25 | 1 | 55 | 8 |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 51.8 | 76.8 | 59.8 | 56.7 | 114.3 | 125.8 |
| Peso suelo seco + tara (g) | 54.8 | 79.8 | 59.8 | 55.1 | 109.9 | 108.1 |
| Peso de tara (g) | 32.8 | 31.4 | 34.3 | 33.8 | 26.7 | 34.6 |
| Peso de agua (g) | 6.02 | 5.14 | 7.85 | 4.67 | 69.94 | 12.52 |
| Peso de suelo seco (g) | 52.44 | 59.41 | 56.03 | 57.33 | 34.52 | 34.52 |
| Contenido de humedad (%) | 13.23 | 15.57 | 15.18 | 15.04 | 13.22 | 15.81 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1.782 | 1.881 | 1.887 | 1.757 | 1.576 | 1.877 |

EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 17/11/2022 | 12:40 | 6 | 3.08 | 0.030 | 0.02 | 4.38 | 0.030 | 0.02 | 3.04 | 0.028 | 0.02 |
| 18/11/2022 | 12:40 | 24 | 4.04 | 0.032 | 0.02 | 4.43 | 0.031 | 0.02 | 3.54 | 0.028 | 0.02 |
| 18/11/2022 | 12:52 | 48 | 4.01 | 0.030 | 0.02 | 4.41 | 0.031 | 0.02 | 3.66 | 0.028 | 0.02 |
| 20/11/2022 | 12:56 | 72 | 4.08 | 0.032 | 0.02 | 4.41 | 0.031 | 0.02 | 3.66 | 0.027 | 0.02 |
| 21/11/2022 | 13:34 | 96 | 4.08 | 0.032 | 0.02 | 4.41 | 0.031 | 0.02 | 3.67 | 0.027 | 0.02 |

PENETRACION

| PENETRACION | CARGA DINAM. kg/cm ² | MOLDE N° 20 | | | | MOLDE N° 75 | | | | MOLDE N° 27 | | | |
|-------------|---------------------------------------|-------------|--------|------------|------|-------------|--------|------------|------|-------------|--------|------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | mm | kg | kg | % | mm | kg | kg | % | mm | kg | kg | % |
| 0.003 | | 0.9 | 0.8 | | | 0.2 | 0.2 | | | 0.0 | 0.0 | | |
| 0.005 | | 2.2 | 229.8 | | | 2.8 | 252.4 | | | 1.4 | 142.8 | | |
| 1.275 | | 5.8 | 583.8 | | | 4.0 | 425.1 | | | 2.4 | 244.7 | | |
| 1.905 | | 8.4 | 847.8 | | | 5.1 | 521.8 | | | 2.8 | 285.5 | | |
| 2.545 | 78.5 | 7.8 | 714.8 | 714.2 | 90.5 | 6.1 | 527.0 | 524.3 | 46.0 | 4.0 | 422.9 | 401.8 | 26.2 |
| 3.185 | | 8.7 | 885.7 | | | 7.4 | 754.2 | | | 4.5 | 461.1 | | |
| 3.815 | | 16.5 | 1617.2 | | | 8.8 | 894.0 | | | 5.4 | 560.0 | | |
| 5.085 | 193.7 | 14.8 | 1509.2 | 1401.7 | 80.9 | 10.7 | 1087.4 | 1082.0 | 50.7 | 6.8 | 673.2 | 653.1 | 31.1 |
| 7.625 | | 25.4 | 2598.2 | | | 13.4 | 1385.8 | | | 8.0 | 815.8 | | |
| 10.165 | | 35.8 | 3549.3 | | | 16.4 | 1683.4 | | | 9.8 | 1017.3 | | |

Silvestre A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204600



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S.
 Realizado por : S.S.S.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1557)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yucaccha

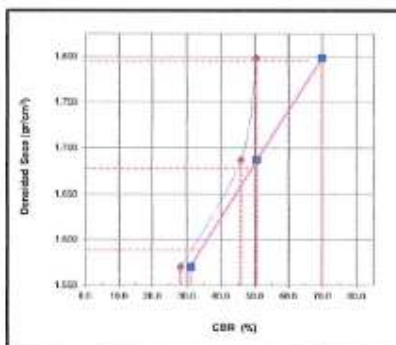
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW/TR-2/M-1 (AGUA-ADITIVO) 3.5 : 1/20 estués

CLASF. (SUCS) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena fina granulada con grava

CLASF. (AASHTO) : A-1-a (1)



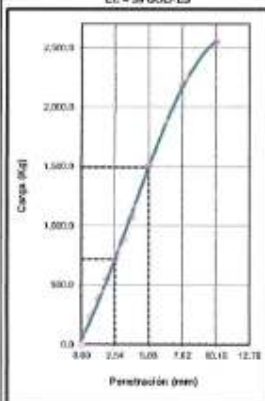
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.810
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.3
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.720

| | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 59.2 | 0.3" | 72.8 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 0.1" | 46.6 | 0.3" | 56.3 |

RESULTADOS CBR a 0.1"
 VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 59.2 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 46.6 (%)

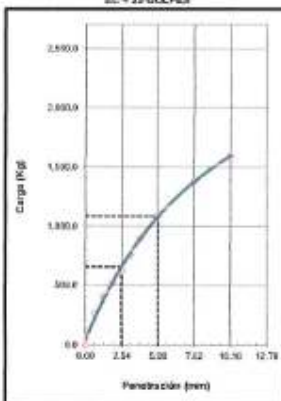
OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES



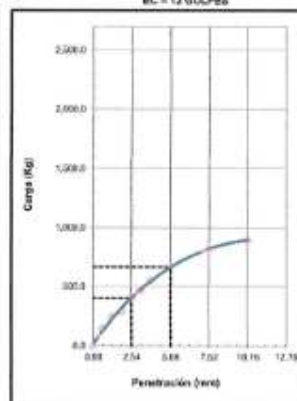
CBR (0.1") : 38.2%
 CBR (0.3") : 46.6%

EC = 25 GOLPES




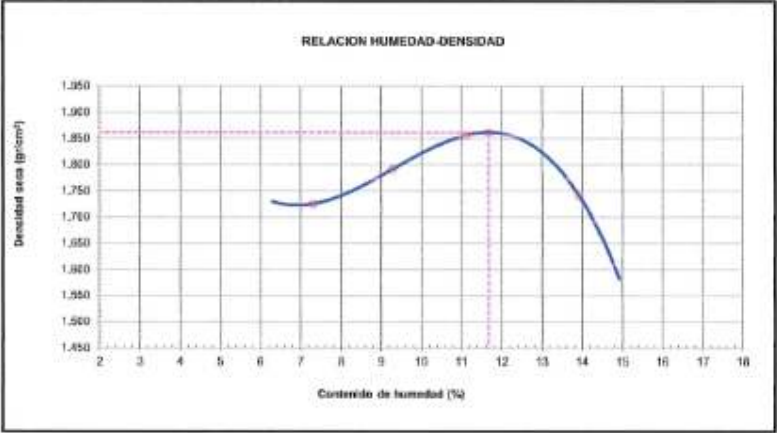

CBR (0.1") : 46.6%
 CBR (0.3") : 56.3%



EC = 12 GOLPES



CBR (0.1") : 38.2%
 CBR (0.3") : 46.6%

Stewart A. Sandoval Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

| | | | | | | |
|--|--|----------|--|----------|--------------|----------|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | INF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 05/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | | | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | UBICACIÓN : C.P. Yucaycheta | | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROCEDENCIA : SW / TR-2 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.1 / 20 minutos | CLASIF. (SUCS) : SW | | CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (0) | | | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con grava | | | | | | |
| Método C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 8,763.1 | 9,084.2 | 10,201.8 | 10,025.4 | |
| Peso molde | gr | 5,917.0 | 5,917.0 | 5,917.0 | 5,917.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 3,846.1 | 4,067.2 | 4,284.8 | 4,108.4 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 1,851 | 1,958 | 2,092 | 1,983 | |
| Recipiente N° | | 03 | 5 | 20 | 01 | |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 114.01 | 118.28 | 125.63 | 110.43 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 108.40 | 111.30 | 116.59 | 101.20 | |
| Tara | gr | 33.71 | 36.17 | 34.41 | 35.71 | |
| Peso de agua | gr | 5.61 | 6.98 | 9.14 | 9.14 | |
| Peso del suelo seco | gr | 75.39 | 75.13 | 82.39 | 65.58 | |
| Contenido de agua | % | 7.38 | 9.29 | 11.12 | 13.84 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1,225 | 1,292 | 1,456 | 1,369 | |
| Densidad máxima (gr/cm³) | | | | | 1,811 | |
| Humedad óptima (%) | | | | | 11.7 | |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | | |
|  Silvana A. Sambrano Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|------------------|-----------------|-------------|-------------|-----------|--------|------------|-------------|--------|--------|------------|
|  | GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES | Informe N° | : 00124 | | | | | | | | | | |
| | | Fecha de Emisión | : 05/12/2022 | | | | | | | | | | |
| | | Realizado por | : H.C.S | | | | | | | | | | |
| | | Revisado por | : S.S.S | | | | | | | | | | |
| RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883) | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO | EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | UBICACIÓN | : C.P. Yucaccha | | | | | | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN | : SW / TR-2 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.1 / 20 minutos | | CLASIF. (SICS) | : SW | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | : Arena bien graduada con grava | | CLASIF. (AASHTO) | : A-1-a (0) | | | | | | | | | |
| Molde N° | 28 | 36 | 37 | | | | | | | | | | |
| Capas N° | 5 | 3 | 5 | | | | | | | | | | |
| Golpes por capa N° | 66 | 25 | 12 | | | | | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | | | | | | | |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,325.0 | 11,651.4 | 11,081.0 | 11,094.0 | 11,321.2 | 11,432.0 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 3,895.0 | 3,895.0 | 3,414.0 | 3,814.0 | 3,827.0 | 3,843.0 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,740.0 | 4,345.0 | 4,855.0 | 4,179.0 | 3,875.0 | 3,981.0 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cm³) | 2,100.0 | 2,100.0 | 2,116.6 | 2,116.6 | 2,100.0 | 2,119.2 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (t/cm³) | 2.260 | 2.069 | 2.296 | 1.980 | 1.845 | 1.881 | | | | | | | |
| Tarea (N°) | 11 | 12 | 25 | 14 | 32 | 14 | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 90.0 | 77.0 | 49.0 | 77.0 | 64.0 | 79.0 | | | | | | | |
| Peso suelo seco + tara (g) | 82.0 | 71.7 | 45.0 | 75.0 | 70.2 | 71.0 | | | | | | | |
| Peso de tara (g) | 21.0 | 21.0 | 22.0 | 20.7 | 22.2 | 20.1 | | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 7.13 | 6.14 | 7.95 | 6.35 | 6.34 | 6.75 | | | | | | | |
| Peso de suelo seco (g) | 61.76 | 44.72 | 59.64 | 43.23 | 44.00 | 42.42 | | | | | | | |
| Contenido de humedad (%) | 11.54 | 13.80 | 13.33 | 14.48 | 14.41 | 15.91 | | | | | | | |
| Densidad seca (t/cm³) | 1.074 | 0.980 | 1.120 | 0.920 | 0.878 | 0.887 | | | | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | |
| 03/10/22 | 12:40 | 3 | 4.88 | 0.000 | 0.00 | 5.72 | 0.000 | 0.00 | 6.12 | 0.000 | 0.00 | | |
| 03/10/22 | 12:40 | 24 | 5.01 | 0.001 | 0.03 | 5.75 | 0.001 | 0.00 | 6.24 | 0.003 | 0.03 | | |
| 04/10/22 | 12:52 | 46 | 5.01 | 0.001 | 0.03 | 5.76 | 0.001 | 0.00 | 6.27 | 0.004 | 0.03 | | |
| 05/10/22 | 12:58 | 72 | 5.01 | 0.001 | 0.03 | 5.77 | 0.001 | 0.00 | 6.28 | 0.004 | 0.03 | | |
| 06/10/22 | 12:04 | 96 | 5.01 | 0.001 | 0.03 | 5.78 | 0.001 | 0.00 | 6.28 | 0.004 | 0.03 | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | CARGA | MOLDE N° 28 | | | | MOLDE N° 36 | | | | MOLDE N° 37 | | | |
| | | STAND. | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION |
| mm | kg/cm² | kN | kg | kg | % | kN | kg | kg | % | kN | kg | kg | % |
| 0.003 | | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | | |
| 0.035 | | 2.7 | 273.0 | | | 3.0 | 301.0 | | | 3.0 | 301.0 | | |
| 1.270 | | 6.5 | 646.0 | | | 7.0 | 687.0 | | | 7.1 | 702.0 | | |
| 7.820 | | 21.1 | 2074.0 | | | 22.0 | 2162.0 | | | 22.0 | 2162.0 | | |
| 23.40 | 70.0 | 6.0 | 586.0 | 590.3 | 64.6 | 7.0 | 687.0 | 700.5 | 53.3 | 8.0 | 782.0 | 822.0 | 33.0 |
| 2.180 | | 10.7 | 1054.0 | | | 11.0 | 1083.0 | | | 11.0 | 1083.0 | | |
| 1.810 | | 10.1 | 1002.0 | | | 10.7 | 1054.0 | | | 10.7 | 1054.0 | | |
| 5.830 | 100.0 | 30.4 | 2975.0 | 3000.0 | 70.6 | 33.0 | 3236.0 | 3307.0 | 62.7 | 34.0 | 3348.0 | 3450.0 | 25.6 |
| 7.820 | | 22.0 | 2162.0 | | | 24.0 | 2356.0 | | | 24.0 | 2356.0 | | |
| 15.100 | | 25.0 | 2453.0 | | | 26.0 | 2556.0 | | | 26.0 | 2556.0 | | |
|  Silvana A. Sandoval Sosa INGENIERO CIVIL CIP 204603 | | | | | | | | | | | | | |



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yacandía

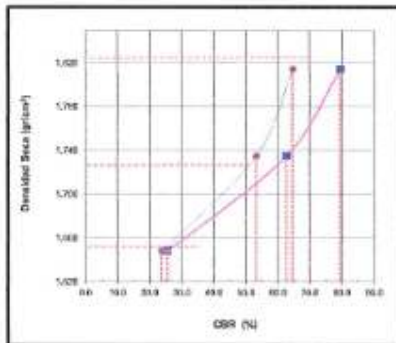
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / TR-2 / M-1 (AGUA + ADITIVO) 4:17:20 minutos

CLASIF. (SUCS) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena fina gradada con greda

CLASIF. (AASHTO) : A-7-6 (S)



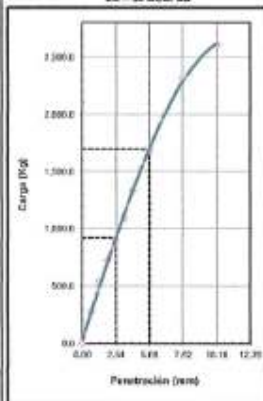
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.81
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.7
 M.A. MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.750

| | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 8.1" | 94.2 | 8.2" | 81.3 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 8.1" | 59.9 | 8.2" | 71.7 |

RESULTADOS CBR a 1.7":
 VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 94.2 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 59.9 (%)

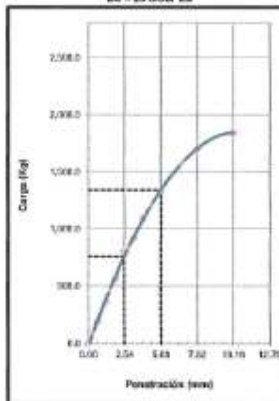
OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES



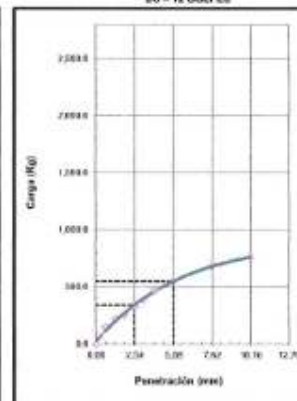
CBR (0.1") : 63.20
 CBR (0.2") : 73.60

EC = 25 GOLPES




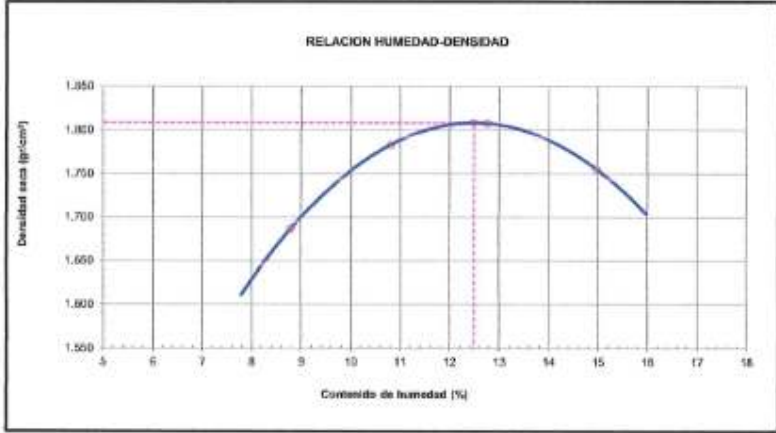

CBR (0.1") : 55.20
 CBR (0.2") : 62.70


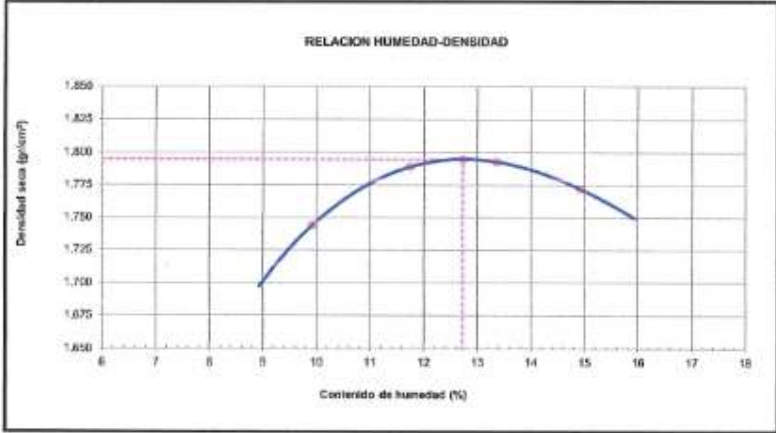

EC = 12 GOLPES


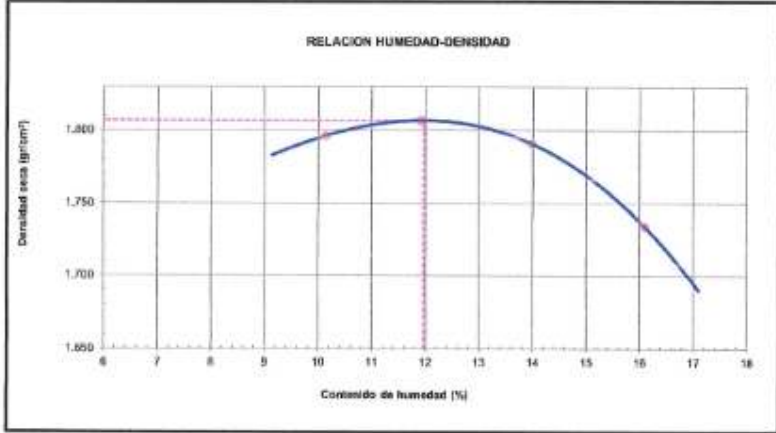





CBR (0.1") : 33.60
 CBR (0.2") : 35.60

Silvina A. Sambrano Sosa
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 204003

| | | | | | | |
|---|--|------------------------------------|---|----------|----------|---|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | MF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 06/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | | | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | IRRVICACIÓN : C.P. Varascho | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROCEDENCIA : SW / TR-2 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4:1 (60 minutos) | | CLASF. (SUCS) : SW | | | | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava | | CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0) | | | | |
| Método C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 10,762.0 | 10,080.0 | 10,215.0 | 10,173.0 | |
| Peso molde | gr | 5,000.0 | 5,000.0 | 5,000.0 | 5,000.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 5,812.0 | 4,950.0 | 4,205.0 | 4,930.0 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 1,835 | 1,376 | 2,005 | 2,018 | |
| Recipiente N° | | 16 | 5 | 85 | 31 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | gr | 121.65 | 132.70 | 113.07 | 146.61 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 114.76 | 123.20 | 104.10 | 85.48 | |
| Tara | gr | 35.92 | 35.25 | 33.98 | 24.51 | |
| Peso de agua | gr | 6.89 | 9.50 | 8.97 | 6.13 | |
| Peso del suelo seco | gr | 78.78 | 87.65 | 70.24 | 60.97 | |
| Contenido de agua | % | 8.76 | 10.86 | 12.76 | 14.87 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.887 | 1.283 | 1.888 | 1.758 | |
| Densidad máxima (gr/cc³) | | | | | 1.888 | |
| Humedad óptima (%) | | | | | 12.5 | |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | | |
|  Severo A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|----------|--|----------------|---------------------------------------|----------|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | INF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 06/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | | | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO | EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | UBICACIÓN | C.P. Varanavia | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROCEDENCIA | SR / TR-2 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.1 / 120 minutos | | CLASF. (SUCS) | SW | | |
| DESCRIPCIÓN | Arena bien graduada con grava | | CLASF. (AASHTO) | A-1-a (1) | | |
| Método C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 10,211.0 | 9,964.0 | 10,133.0 | 10,202.0 | |
| Peso molde | gr | 5,983.0 | 5,990.0 | 5,980.0 | 5,980.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,228.0 | 3,974.0 | 4,153.0 | 4,222.0 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 2,037 | 1,918 | 1,993 | 2,042 | |
| Recipiente N° | | 15 | 21 | 8 | 55 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | gr | 125.46 | 106.30 | 111.58 | 130.20 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 113.58 | 99.08 | 102.67 | 87.62 | |
| Tara | gr | 34.17 | 36.58 | 27.41 | 27.14 | |
| Peso de agua | gr | 11.88 | 8.22 | 8.91 | 4.23 | |
| Peso del suelo seco | gr | 79.29 | 62.60 | 75.00 | 64.88 | |
| Contenido de agua | % | 14.83 | 8.83 | 11.74 | 13.38 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.772 | 1.745 | 1.789 | 1.783 | |
| | | | | | Densidad máxima (gr/cm ³) | 1.796 |
| | | | | | Humedad óptima (%) | 12.7 |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | | |
|  Steven A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204005 | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|----------|--|----------------|----------|----------|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | INF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 09/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | | | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO | EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | UBICACIÓN | C.P. Yucarecha | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROCEDENCIA | SW / TR-2 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.5 (1 / 20 minutos) | | CLASF. (SUCS) | SW | | |
| DESCRIPCIÓN | Arena bien graduada con grava | | CLASF. (AASHTO) | A-1-a (0) | | |
| Método C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 10,120.0 | 10,183.1 | 10,301.5 | 10,624.3 | |
| Peso molde | gr | 5,019.0 | 5,050.0 | 5,018.0 | 5,019.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,281.0 | 4,261.1 | 4,183.3 | 4,115.5 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 2,082 | 2,062 | 2,013 | 1,979 | |
| Recipiente N° | | 15 | 5 | 95 | 23 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | gr | 127.57 | 149.79 | 98.53 | 123.67 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 117.60 | 132.86 | 88.89 | 114.97 | |
| Tara | gr | 30.00 | 33.25 | 35.51 | 30.10 | |
| Peso de agua | gr | 9.97 | 16.93 | 9.64 | 8.70 | |
| Peso del suelo seco | gr | 87.63 | 99.61 | 53.38 | 84.87 | |
| Contenido de agua | % | 11.38 | 13.88 | 18.24 | 10.15 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.837 | 1.791 | 1.734 | 1.706 | |
| Densidad máxima (gr/cm³) | | | | | 1.807 | |
| Humedad óptima (%) | | | | | 12.3 | |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | | |
|  Steven A. Samadria Sosa INGENIERO CIVIL C.P. 204003 | | | | | | |

|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | Informe N° : 09124 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-----------|------------|-------------|-------------|------|------------|--------------------|----|------------|----|----------|-------|------------|-------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|----------------------------------|--------|----------|---------|----------|----------|----------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|------|----------|-------|-----|-------|------------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|----------------------------|------|------|-------|------|------|-------|------------------|------|------|-------|------|------|------|------------------|-----|------|-------|------|------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|-------|--|------|--------|--|--|-----|-------|--|--|-----|-------|--|--|-------|-------|------|--------|--------|------|------|--------|--------|------|-----|-------|-------|------|-------|--|------|--------|--|--|------|--------|--|--|-----|-------|--|--|--------|--|------|--------|--|--|------|--------|--|--|-----|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | Fecha de Emisión : 09/12/2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Realizado por : H.C.S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Revisado por : S.S.S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBRASA | UBICACIÓN : C.P. Yatacocha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN : SW / TR-2 (M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.5:1 / 20 minutos) | CLASIF. (UNIC) : SW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava | CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (6) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Molde N°</th> <th colspan="2">20</th> <th colspan="2">75</th> <th colspan="2">22</th> </tr> <tr> <th>Cupon N°</th> <th colspan="2">5</th> <th colspan="2">5</th> <th colspan="2">5</th> </tr> <tr> <th>Golpes por capa N°</th> <th colspan="2">56</th> <th colspan="2">25</th> <th colspan="2">12</th> </tr> <tr> <th>Condición de la muestra</th> <th>NO SATURADO</th> <th>SATURADO</th> <th>NO SATURADO</th> <th>SATURADO</th> <th>NO SATURADO</th> <th>SATURADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde + Suelo húmedo (g)</td> <td>11,968</td> <td>11,394.0</td> <td>9,099.3</td> <td>11,115.3</td> <td>16,827.0</td> <td>11,670.3</td> </tr> <tr> <td>Peso de molde (g)</td> <td>6,992.1</td> <td>6,494.1</td> <td>4,850.3</td> <td>6,906.3</td> <td>1,949.9</td> <td>7,099.9</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo húmedo (g)</td> <td>4,745.7</td> <td>4,394.9</td> <td>4,239.0</td> <td>4,344.0</td> <td>3,797.1</td> <td>4,399.0</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td>2,113.3</td> <td>2,113.3</td> <td>2,160.0</td> <td>2,160.0</td> <td>2,113.3</td> <td>2,116.0</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (t/cm³)</td> <td>2.243</td> <td>2.083</td> <td>1.960</td> <td>1.994</td> <td>1.795</td> <td>2.074</td> </tr> <tr> <td>Tasa (N°)</td> <td>5</td> <td>56</td> <td>20</td> <td>52</td> <td>32</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo húmedo + tara (g)</td> <td>190.2</td> <td>197.2</td> <td>93.4</td> <td>93.3</td> <td>95.1</td> <td>94.7</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo seco + tara (g)</td> <td>92.2</td> <td>96.1</td> <td>98.3</td> <td>95.5</td> <td>95.5</td> <td>94.4</td> </tr> <tr> <td>Peso de tara (g)</td> <td>25.3</td> <td>30.8</td> <td>24.4</td> <td>14.4</td> <td>22.7</td> <td>23.7</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (g)</td> <td>6.0</td> <td>6.07</td> <td>3.64</td> <td>4.82</td> <td>7.50</td> <td>10.28</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (g)</td> <td>66.93</td> <td>67.34</td> <td>35.72</td> <td>30.78</td> <td>62.84</td> <td>62.74</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (%)</td> <td>12.33</td> <td>12.47</td> <td>11.56</td> <td>15.71</td> <td>12.87</td> <td>16.38</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (t/cm³)</td> <td>1.377</td> <td>1.339</td> <td>1.200</td> <td>1.400</td> <td>1.381</td> <td>1.344</td> </tr> </tbody> </table> | Molde N° | 20 | | 75 | | 22 | | Cupon N° | 5 | | 5 | | 5 | | Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | | Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,968 | 11,394.0 | 9,099.3 | 11,115.3 | 16,827.0 | 11,670.3 | Peso de molde (g) | 6,992.1 | 6,494.1 | 4,850.3 | 6,906.3 | 1,949.9 | 7,099.9 | Peso del suelo húmedo (g) | 4,745.7 | 4,394.9 | 4,239.0 | 4,344.0 | 3,797.1 | 4,399.0 | Volumen del molde (cm³) | 2,113.3 | 2,113.3 | 2,160.0 | 2,160.0 | 2,113.3 | 2,116.0 | Densidad húmeda (t/cm³) | 2.243 | 2.083 | 1.960 | 1.994 | 1.795 | 2.074 | Tasa (N°) | 5 | 56 | 20 | 52 | 32 | 33 | Peso suelo húmedo + tara (g) | 190.2 | 197.2 | 93.4 | 93.3 | 95.1 | 94.7 | Peso suelo seco + tara (g) | 92.2 | 96.1 | 98.3 | 95.5 | 95.5 | 94.4 | Peso de tara (g) | 25.3 | 30.8 | 24.4 | 14.4 | 22.7 | 23.7 | Peso de agua (g) | 6.0 | 6.07 | 3.64 | 4.82 | 7.50 | 10.28 | Peso de suelo seco (g) | 66.93 | 67.34 | 35.72 | 30.78 | 62.84 | 62.74 | Contenido de humedad (%) | 12.33 | 12.47 | 11.56 | 15.71 | 12.87 | 16.38 | Densidad seca (t/cm³) | 1.377 | 1.339 | 1.200 | 1.400 | 1.381 | 1.344 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Molde N° | 20 | | 75 | | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cupon N° | 5 | | 5 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Golpes por capa N° | 56 | | 25 | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,968 | 11,394.0 | 9,099.3 | 11,115.3 | 16,827.0 | 11,670.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 6,992.1 | 6,494.1 | 4,850.3 | 6,906.3 | 1,949.9 | 7,099.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,745.7 | 4,394.9 | 4,239.0 | 4,344.0 | 3,797.1 | 4,399.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cm³) | 2,113.3 | 2,113.3 | 2,160.0 | 2,160.0 | 2,113.3 | 2,116.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (t/cm³) | 2.243 | 2.083 | 1.960 | 1.994 | 1.795 | 2.074 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tasa (N°) | 5 | 56 | 20 | 52 | 32 | 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 190.2 | 197.2 | 93.4 | 93.3 | 95.1 | 94.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso suelo seco + tara (g) | 92.2 | 96.1 | 98.3 | 95.5 | 95.5 | 94.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de tara (g) | 25.3 | 30.8 | 24.4 | 14.4 | 22.7 | 23.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 6.0 | 6.07 | 3.64 | 4.82 | 7.50 | 10.28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco (g) | 66.93 | 67.34 | 35.72 | 30.78 | 62.84 | 62.74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de humedad (%) | 12.33 | 12.47 | 11.56 | 15.71 | 12.87 | 16.38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (t/cm³) | 1.377 | 1.339 | 1.200 | 1.400 | 1.381 | 1.344 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FECHA</th> <th rowspan="2">HORA</th> <th rowspan="2">TIEMPO</th> <th rowspan="2">DIAL</th> <th colspan="2">EXPANSION</th> <th rowspan="2">DIAL</th> <th colspan="2">EXPANSION</th> <th rowspan="2">DIAL</th> <th colspan="2">EXPANSION</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10/10/22</td> <td>12:48</td> <td>8</td> <td>3.32</td> <td>0.930</td> <td>0.00</td> <td>4.53</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> <td>4.30</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>10/10/22</td> <td>12:48</td> <td>24</td> <td>3.34</td> <td>0.937</td> <td>0.00</td> <td>4.52</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> <td>4.34</td> <td>0.001</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>10/10/22</td> <td>12:52</td> <td>48</td> <td>3.26</td> <td>0.931</td> <td>0.00</td> <td>4.51</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> <td>4.17</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>20/10/22</td> <td>12:58</td> <td>72</td> <td>3.26</td> <td>0.931</td> <td>0.00</td> <td>4.54</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> <td>4.15</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>20/10/22</td> <td>13:04</td> <td>96</td> <td>3.26</td> <td>0.931</td> <td>0.00</td> <td>4.54</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> <td>4.15</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table> | FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | mm | % | mm | % | mm | % | 10/10/22 | 12:48 | 8 | 3.32 | 0.930 | 0.00 | 4.53 | 0.000 | 0.00 | 4.30 | 0.000 | 0.00 | 10/10/22 | 12:48 | 24 | 3.34 | 0.937 | 0.00 | 4.52 | 0.000 | 0.00 | 4.34 | 0.001 | 0.00 | 10/10/22 | 12:52 | 48 | 3.26 | 0.931 | 0.00 | 4.51 | 0.000 | 0.00 | 4.17 | 0.000 | 0.00 | 20/10/22 | 12:58 | 72 | 3.26 | 0.931 | 0.00 | 4.54 | 0.000 | 0.00 | 4.15 | 0.000 | 0.00 | 20/10/22 | 13:04 | 96 | 3.26 | 0.931 | 0.00 | 4.54 | 0.000 | 0.00 | 4.15 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | | | | | HORA | TIEMPO | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | mm | % | mm | % | | | mm | | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/10/22 | 12:48 | 8 | 3.32 | 0.930 | 0.00 | 4.53 | 0.000 | 0.00 | 4.30 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/10/22 | 12:48 | 24 | 3.34 | 0.937 | 0.00 | 4.52 | 0.000 | 0.00 | 4.34 | 0.001 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/10/22 | 12:52 | 48 | 3.26 | 0.931 | 0.00 | 4.51 | 0.000 | 0.00 | 4.17 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20/10/22 | 12:58 | 72 | 3.26 | 0.931 | 0.00 | 4.54 | 0.000 | 0.00 | 4.15 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20/10/22 | 13:04 | 96 | 3.26 | 0.931 | 0.00 | 4.54 | 0.000 | 0.00 | 4.15 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">PENETRACION mm</th> <th rowspan="3">CARGA STAND. kg/cm²</th> <th colspan="4">MOLDE N° 20</th> <th colspan="4">MOLDE N° 75</th> <th colspan="4">MOLDE N° 22</th> </tr> <tr> <th colspan="2">CARGA</th> <th colspan="2">CORRECCION</th> <th colspan="2">CARGA</th> <th colspan="2">CORRECCION</th> <th colspan="2">CARGA</th> <th colspan="2">CORRECCION</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>kg</th> <th>kg</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>kg</th> <th>kg</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>kg</th> <th>kg</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.300</td> <td></td> <td>0.8</td> <td>0.8</td> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.625</td> <td></td> <td>2.1</td> <td>212.8</td> <td></td> <td></td> <td>1.7</td> <td>168.2</td> <td></td> <td></td> <td>1.3</td> <td>124.6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.250</td> <td></td> <td>4.8</td> <td>497.8</td> <td></td> <td></td> <td>3.2</td> <td>338.6</td> <td></td> <td></td> <td>2.1</td> <td>216.4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.875</td> <td></td> <td>6.7</td> <td>670.4</td> <td></td> <td></td> <td>4.6</td> <td>460.0</td> <td></td> <td></td> <td>3.2</td> <td>320.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.500</td> <td>70.0</td> <td>7.8</td> <td>790.3</td> <td>899.1</td> <td>56.0</td> <td>7.1</td> <td>729.8</td> <td>993.8</td> <td>49.1</td> <td>3.7</td> <td>376.0</td> <td>899.1</td> <td>22.9</td> </tr> <tr> <td>3.125</td> <td></td> <td>16.4</td> <td>1653.4</td> <td></td> <td></td> <td>8.1</td> <td>829.2</td> <td></td> <td></td> <td>4.5</td> <td>467.6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.810</td> <td></td> <td>12.4</td> <td>1263.0</td> <td></td> <td></td> <td>6.6</td> <td>661.2</td> <td></td> <td></td> <td>3.5</td> <td>365.3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.300</td> <td>106.7</td> <td>16.1</td> <td>1663.0</td> <td>1681.6</td> <td>77.9</td> <td>11.7</td> <td>1190.0</td> <td>1205.7</td> <td>53.5</td> <td>6.3</td> <td>666.5</td> <td>687.2</td> <td>32.2</td> </tr> <tr> <td>7.525</td> <td></td> <td>23.6</td> <td>2399.2</td> <td></td> <td></td> <td>15.0</td> <td>1500.0</td> <td></td> <td></td> <td>8.4</td> <td>861.4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.100</td> <td></td> <td>24.2</td> <td>2469.0</td> <td></td> <td></td> <td>16.3</td> <td>1601.1</td> <td></td> <td></td> <td>8.6</td> <td>875.3</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | PENETRACION mm | CARGA STAND. kg/cm² | MOLDE N° 20 | | | | MOLDE N° 75 | | | | MOLDE N° 22 | | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | mm | kg | kg | % | mm | kg | kg | % | mm | kg | kg | % | 0.300 | | 0.8 | 0.8 | | | 0.8 | 0.0 | | | 0.8 | 0.0 | | | 0.625 | | 2.1 | 212.8 | | | 1.7 | 168.2 | | | 1.3 | 124.6 | | | 1.250 | | 4.8 | 497.8 | | | 3.2 | 338.6 | | | 2.1 | 216.4 | | | 1.875 | | 6.7 | 670.4 | | | 4.6 | 460.0 | | | 3.2 | 320.0 | | | 2.500 | 70.0 | 7.8 | 790.3 | 899.1 | 56.0 | 7.1 | 729.8 | 993.8 | 49.1 | 3.7 | 376.0 | 899.1 | 22.9 | 3.125 | | 16.4 | 1653.4 | | | 8.1 | 829.2 | | | 4.5 | 467.6 | | | 3.810 | | 12.4 | 1263.0 | | | 6.6 | 661.2 | | | 3.5 | 365.3 | | | 5.300 | 106.7 | 16.1 | 1663.0 | 1681.6 | 77.9 | 11.7 | 1190.0 | 1205.7 | 53.5 | 6.3 | 666.5 | 687.2 | 32.2 | 7.525 | | 23.6 | 2399.2 | | | 15.0 | 1500.0 | | | 8.4 | 861.4 | | | 10.100 | | 24.2 | 2469.0 | | | 16.3 | 1601.1 | | | 8.6 | 875.3 | | | | | | | | | | |
| PENETRACION mm | | | CARGA STAND. kg/cm² | MOLDE N° 20 | | | | MOLDE N° 75 | | | | MOLDE N° 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | mm | kg | | kg | % | mm | kg | kg | % | mm | kg | kg | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.300 | | 0.8 | 0.8 | | | 0.8 | 0.0 | | | 0.8 | 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.625 | | 2.1 | 212.8 | | | 1.7 | 168.2 | | | 1.3 | 124.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.250 | | 4.8 | 497.8 | | | 3.2 | 338.6 | | | 2.1 | 216.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.875 | | 6.7 | 670.4 | | | 4.6 | 460.0 | | | 3.2 | 320.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.500 | 70.0 | 7.8 | 790.3 | 899.1 | 56.0 | 7.1 | 729.8 | 993.8 | 49.1 | 3.7 | 376.0 | 899.1 | 22.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.125 | | 16.4 | 1653.4 | | | 8.1 | 829.2 | | | 4.5 | 467.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.810 | | 12.4 | 1263.0 | | | 6.6 | 661.2 | | | 3.5 | 365.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.300 | 106.7 | 16.1 | 1663.0 | 1681.6 | 77.9 | 11.7 | 1190.0 | 1205.7 | 53.5 | 6.3 | 666.5 | 687.2 | 32.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.525 | | 23.6 | 2399.2 | | | 15.0 | 1500.0 | | | 8.4 | 861.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.100 | | 24.2 | 2469.0 | | | 16.3 | 1601.1 | | | 8.6 | 875.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  Jhonny A. Sandoval Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Worme M* : 00104
 Fecha de Emisión : 06/10/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yucacinta

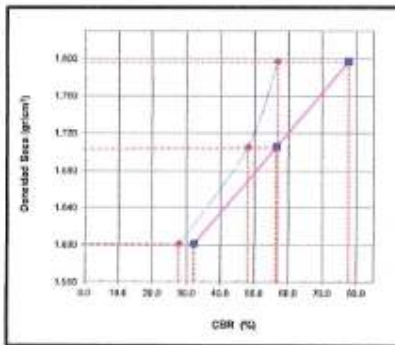
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / TR-2 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.5 / 1/20 minutos

CLASIF. (SUCS) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena fina graduada con goma

CLASIF. (AASHTO) : A-3-a (0)

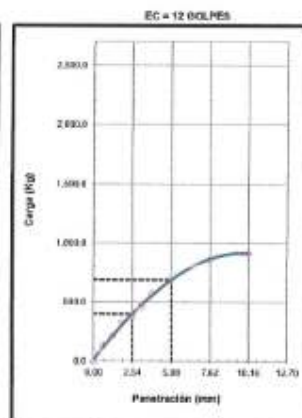
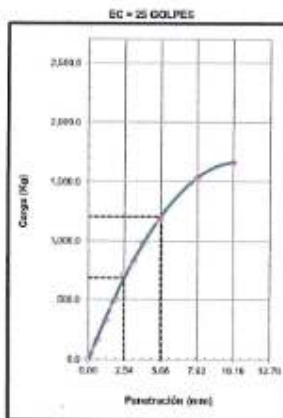
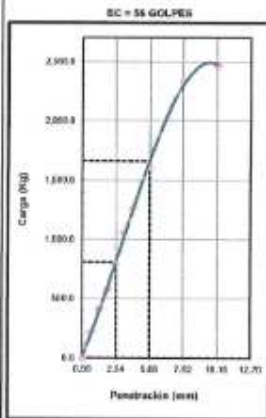


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.807
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.717

| | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 57.2 | 0.2" | 60.2 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 0.1" | 49.6 | 0.2" | 50.2 |

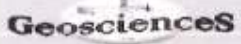
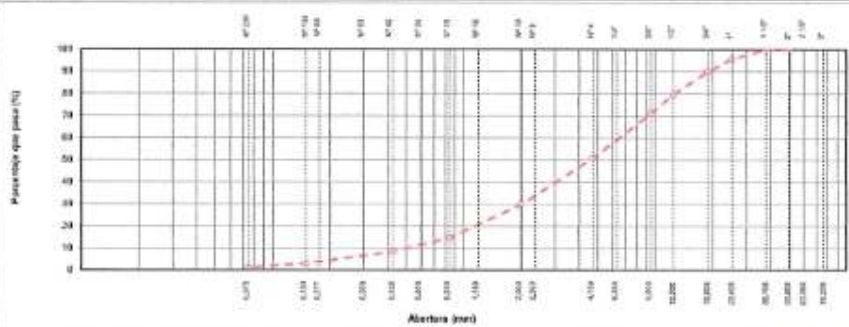

RESULTADOS CBR a 0.1"
 VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 57.2 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 49.6 (%)




OBSERVACIONES:









Stevens A. Sonabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204063




TR - 3

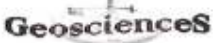
| | | | | | | |
|---|--|--------------------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | UNA NUEVA VISION DE INGENIEROS | | Nº. ENSAYO Nº 834 | | | |
| | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TANÍZADO (ASTM D422 - MTC E187 - MTC E204 - ASTM C136) | | REALIZADO POR: R.C.S. | | | |
| | | | REMISADO POR: S.S.S. | | | |
| PROYECTO | "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | Fecha: 04/11/2022 | | | |
| UBICACIÓN | C.P. Veracruz - distrito de Simca - provincia de Jaqui | | | | | |
| SOLICITANTE | Bach. WILLIAM HOND CLAYTON JHORATAN | | | | | |
| CLIENTE | S. S. S. | | | | | |
| CANTERA | TR - 3 | COORDENADAS | 156107 E, 0400583 N | | | |
| PROFUND. | 0.8 m. | MUESTRA | M - 1 | | | |
| | | PESO INICIAL SECO | 2083.64 gr. | | | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUPO, FINO Y GLOBAL MTC E 204 - 2016 | | | | | | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO | PORCENTAJE | REQUERIDO | REQUERIDO | REQUERIDO |
| | mm | g | % | % | % | % |
| 2" | 75.240 | | | | | |
| 3/16" | 40.250 | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | |
| 1/2" | 38.100 | | | | | 100.0 |
| 75" | 25.400 | 93.55 | 4.5 | 4.5 | | 95.5 |
| 30" | 19.000 | 115.32 | 5.5 | 70.0 | | 90.0 |
| 10" | 12.500 | 217.01 | 10.4 | 20.4 | | 79.6 |
| 80" | 6.300 | 177.06 | 8.5 | 28.9 | | 71.1 |
| 10" | 6.300 | 359.42 | 17.4 | 41.3 | | 58.7 |
| Nº 4 | 4.750 | 160.30 | 7.7 | 49.0 | | 51.0 |
| Nº 9 | 2.000 | 360.10 | 17.2 | 66.2 | | 33.8 |
| Nº 15 | 2.000 | 63.77 | 4.8 | 70.2 | | 29.8 |
| Nº 15 | 1.180 | 205.96 | 9.9 | 60.1 | | 39.9 |
| Nº 30 | 0.600 | 107.03 | 5.1 | 65.2 | | 34.8 |
| Nº 30 | 0.600 | 74.89 | 3.6 | 68.5 | | 31.5 |
| Nº 60 | 0.250 | 57.79 | 2.8 | 67.6 | | 32.4 |
| Nº 60 | 0.300 | 48.71 | 2.3 | 65.9 | | 34.1 |
| Nº 90 | 0.175 | 53.25 | 2.6 | 66.4 | | 33.6 |
| Nº 100 | 0.150 | 11.86 | 0.6 | 66.0 | | 34.0 |
| Nº 200 | 0.075 | 38.26 | 1.7 | 66.7 | | 33.3 |
| < Nº 200 | FONDO | 27.79 | 1.3 | 100.0 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO MTC E 100 - 2016 | | | | | | |
| Peso del Recipiente + Suelo (Humedo) | (g) | 163.27 | | | | |
| Peso del Recipiente + Suelo Seco | (g) | 157.54 | | | | |
| Peso del Agua | (g) | 5.73 | | | | |
| Peso del Recipiente | (g) | 29.30 | | | | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 125.23 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 6.72 | | | | |
| FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO | | | | | | |
| Tamaño Máximo | mm - espesor | 1.18" | | | | |
| Porcentaje de Grava 2" > N° 4 | (%) | 49.6 | | | | |
| Porcentaje de Arena N° 200 < N° 4 | (%) | 48.7 | | | | |
| Porcentaje que Pasa la Malla N° 200 | (%) | 1.3 | | | | |
| CLASIFICACIÓN DE SUELOS | | DESCRIPCIÓN SUCS | | | | |
| USCS | ASTM D 2487 | SW | Arenas limpias de muy gruesa | | | |
| AASHTO | ASTM D 2922 | A-1-0 (B) | | | | |
| LÍQUIDO, L, PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016 | | | | | | |
| Límite Líquido (LL) | 23.6 | | | | | |
| Límite Plástico (LP) | 26.5 | | | | | |
| Índice Plástico (PI) | 3.4 | | | | | |
| CURVA GRANULOMÉTRICA | | | | | | |
|  | | | | | | |
| Notas: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | | | | |
|  Silvana A. Sambría Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | | | | |

| | | | |
|---|---|--|-------|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | Nº. BRAYD Nº 004 REALIZADO POR: H.C.S REVISADO POR: S.S.R. | |
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 D 4318) (ASTM | | |
| PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | Fecha: 01/11/2023 | |
| UBICACIÓN : C.P. Yuracocha- distrito de Sincos - provincia de Jauja SOLICITANTE : Bach. MILLAN ROMO CLENIN JHONATAN | | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA : TR - 3 PROFUND. : 0.8 m. | COORDENADAS : 450487 E, 8683583 N MUESTRA : M - 1 | | |
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 119) | | | |
| Nº TARRIO | 9 | 25 | 11 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 23.67 | 30.03 | 21.15 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 23.87 | 28.50 | 19.36 |
| PESO DE AGUA | 2.00 | 1.00 | 1.77 |
| PESO DEL TARRO | 12.71 | 21.00 | 12.58 |
| PESO DEL SUELO SECO | 13.16 | 6.90 | 6.70 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 21.27 | 23.04 | 26.06 |
| NUMERO DE GOLPES | 33 | 27 | 26 |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | |
| Nº TARRO | 5 | 26 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 14.20 | 23.43 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 14.01 | 23.22 | |
| PESO DE AGUA | 0.25 | 0.29 | |
| PESO DEL TARRO | 12.70 | 21.04 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.2 | 1.3 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 20.9 | 20.1 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | | OBSERVACIONES | |
| LIMITE LIQUIDO | 23.8 | | |
| LIMITE PLASTICO | 20.5 | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 3.4 | | |
| Notas: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  WILLIAMS A. Samorina Sosa INGENIERO CIVIL CIR 204003 | | | |

|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | NO. ORDEN N° 024 | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-------|----------------|------|-----------------|------|-----------------------|-----|---|---------------|--|
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 D 4318 | (ASTM) REALIZADO POR: H.C.S REVISADO POR: E.S.S. | | | | | | | | | | |
| PROYECTO | "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | Fecha: 01/11/2022 | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | C.P. Yampoucho- distrito de Sintos - provincia de Jaén | | | | | | | | | | | |
| SOLICITANTE | Bach. MALLAN ROMO CLENIN JHONATAN | | | | | | | | | | | |
| E. Datos Generales | | | | | | | | | | | | |
| CANTERA | TR - 3 1:2.5 (aditivocagua) | COORDENADAS | | | | | | | | | | |
| PROFUND. | 0.8 m. | MUESTRA | | | | | | | | | | |
| | | M - 1 | | | | | | | | | | |
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 119) | | | | | | | | | | | | |
| N° TARRIO | 24 | 27 | 26 | | | | | | | | | |
| PESO TARRIO + SUELO HUMEDO | 34.08 | 43.75 | 28.00 | | | | | | | | | |
| PESO TARRIO + SUELO SECO | 32.38 | 41.80 | 34.70 | | | | | | | | | |
| PESO DE AGUA | 1.71 | 1.95 | 2.07 | | | | | | | | | |
| PESO DEL TARRIO | 24.04 | 33.84 | 27.10 | | | | | | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | 7.74 | 8.17 | 7.05 | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 22.06 | 23.94 | 27.20 | | | | | | | | | |
| NUMERO DE GOLPES | 22 | 28 | 26 | | | | | | | | | |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | | | | | | | | | | |
| N° TARRIO | 31 | 30 | | | | | | | | | | |
| PESO TARRIO + SUELO HUMEDO | 28.16 | 28.63 | | | | | | | | | | |
| PESO TARRIO + SUELO SECO | 19.99 | 20.33 | | | | | | | | | | |
| PESO DE AGUA | 0.27 | 0.23 | | | | | | | | | | |
| PESO DEL TARRIO | 18.01 | 18.17 | | | | | | | | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.3 | 1.1 | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 21.4 | 20.7 | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LIMITE LIQUIDO</td> <td>24.8</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLASTICO</td> <td>20.7</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD</td> <td>3.9</td> </tr> </tbody> </table> | | CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | | LIMITE LIQUIDO | 24.8 | LIMITE PLASTICO | 20.7 | INDICE DE PLASTICIDAD | 3.9 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table> | OBSERVACIONES | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | |
| LIMITE LIQUIDO | 24.8 | | | | | | | | | | | |
| LIMITE PLASTICO | 20.7 | | | | | | | | | | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 3.9 | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Notas: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | | | | | | | | | | |
|  Stevens A. Sawaibria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204603 | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|-------|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | INF. ENSAYO N° 924 | |
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318) | REALIZADO POR: K.C.S. REMISADO POR: E.E.E. | |
| PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | Fecha: 01/11/2022 | | |
| UBICACIÓN : C.P. Yuracocha- distrito de Sines - provincia de Jaén SOLICITANTE : Dsch. MILLAN ROMO CLERIN JHONATAN | | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA : TR - 3 1:4 (aditivo/aqua) PROFUND. : 0.8 m. | COORDENADAS : 450487 E, 8863583 N MUESTRA : H - 1 | | |
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 110) | | | |
| N° TARRO | 25 | 25 | 25 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 40.44 | 32.95 | 31.27 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 36.93 | 31.64 | 29.92 |
| PESO DE AGUA | 2.41 | 1.92 | 1.05 |
| PESO DEL TARRO | 27.70 | 23.20 | 23.94 |
| PESO DEL SUELO SECO | 10.26 | 7.95 | 6.98 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 23.50 | 24.44 | 27.23 |
| NUMERO DE GOLPES | 30 | 25 | 19 |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | |
| N° TARRO | 27 | 27 | 27 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 29.95 | 25.46 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 29.61 | 25.11 | |
| PESO DE AGUA | 0.34 | 0.34 | |
| PESO DEL TARRO | 27.83 | 22.46 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.7 | 1.8 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 20.5 | 21.1 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | | OBSERVACIONES | |
| LIMITE LIQUIDO | 24.8 | | |
| LIMITE PLASTICO | 20.8 | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 4.1 | | |
| Notas: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  Stevens A. Sotolongo Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204670 | | | |

| | | | |
|---|---|---|-------|
|  | UNA NUEVA VISIÓN DE INGENIERÍA | INF. SERIADO N° 9124 | |
| | LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318) | REALIZADO POR: B.C.S. REVISADO POR: S.S.E. | |
| PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase" | | Fecha: 01/11/2022 | |
| UBICACIÓN : C.P. Yuracocha- distrito de Sincos - provincia de Jauja SOLICITANTE : Bach. HILLAN ROMO CLENIN JHONATAN | | | |
| I. Datos Generales | | | |
| CANTERA : TR - 3 1:4.5 (aditivación) | | COORDENADAS : 490467 E, 8683583 N | |
| PROFUND. : 0.8 m. | | MUESTRA : N - 1 | |
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 118) | | | |
| N° TARRO | 20 | 22 | 35 |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 28.54 | 43.41 | 47.12 |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 26.62 | 40.97 | 44.61 |
| PESO DE AGUA | 1.92 | 2.44 | 2.01 |
| PESO DEL TARRO | 19.27 | 30.59 | 35.26 |
| PESO DEL SUELO SECO | 7.36 | 9.98 | 9.25 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 22.79 | 24.44 | 28.21 |
| NUMERO DE GOLPES | 34 | 26 | 17 |
| LIMITE PLASTICO (MTC E 111) | | | |
| N° TARRO | 72 | 70 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | 26.11 | 26.84 | |
| PESO TARRO + SUELO SECO | 26.80 | 25.53 | |
| PESO DE AGUA | 0.31 | 0.31 | |
| PESO DEL TARRO | 24.13 | 24.64 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 1.5 | 1.5 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 21.0 | 20.0 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES | | | |
|  | | | |
| CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA | | OBSERVACIONES | |
| LIMITE LIQUIDO | 25.1 | | |
| LIMITE PLASTICO | 20.9 | | |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 4.2 | | |
| Notas Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante. | | | |
|  Steven A. Samadriga Soto INGENIERO CIVIL C.P. 20400 | | | |

| | | | |
|---|--|------------------|------------|
|  | GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES | Informe N° | 124 |
| | | Fecha de Emisión | 01/11/2022 |
| | | Realizado por | H.C.S. |
| | | Revisado por | G.S.S. |

PROYECTO

"El pavimento y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de rotura"

UBICACIÓN C.P. Yucuncho-dobla

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA TR-2 (N-1)
 COORDENADAS UTM : 456487 E, 983352 N

PESO MUESTRA : 20.2250 g
 PESO MUESTRA DE ENSAYO : 6.417 g

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR PARTICULAS CHATAS, PARTICULAS ALARGADAS, O PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO
 MTC E 233-2016

A) PARTICULAS CHATAS - RELACIÓN 1 EN 3

| ABERTURAMILLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTICULAS | PARTÍCULAS CHATAS (N) | PARTÍCULAS CHATAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PORCENTO DE PART. CHATAS |
|---------------|------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 210" | 2" | | | | | | |
| 2" | 150" | | | | | | |
| 110" | 1" | 470.1 | 2 | 18.00 | 3.8 | 19.5 | 9.2 |
| 7" | 30" | 1.861.1 | 1 | 4.00 | 0.2 | 18.1 | 1.0 |
| 30" | 50" | 2.841.7 | 2 | 11.20 | 0.8 | 35.5 | 2.6 |
| 10" | 30" | 822.6 | 0 | 0.00 | 0.0 | 19.5 | 0.0 |
| | | | | TOTAL | 1.2 | 90.0 | 3.8 |
| | | | | | | PARTÍCULAS CHATAS (%) | 0.3% |

B) PARTICULAS ALARGADAS - RELACIÓN 1 EN 3

| ABERTURAMILLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTICULAS | PARTÍCULAS ALARGADAS (N) | PARTÍCULAS ALARGADAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PORCENTO DE PART. ALARGADAS |
|---------------|------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 210" | 2" | | | | | | |
| 2" | 150" | | | | | | |
| 110" | 1" | 470.1 | 0 | 0.00 | 0.0 | 15.5 | 0.0 |
| 1" | 30" | 1.227.3 | 1 | 2.00 | 0.4 | 18.1 | 1.6 |
| 30" | 50" | 2.841.7 | 2 | 13.00 | 0.7 | 35.5 | 2.6 |
| 10" | 30" | 822.6 | 1 | 4.10 | 0.5 | 19.5 | 1.1 |
| | | | | TOTAL | 1.8 | 100.0 | 4.9 |
| | | | | | | PARTÍCULAS ALARGADAS (%) | 0.3% |

C) PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS - RELACIÓN 1 EN 3

| ABERTURAMILLA | | PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g) | NÚMERO DE PARTICULAS | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (N) | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | GRADACIÓN ORIGINAL (%) | PORCENTO DE PART. CHATAS Y ALARGADAS |
|---------------|------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| PASA | RET. | | | | | | |
| 210" | 2" | | | | | | |
| 2" | 150" | | | | | | |
| 110" | 1" | 470.1 | 0 | 0.00 | 0.0 | 19.5 | 0.0 |
| 1" | 30" | 1.861.1 | 1 | 2.20 | 0.4 | 18.1 | 1.6 |
| 30" | 50" | 2.841.7 | 1 | 4.00 | 0.2 | 35.5 | 1.2 |
| 10" | 30" | 822.6 | 0 | 0.00 | 0.0 | 19.5 | 0.0 |
| | | | | TOTAL | 6.2 | 100.0 | 14.8 |
| | | | | | | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | 0.1% |

OBSERVACIONES


S. Peters A. Sonabria Saiz
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 204093

| | | | |
|---|--|------------------|--------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° | : 134 |
| | | Fecha de Emisión | : 01/11/2022 |
| | | Realizado por | : H.C.S |
| | | Revisado por | : S.B.S. |

PROYECTO: "Digitalizar y actualizar en los proyectos de obras pendientes para su uso como material de soporte" UBICACIÓN: C.P. Yaracuma-d

REFERENCIAS DE LA MUESTRA


IDENTIFICACION: CANTERA TN-3 / M-1 PESO DE MUESTRA RECP: 304 kg
 COORDENADAS UTM: 45047 E, 800583 N

AGREGADO TRATADO (TRITURADO):

| MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MAYORES DE 19mm (3/4") POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES MTC E 207-2016 | | | | | | | | | |
|--|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|--------------------------------------|---|---|--|
| MÉTODO | | PESOS Y GRANULOMETRÍAS REQUERIDOS (g) | | | | PESOS Y GRANULOMETRÍAS EMPLEADOS (g) | | | |
| PASA TAM2 | RETENE TAM2 | 1 | 2 | 3 | - | 1 | 2 | 3 | |
| 3" | 2 1/2" | 2 500 ± 50 | - | | | 2489 | | | |
| 2 1/2" | 2" | 2 500 ± 50 | - | - | | 2588 | | | |
| 2" | 1 1/2" | 5 000 ± 50 | 5 000 ± 50 | - | | 5083 | | | |
| 1 1/2" | 1" | - | 5 000 ± 25 | 5 000 ± 25 | | | | | |
| 1" | 3/4" | - | - | 5 000 ± 25 | | | | | |
| PESO TOTAL | | 10 000 ± 100 | 10 000 ± 75 | 10 000 ± 50 | | 10010 | | | |
| N° de esferas | | 12 | 12 | 12 | | 12 | | | |
| Peso de las esferas | | 5 002 g | 5 002 g | 5 002 g | | 5002 g | | | |
| | | Peso retenido en la malla N° 12 (g) | | | | 7387 | | | |
| | | Peso pasa en la malla N° 12 (g) | | | | 2453 | | | |
| | | % Desgaste | | | | 24.5 | | | |

observaciones:


Silverio A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° : 124 |
| | | Fecha de Emisión : 01/11/2022 |
| | | Realizado por : H.C.S |
| | | Revisado por : S.S.S. |

PROYECTO : "El palmero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"

UBICACIÓN : C.P. Yuracancha- distrito

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA TR - 3 / M-1

PESO DE MUESTRA RECEP. : 85.4 kg


COORDENADAS UTM : 450487 E, 8683683 N

| METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA MTC E 219 - 2016 | | | |
|---|--------------------|---------|---------------|
| IDENTIFICACIÓN | AGREGADO GRUESO | | RESULTADO (%) |
| | SALES SOLUBLES (%) | | |
| N° DE ENSAYO | 1 | 2 | |
| PESO INICIAL (BIKER DE 100 ml) (g) | 47.8137 | 47.2749 | 0.0456 |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA (ml) | 69.1501 | 62.0279 | |
| PESO FINAL (BIKER DE 100 ml) + SALES (g) | 47.8294 | 47.2894 | |
| CONTENIDO DE SALES (%) | 0.0472 | 0.0435 | |

OBSERVACIONES:



Miriam A. Sarabia Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° : 124 |
| | | Fecha de Emisión : 01/11/2022 |
| | | Realizado por : H.C.S |
| | | Revisado por : S.S.S. |

PROYECTO : "El pedimero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"

UBICACIÓN : C.P. Yuracancha - distrito

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA TR - 3 / M-1

PESO DE MUESTRA RECEP. : 85.4 kg


COORDENADAS UTM : 450487 E, 8683683 N

AGREGADO NATURAL :

| MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS MTC E 114 - 2016 | | | | | |
|--|------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| DESCRIPCIÓN | | N° DE ENSAYO | | | RESULTADO (%) |
| | | 1 | 2 | 3 | |
| TAMAÑO MÁXIMO DE PARTÍCULA DE ENSAYO | (mm) | 4.750 | | | 26.0 |
| HORA DE ENTRADA A SATURACIÓN | (hh:mm:ss) | 11:37:00 a. m. | 11:42:00 a. m. | 11:45:00 a. m. | |
| HORA DE SALIDA DE SATURACIÓN (MAS 10') | (hh:mm:ss) | 11:47:00 a. m. | 11:52:00 a. m. | 11:55:00 a. m. | |
| HORA DE ENTRADA A DECANTACIÓN | (hh:mm:ss) | 11:51:00 a. m. | 11:56:00 a. m. | 12:00:00 p. m. | |
| HORA DE SALIDA DE DECANTACIÓN (MAS 20') | (hh:mm:ss) | 12:11:00 p. m. | 12:14:00 p. m. | 12:20:00 p. m. | |
| ALTURA MÁXIMA DE MATERIAL FINO | (mlg.) | 10.5 | 9.8 | 9.7 | |
| ALTURA MÁXIMA DE LA ARENA | (mlg.) | 3.8 | 3.7 | 3.5 | |
| EQUIVALENTE DE ARENA | (%) | 37.0 | 36.0 | 37.0 | |

OBSERVACIONES:


Steven A. Sambrino Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Informe N° : 124 |
| | | Fecha de Emisión : 01/11/2022 |
| | | Realizado por : N.C.S |
| | | Revisado por : S.S.S. |

PROYECTO : "El peñero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"

UBICACIÓN : C.P. Yuracancha- distrito

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANERA TR - 3 / M-1
COORDINADAS UTM : 450467 E. 883353 N


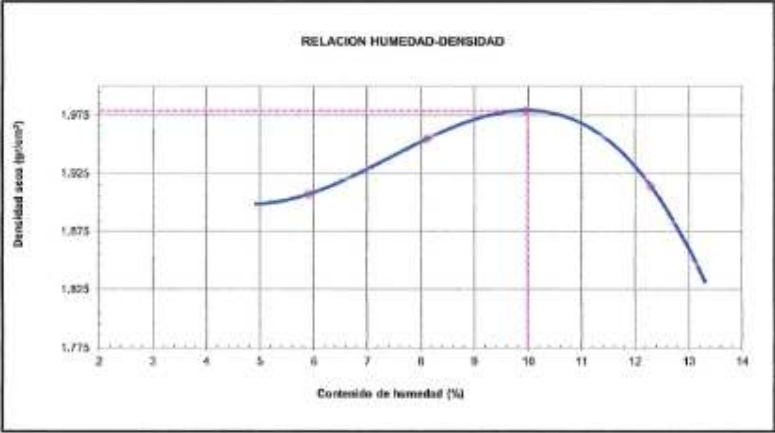

PESO DE MUESTRA RECEP. : 65.4 kg

| MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA MTC E 219 - 2016 | | | | |
|---|------|--------------------|---------|---------------|
| IDENTIFICACIÓN | | AGREGADO FINO | | |
| | | SALES SOLUBLES (%) | | RESULTADO (%) |
| N° DE ENSAYO | | 1 | 2 | 0.0360 |
| PESO INICIAL (BIKER DE 100 ml) | (g) | 27.4190 | 27.3223 | |
| VOLUMEN DE SOLUCIÓN EMPLEADA | (ml) | 55.0450 | 46.9664 | |
| PESO FINAL (BIKER DE 100 ml) + SALES | (g) | 27.4320 | 27.3326 | |
| CONTENIDO DE SALES | (%) | 0.0360 | 0.0365 | |

OBSERVACIONES:



Silvana A. Suardita Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204603

| | | | | | | |
|--|--|----------|----------|----------|--|---|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | | | INF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 06/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | | | | UBICACIÓN : C.P. Yucaycha | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROCEDENCIA : SW / TR-3 / M-01 | | | | | CLASF. (SUCS) : SW | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava | | | | | CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (I) | |
| Método C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 10,464.4 | 10,570.1 | 10,501.0 | 10,176.1 | |
| Peso molde | gr | 5,980.0 | 5,990.0 | 5,990.0 | 5,990.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,484.4 | 4,580.1 | 4,521.0 | 4,186.1 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 2,143 | 2,115 | 2,175 | 2,036 | |
| Recipiente N° | | 05 | 2 | 23 | 05 | |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 122.30 | 136.40 | 102.04 | 108.47 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 114.70 | 130.19 | 98.15 | 104.74 | |
| Tara | gr | 62.00 | 63.71 | 40.12 | 41.62 | |
| Peso de agua | gr | 7.60 | 6.21 | 4.89 | 3.74 | |
| Peso del suelo seco | gr | 61.77 | 76.48 | 58.04 | 63.12 | |
| Contenido de agua | % | 12.34 | 8.12 | 8.50 | 5.91 | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.914 | 1.885 | 1.978 | 1.907 | |
| | | | | | Densidad máxima (g/cm ³) : 1.978 Humedad óptima (%) : 8.50 | |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | | |
|  Stevens A. Samabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | | | | |



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1557)

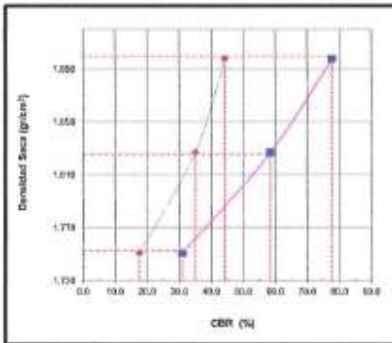
PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yuracocha

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / TR-2 / M-31
 DESCRIPCIÓN : Arena fina graduada con grava

CLASIF. (UNCS) : SW
 CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (2)

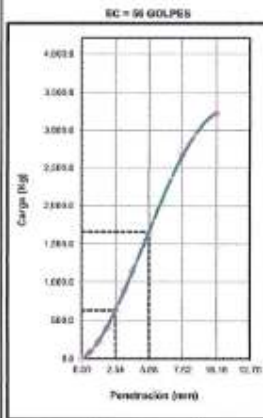


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.37
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 16.0
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.25

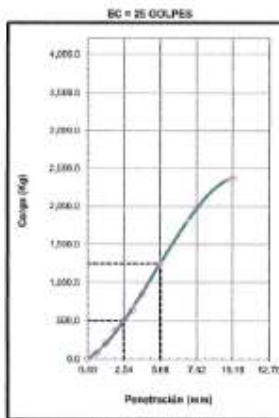
| | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 46.2 | 0.2" | 51.8 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 0.1" | 42.6 | 0.2" | 47.8 |

RESULTADOS CBR a 0.1":
 VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 46.2 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 42.6 (%)

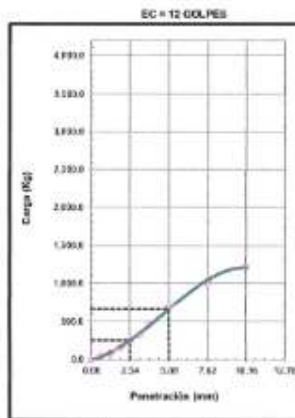
OBSERVACIONES:



CBR (0.1") : 41.2%
 CBR (0.2") : 37.8%


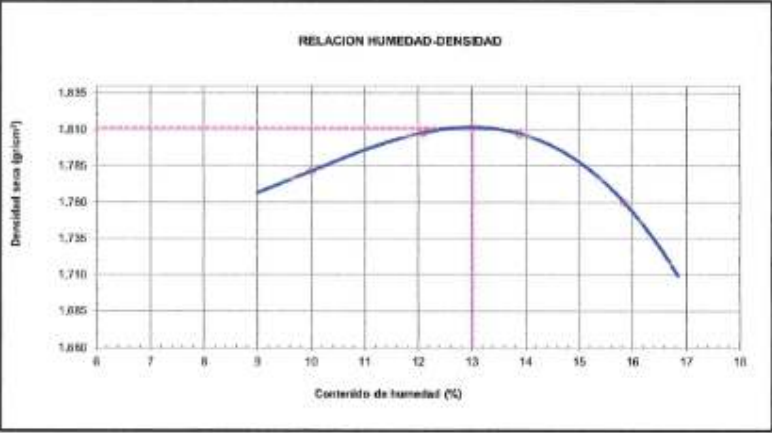




CBR (0.1") : 33.6%
 CBR (0.2") : 32.5%




CBR (0.1") : 15.7%
 CBR (0.2") : 21.1%

Stevens A. Sumbria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 204003

| | | | | | | |
|--|--|----------|--|----------|----------|----------|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | INF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 06/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | | | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | UBICACIÓN : C.P. Yaracocha | | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROVENIENCIA : SW/ TR-2/ M-1 (AGUA - ADITIVO) 3.5 : 1 : 20 minutos | | | CLASIF. (SUCS) : SW | | | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava | | | CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (II) | | | |
| Método C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 5,081.0 | 16,129.0 | 30,105.0 | 18,194.4 | |
| Peso molde | gr | 5,099.0 | 5,919.0 | 5,918.9 | 5,919.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,372.0 | 4,210.0 | 4,276.0 | 4,254.4 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 1,980 | 2,027 | 2,056 | 2,009 | |
| Recipiente N° | | 19 | 9 | 95 | 93 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | gr | 116.84 | 113.60 | 95.50 | 121.56 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 110.85 | 104.79 | 88.71 | 109.93 | |
| Tara | gr | 26.46 | 31.91 | 23.41 | 26.76 | |
| Peso de agua | gr | 0.99 | 8.81 | 9.79 | 11.63 | |
| Peso del suelo seco | gr | 80.39 | 72.88 | 63.21 | 82.17 | |
| Contenido de agua | % | 12.31 | 12.08 | 15.80 | 14.28 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1.792 | 1.898 | 1.888 | 1.769 | |
| Densidad máxima (gr/cm³) | | | | | 1.812 | |
| Humedad óptima (%) | | | | | 13.8 | |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | |
|  Stevens A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 254603 | | | | | | |

|  | GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES | Informe N° : 00124 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-----------|------------------|------|-------------|--------|------------------|------|--|--------------------|----|--|----|--|----|--|-------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|----|----|----|----|----|---|------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|----------------------------|------|------|------|------|-------|-------|------------------|------|------|------|------|------|------|------------------|------|------|------|------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| | | Fecha de Emisión : 06/12/2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Realizado por : H.C.S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Revisado por : S.S.S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE. | UBICACIÓN : C.P. Yaracuma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IDENTIFICACIÓN : SW / TR-2 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 3.5 : 1 / 20 minutos | CLASF. (SUCE) : SW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava | CLASF. (AASHTO) : A-1-a (6) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Molde N°</th> <th colspan="2">20</th> <th colspan="2">76</th> <th colspan="2">27</th> </tr> <tr> <th>Capas N°</th> <th colspan="2">5</th> <th colspan="2">5</th> <th colspan="2">5</th> </tr> <tr> <th>Golpes por capa N°</th> <th colspan="2">66</th> <th colspan="2">25</th> <th colspan="2">12</th> </tr> <tr> <th>Condición de la muestra</th> <th>NO SATURADO</th> <th>SATURADO</th> <th>NO SATURADO</th> <th>SATURADO</th> <th>NO SATURADO</th> <th>SATURADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de molde + Suelo húmedo (g)</td> <td>11,396.4</td> <td>11,495.2</td> <td>11,028.6</td> <td>11,216.0</td> <td>11,299.3</td> <td>11,517.4</td> </tr> <tr> <td>Peso de molde (g)</td> <td>7,094.8</td> <td>7,095.3</td> <td>6,887.5</td> <td>6,887.5</td> <td>7,479.3</td> <td>7,474.7</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo húmedo (g)</td> <td>4,301.4</td> <td>4,400.1</td> <td>4,141.3</td> <td>4,328.7</td> <td>3,819.8</td> <td>4,042.7</td> </tr> <tr> <td>Volumen del molde (cm³)</td> <td>2,118.0</td> <td>2,118.0</td> <td>2,119.3</td> <td>2,119.0</td> <td>2,115.0</td> <td>2,118.6</td> </tr> <tr> <td>Densidad húmeda (g/cm³)</td> <td>2,029</td> <td>2,080</td> <td>1,953</td> <td>2,044</td> <td>1,792</td> <td>1,916</td> </tr> <tr> <td>Tare (N°)</td> <td>23</td> <td>51</td> <td>16</td> <td>35</td> <td>11</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo húmedo + tare (g)</td> <td>83.3</td> <td>77.8</td> <td>93.8</td> <td>98.8</td> <td>115.3</td> <td>123.2</td> </tr> <tr> <td>Peso suelo seco + tare (g)</td> <td>85.3</td> <td>71.7</td> <td>85.1</td> <td>88.3</td> <td>118.3</td> <td>118.5</td> </tr> <tr> <td>Peso de tare (g)</td> <td>32.3</td> <td>31.8</td> <td>24.6</td> <td>31.3</td> <td>26.8</td> <td>35.3</td> </tr> <tr> <td>Peso de agua (g)</td> <td>7.01</td> <td>6.22</td> <td>7.62</td> <td>8.73</td> <td>13.48</td> <td>12.28</td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco (g)</td> <td>10.32</td> <td>10.92</td> <td>10.41</td> <td>10.68</td> <td>13.35</td> <td>15.10</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (%)</td> <td>13.20</td> <td>15.32</td> <td>13.19</td> <td>15.04</td> <td>13.32</td> <td>16.61</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (g/cm³)</td> <td>1.883</td> <td>1.885</td> <td>1.788</td> <td>1.798</td> <td>1.589</td> <td>1.848</td> </tr> </tbody> </table> | Molde N° | 20 | | 76 | | 27 | | Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | | Golpes por capa N° | 66 | | 25 | | 12 | | Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,396.4 | 11,495.2 | 11,028.6 | 11,216.0 | 11,299.3 | 11,517.4 | Peso de molde (g) | 7,094.8 | 7,095.3 | 6,887.5 | 6,887.5 | 7,479.3 | 7,474.7 | Peso del suelo húmedo (g) | 4,301.4 | 4,400.1 | 4,141.3 | 4,328.7 | 3,819.8 | 4,042.7 | Volumen del molde (cm ³) | 2,118.0 | 2,118.0 | 2,119.3 | 2,119.0 | 2,115.0 | 2,118.6 | Densidad húmeda (g/cm ³) | 2,029 | 2,080 | 1,953 | 2,044 | 1,792 | 1,916 | Tare (N°) | 23 | 51 | 16 | 35 | 11 | 6 | Peso suelo húmedo + tare (g) | 83.3 | 77.8 | 93.8 | 98.8 | 115.3 | 123.2 | Peso suelo seco + tare (g) | 85.3 | 71.7 | 85.1 | 88.3 | 118.3 | 118.5 | Peso de tare (g) | 32.3 | 31.8 | 24.6 | 31.3 | 26.8 | 35.3 | Peso de agua (g) | 7.01 | 6.22 | 7.62 | 8.73 | 13.48 | 12.28 | Peso de suelo seco (g) | 10.32 | 10.92 | 10.41 | 10.68 | 13.35 | 15.10 | Contenido de humedad (%) | 13.20 | 15.32 | 13.19 | 15.04 | 13.32 | 16.61 | Densidad seca (g/cm ³) | 1.883 | 1.885 | 1.788 | 1.798 | 1.589 | 1.848 | | |
| Molde N° | 20 | | 76 | | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Capas N° | 5 | | 5 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Golpes por capa N° | 66 | | 25 | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,396.4 | 11,495.2 | 11,028.6 | 11,216.0 | 11,299.3 | 11,517.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 7,094.8 | 7,095.3 | 6,887.5 | 6,887.5 | 7,479.3 | 7,474.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,301.4 | 4,400.1 | 4,141.3 | 4,328.7 | 3,819.8 | 4,042.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,118.0 | 2,118.0 | 2,119.3 | 2,119.0 | 2,115.0 | 2,118.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2,029 | 2,080 | 1,953 | 2,044 | 1,792 | 1,916 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tare (N°) | 23 | 51 | 16 | 35 | 11 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso suelo húmedo + tare (g) | 83.3 | 77.8 | 93.8 | 98.8 | 115.3 | 123.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso suelo seco + tare (g) | 85.3 | 71.7 | 85.1 | 88.3 | 118.3 | 118.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de tare (g) | 32.3 | 31.8 | 24.6 | 31.3 | 26.8 | 35.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de agua (g) | 7.01 | 6.22 | 7.62 | 8.73 | 13.48 | 12.28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco (g) | 10.32 | 10.92 | 10.41 | 10.68 | 13.35 | 15.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de humedad (%) | 13.20 | 15.32 | 13.19 | 15.04 | 13.32 | 16.61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1.883 | 1.885 | 1.788 | 1.798 | 1.589 | 1.848 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17/11/2022 | 12:40 | 8 | 4.87 | 0.008 | 0.00 | 3.20 | 0.000 | 0.10 | 2.55 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18/11/2022 | 12:46 | 24 | 4.85 | 0.002 | 0.00 | 3.21 | 0.000 | 0.10 | 2.55 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18/11/2022 | 12:52 | 46 | 4.88 | 0.003 | 0.00 | 3.22 | 0.000 | 0.00 | 2.56 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20/11/2022 | 12:58 | 72 | 4.76 | 0.003 | 0.00 | 3.22 | 0.001 | 0.00 | 2.56 | 0.000 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20/11/2022 | 13:04 | 90 | 4.76 | 0.003 | 0.00 | 3.22 | 0.001 | 0.00 | 2.57 | 0.001 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION mm | CARGA STAND. kg/cm ² | MOLDE N° 25 | | | | MOLDE N° 76 | | | | MOLDE N° 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | CARGA KN | kg | CORRECCION kg | % | CARGA KN | kg | CORRECCION kg | % | CARGA KN | kg | CORRECCION kg | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.033 | | 6.0 | 6.0 | | | 6.8 | 6.8 | | | 9.0 | 9.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.035 | | 2.3 | 212.2 | | | 2.8 | 280.6 | | | 1.2 | 171.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.378 | | 4.3 | 428.3 | | | 4.4 | 465.7 | | | 2.3 | 281.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.885 | | 6.8 | 581.4 | | | 6.8 | 573.6 | | | 3.4 | 343.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.543 | 10.0 | 7.6 | 725.0 | 726.5 | 94.6 | 8.8 | 886.7 | 720.4 | 16.0 | 4.8 | 480.3 | 482.1 | 98.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.183 | | 8.4 | 555.5 | | | 8.1 | 826.6 | | | 5.5 | 542.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.819 | | 15.2 | 1142.1 | | | 9.8 | 983.9 | | | 6.5 | 651.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.883 | 100.1 | 33.8 | 1418.6 | 1461.3 | 99.5 | 11.7 | 1188.1 | 1168.2 | 16.0 | 7.8 | 857.3 | 765.7 | 37.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.623 | | 33.1 | 2389.5 | | | 14.8 | 1524.1 | | | 6.6 | 670.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.108 | | 33.5 | 2386.3 | | | 17.2 | 1752.0 | | | 15.8 | 1618.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Steven A. Sanabria Sosa
INGENIERO CIVIL
CIP. 204603



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

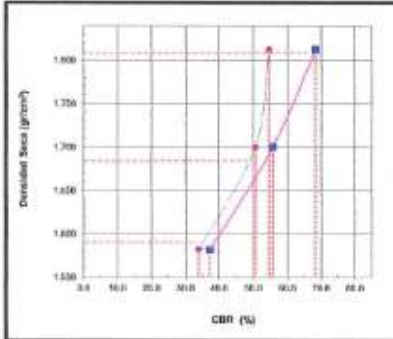
Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.B.
 Revisado por : S.S.S.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS ORAMILARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE UBICACIÓN : C.P. Yaracaca

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW 17R2/M-1 (AGUA - ADITIVO) 3.5:1/20-mebas CLASF. (SUCS) : SW
 DESCRIPCIÓN : Arena fina graduada con grava CLASF. (AASHTO) : A-1-a (3)

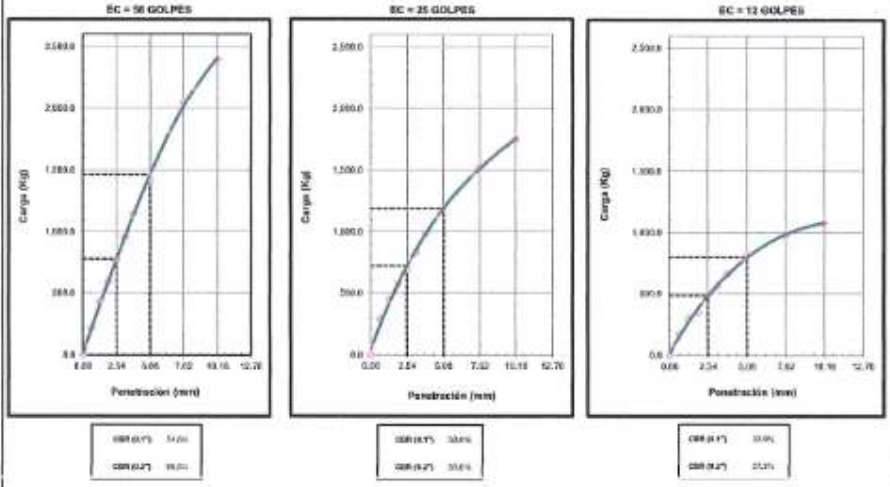


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.812
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.721


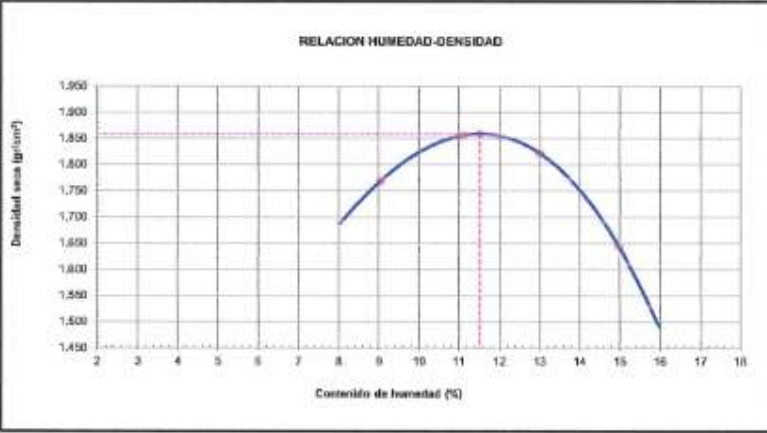

| | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 54.6 | 0.2" | 56.4 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 0.1" | 52.2 | 0.2" | 56.5 |

RESULTADOS CBR a 0.1":
 VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 54.6 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 52.2 (%)

OBSERVACIONES:



Stevens A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

| | | | | | | |
|---|--|----------|--|----------------|---------------------------------------|----------|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | INF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 09/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | | | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO | EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | UBICACIÓN | C.P. Yucarácha | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROCEDENCIA | SW / TR-3 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.1 / 20 minutos | | CLASF. (SUCS) | SW | | |
| DESCRIPCIÓN | Arena bien gradada con grava | | CLASF. (AASHTO) | A-1-a (0) | | |
| Metodo C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 9,948.0 | 9,926.0 | 16,202.0 | 10,196.3 | |
| Peso molde | gr | 5,919.0 | 5,919.0 | 5,919.0 | 5,919.0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 3,029.0 | 4,007.0 | 4,293.0 | 4,277.0 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | 2,077.3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 1,861 | 1,529 | 2,062 | 2,059 | |
| Recipiente N° | | 33 | 8 | 48 | 13 | |
| Peso del suelo húmedo+tara | gr | 127.31 | 191.28 | 112.86 | 98.02 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 195.80 | 125.81 | 105.60 | 87.62 | |
| Tara | gr | 37.48 | 40.47 | 31.18 | 30.72 | |
| Peso de agua | gr | 11.76 | 1.61 | 6.20 | 1.44 | |
| Peso del suelo seco | gr | 76.15 | 83.85 | 74.42 | 56.88 | |
| Contenido de agua | % | 14.87 | 9.05 | 11.18 | 13.01 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1,845 | 1,789 | 1,858 | 1,822 | |
| | | | | | Densidad máxima (gr/cm ³) | 1,829 |
| | | | | | Humedad óptima (%) | 11.3 |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | |
|  Steven A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | | | | |



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 05/12/2022
 Realizado por : H.C.B
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1183)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.F. Yacandía

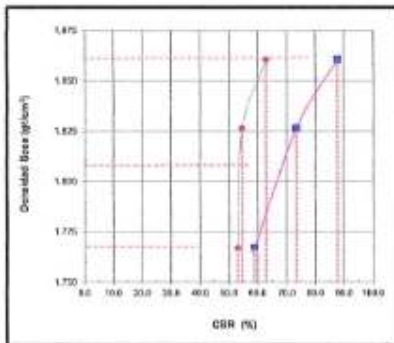
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / TR-3 / M-1 (AGUA - AOT/TK) 4.1 / 20 minutos

CLASIF. (SUCS) : SW

DESCRIPCIÓN : Arena lim. graduada con grava

CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (2)

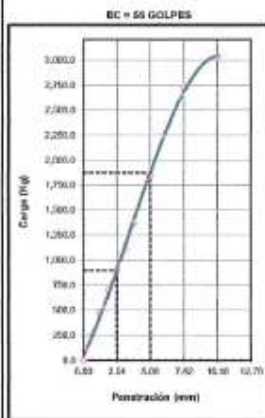


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.850
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.5
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.765

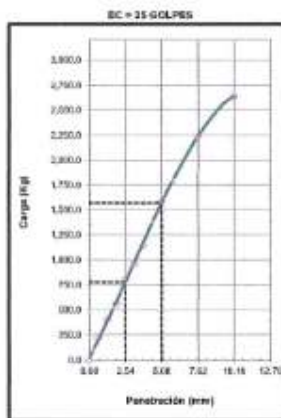
| | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 62.4 | 0.2" | 68.8 |
| C.B.R. al 90% de M.D.S. (%) | 0.1" | 53.3 | 0.2" | 68.8 |

RESULTADOS CBR a 0.1":
 VALOR DE C.B.R. AL 10% DE LA M.D.S. : 62.4 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 90% DE LA M.D.S. : 53.3 (%)

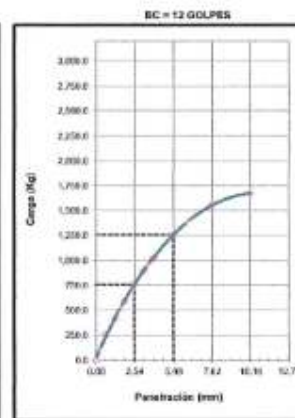
OBSERVACIONES:



CBR (0.1") : 62.4%
 CBR (0.2") : 57.7%







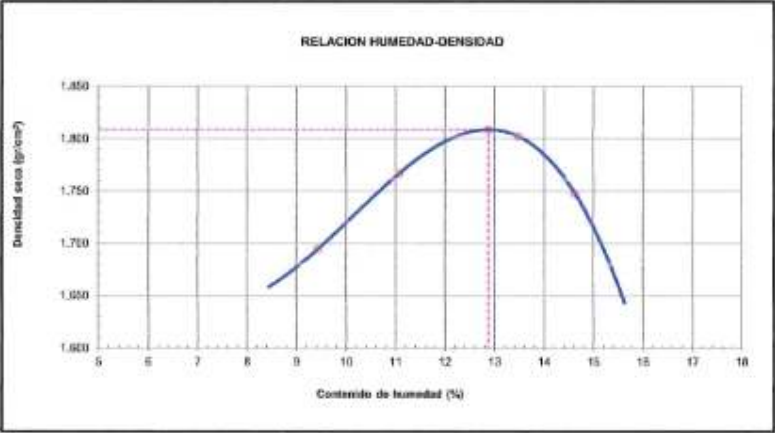

CBR (0.1") : 68.8%
 CBR (0.2") : 73.7%


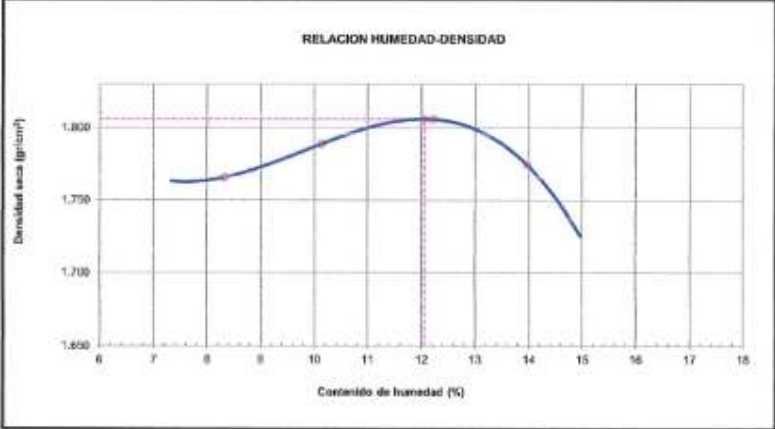



CBR (0.1") : 64.1%
 CBR (0.2") : 59.6%

Steven A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 284003

| | | | | | | |
|--|--|----------|---------|----------|--|---|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | | | INF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 09/12/2022 Realizado por : H.C.S Revisado por : S.S.S | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | | | | UBICACIÓN : C.P. Yumbinda | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROCEDENCIA : SW / TR-3 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4:1 / 60 minutos | | | | | CLASIF. (SUCS) : SW | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con grava | | | | | CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (II) | |
| Método C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | gr | 10,190,0 | 9,984,0 | 10,070,0 | 10,234,0 | |
| Peso molde | gr | 5,069,0 | 5,060,0 | 5,069,0 | 5,060,0 | |
| Peso suelo húmedo compactado | gr | 4,291,0 | 4,894,0 | 4,194,0 | 4,254,0 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077,3 | 2,077,3 | 2,077,3 | 2,077,3 | |
| Peso volumétrico húmedo | gr | 2,071 | 1,327 | 2,029 | 2,348 | |
| Recipiente N° | | 33 | 54 | 5 | 81 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | gr | 129,30 | 148,44 | 127,50 | 163,89 | |
| Peso del suelo seco + tara | gr | 115,82 | 161,38 | 117,30 | 91,88 | |
| Tara | gr | 34,28 | 27,30 | 31,41 | 25,70 | |
| Peso de agua | gr | 12,48 | 8,24 | 10,20 | 9,11 | |
| Peso del suelo seco | gr | 86,27 | 84,97 | 85,89 | 65,38 | |
| Contenido de agua | % | 14,46 | 9,73 | 11,88 | 13,92 | |
| Peso volumétrico seco | gr/cm ³ | 1,708 | 1,749 | 1,865 | 1,708 | |
| | | | | | Densidad máxima (gr/cm ³) : 1,819 Humedad óptima (%) : 12,6 | |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | | |
|  Silvana A. Sanabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | | | | |

| | | | | | |
|---|--|---------|--|----------|----------|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | INF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 06/12/2022 Realizado por : R.C.S Revisado por : S.S.S | | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | UBICACIÓN : C.P. Yucaychay | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | |
| PROCEDENCIA : SW / TR-3 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.1 / 120 minutos | CLASF. (SUCS) : SW | | | | |
| DESCRIPCIÓN : Arena 3 en gradada con grava | CLASF. (AASHTO) : A-7.5 (I) | | | | |
| Metodo C | | | | | |
| Numero de Ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | g | 9,233.8 | 10,097.3 | 11,220.0 | 10,142.0 |
| Peso molde | g | 5,963.8 | 5,960.0 | 5,960.0 | 5,960.0 |
| Peso suelo húmedo compactado | g | 3,253.0 | 4,077.0 | 4,243.0 | 4,162.0 |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.2 | 2,077.3 | 2,077.2 |
| Peso volumétrico húmedo | g | 1,565 | 1,963 | 2,045 | 2,004 |
| Recipiente N° | | 8 | 30 | 45 | 03 |
| Peso del queso húmedo+tara | g | 104.12 | 113.83 | 95.87 | 100.20 |
| Peso del queso seco + tara | g | 97.79 | 105.28 | 97.82 | 97.44 |
| Tara | g | 35.73 | 30.47 | 26.61 | 26.16 |
| Peso de agua | g | 6.62 | 8.67 | 7.08 | 6.59 |
| Peso del suelo seco | g | 67.43 | 76.11 | 69.21 | 65.28 |
| Contenido de agua | % | 9.83 | 11.37 | 13.11 | 14.63 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1,485 | 1,767 | 1,882 | 1,248 |
| Densidad máxima (g/cm ³) | | | | 1,880 | |
| Humedad óptima (%) | | | | 13.6 | |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | |
|  | | | | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | |
|  Stevens A. Sonabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 2046003 | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|------------------------------------|---|----------|----------|---|
|  | GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES | | WF. ENSAYO N° : 00124 Fecha de Emisión : 06/12/2022 Realizado por : R.C.S Revisado por : S.S.S | | | |
| | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180) | | | | | |
| PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE | | UBICACIÓN : C.P. Yurabander | | | | |
| REFERENCIAS DE LA MUESTRA | | | | | | |
| PROCEDENCIA : SW / TR-3 (M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.5.1 / 20 minutos) | | CLASF. (SUCE) : SW | | | | |
| DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava | | CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (I) | | | | |
| Método C | | | | | | |
| Numero de Ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | g | 10,129.0 | 10,125.3 | 10,005.8 | 10,011.5 | |
| Peso molde | g | 5,919.8 | 5,559.0 | 5,919.8 | 5,919.6 | |
| Peso suelo húmedo compactado | g | 4,209.0 | 4,202.0 | 3,974.8 | 4,092.5 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 2,077.3 | 2,077.2 | 2,077.3 | 2,077.2 | |
| Peso volumétrico húmedo | g | 2,027 | 2,020 | 1,913 | 1,970 | |
| Recipiente N° | | 03 | 1 | 05 | 01 | |
| Peso del suelo húmedo+tara | g | 97.39 | 115.83 | 98.63 | 96.27 | |
| Peso del suelo seco + tara | g | 89.33 | 108.20 | 95.63 | 89.60 | |
| Tara | g | 25.83 | 25.28 | 25.70 | 20.75 | |
| Peso de agua | g | 1.77 | 19.60 | 0.60 | 9.77 | |
| Peso del suelo seco | g | 83.54 | 75.02 | 87.26 | 88.85 | |
| Contenido de agua | % | 12.23 | 13.06 | 8.30 | 18.13 | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.888 | 1.735 | 1.788 | 1.788 | |
| Densidad máxima (g/cm³) | | | | | 1.888 | |
| Humedad óptima (%) | | | | | 12.1 | |
| RELACION HUMEDAD-DENSIDAD | | | | | | |
|  | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | |
|  Steven A. Sazabria Sosa INGENIERO CIVIL CIP. 204003 | | | | | | |



GEOTECNIA – CONSULTORIA – LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA: MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Pucallpa

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SW / T16-2 / M-1 (AGUA - ADITIVO) 4.5 : 1 (20 minutos)
 DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con grava

CLASF. (SUICS) : SW
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (1)

| Molde N° | 25 | | 75 | | 37 | |
|----------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Capas N° | 3 | | 5 | | 3 | |
| Golpes por capa N° | 50 | | 25 | | 17 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11,412.2 | 11,446.3 | 11,382.2 | 11,432.0 | 11,282.2 | 11,277.6 |
| Peso de molde (g) | 7,155.5 | 7,151.7 | 7,155.7 | 7,156.7 | 7,158.5 | 7,159.3 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4,256.5 | 4,294.5 | 4,226.4 | 4,275.3 | 4,123.5 | 4,118.3 |
| Volumen del molde (cm³) | 2,100.0 | 2,100.0 | 2,100.0 | 2,100.0 | 2,100.0 | 2,100.0 |
| Densidad húmeda (g/cm³) | 2.026 | 2.044 | 2.012 | 2.035 | 1.963 | 1.961 |
| Tara (N°) | 3 | 32 | 0 | 15 | 66 | 27 |
| Peso suelo húmedo + tara (g) | 195.1 | 113.6 | 88.2 | 32.8 | 57.5 | 115.5 |
| Peso suelo seco + tara (g) | 96.6 | 98.1 | 82.9 | 47.8 | 88.5 | 96.6 |
| Peso de tara (g) | 26.6 | 32.3 | 25.8 | 55.8 | 23.8 | 24.8 |
| Peso de agua (g) | 8.4 | 9.5 | 3.28 | 2.34 | 7.67 | 11.15 |
| Peso de suelo seco (g) | 70.07 | 70.76 | 77.59 | 82.34 | 85.76 | 85.54 |
| Contenido de humedad (%) | 12.08 | 13.43 | 4.25 | 2.84 | 8.93 | 12.92 |
| Densidad seca (g/cm³) | 0.961 | 0.974 | 0.958 | 0.968 | 0.932 | 0.939 |

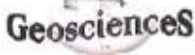
EXPANSION

| FECHA | HORA | TIEMPO | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | |
|------------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 10/11/2022 | 12:43 | 0 | 4.58 | 0.000 | 0.00 | 7.80 | 0.000 | 0.00 | 3.56 | 0.000 | 0.00 |
| 10/11/2022 | 12:48 | 24 | 5.03 | 0.000 | 0.00 | 7.20 | 0.000 | 0.00 | 3.65 | 0.000 | 0.00 |
| 10/11/2022 | 12:52 | 48 | 5.54 | 0.001 | 0.30 | 7.21 | 0.001 | 0.00 | 3.67 | 0.001 | 0.30 |
| 20/11/2022 | 12:58 | 72 | 5.84 | 0.001 | 0.30 | 7.22 | 0.001 | 0.00 | 3.68 | 0.001 | 0.30 |
| 20/11/2022 | 13:04 | 96 | 5.84 | 0.001 | 0.30 | 7.22 | 0.001 | 0.00 | 3.68 | 0.001 | 0.30 |

PENETRACION

| PENETRACION mm | CARGA STAND. kg/cm² | MOLDE N° 25 | | | | MOLDE N° 75 | | | | MOLDE N° 37 | | | |
|-------------------|---------------------------|-------------|--------|------------|------|-------------|--------|------------|------|-------------|--------|------------|------|
| | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | NM | kg | kg | % | NM | kg | kg | % | NM | kg | kg | % |
| 5.000 | | 6.9 | 9.3 | | | 8.8 | 0.0 | | | 9.8 | 0.3 | | |
| 5.025 | | 8.3 | 282.9 | | | 2.8 | 58.0 | | | 1.8 | 19.1 | | |
| 1.770 | | 4.4 | 444.7 | | | 3.8 | 202.7 | | | 3.1 | 216.0 | | |
| 1.870 | | 8.3 | 681.7 | | | 5.0 | 568.0 | | | 4.7 | 425.6 | | |
| 2.540 | 29.3 | 7.7 | 781.8 | 793.9 | 55.5 | 8.4 | 861.7 | 806.2 | 58.8 | 5.4 | 554.0 | 583.8 | 41.0 |
| 2.590 | | 8.2 | 937.2 | | | 8.8 | 978.5 | | | 6.6 | 923.5 | | |
| 3.840 | | 11.6 | 1173.5 | | | 11.4 | 1150.7 | | | 8.3 | 821.3 | | |
| 5.080 | 106.7 | 16.2 | 1548.9 | 1668.5 | 73.1 | 13.0 | 1413.4 | 1424.9 | 68.8 | 16.1 | 1033.3 | 1011.3 | 47.4 |
| 7.820 | | 22.2 | 2262.2 | | | 17.8 | 1812.3 | | | 12.4 | 1267.7 | | |
| 10.160 | | 26.4 | 2688.6 | | | 19.3 | 1887.3 | | | 13.2 | 1345.8 | | |

Silvana A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 204003



GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

Informe N° : 00124
 Fecha de Emisión : 06/12/2022
 Realizado por : H.C.S
 Revisado por : S.S.S

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA: MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1557)

PROYECTO : EL POLÍMERO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DE SUELOS GRANULARES PARA SU USO COMO MATERIAL DE SUBBASE

UBICACIÓN : C.P. Yuracocha

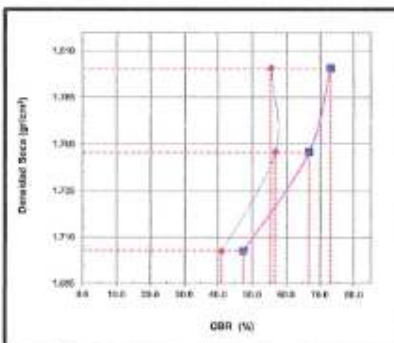
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : SM/TR-3/M-1 (SUBA - ADITIVO) 4.5 / 1/20 minutos

CLASIF. (SUCS) : SP

DESCRIPCIÓN : Arena fina graduada con grava

CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (1)



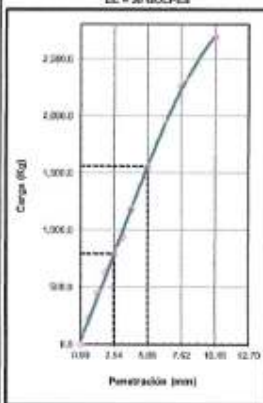
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.938
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.1
 M/S. MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.716

| | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) | 0.1" | 54.5 | 0.2" | 73.3 |
| C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) | 0.1" | 46.7 | 0.2" | 53.4 |

RESULTADO CBR a 0.1":
 VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. : 54.5 (%)
 VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. : 46.7 (%)

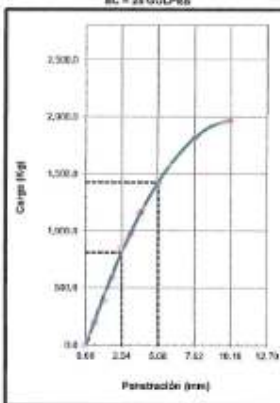
OBSERVACIONES:

EC = 50 GOLPES



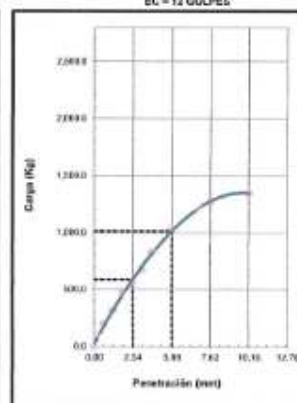
CBR (0.1") 54.5%
 CBR (0.2") 73.3%

EC = 25 GOLPES



CBR (0.1") 46.7%
 CBR (0.2") 53.4%

EC = 12 GOLPES



CBR (0.1") 46.7%
 CBR (0.2") 47.4%

Stevens A. Sarmiento Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204603

PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"
UBICACIÓN : C.P. Yuracancha
SOLICITANTE : Bach. MILLAN ROMO CLENIN JHONATAN

Datos Generales:

IDENTIFICACIÓN: TR - 1 **SUCS :** SW
CANTIDAD: 4.325 kg aprox

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MATERIAL RETENIDO EN TAMIZ 4.75mm (N°4) - ASTM C 127

| DATOS | | |
|-------|---|------|
| A | Masa en peso de la muestra de ensayo secada al horno en el aire, g. | 4361 |
| B | Masa ponderal de la muestra de ensayo de superficie seca saturada en aire, g. y | 4386 |
| | Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla dentro del agua | 2921 |
| C | Peso de la canastilla dentro del agua | 879 |
| | Masa aparente en peso de la muestra de prueba saturada en agua, g. | 2042 |

| RESULTADOS | | |
|---------------|---|-------|
| A/(B-C) | Gravedad Especifica OD | 1.860 |
| B/(B-C) | Gravedad Especifica saturada superficie seca SSD | 1.871 |
| A/(A-C) | Densidad relativa aparente (gravedad especifica aparente) | 1.881 |
| [(B-A)/A]*100 | Porcentaje de absorción | 0.573 |

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ 4.75mm (N°4) - ASTM D854

| | |
|--|---------|
| Masa del picnómetro y agua a la temperatura de ensayo (T ₁), g | 657.745 |
| Masa calibrada promedio del picnómetro, g | 159 |
| Volumen promedio calibrado del picnómetro, mL | 500 |
| Densidad del agua a la temperatura de prueba (T ₁), g/mL | 0.99749 |

| | |
|--|---------|
| gravedad específica de los sólidos del suelo a la temperatura de prueba | 1.916 |
| densidad de los sólidos del suelo Mg/m ³ o g/cm ³ | 1.911 |
| densidad del agua a la temperatura de prueba (T ₁), g/mL o g/cm ³ | 0.99749 |
| masa de los sólidos del suelo secada al horno (g) | 92.6 |
| masa de picnómetro, agua y sólidos del suelo a la temperatura de ensayo, (T ₁), g. | 202.02 |

| | | |
|-------|---|---------|
| G20°C | gravedad específica de los sólidos del suelo a 20°C | 1.915 |
| K | coeficiente de temperatura | 0.99929 |

| Gravedad específica promedio | | 1.898 |
|------------------------------|--|-------|
| R | Porcentaje de suelo retenido en el tamiz de 4,75 mm | 47.7 |
| P | Porcentaje de suelo que pasa por el tamiz de 4,75 mm | 52.3 |
| G1 | Gravedad específica aparente de los suelos retenidos en el tamiz de 4,75 mm según lo determinado por el Método de prueba C 127 | 1.881 |
| G2 | Gravedad específica de los sólidos del suelo que pasan por el tamiz de 4,75 mm | 1.915 |

PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"
LUBICACIÓN : C.P. Yuracocha
SOLICITANTE : Bach. MILLAN ROMO CLENIN JHONATAN

Datos Generales:

IDENTIFICACIÓN: TR - 2 **SUCS :** SW
CANTIDAD: 9.120 kg aeros

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MATERIAL RETENIDO EN TAMIZ 4.75mm (N°4) - ASTM C 127

| DATOS | | |
|-------|---|------|
| A | Masa en peso de la muestra de ensayo secada al horno en el aire, g. | 8476 |
| B | Masa ponderal de la muestra de ensayo de superficie seca saturada en aire, g. y | 8525 |
| | Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla dentro del agua | 4855 |
| C | Peso de la canastilla dentro del agua | 882 |
| | Masa aparente en peso de la muestra de prueba saturada en agua, g. | 3973 |

| RESULTADOS | | |
|---------------|---|-------|
| A/(B-C) | Gravedad Especifica OD | 1.862 |
| B/(B-C) | Gravedad Especifica saturada superficie seca SSD | 1.873 |
| A/(A-C) | Densidad relativa aparente (gravedad especifica aparente) | 1.882 |
| [(B-A)/A]*100 | Porcentaje de absorción | 0.578 |

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ 4.75mm (N°4) - ASTM D854

| | |
|--|---------|
| Masa del picnómetro y agua a la temperatura de ensayo (T _e), g | 657.745 |
| Masa calibrada promedio del picnómetro, g | 159 |
| Volumen promedio calibrado del picnómetro, ml | 500 |
| Densidad del agua a la temperatura de prueba (T _e), g/ml | 0.99749 |

| | |
|---|---------|
| gravedad específica de los sólidos del suelo a la temperatura de prueba | 1.890 |
| densidad de los sólidos del suelo Mg/m ³ o g/cm ³ | 1.886 |
| densidad del agua a la temperatura de prueba (T _e), g/ml o g/cm ³ | 0.99749 |
| masa de los sólidos del suelo secada al horno (g) | 102.45 |
| masa de picnómetro, agua y sólidos del suelo a la temperatura de ensayo, (T _e), g | 706 |

| | | |
|-------|---|---------|
| G20°C | gravedad específica de los sólidos del suelo a 20°C | 1.889 |
| K | coeficiente de temperatura | 0.99929 |

| Gravedad específica promedio | | 1.886 |
|------------------------------|--|-------|
| R | Porcentaje de suelo retenido en el tamiz de 4,75 mm | 42,2 |
| P | Porcentaje de suelo que pasa por el tamiz de 4,75 mm | 57,8 |
| G1 | Gravedad específica aparente de los suelos retenidos en el tamiz de 4,75 mm según lo determinado por el Método de prueba C 127 | 1.882 |
| G2 | Gravedad específica de los sólidos del suelo que pasan por el tamiz de 4,75 mm | 1.889 |

PROYECTO : "El polímero y su efecto en las propiedades de suelos granulares para su uso como material de subbase"
UBICACIÓN : C.P. Yuracancha
SOLICITANTE : Bach. MILLAN ROMO CLENIN JHONATAN

Datos Generales:

IDENTIFICACIÓN: TR - 3 **SUCS:** SW
CANTIDAD: 10.55 kg aerox

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MATERIAL RETENIDO EN TAMIZ 4.75mm (N°4) - ASTM C 127

| DATOS | | |
|-------|---|------|
| A | Masa en peso de la muestra de ensayo secada al horno en el aire, g. | 3245 |
| B | Masa ponderal de la muestra de ensayo de superficie seca saturada en aire, g. y | 3264 |
| | Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla dentro del agua | 2407 |
| | Peso de la canastilla dentro del agua | 889 |
| C | Masa aparente en peso de la muestra de prueba saturada en agua, g. | 1518 |

| RESULTADOS | | |
|---------------|---|-------|
| A/B-C | Gravedad Especifica OD | 1.859 |
| B/B-C | Gravedad Especifica saturada superficie seca SSD | 1.869 |
| A/A-C | Densidad relativa aparente (gravedad especifica aparente) | 1.879 |
| [(B-A)/A]*100 | Porcentaje de absorción | 0.586 |

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ 4.75mm (N°4) - ASTM D854

| | | |
|--|---|---------|
| Masa del picnómetro y agua a la temperatura de ensayo (T ₁), g | 657.745 | |
| Masa calibrada promedio del picnómetro, g | 159 | |
| Volumen promedio calibrado del picnómetro, ml | 500 | |
| Densidad del agua a la temperatura de prueba (T ₁), g/ml | 0.99749 | |
| gravedad específica de los sólidos del suelo a la temperatura de prueba | 1.886 | |
| densidad de los sólidos del suelo Mg/m ³ o g/cm ³ | 1.881 | |
| densidad del agua a la temperatura de prueba (T ₁), g/ml o g/cm ³ | 0.99749 | |
| masa de los sólidos del suelo secado al horno (g) | 95.32 | |
| masa de picnómetro, agua y sólidos del suelo a la temperatura de ensayo, (T ₁), g. | 702.53 | |
| G20°C | gravedad específica de los sólidos del suelo a 20°C | 1.885 |
| K | coeficiente de temperatura | 0.99929 |

| Gravedad específica promedio | | |
|------------------------------|--|-------|
| R | Porcentaje de suelo retenido en el tamiz de 4,75 mm | 32.6 |
| P | Porcentaje de suelo que pasa por el tamiz de 4,75 mm | 67.4 |
| G1 | Gravedad específica aparente de los suelos retenidos en el tamiz de 4,75 mm según lo determinado por el Método de prueba C 127 | 1.879 |
| G2 | Gravedad específica de los sólidos del suelo que pasan por el tamiz de 4,75 mm | 1.885 |

Anexo N° 05: certificados de calibración

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 425 3640
 www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-27246-002 R0

Page / Pág. 1 de 6

| | | |
|---|---|--|
| Equipo <i>Instrument</i> | MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DIGITAL PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR | <p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p> |
| Fabricante <i>Manufacturer</i> | PINZUAR | |
| Modelo <i>Model</i> | PS-25 | |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | 325 | |
| Identificación Interna <i>Internal Identification</i> | No presenta | |
| Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i> | 50 kN | |
| Solicitante <i>Customer</i> | GEOSCIENCIAS SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - GEOSCIENCIAS S.A.C. | |
| Dirección <i>Address</i> | Jr. Orión 238 - El Tambo - Huancayo - Junín | |
| Ciudad <i>City</i> | HUANCAYO - PERÚ | |
| Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i> | 2022 - 09 - 22 | |
| Fecha de Emisión <i>Date of issue</i> | 2022 - 09 - 29 | |
| Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> | 06 | |

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración en sí mismos no son válidos.
 Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unapproved calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


 Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
 Metrólogo Laboratorio de Metrología


 Ttegr. Francisco Durán Romero
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

DIPCCAS/01/01/2022

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

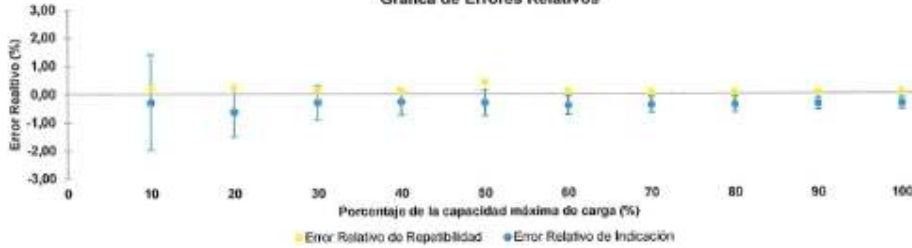
| $f_{0,01}$ % | $f_{0,02}$ % | $f_{0,03}$ % | $f_{0,04}$ % | $f_{0,05}$ % |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0,000 | 0,200 | --- | 0,000 | --- |

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

| Indicación del IBC | | Errores Relativos | | | Resolución Relativa | Incertidumbre Expandida | | $k_{p=95\%}$ |
|--------------------|------|----------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--------|--------------|
| % | kN | Indicación q % | Repetibilidad b % | Reversibilidad v % | a % | kN | U % | --- |
| 10 | 5,0 | -0,3 | 0,2 | --- | 2,000 | 0,084 | 1,7 | 2,01 |
| 20 | 10,0 | -0,63 | 0,25 | --- | 1,000 | 0,089 | 0,89 | 2,01 |
| 30 | 15,0 | -0,31 | 0,17 | --- | 0,667 | 0,092 | 0,61 | 2,01 |
| 40 | 20,0 | -0,28 | 0,10 | --- | 0,500 | 0,094 | 0,47 | 2,01 |
| 50 | 25,0 | -0,31 | 0,42 | --- | 0,400 | 0,12 | 0,47 | 2,08 |
| 60 | 30,0 | -0,41 | 0,11 | --- | 0,333 | 0,099 | 0,33 | 2,01 |
| 70 | 35,0 | -0,39 | 0,05 | --- | 0,286 | 0,10 | 0,29 | 2,01 |
| 80 | 40,0 | -0,39 | 0,05 | --- | 0,250 | 0,11 | 0,28 | 2,01 |
| 90 | 45,0 | -0,37 | 0,06 | --- | 0,222 | 0,100 | 0,22 | 2,01 |
| 100 | 49,8 | -0,35 | 0,07 | --- | 0,201 | 0,10 | 0,21 | 2,01 |

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO DE SUELOS de la empresa GEOSCIENCES SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - GEOSCIENCES S.A.C. ubicada en HUANCAYO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 18,3 °C Temperatura Ambiente Mínima: 17,8 °C
 Humedad Relativa Máxima: 40 % HR Humedad Relativa Mínima: 38 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.6



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

| A ₀ | A ₁ | A ₂ | A ₃ | --- | R ² |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|
| 2,76798 E-02 | 9,99160 E-01 | 1,94193 E-04 | -2,34978 E-06 | | 1,0000 E00 |

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

| Indicación kN | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5,0 | 5,028 0 | 5,528 5 | 6,029 1 | 6,529 8 | 7,030 5 |
| 7,5 | 7,531 3 | 8,032 2 | 8,533 1 | 9,034 1 | 9,535 2 |
| 10,0 | 10,036 | 10,538 | 11,039 | 11,540 | 12,042 |
| 12,5 | 12,543 | 13,044 | 13,546 | 14,048 | 14,549 |
| 15,0 | 15,051 | 15,553 | 16,054 | 16,556 | 17,058 |
| 17,5 | 17,560 | 18,062 | 18,564 | 19,066 | 19,568 |
| 20,0 | 20,070 | 20,572 | 21,074 | 21,576 | 22,078 |
| 22,5 | 22,580 | 23,082 | 23,585 | 24,087 | 24,589 |
| 25,0 | 25,091 | 25,594 | 26,096 | 26,598 | 27,100 |
| 27,5 | 27,603 | 28,105 | 28,607 | 29,109 | 29,612 |
| 30,0 | 30,114 | 30,616 | 31,118 | 31,620 | 32,123 |
| 32,5 | 32,625 | 33,127 | 33,629 | 34,131 | 34,633 |
| 35,0 | 35,135 | 35,637 | 36,139 | 36,641 | 37,143 |
| 37,5 | 37,645 | 38,147 | 38,649 | 39,151 | 39,653 |
| 40,0 | 40,154 | 40,656 | 41,158 | 41,659 | 42,161 |
| 42,5 | 42,662 | 43,164 | 43,665 | 44,167 | 44,668 |
| 45,0 | 45,169 | 45,670 | 46,171 | 46,672 | 47,173 |
| 47,5 | 47,674 | 48,175 | 48,676 | 49,176 | 49,677 |
| 50,0 | 50,177 | | | | |

Tabla 6.

Valores Residuales

| Indicación del IBC kN | Promedio S1, 2 y 3 kN | Por Interpolación kN | Residuales kN |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------|
| 5,0 | 5,014 8 | 5,028 0 | 0,0 |
| 10,0 | 10,063 | 10,036 | 0,0 |
| 15,0 | 15,046 | 15,051 | 0,0 |
| 20,0 | 20,056 | 20,070 | 0,0 |
| 25,0 | 25,079 | 25,091 | 0,0 |
| 30,0 | 30,124 | 30,114 | 0,0 |
| 35,0 | 35,138 | 35,135 | 0,0 |
| 40,0 | 40,156 | 40,154 | 0,0 |
| 45,0 | 45,165 | 45,169 | 0,0 |
| 49,8 | 49,977 | 49,977 | 0,0 |

LMPC-05-F-01 R12.6

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



F-27246-002 R0

Fig. 5 de 5

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kgf) a (N) = 9,806 65 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 7.
Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

| Indicación del IBC | | Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie | | | | | Promedio S _{1, 2 y 3} kgf |
|--------------------|---------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| | | S ₁ Ascendente kgf | S ₂ Ascendente kgf | S ₂ ' No Aplica ---- | S ₃ Ascendente kgf | S ₄ No Aplica ---- | |
| 10 | 509,86 | 510,86 | 511,37 | ---- | 511,88 | ---- | 511,37 |
| 20 | 1 019,7 | 1 026,3 | 1 024,8 | ---- | 1 027,3 | ---- | 1 026,2 |
| 30 | 1 529,6 | 1 534,1 | 1 533,1 | ---- | 1 535,7 | ---- | 1 534,3 |
| 40 | 2 039,4 | 2 045,4 | 2 044,0 | ---- | 2 046,1 | ---- | 2 045,2 |
| 50 | 2 549,3 | 2 556,9 | 2 552,1 | ---- | 2 563,0 | ---- | 2 557,3 |
| 60 | 3 059,1 | 3 070,2 | 3 071,9 | ---- | 3 073,4 | ---- | 3 071,8 |
| 70 | 3 569,0 | 3 582,9 | 3 582,2 | ---- | 3 584,3 | ---- | 3 583,1 |
| 80 | 4 078,9 | 4 093,6 | 4 094,7 | ---- | 4 095,9 | ---- | 4 094,7 |
| 90 | 4 588,7 | 4 604,0 | 4 606,9 | ---- | 4 605,9 | ---- | 4 605,6 |
| 100 | 5 078,2 | 5 094,7 | 5 098,4 | ---- | 5 095,5 | ---- | 5 098,2 |

Tabla 8.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

| Carga Aplicada | | Errores Relativos | | | Resolución Relativa a % | Incertidumbre Expandida U | | k _{p=95%} ---- |
|----------------|---------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------|----------------------------|
| | | Indicación q % | Repetibilidad b % | Reversibilidad v % | | kgf | % | |
| 10 | 509,86 | -0,3 | 0,2 | ---- | 2,000 | 8,6 | 1,7 | 2,01 |
| 20 | 1 019,7 | -0,63 | 0,25 | ---- | 1,000 | 9,1 | 0,89 | 2,01 |
| 30 | 1 529,6 | -0,31 | 0,17 | ---- | 0,667 | 9,4 | 0,61 | 2,01 |
| 40 | 2 039,4 | -0,28 | 0,10 | ---- | 0,500 | 9,6 | 0,47 | 2,01 |
| 50 | 2 549,3 | -0,31 | 0,42 | ---- | 0,400 | 12 | 0,47 | 2,08 |
| 60 | 3 059,1 | -0,41 | 0,11 | ---- | 0,333 | 10 | 0,33 | 2,01 |
| 70 | 3 569,0 | -0,39 | 0,06 | ---- | 0,286 | 10 | 0,29 | 2,01 |
| 80 | 4 078,9 | -0,39 | 0,05 | ---- | 0,250 | 11 | 0,28 | 2,01 |
| 90 | 4 588,7 | -0,37 | 0,06 | ---- | 0,222 | 10 | 0,22 | 2,01 |
| 100 | 5 078,2 | -0,35 | 0,07 | ---- | 0,201 | 11 | 0,21 | 2,01 |

LM-PC-05-F-01 R12.8

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co

**F-27246-002 RO**

Pág. 6 de 6

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,081$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

**Instrumento Patrón**

| | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Instrumento | Transductor de Fuerza de 50 kN. |
| Modelo | UGB. |
| Clase | 0,5. |
| Número de Serie | 017423. |
| Certificado de Calibración | 5186 del INM. |
| Próxima Calibración | 2023-06-30. |

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

| Clase de la escala de la máquina | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad* | Cero | Resolución relativa |
|----------------------------------|------------|---------------|-----------------|------|---------------------|
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,75 | 0,05 | 0,25 |
| 1 | 1 | 1 | 1,5 | 0,1 | 0,5 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 0,2 | 1 |
| 3 | 3 | 3 | 4,5 | 0,5 | 1,5 |

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiere desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del límite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27246-002

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R128

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5800 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA MEMBER INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COLOMBIA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**M-27246-005 R0**

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

| | | |
|---|---|--|
| Equipo <i>Instrument</i> | INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO | <p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p> |
| Fabricante <i>Manufacturer</i> | OHAUS | |
| Modelo <i>Model</i> | R31P30 | |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | 8339030420 | |
| Identificación interna <i>Internal Identification</i> | No Presenta | |
| Carga Máxima <i>Maximum Load</i> | 30000 g | |
| Solicitante <i>Customer</i> | GEOSCIENCES SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - GEOSCIENCES S.A.C. | |
| Dirección <i>Address</i> | Jr. Orión 238 - El Tambo - Huancayo - Junín | |
| Ciudad <i>City</i> | Huancayo | |
| Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i> | 2022 - 09 - 21 | |
| Fecha de Emisión <i>Date of issue</i> | 2022 - 09 - 28 | |
| Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> | 04 | |
| <p><small>Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el ítem, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se están modificando. Los certificados de calibración sin firmas no son válidos.</small></p> <p><small>Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the result can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not being cut of context. Unsigned calibration certificates are not valid.</small></p> | | |

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


 Tte.Cj. Francisco Durán Romero
 Metrologo Laboratorio de Metrología


 Tte.Cj. Javier Arnulfo López
 Metrologo Laboratorio de Metrología

L076247-01 B/23

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 1B - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745-4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



M-27246-005 R0

Page / Pág. 2 de 4

DATOS TÉCNICOS

| | |
|-----------------------------------|--|
| Método Empleado | Comparación Directa |
| Número de Serie | 8339030420 |
| Identificación Interna | No Presenta |
| Resolución | 1 g |
| Intervalo Calibrado | 10 g a 30000 g |
| Instrumentos de Referencia | Pesas cilíndricas |
| Clase de exactitud | F1 y F1 |
| Certificado No. | M-26413-005 PINZUAR /CAP-668-22 WR Laboratorios / M-23728-002 PINZUAR /CAP-591-21 WR Laboratorios |
| Documento de Referencia | Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático. |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

| Carga g | Indicación Ascendente g | Indicación Descendente g | Error Ascendente g | Error Descendente g | Incertidumbre Expandida ±g | $k^1_{95\%,95\%}$ ----- |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 10,0 | 10 | 10 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 2,11 |
| 50,0 | 50 | 50 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 2,11 |
| 100,0 | 100 | 100 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 2,11 |
| 2 000,0 | 2 000 | 2 000 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 2,07 |
| 5 000,0 | 5 000 | 5 000 | 0,0 | 0,0 | 2,2 | 2,02 |
| 10 000,0 | 10 000 | 10 000 | 0,0 | 0,0 | 3,7 | 2,01 |
| 15 000,0 | 15 000 | 15 000 | 0,0 | 0,0 | 4,4 | 1,85 |
| 20 000,0 | 20 000 | 20 000 | 0,0 | 0,0 | 5,8 | 1,85 |
| 25 000,0 | 25 000 | 25 000 | 0,0 | 0,0 | 7,2 | 1,85 |
| 30 000,0 | 30 001 | 30 001 | 1,0 | 1,0 | 8,6 | 1,85 |

Error vs. Carga

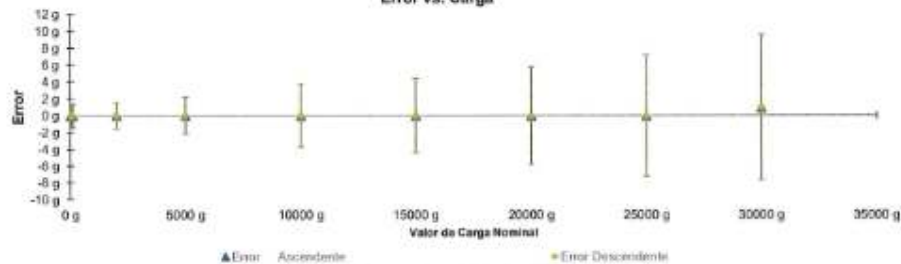


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
 LAMP-244-01 R7.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

| Valor Nominal de la Carga 10000 g | | |
|---|----------------------------|-------------------------------|
| Posición | Indicación del Instrumento | Diferencia Respecto al Centro |
| — | g | g |
| 1 | 10 000 | — |
| 2 | 10 000 | 0 |
| 3 | 10 006 | 6 |
| 4 | 10 004 | 4 |
| 5 | 10 006 | 6 |
| Diferencia máxima respecto al centro | | 6 |

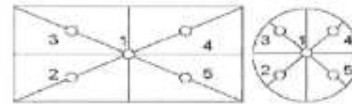


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

| Cantidad de Repeticiones | Valor Nominal de las Cargas | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | 15000 g | 30000 g |
| | Indicación del Instrumento | Indicación del Instrumento |
| 1 | 15 000 | 30 000 |
| 2 | 15 000 | 30 001 |
| 3 | 15 000 | 30 001 |
| 4 | 15 000 | 30 000 |
| 5 | 15 000 | 30 000 |
| 6 | 15 000 | 30 001 |
| 7 | 15 000 | 30 001 |
| 8 | 15 000 | 30 001 |
| 9 | 15 000 | 30 001 |
| 10 | 15 000 | 30 000 |
| Desviación Estándar | 0,30 g | 0,52 g |

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de suelos, GEOSCIENCIAS SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - GEOSCIENCIAS S.A.C.; HUANCAYO. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

| | | | |
|------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| Temperatura Máxima: | 25,2 °C | Temperatura Mínima: | 25,1 °C |
| Humedad Máxima: | 20 % HR | Humedad Mínima: | 19 % HR |
| Presión Barométrica Máxima: | 980,0 hPa | Presión Barométrica Mínima: | 980,0 hPa |

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co

**M-27246-005 R0**

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura 'k' y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_{Ri} .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 4,49 E-05 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^s(W) = 4,33 E-01 + 1,23 E-07 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_{Ri} = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/ig-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

**OBSERVACIONES**

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-27246-005**

L84-PC-24-F-01-078

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Camera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-27342-001 R0

Página / Pág 1 de 3

| | | |
|---|--|--|
| Equipo <i>Instrument</i> | COMPARADOR DE CARATULA | <p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p> |
| Fabricante <i>Manufacturer</i> | MITUTOYO | |
| Modelo <i>Model</i> | ID-C112EXB | |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | 13088970 | |
| Identificación Interna <i>Internal Identification</i> | No presenta | |
| Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i> | 0 mm a 12,7 mm | |
| Solicitante <i>Customer</i> | GEOSCIENCIAS SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - GEOSCIENCIAS S.A.C. | |
| Dirección <i>Address</i> | Jr. Orión 238 - El tambo - Huancayo - Junín | |
| Ciudad <i>City</i> | HUANCAYO | |
| Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i> | 2022 - 09 - 30 | |
| Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i> | 2022 - 10 - 03 | |
| Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> | | 03 |

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se separen de contenido. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
 Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


 Ing. Sergio Iván Martínez
 Director Laboratorio de Metrología


 Tceg. Jaiver Arnulfo López
 Metrología Laboratorio de Metrología

DIMENSIONES

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 377 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA No. RC 1204 330
 17 JUN 2011

L-27342-001 R0

Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

| | |
|--------------------------------|--|
| Tipo de Indicación | Digital |
| Método Empleado | Comparación Directa |
| Intervalo Calibrado | 0 mm a 12,7 mm |
| Resolución | 0,001 mm |
| Patrón de referencia | Banco Calibrador Comparadores de Carátula |
| Número de Certificado | 5606 del Instituto Nacional de Metrología |
| Documento de Referencia | DI - 010 del Centro Español de Metrología, Edición Digital 1 |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

El equipo se inspeccionó y se encontró en buen estado. A continuación se realizó el montaje ajustando el equipo en la indicación de cero y se procedió con la toma de datos. Los resultados de la medición se encuentran en la siguiente tabla.

| Valor Nominal mm | Lectura Ascendente mm | Lectura Descendente mm | Error Ascendente µm | Error Descendente µm | Incertidumbre Expandida µm | k, con una probabilidad del 95,45 % |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 0,64 | 0,640 65 | 0,640 15 | -0,7 | -0,2 | 1,0 | 2,01 |
| 1,27 | 1,269 88 | 1,269 63 | 0,1 | 0,4 | 1,0 | 2,01 |
| 2,54 | 2,540 11 | 2,539 61 | -0,1 | 0,4 | 1,0 | 2,01 |
| 3,81 | 3,808 99 | 3,808 74 | 1,0 | 1,3 | 1,0 | 2,00 |
| 5,08 | 5,077 78 | 5,077 78 | 2,2 | 2,2 | 1,0 | 2,00 |
| 6,35 | 6,347 31 | 6,346 81 | 2,7 | 3,2 | 1,0 | 2,00 |
| 7,62 | 7,618 14 | 7,616 39 | 3,9 | 3,6 | 1,0 | 2,00 |
| 8,89 | 8,885 52 | 8,885 02 | 4,5 | 5,0 | 1,0 | 2,00 |
| 10,16 | 10,155 96 | 10,154 96 | 4,0 | 5,0 | 1,0 | 2,00 |
| 11,43 | 11,425 65 | 11,425 15 | 4,3 | 4,8 | 1,0 | 2,00 |
| 12,70 | 12,695 34 | 12,695 34 | 4,7 | 4,7 | 1,0 | 2,00 |

Tabla 1. Resultados de la medición



Figura 1. Gráfica de error vs. valor nominal

A partir de los datos se pueden calcular los errores presentes en la tabla dos

| Error Máximo Ascendente ⁽¹⁾ | Error Máximo Descendente ⁽²⁾ | Error de Histéresis ⁽³⁾ |
|--|---|------------------------------------|
| 0,004 65 mm | 0,005 04 mm | 0,001 00 mm |

Tabla 2. Errores calculados

⁽¹⁾ Diferencia máxima entre la lectura del comparador y la lectura del patrón cuando se presiona el brazo móvil.

⁽²⁾ Diferencia máxima entre la lectura del comparador y la lectura del patrón cuando se libera el brazo móvil.

⁽³⁾ Error de histéresis máximo y absoluto encontrado en la calibración.

LM-PC-06-F-01-RE-3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 377 423 3640
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

50-10-1040-2017
REGISTRADO

L-27342-001 R0

Page / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

| | | | |
|---------------------|---------|-----------------|------|
| Temperatura Máxima: | 19,4 °C | Humedad Máxima: | 56 % |
| Temperatura Mínima: | 19,2 °C | Humedad Mínima: | 54 % |

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. El intervalo y puntos de calibración de la presente calibración fue establecida por el cliente.
3. Se adjunta la etiqueta de calibración No. **L-27342-001**

Fin de Certificado

LM-PC-36-F-01 R5.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

Anexo N° 06: ficha técnica del aditivo



Productos para carreteras

Estabilizador Z con Polímeros

Descripción: Cumple con la Norma MTC 1109 – 2004 NORMA TÉCNICA DE ESTABILIZADORES QUÍMICOS.

- El efecto beneficioso del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS en caminos se debe a sus polímeros, que, incorporados a un suelo, a un firmado o regados en su superficie nos permite obtener una superficie más compacta, impermeable y no tóxica.
- El ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, se diluye 1 - 4 con agua. En el firmado o suelo mantiene unidas y compactas las partículas finas alrededor de las gruesas con lo que se obtiene estabilización.
- Debe distinguirse claramente que el efecto de la aplicación del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, varía según se aplique sobre un afirmado debidamente graduado o sobre el suelo natural.
- Cuando se aplica sobre caminos afirmados, tiene a mejorar la estabilidad del mismo, es decir mejora la cohesión, compactación y resistencia de una capa relativamente gruesa de material correctamente graduado.
- El espesor del material estabilizado permite su resistencia a un tráfico relativamente alto.
- Cuando la aplicación se efectúa sobre el suelo natural, el éxito depende de la clase de suelo, variando desde un resultado nulo para suelos arenosos y pedregosos, hasta un resultado óptimo para suelos arcillosos. En estos últimos, la aplicación del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS solo penetra algunos centímetros, produciendo una costra cohesionada por la humedad, similar a la que se obtiene con un riego constante de agua. La aplicación del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, sobre un suelo arcilloso permite, en ausencia de lluvias, un tráfico de vehículos como de peatones.
- Esta aplicación está recomendada para áreas de velocidad reducida como, por ejemplo, playas de estacionamiento, estaciones de servicios, talleres de reparación, o depósito de almacenaje.

Ventajas

- Los caminos afirmados tratados con ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, constituye la solución intermedia ideal entre una superficie de rodaduras sueltas y polvorienta y un pavimento asfáltico. Esta afirmación es válida tanto desde el punto de vista de costo como de comportamiento.
- El polvo que se desprende por acción del tráfico, provoca incomodidad para los pasajeros aumenta el riesgo de accidentes, así como pérdida de material del camino. Los dos primeros problemas causan repetidas quejas o reclamos, y el último significa una pérdida económica importante. Se ha comprobado que la pérdida anual de material afirmado puede llegar algo más de 20m³ por Kilómetro de carretera de 6m de ancho y con tráfico de 100 vehículos diarios. El uso del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS reduce esta pérdida drásticamente y al mismo tiempo, elimina los demás problemas causados por la polvareda.
- Adicionalmente a las ventajas mencionadas, cuando se usa el ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS en la construcción del afirmado de caminos se consigue también: más rápida compactación, es decir que se requiere menos pasadas de rodillo para obtener una determinada compactación: mayor densidad, mejores condiciones de trabajo (menos polvareda) durante la construcción.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | cotizacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Titto Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf.: (044) 425 548 - 998 127 657



Aplicación:

Los mejores resultados se obtienen cuando se incorpora el ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, al agua del afirmado durante la construcción ya que de esta manera se obtiene no solo un afirmado estabilizado y libre de polvo, sino que la construcción misma permite obtener mayor densidad con menor trabajo. Se aconseja saturar con ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS el suelo compactado.

Datos Técnicos:

Aspecto: Líquido
Color: Blanco
Densidad: 1.03 ± 0.01 Kg/L.
Contenido de sólidos: 50-52%

Rendimiento:

En el afirmado

La proporción a trabajar es de 1gal:4gal => estabilizador Z con Polímeros: agua. => 5 galones de mezcla para 1 m³ de agregado.

La proporción a trabajar es de 1.5gal:6gal => estabilizador Z con Polímeros: agua. => 7.5 galones de mezcla para 1m³ de agregado.

Como sellador

La proporción a trabajar es de 1gal:4gal => estabilizador Z con Polímeros: agua. => 5 galones de mezcla para 25m².

La proporción a trabajar es de 1.5gal:6gal => estabilizador Z con Polímeros: agua. => 7.5 galones de mezcla para 25m².

Nota:

Se está considerando que el terreno tendrá un nivel de absorción de la mezcla de aproximadamente 4cm en su espesor. Si el nivel de absorción es menor o mayor, las dosificaciones también podrían variar.

Se brinda la presente información en forma de recomendación. Se debe tener claro que el ejecutor de los trabajos es la persona que debe decidir la cantidad de agua que debería utilizar para la óptima compactación del terreno, ya que dependiendo del tipo de agregados y materiales utilizados la cantidad de absorción de agua puede variar tanto como sellador y afirmado.

Cuidados

Se recomienda el uso de guantes, lentes y mascarilla. Para mayor información remítase a la hoja de seguridad del producto.

Envases

- 1 Galón.
- 5 Galones.
- 55 Galones.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | cotizacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Titto Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf.: (044) 425 548 - 998 127 657



Mejorador de concreto

Aditivo Z

Descripción: Producto en polvo mejorador de cemento que proporciona al concreto una mayor duración y resistencia al desgaste químico.

Ventajas

- Resistencia contra salitre y álcalis.
- Mejora la resistencia del cemento.
- Trabaja con todo tipo de cemento y concreto.

Usos

- Zonas de alto tránsito con productos químicos.
- En toda estructura de concreto donde se desee tener mejores resistencias.
- Construcciones expuestas al ataque de agua de mar.

Aplicación

Se recomienda aplicarlo directamente a la mezcla de mortero o concreto, utilizando del 5% al 8% del peso del cemento.

Cuidados

Se recomienda el uso de guantes, lentes y mascarilla. Para mayor detalle remitase a la hoja de seguridad del producto.

Envases

- 1Kg.
- 5Kg.
- 20Kg.

E-mail: ventas@aditivos.com.pe | cotizacion@aditivos.com.pe | web site: www.aditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chetumal: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 996 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Faucarpota 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo. Telf: (044) 425 548 - 998 127 657

Anexo N° 07: panel fotográfico



Fotografía 1. Perspectiva de la zona de estudio, de la que se ha extraído la muestra.



Fotografía 2. Vista de la ubicación de la zona de trabajo.



Fotografía 3. Análisis granulométrico de material natural.



Fotografía 4. Resultados derivados de la evaluación granulométrico en la TR-1.



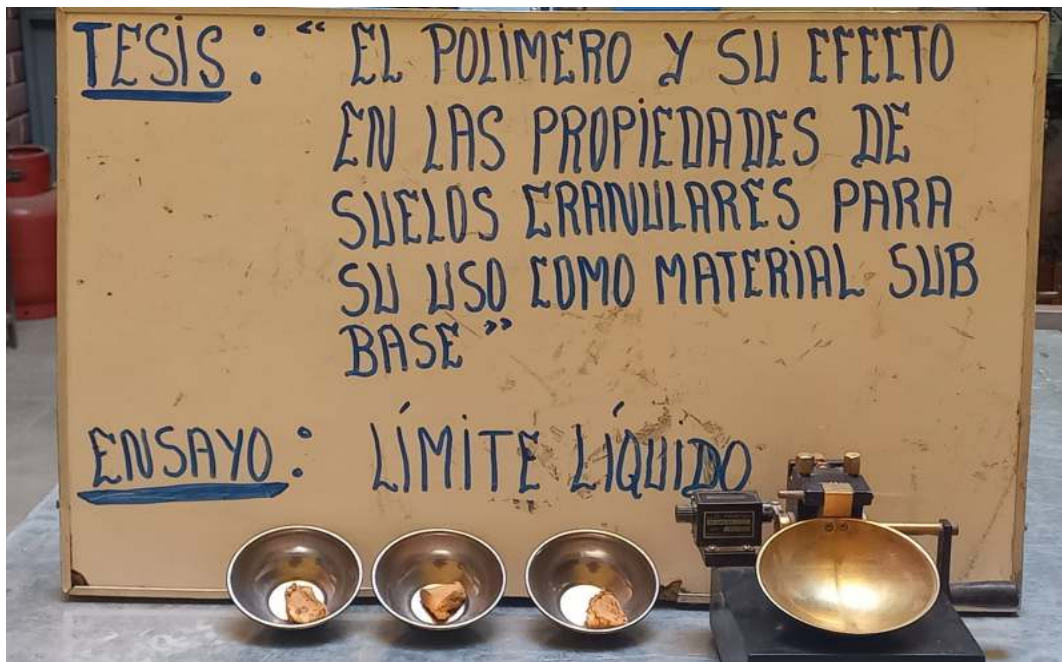
Fotografía 5. Resultados del análisis granulométrico en la TR-2.



Fotografía 6. Resultados derivados de la evaluación granulométrico en la TR-3.



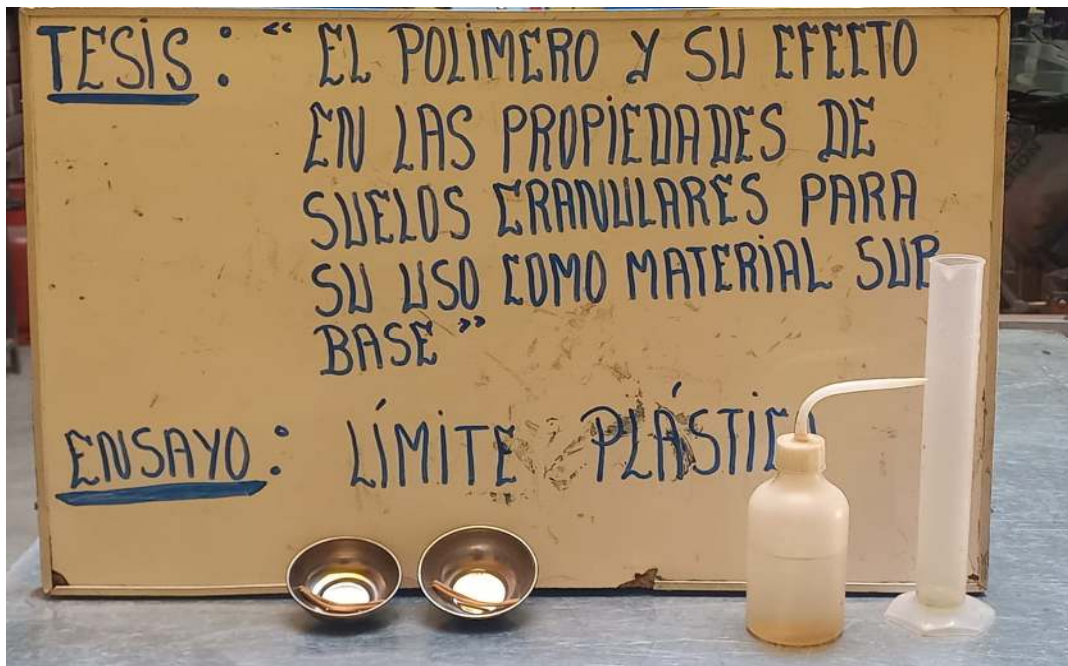
Fotografía 7. Ensayo de límite líquido de los materiales.



Fotografía 8. Resultados del ensayo de límite líquido.



Fotografía 9. Ensayo de límite plástico de los materiales.



Fotografía 10. Resultados del ensayo de límite plástico.



Fotografía 11. Ensayo de partículas chatas y alargadas de los materiales – Tr-1.



Fotografía 12. Ensayo de partículas aplanadas y alargadas de los materiales – Tr-2.



Fotografía 13. Ensayo de partículas aplanadas y alargadas de los materiales – Tr-3.



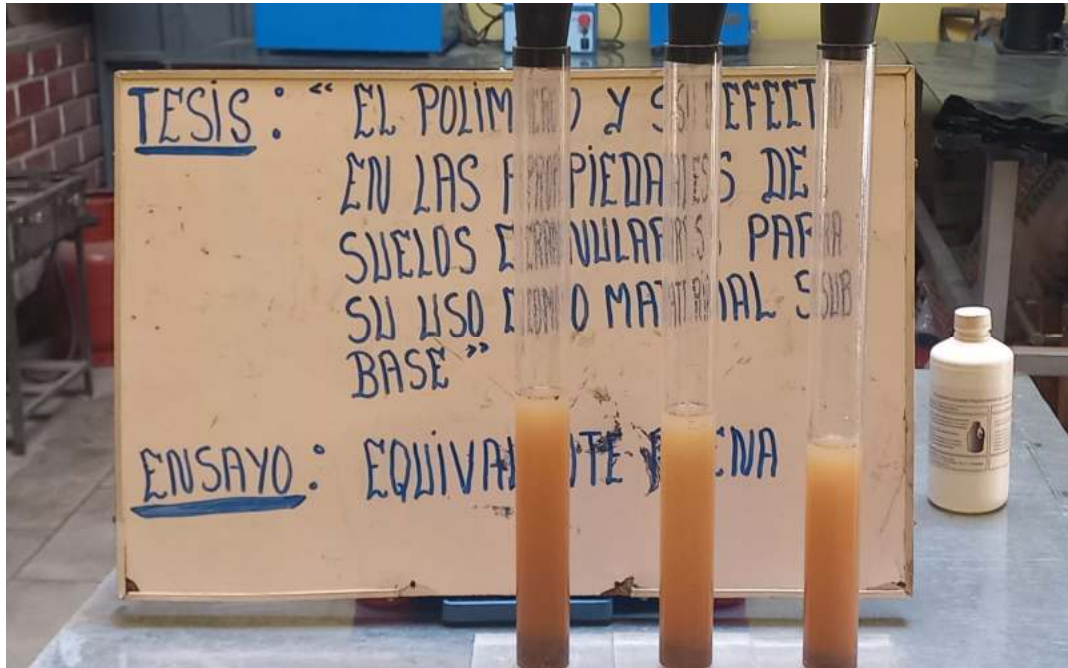
Fotografía 14. Resultados del ensayo de partículas chatas y alargadas.



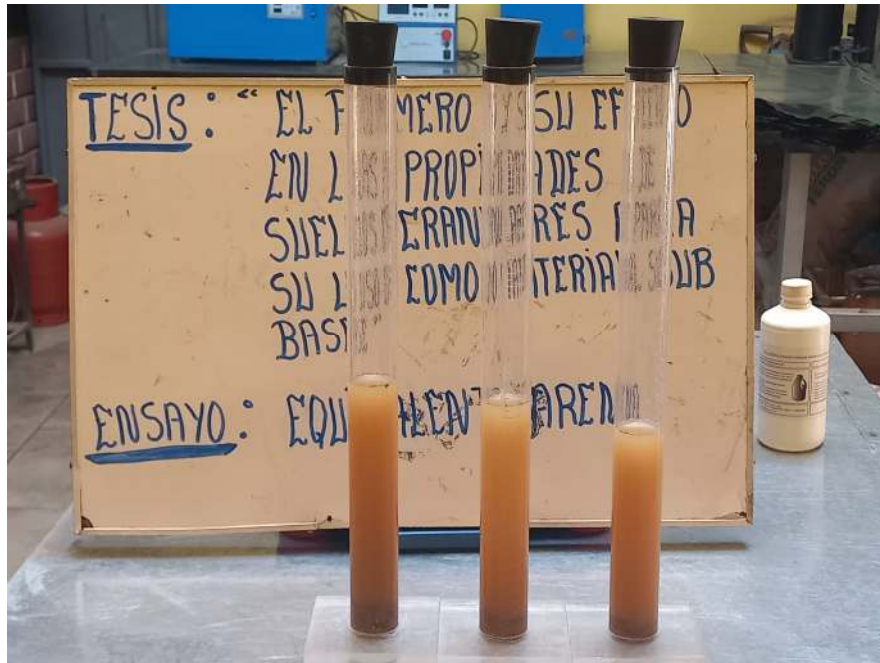
Fotografía 15. Ensayo del índice de equivalencia con arena – Tr-1.



Fotografía 16. Ensayo del índice de equivalencia con arena – Tr-2.



Fotografía 17. Resultados del ensayo del equivalente de arena en la TR-1.



Fotografía 18. Resultados del ensayo del equivalente de arena en la TR-2.



Fotografía 19. Control de la cantidad de agua utilizada en los ensayos.



Fotografía 20. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 120 minutos de tiempo de reposo con 12 % de agua.



Fotografía 21. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 120 minutos de tiempo de reposo con 14 % de agua.



Fotografía 22. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 120 minutos de tiempo de reposo con 16 % de agua.



Fotografía 23. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 120 minutos de tiempo de reposo con 18 % de agua.



Fotografía 24. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 60 minutos de tiempo de reposo con 10 % de agua.



Fotografía 25. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 60 minutos de tiempo de reposo con 12 % de agua.



Fotografía 26. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 60 minutos de tiempo de reposo con 14 % de agua.



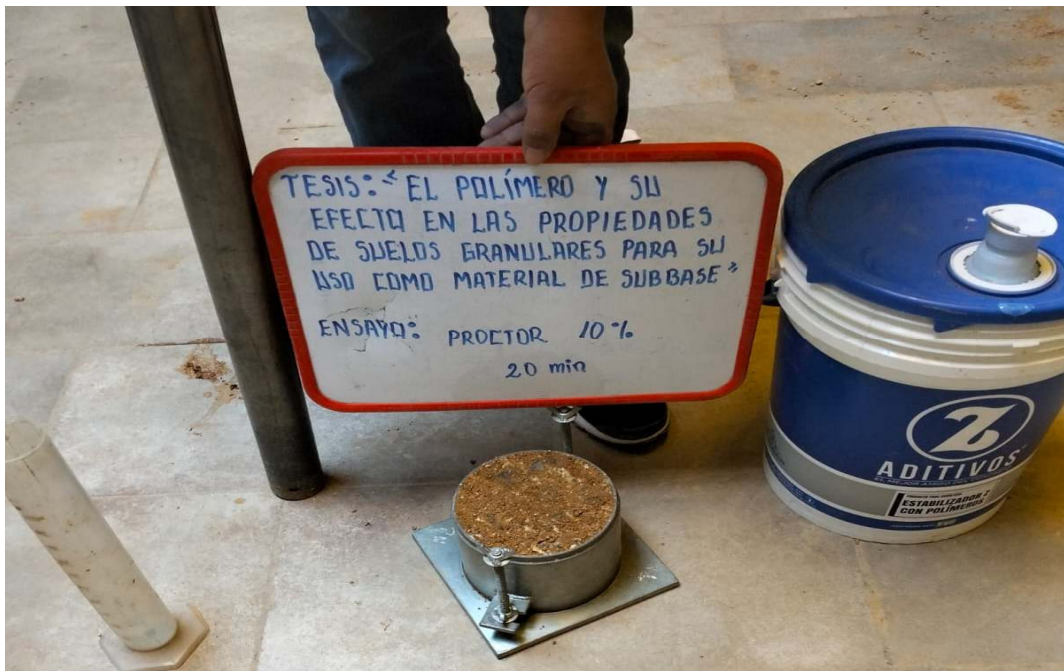
Fotografía 27. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 60 minutos de tiempo de reposo con 16 % de agua.



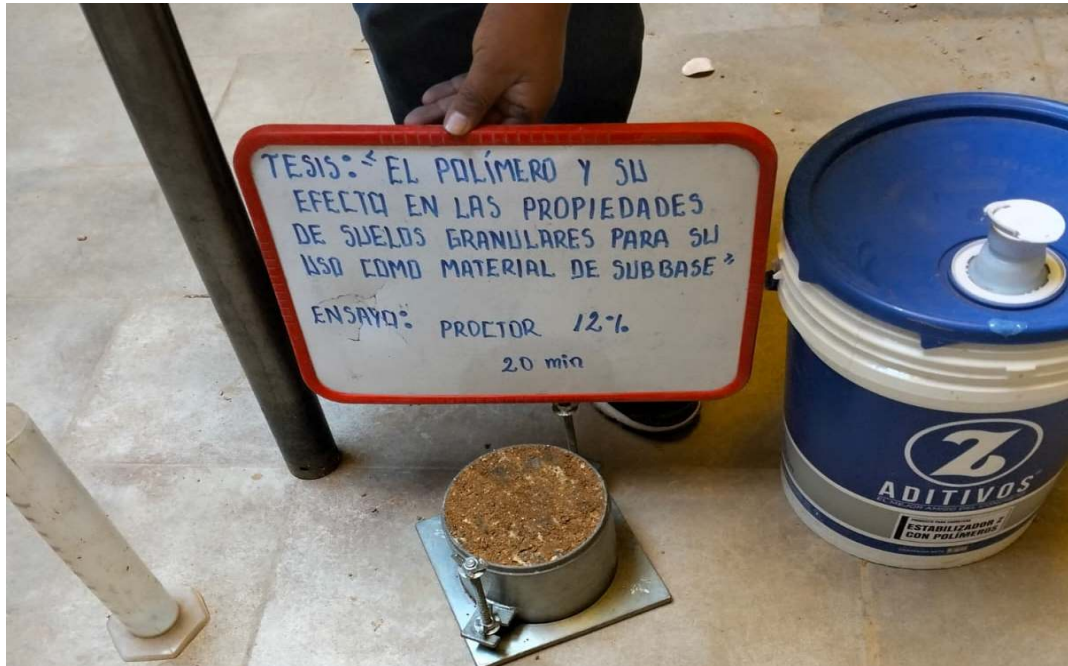
Fotografía 28. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 20 minutos de tiempo de reposo con 6 % de agua.



Fotografía 29. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 20 minutos de tiempo de reposo con 8 % de agua.



Fotografía 30. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 20 minutos de tiempo de reposo con 10 % de agua.



Fotografía 31. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 20 minutos de tiempo de reposo con 12 % de agua.



Fotografía 32. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 20 minutos de tiempo de reposo con 14 % de agua.



Fotografía 33. Proctor modificado del material con aditivo de la relación 4.0 a 1 de 20 minutos de tiempo de reposo con 10 % de agua.



Fotografía 34. Muestras sumergidas para CBR de material con aditivo de la relación 3.5 a 1.



Fotografía 35. Muestras sumergidas para CBR de material con aditivo de la relación 4.0 a 1.



Fotografía 36. Muestras sumergidas para CBR de material con aditivo de la relación 4.5 a 1.



Fotografía 37. Ensayo de Proctor modificado para el material con aditivo de la relación 3.5 a 1.



Fotografía 38. Ensayo de Proctor modificado para el material con aditivo de la relación 4.0 a 1.



Fotografía 39. Ensayo de Proctor modificado para el material con aditivo de la relación 4.5 a 1.