



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante
adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos
Mariátegui - El Agustino 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Cusihuaman Tovar, Jayme Joaquín (orcid.org/0000-0003-4650-5955)

ASESOR:

Mg. Villegas Martinez, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Este es un trabajo dedicado primeramente a Dios que siempre me protege y me guía en el camino de mis estudios y vida diaria; en segundo lugar, a mis padres y seres amados que siempre están conmigo apoyándome en lo económico, moral y afectivo, agradecerles por el esfuerzo brindado y que en el futuro se verá reflejado en el logro de mis metas profesionales.

Agradecimiento

A Dios y a su inmensa bondad he podido culminar con esta investigación; gracias a mi familia que, con su amor y apoyo, han aportado en un alto porcentaje a mis deseos de seguir adelante en mi carrera profesional. Agradezco a la Universidad César Vallejo por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar esta carrera, así como también nuestros docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante en mi camino profesional.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO POLIMERO DE POLIPROPILENO RECICLADO , AV. JOSE CARLOS MARIATEGUI -EL AGUSTINO 2022", cuyo autor es CUSIHUAMAN TOVAR JAYME JOAQUIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 12 de Diciembre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|--|
| VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO DNI: 08584295 ORCID: 0000-0002-4926-8556 | Firmado electrónicamente por: CVILLEGASM el 12- 12-2022 13:41:06 |

Código documento Trilce: TRI - 0484348



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CUSIHUAMAN TOVAR JAYME JOAQUIN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE ADICIONANDO POLIMERO DE POLIPROPILENO RECICLADO , AV. JOSE CARLOS MARIATEGUI -EL AGUSTINO 2022", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

| Nombres y Apellidos | Firma |
|---|--|
| CUSIHUAMAN TOVAR JAYME JOAQUIN DNI: 47011679 ORCID: 0000-0003-4650-5955 | Firmado electrónicamente por: JCUSIHUAMANT el 11- 01-2023 10:30:34 |

Código documento Trilce: INV - 1671777

Índice de contenidos

| | |
|---|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Declaratoria de autenticidad del asesor..... | iv |
| Declaratoria de originalidad de autor..... | v |
| Índice de contenidos..... | vi |
| Índice de tablas..... | vii |
| Índice de figuras..... | viii |
| Resumen | ix |
| Abstract..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 13 |
| 3.1 Tipo y Diseño de investigación..... | 13 |
| 3.2 Variables y operacionalización | 14 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo | 15 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 16 |
| 3.5 Procedimientos | 17 |
| 3.6 Método de análisis de datos | 17 |
| 3.7 Aspectos éticos..... | 17 |
| IV. Resultados | 18 |
| V. Discusión..... | 36 |
| VI. Conclusiones..... | 37 |
| VII. Recomendaciones..... | 38 |
| Referencias | |
| Anexos | |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Categorías de sub rasante..... | 10 |
| Tabla 2. Categorías de Subrasante según el ensayo CBR | 11 |
| Tabla 3. Clasificación de suelos según tamaño de partículas | 12 |
| Tabla 4. Rangos de Índice de Plasticidad..... | 13 |
| Tabla 5. Ensayo Granulométrico por tamices ASTM Norma (MTC-E 107)..... | 20 |
| Tabla 6. Análisis Granulométrico..... | 21 |
| Tabla7. Límites de consistencia (ASTM D4318) y Contenido de humedad..... | 21 |
| tabla 8. Ensayo de Proctor Modificado | 22 |
| Tabla 09. Cálculo de la relación de soporte california (C.B.R.)..... | 23 |
| Tabla 10: Limite líquido y limite plástico..... | 24 |
| Tabla 11: Ensayo de Proctor modificado..... | 25 |
| Tabla 12: CBR..... | 26 |
| Tabla 13: Limite líquido y limite plástico..... | 28 |
| Tabla 14: Ensayo de Proctor modificado..... | 28 |
| Tabla 15: Calculo de la relación de soporte california (C.B.R)..... | 30 |
| Tabla 16: Limite líquido y limite plástico..... | 31 |
| Tabla 17: Ensayo de Proctor modificado..... | 32 |
| Tabla 18: CBR..... | 33 |

Índice de gráficos y figuras

| | |
|--|----|
| Figura 01. Materiales del ensayo Proctor modificado | 11 |
| Figura 02. Ubicación satelital..... | 19 |
| Figura 03. Curva granulométrica de exploración C-01 | 21 |
| Figura 04. Limite liquido..... | 22 |
| Figura 05. Grafía de % de humedad y densidad seca (gr/cm ³)..... | 23 |
| Figura 06: Índice C.B.R..... | 24 |
| Figura 07: Relación humedad – Densidad seca..... | 25 |
| Figura 08: Índice de CBR..... | 26 |
| Figura 09: Humedad – Molde | 27 |
| Figura 10: Relación humedad – Densidad seca | 29 |
| Figura 11: Índice de CBR..... | 31 |
| Figura 12: Relación humedad – Densidad seca | 32 |
| Figura 13: Índice de CBR..... | 34 |

Resumen

Este artículo investiga la mejora del suelo a nivel de subrasante mediante la adición de polímero de polipropileno reciclado obtenido del reciclaje de objetos de un solo uso procesadas industrialmente en plantas de reciclaje como aditivo. El enfoque del estudio es mejorar el suelo a nivel de subrasante, cuyo valor de CBR se mostrará en los resultados, mejorando el valor de CBR alcanzado, caracterizándolo como una subrasante convencional a utilizar. Los suelos se clasificaron de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas y el Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Comunicaciones, utilizando el Laboratorio de Suelos y Pavimentos de la Ciudad de Lima, el límite de Atterberg, Los ensayos de compactación, como el proctor modificado y finalmente el ensayo CBR, se prueban en suelos naturales y suelos que incorporan polímeros de polipropileno reciclado con el fin de tener un patrón comparativo en las mediciones e identificar mejoras. Para ello, previamente se realizaron ensayos de CBR para determinar el tamaño de partícula y la textura ideal para la incorporación de polímeros de polipropileno reciclado para su uso como aditivos para la enmienda del suelo, por lo que una vez determinados estos se podría realizar en diferentes porcentajes de incorporación hasta llegar a la dosificación óptima. fundar. A partir de la evaluación de los resultados, encontramos que el polímero de polipropileno reciclado se agregó con un tamaño de partícula no uniforme. Asimismo, se puede minimizar la contaminación ambiental y obtener alternativas de mejora del suelo a bajo costo al proporcionar nuevos usos para los polímeros de polipropileno reciclado.

Palabras clave:

Subrasante, polímero de polipropileno reciclado, California Bearing Ratio (CBR)

Abstract

This article investigates soil improvement at the subgrade level by adding recycled polypropylene polymer obtained from recycling single-use bottles industrially processed in recycling plants as an additive. The focus of the study is to improve the soil at the subgrade level, whose CBR value will be shown in the results, improving the CBR value reached, characterizing it as a conventional subgrade to use. The soils were classified according to the Peruvian Technical Standards and the Materials Testing Manual of the Ministry of Communications, using the Soil and Pavement Laboratory of the City of Lima, the Attenberg limit, compaction tests, such as the modified proctor and finally the CBR test, are tested on natural soils and soils that incorporate recycled polypropylene polymers in order to have a comparative pattern in the measurements and identify improvements. For this, CBR tests were previously carried out to determine the particle size and the ideal texture for the incorporation of recycled polypropylene polymers for use as additives for soil amendment, so that once these were determined, it could be carried out in different incorporation percentages until reaching the optimal dosage. found. From the evaluation of the results, we found that the recycled polypropylene polymer was added with a non-uniform particle size. Likewise, environmental contamination can be minimized and soil improvement alternatives obtained at low cost by providing new uses for recycled polypropylene polymers.

Keywords

Subgrade , recycled polypropylene polymer , California Bearing Ratio (CBR)

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo de un país se mide primordialmente por sus vías de comunicación, dado que a través de ellas se llevan a cabo interrelaciones económicas, culturales y sociales entre los departamentos y provincias, si las condiciones del terreno de la subrasante no aseguran estabilidad y durabilidad que garantice un buen desempeño geotécnico para un buen comportamiento de la estructura del pavimento entonces se pueden manejar dos opciones, el de realizar movimientos de tierra y sustituirlos o el de implementar nuevas técnicas para mejorar y economizar el suelo existente.

A nivel internacional, podremos encontrar un sin número de métodos para la estabilización de terrenos y así poder mejorar su capacidades físicas y mecánicas de la subrasante, podemos notar que en distintos países como España, Colombia y Ecuador se inclinaron por varias formas de lograr una mejora usando residuos reciclables o biodegradables por razones sociales, económicas y ambientales, así como también poder aportar con un proyecto que aminore costos de ejecución, cabe resaltar que el no tomarles la importancia debida a los defectos originados en la subrasante estos pueden empeorar al transcurso del tiempo y convertirse en una escenario con muy alta fragilidad, ocasionado así estragos de consideración. Es por ello que, al implementar polímeros de polipropileno, pet y SBR (caucho sintético) se podrá disminuir daños y así se logrará evitar problemas en el diseño y en los materiales.

A nivel nacional, es muy indispensable disponer de una muy buena infraestructura vial y que estas se hallen en condiciones perfectas a fin de poder asegurar un tránsito con fluidez, efectivo y seguro como también mantener el intercambio seguro entre población y población. Así mismo se puede corroborar que la mayoría de las vías sufren fallas superficiales y estructurales de forma prematura, se puede asumir que los inconvenientes se presentan en el proceso de construcción, en una inadecuada compactación de las capas y en los materiales aplicados en las capas superiores a la subrasante, también el incorrecto diseño vial usando datos no reales como también no verificar las propiedades del terreno natural en donde se implementara el pavimento, es por ello que es de vital necesidad optimizar los terrenos con el aditamento de componentes que contengan sílice.

Actualmente se poseen materiales, procedimientos y métodos con los cuales se puede mejorar las propiedades de la subrasante a lo largo del territorio nacional, **En la región** de Chiclayo, Amazonas y Trujillo verificamos que cuentan con una variedad de suelos los cuales nos llevan al estudio de implementar polímeros, fibras de polímeros reciclados y polímero sintético en donde pocas veces el terreno llega a su resistencia optima y esto se

debe a su baja calidad en sus propiedades natas, esto conlleva a que el terreno necesite ser estabilizado e intensificar el CBR de los suelos.

El distrito de El Agustino se encuentra ubicado entre el Cercado de Lima, San Juan de Lurigancho, La Victoria y Santa Anita, se halla en proceso de crecimiento contando con 191,365 habitantes según el INEI.

Conforme a la clase de terreno hallado se observa que el terreno en el distrito de El Agustino es poco resistente, debido a que por sus calles circulan vehículos de todo tipo de tonelaje sobre la subrasante que se encuentra desnivelada y en mal estado, afectando a las unidades vehiculares y a los alimentos y/o mercaderías que estos transportan por tal motivo se propuso una alternativa de implementar el polímero de polipropileno reciclado en ciertas proporciones y así poder determinar su influencia en el mejoramiento de la subrasante.

Es por ello que en la actual investigación se ha planteado el siguiente **problema general**: ¿De qué manera el adicionamiento del polímero de polipropileno reciclado mejora las propiedades mecánicas de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022? Asimismo, **los Problemas específicos**:

¿Cuánto influye el adicionamiento del polímero de polipropileno reciclado en el índice de plasticidad de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022?

¿cuánto influye el adicionamiento del polímero de polipropileno reciclado en el Proctor modificado de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022?

¿cuánto influye el adicionamiento del polímero de polipropileno reciclado en el valor relativo de soporte (CBR) de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022?

La razón principal por la cual surge la presente investigación es el poder solucionar la inestabilidad y el deterioro de los pavimentos que brindan acceso a distintas partes del distrito de El Agustino. La mejora del paso vehicular será de mucha utilidad ya sea para el transporte de mercaderías como también para la población. Teniendo las siguientes justificaciones: **La justificación social**, el presente proyecto será muy beneficioso para los vecinos del distrito de El Agustino, ya que contarán con una vía de acceso principal estabilizada, el cual brindara un tránsito fluido. **La Justificación económica**, el proyecto en mención busca mitigar costos en el proceso constructivo de la subrasante al sustituir por un producto natural mediante la integración del polímero de polipropileno reciclado y así poder dejar de implementar un aditivo químico de muy alto costo. **La Justificación ambiental**, el uso de este residuo biodegradable será de gran beneficio al medio ambiente, debido a que se la dará una reutilización y un valor agregado, con esta propuesta buscamos dar una solución ecológica al gran problema de la estabilización de suelos para pavimentos

empleando un material reciclado. **La Justificación metodológica**, esta propuesta de solución ayudara a conocer una nueva metodología para el mejoramiento de la subrasante, al emplear el polímero de polipropileno reciclado.

La presente investigación presente como **objetivo general**: Analizar el adicionamiento del polímero de polipropileno reciclado en las propiedades mecánicas de la subrasante de la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022. Asimismo, **los Objetivos específicos**; Determinar la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%, 2.5% y 3% en el índice de plasticidad de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022.

Determinar la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%, 2.5% y 3% en el Proctor modificado de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022.

Determinar la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%, 2.5% y 3% en el valor relativo de soporte (CBR) de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022.

En cuanto a las **hipótesis** tenemos: **Hipótesis general**; El adicionamiento del polímero de polipropileno reciclado en porcentajes del 2%, 2.5% y 3% mejorará las propiedades mecánicas de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022. y como **Hipótesis específicas** tenemos lo siguiente: El adicionamiento del polímero del polipropileno reciclado en porcentajes del 2%, 2.5% y 3% disminuirá el índice de plasticidad de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022.

El adicionamiento del polímero de polipropileno reciclado en porcentajes del 2%, 2.5% y 3% aumentara el Proctor modificado de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022

El adicionamiento del polímero de polipropileno reciclado en porcentajes del 2%, 2.5% y 3% aumentara el valor relativo de soporte (CBR) de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel nacional tenemos, según Castro y Cruzado (2021), su **objetivo**: Su **objetivo**: Determinar el efecto de la adición de fibras poliméricas recicladas en la capacidad de soporte de subrasantes para el diseño de pavimentos flexibles, Alto Trujillo - Barrio I, 2021. Aplicar el **método** y realizar un diseño experimental. Población incluye todo terreno de av. El cuerpo principal de Alto-Trujillo 2021 Distrito Residencial I, mediante muestreo no probabilístico, según el "Manual de Caminos, Suelos, Geología y Pavimentos - MTC, 2014", indicando el número de calicatas a utilizar, que según se realizará el estudio tipo Carretera, cuyo único objetivo es determinar las propiedades físicas y mecánicas del material, como **resultado** el contenido de humedad de las muestras extraídas oscila entre 0,9% y 1,3%. Estos datos pueden ser utilizados para determinar la relación entre el peso del agua y la masa del suelo. Para cada molde a ensayar se **concluirá** que la adición de fibras PET recicladas incrementará el índice CBR al agregar 2.5% fibras PET, en cambio al agregar 5% y 7.5% fibras PET el índice CBR disminuyó.

Guzmán, M.(2020), cuyo **objetivo**: buscar mejorar la capacidad portante de la subrasante agregándole polímero reciclado en el distrito de La Victoria 2020 , La **metodología** es de tipo aplicada y diseño de tipo experimental donde su población son las calles no pavimentadas del distrito de La Victoria, como resultado se identificó a 3 calles que su terreno no cuenta con una buena capacidad portante, con un muestreo de dichas calles son Carabelas y Av. Antenor Orrego, 12 de Octubre y Av. Antenor Orrego por último la calle Ollantay y Av. Antenor Orrego. **Los resultados** obtenidos al evaluar el terreno natural fueron que carecen de un gran porcentaje de grava, con la adición de los polímeros se logró incrementar de manera porcentual en términos del CBR 26% y a su vez disminuir la expansión del suelo en un 1.5% como también se verificó que en algunos tramos se cumplió con el objetivo de incrementar el CBR a más del 6% como lo indica la norma, asimismo en algunos tramos se incrementó el CBR en 4.8% siendo este valor menor a lo que nos dice la norma y como **conclusión** se obtuvo que al adicionar polímero reciclados obtenidos de la botella descartable (PET) en porcentaje del 1.5% del peso seco del suelo se logrará un incremento porcentual del CBR en 26% y así optimizar sus propiedades físico-mecánicas del suelo como material para la subrasante, el suelo en mención muestra una gran cantidad de arcillas, siendo muy fina su granulometría y eso es claro índice de que sus partículas son de diámetro pequeño, siendo muy importante que el terreno cuente con partículas de un mayor diámetro para que tenga una buena capacidad portante.

Cuipal, (2018), En su trabajo de investigación, el **objetivo** es analizar el efecto de la adición de polímeros sintéticos en la estabilización de la subrasante arcillosa de la carretera Chachapoyas-Huancas en la Amazonía. El **método** es de tipo aplicado, el diseño tipográfico del presente trabajo se realiza con un método cuantitativo, la población está comprendida en la carretera Chachapoyas-Huancas que comprende 8.3 km, con un segmento vial muestra entre el km 4+450 al 5+ 00 km. Se utilizó un muestreo no probabilístico y se observó el **resultado** que las muestras de suelo obtenidas de los tres pozos presentaron un contenido de humedad superior al óptimo, lo que indica que se debe secar el suelo aumentando su energía de compactación, o puede ser necesario utilizar material mejorado que cumpla los criterios del Manual del MTC. En **conclusión** Mejorar el suelo en resumen, la adición de 3%, 6%, 9% de polímeros sintéticos a las subrasantes de arcilla mejorará su rendimiento al aumentar su estabilidad, que depende de sus propiedades físicas y mecánicas, en relación con el suelo seco. Efecto significativo, y se ha observado que para la arcilla, la adición de un 3% de polímero sintético aumenta su capacidad portante (CBR) de 0,3% a 0,6%. Soporte de suelo sin polímeros añadidos, mientras que el añadido de un 6% y un 9% de polímeros sintéticos reducían un 1,8% su resistencia, hasta un 3,3% del suelo natural.

A nivel internacional Contamos con: Palomares y Mojica (2021), cuyo **objetivo** principal es analizar la implementación de geo sintéticos como solución mejorada para subrasantes de pavimentos flexibles en Colombia. El **método** es una aplicación de un diseño experimental con enfoque cuantitativo, cuya muestra consta entre el km 19+250 y el km 25+750 de la subrasante de las carreteras colombianas en general, como **resultado** se obtuvo que mientras el CBR de la subrasante se encuentre más alejado al 3%, la implementación de los geo sintéticos genera un aporte tanto en el mejoramiento de la subrasante, sin embargo cuando el CBR se encuentre por encima de este parámetro, a pesar de que se incluya el geo sintético que reduce los espesores, ya no se ve necesaria su implementación, dado que la implementación del mismo y la disminución de los espesores no justifica su costo, **se concluye** el aporte mecánico que ofrecen los geo sintéticos implementados a los suelos de fundación con una baja capacidad portante, lo cual redujo un 48% del espesor original, con esto se evidencia un gran aporte en la disipación de las cargas dinámicas aplicadas a la estructura, ya que a mayor espesor de la estructura el terreno de fundación no soporta las cargas previstas para el diseño.

Ayala (2017), **cuyo objetivo**: Es lograr una estabilización adecuada de suelos expansivos mediante la utilización de polímeros, La **metodología** es de tipo aplicada con un diseño de tipo experimental, con unas muestras de los suelos de las zonas de El Recinto Puente Lucia , El Bujio y Samborondon, con una población de los suelos de la ciudad de

Samborondon- Ecuador, como **resultado** se obtuvo que al ir implementando la cantidad del 0.5%, 0.75%, 1%, 1.5% se obtuvieron una mejora en las propiedades mecánicas del terreno como el contenido de humedad, por **conclusión** se obtuvo que la implementación y la dosificación adecuada mencionada anteriormente se obtendrá resultados económicos y técnicos muy favorables.

Según , Guilcapi y Santamaria (2012), tiene como **objetivo** analizar el cuadro comparativo entre los polímeros SBR de las canteras de Guayllabamba y San Antonio en el diseño de micro pavimentos, La **metodología** es de tipo aplicada con un diseño de tipo experimental con unas muestras de los terrenos mencionados anteriormente, **el resultado** fue la obtención de un análisis en cuanto a costos de las diferentes técnicas de conservación correctiva y preventiva del pavimento, como **conclusión** sabremos que esto ayudara a justificar su uso, tomando el principal parámetro la inversión y la vida útil.

En otros idiomas tenemos: según Christopher (2010), In his study on "Stabilization of soft clay subsoils in the first phase of a Virginia laboratory study," he "aimed at analyzing three different types of soils in the city of Virginia using traditional and unconventional methods that, in their execution, caused problems or persistent poor performance in its use." Stabilizing materials used: quicklime, slaked lime, lime pellets, lignosulfonate, cement, synthetic polymers, magnesium chloride, and cement stabilizers; from Northern Virginia, Staunton And Lynchburg soil samples can verify that traditional stabilizers are more effective than unconventional stabilizers such as lignosulfonates and synthetic polymers"(p.1.).

Según Christopher (2010), "En su investigación para la "estabilización de subrasantes de arcilla blanda en el estudio de laboratorio de virginia fase I", "pretende analizar tres tipos diferentes de suelos en la ciudad de virginia con métodos convencionales y no convencionales que causaron problemas durante su ejecución o un bajo rendimiento a lo largo su uso, los materiales estabilizadores a utilizar fueron: cal viva, cal hidratada, cal peletizada, lignosulfonato, cemento, polímero sintético, cloruro de magnesio y un estabilizador cementoso, se muestrearon suelos del norte de Virginia, Staunton y Lynchburg en los que fue posible verificar que los estabilizadores convencionales fueran más efectivos que los no convencionales como el lignosulfonato y el polímero sintético" (p.1.).

Segun, Kutah y Dina K. (2004)⁸, "In his investigation of the "effect of the effort that compaction shows in the behavior of the soil of the subgrade, as a population we have the city of Kirkuk, to study the compaction effort and the long-term soaking in the properties of the soil to be tested, It was decided to take 96 CBR soil samples, of which 48 samples were for the molding with a moisture content of 2%, as well as unconsolidated and consolidated

triaxial tests, both without drainage in the samples that were extracted from the samples. of the CBR, in order to obtain the result of the resilient modulus we will base ourselves on the data of the penetration curve obtained from the CBR. As well as the determinations of the moisture content that will be carried out in this study to obtain the compaction effort in the sample” (p.180.).

Según , Kutah y Dina K. (2004) , “En su investigación del “efecto del esfuerzo que muestra la compactación en el comportamiento del suelo de la subrasante, tenemos como población a la ciudad de Kirkuk, para estudiar el esfuerzo de compactación y el remojo a largo plazo en las propiedades de la suelo a ensayar, se decidió tomar 96 muestras de suelo CBR, de las cuales 48 muestras fueron para el moldeado con un contenido de humedad del 2%, así como ensayos triaxiales no consolidados y consolidados, ambos sin drenaje en las muestras que se extrajeron de las muestras del CBR, para obtener el resultado del módulo resiliente nos basaremos en los datos de la curva de penetración obtenidos del CBR, así como las determinaciones del contenido de humedad que se realizarán en este estudio para alcanzar el esfuerzo de compactación en la muestra” (p.180.).

Según , Salohur.(2015)⁹ , ” The structural characteristics of roads in cold regions are greatly affected by seasonal changes in environmental factors such as temperature and humidity. In addition to the damaging effects of high traffic loads, climatic and environmental factors can also have a significant impact on pavement degradation. These factors affect the structural and functional capabilities of pavement structures, thereby activating and accelerating pavement failure mechanisms. Studies of the effects of various environmental factors on the response and behavior of pavement materials have shown that these factors must be properly considered in the design and analysis of actual pavements” (p.61.).

Según, Slohur (2015)” , Las propiedades estructurales de los pavimentos en las regiones frías pueden verse fuertemente influenciadas por la variación estacional del factor ambiental, como temperatura y humedad. Además de los efectos destructivos de las altas cargas de tráfico, los factores climáticos y ambientales pueden contribuir significativamente al deterioro del pavimento. Estos factores pueden afectar las capacidades estructurales y funcionales de las estructuras del pavimento y, a su vez, pueden activar y acelerar los mecanismos de falla del pavimento. Los estudios sobre la influencia de varios factores ambientales en la respuesta y el comportamiento de los materiales del pavimento han demostrado que estos factores deben ser considerados adecuadamente en el diseño y análisis del pavimento real” (p. 61).

Como **bases teóricas** relacionada a las variables tenemos lo siguiente: **Variable Independiente: Polímeros de polipropileno reciclado:** según Cuipal (2018)¹⁰, nos dice

“Estos nacen a partir de unas macromoléculas que se forman en unidades pequeñas y que estas se unen mediante un enlace covalente. Estas moléculas se denominan monómeros dado que se entrelazan entre sí por un proceso químico” (p.3.).

Propiedades de los polímeros: Según Guzmán (2019)¹¹, “el comportamiento de la gran mayoría de los polímeros puede variar a temperaturas ambiente, estas características se miden practicándole algunos ensayos como los de tracción, impacto, desgarró, compresión, etc.” (p.33.).

Polímero termo endurecible Según Carranza (2020)¹², “se forman ante una reacción química entre unos componentes que son el endurecedor y la base, a raíz de esto se forman estructuras entrecruzadas las cuales ya no podrán transformarse ni recuperarse” (p.8).

Polímeros termoplásticos Según Infante y Vásquez (2016)¹³, “los polímeros suelen ser solubles y ante el calor se reblandecen, que a la medida de su intensidad pueden fluir. una vez que estos se encuentran enfriados, se les puede moldear en repentinas ocasiones sin que pierdan sus propiedades” (p.53.).

Polipropileno: Según López (2010)¹⁴, “es utilizado para elaborar bolsas de microondas por su buena resistencia térmica y eléctrica. una de sus propiedades más resaltantes es a la abrasión e impacto como también la dureza “(p.162). Polietileno: Según Perdomo (2002)¹⁵, “este material nace a partir de un derivado hidrocarbúrico que es el Etileno, es muy inflamable y el más pequeño de todos “(p.11)”.

Polímero como estabilizante de suelo Según Damiano y Pérez (2022)¹⁶, “el polímero es de gran utilidad a la hora de compactar el suelo, debido a que cumple la función de lubricar el terreno al momento de realizar la compactación” (p.30.).

Variable dependiente: propiedades de la subrasante: Subrasante: Según Campuzano y Benalcázar (2020)²⁰, “a la capa superficial del terreno se le llama Subrasante, esta mide entre 30-50 cm; en la cual reposa la estructura del pavimento, es importante analizar el tipo de suelo que conforma la plataforma al igual que el contenido de humedad del mismo ya que de esto dependerá que la estructura logre un adecuado comportamiento ante las distintas sollicitaciones de cargas y otros factores que puedan presentarse (p.24.).

Los desplazamientos y las grietas del pavimento ocurren típicamente en esta capa, y la mayoría de las desviaciones ocurren en superficies marinas bien caracterizadas. Por lo tanto, es importante analizar la subrasante y sus propiedades físicas (tamaño de grano, límite de Atterberg), propiedades mecánicas (proctor y CBR) e hidráulicas (coeficiente de expansión). (Melendes, 2013).

Como todos sabemos en ingeniería, la función principal de la subrasante es soportar la carga que transmite continuamente la estructura del pavimento y brindar soporte. Algunos factores importantes a considerar en el diseño de aceras son: tráfico, clima, materiales disponibles y subrasante.

Finalmente, el factor de investigación, es decir, la subrasante. Precisamente, la calidad de esta capa depende en gran medida del espesor, ya sea flexible o rígido, que debe tener el pavimento. La capacidad portante de la masa de suelo o su capacidad para resistir deformaciones y cambios de volumen se utiliza como parámetro para la medición y evaluación de subrasantes (Montejo, 2002, pp. 229,231)

Montejo (2002) afirma: Muchas veces el ingeniero se enfrenta a suelos con propiedades especiales que debe utilizar para un trabajo específico, por lo que se ve obligado a tomar alguna de estas acciones:

- Aceptar el material encontrado, teniendo en cuenta las restricciones de calidad impuestas al diseño.
- Retire los materiales insatisfactorios o evitados y reemplácelos por otros nuevos con propiedades convenientes.
- Mejorar las propiedades de los materiales existentes para hacerlos útiles y cumplir con los estándares de calidad de materiales requeridos (pág. 75) Los suelos con un valor de CBR mayor o igual al 6% se considerarán aptos para subrasantes, y si resultan valores inferiores, el El material en sí será Reemplazar, de lo contrario, es mejorado o estable.

Tabla 1. Categorías de sub rasante

| Categorías | CBR |
|------------------------------|-----------------------|
| So: Sub rasante inadecuada | CBR < 3% |
| S1: Sub rasante insuficiente | CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| S2: Sub rasante Regular | CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| S3: Sub rasante buena | CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S4: Sub rasante muy buena | CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S5: Sub rasante excelente | CBR ≥ 30% |

Fuente: Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección: Suelos y pavimentos. Lima, Perú. 2014.

La Tabla 1, muestra las categorías de clasificación de la sub rasante, según la capacidad de soporte del suelo en porcentaje.

propiedades mecánicas de la subrasante: Ensayo de Proctor modificado Según Maldonado (2020)¹⁷, “este proceso es similar al del Proctor normal, variándole unos parámetros fundamentales, en el ensayo en mención usa molde y masa de una mayor dimensión de 2.230cm³ y 4.535 kg respectivamente, con una altura de 4.57cm de altura, ya que esto involucraría a una mayor energía de compactación, se compactarán 5 capas con 60 golpes que serán distribuidos uniformemente en toda la superficie del material “(p.5.).

Figura 1. Materiales del ensayo Proctor modificado



Fuente: Taller Básico de Mecánica de Suelos 2006– Universidad Nacional de Ingeniería

Ensayos CBR (California Bearing Ratio): La capacidad de soporte de una subrasante se define como la carga que el suelo puede soportar sin deformación excesiva. El indicador para cuantificarlo es el Índice CBR. Después de clasificar los suelos usando el método AASHTO, se obtendrá la estratigrafía de suelo para cada sección similar para determinar

el suelo que liderará el diseño después de esto, se realizará un programa de prueba para establecer el CBR, al 95% MDS y 1" de penetración de carga. (MTC, 2014, pág. 35

Ensayo de CBR: Según Palomino, (2016)¹⁸, "la finalidad de el ensayo en mención es establecer la capacidad de soporte de los suelos y los agregados compactados en el laboratorio con niveles de compactación variables .

Tabla 2. Categorías de Subrasante según el ensayo CBR

| CBR | Clasificación del suelo | Uso |
|--------|-------------------------|-------------|
| 2-5 | Muy mala | Sub-rasante |
| 5-8 | Mala | Sub-rasante |
| 8-20 | Regular-Buena | Sub-rasante |
| 20-30 | Excelente | Sub-rasante |
| 30-60 | Buena | Sub-base |
| 60-80 | Buena | Base |
| 80-100 | Excelente | Base |

Fuente: Badillo, 2005.

propiedades físicas de la subrasante: Granulometría; Son las partículas que componen el suelo, desde las más grandes que se pueden recoger fácilmente con la mano hasta las más pequeñas, como el limo y la arcilla. A partir de esto, se pueden usar aproximaciones más grandes o más pequeñas para evaluar aquellos con más propiedades requeridas para la clasificación del suelo. (MTC, 2014, pág. 30).

Tabla 3. **Clasificación de suelos:** La distribución adecuada del tamaño de las partículas garantiza un excelente rendimiento del suelo bajo carga. En este sentido, el suelo requiere una mayor proporción de grava para resistir la carga, cierta proporción de arena para rellenar los huecos creados entre las gravas y finalmente cierta proporción de polvo fino para lograr la cohesión entre los materiales. (MTC, 2014, pág. 30).

Tabla 4. Clasificación de suelos según tamaño de partículas

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

Fuente: Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección: Suelos y pavimentos. Lima, Perú. 2014.

La Tabla 2 muestra la clasificación del suelo según el tamaño de las partículas; grava, arena y finos y también detalla el diámetro en el que las partículas se clasifican a través de un tamiz.

Relación humedad -Densidad (Proctor): Tenemos. Propiedades importantes para el rendimiento y la humedad óptima (densidad máxima)

Índice de Plasticidad; CRESPO VILLALAZ (1979, p.280) explicó que es una resta entre el límite líquido y el límite plástico, afirmando que el límite de humedad está en el estado plástico determinado por estudios experimentales.

$$IP=LL-LP$$

Tabla 5. Para nuestras diferentes muestras, ya sea terreno natural o suelo adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022, se calculará para conocer la influencia de la plasticidad del polímero de polipropileno reciclado en el suelo que deseamos tratar, que en este caso es suelo de subrasante de la Av. José Carlos Mariátegui.

Tabla 6. Rangos de Índice de Plasticidad

| INDICE DE PLASTICIDAD | PLASTICIDAD | CARACTERISTICAS |
|-----------------------|------------------|------------------------------------|
| IP>20 | Alta | suelos muy arcillosa |
| IP≤20 | Media | suelos arcillosos |
| IP>7 | | |
| IP<7 | Baja | suelos poco arcillosos plasticidad |
| IP=0 | No Plástico (NP) | suelos exentos de arcilla |

Fuente: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.2014.

Óptimo contenido de humedad; nos indica REN et al. (2015, p. 2066) que corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para formar una película de agua en las superficies de las partículas del suelo, que es suficiente para soportar el movimiento deslizante de las partículas del suelo. Para contenidos de agua específicos, comprimir un suelo a su máxima densidad teórica significa descargar todos los gases desde el interior del suelo a través de los vacíos, por lo tanto, saturado. La curva de compactación máxima teóricamente alcanzable, que también se conoce como curva de saturación, se puede obtener conectando los diversos contenidos de humedad con las correspondientes densidades secas del suelo en saturación.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación: Según, Hernandez et al. (2014)²¹, “toda investigación es aplicada ya que parte de los conocimientos ya establecidos, llámese; leyes, normas. además, busca mejorar la sociedad y resolver los problemas “(p.148).

La investigación de este proyecto es de tipo aplicada, ya que intenta poner en práctica los conocimientos adquiridos previamente a través de la implementación de polímeros reciclados de polipropileno para el mejoramiento de firmes, todos basados en antecedentes similares, todos los cuales son consistentes con los resultados de las pruebas de laboratorio. y CBR, Proctor mejorado y estándares de contenido de humedad, con el único propósito de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante

Diseño de investigación: Según Hernandez m Fernández y Baptista (2006)²², “es experimental o cuasi experimental, debido a que las evaluaciones o manipulaciones serán a la variable independiente, con el fin de evaluar el efecto de la variable dependiente. dado que se realizarán algunas combinaciones con escoria de acero y bagazo de caña con el único fin de formar una variedad de resultados y de esa forma corroborar cuanto influye en su construcción y que resultados se obtienen” (p.151.)

Nivel de investigación: esta investigación se le considera cuasi experimental, dado que se realizaran manipulaciones intencionales con ciertas cantidades del polímero de polipropileno reciclado en porcentajes (2%, 2.5% y 3%) en la subrasante, todo ello es con el fin de observar la influencia en las propiedades mecánicas de la subrasante; además tiene una subclasificación como cuasiexperimental y esto es debido a que el terreno a estudiar ha sido predefinido por el investigador, esto contara con 4 ensayos que serán 01 muestra patrón y las 3 muestras restantes serán con el polímero de polipropileno reciclado en porcentajes del 2%, 2.5% y 3% del peso seco de la muestra patron ; dichas dosificaciones se eligieron en base a distintos estudios de distintos autores (tesis castro y cruzado 2.5%, 5% y 7.5% y Cuipal 3% ,6% y 9%) todos ellos realizando estabilizaciones en la subrasante.

Según (Hernández et al, 2014, p, 145) **una investigación tiene un enfoque**

Cuantitativo: Porque es un desarrollo secuencial de datos de las fuentes, ya que analizará la información que desea estudiar. Como tal, el proyecto tiene enfoque cuantitativo, ya que una vez definida parte de la idea se aborda como objetivos, interrogantes e hipótesis de investigación.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente V1: polímero de polipropileno reciclado Variable dependiente: según (Hernández)²⁴, “se explican como el entorno en que la variable independiente afecta a la variable por su acción o forma” (p.131)

Variable independiente: Implementación del polímero de polipropileno reciclado Variable independiente: según (Hernández)²³, “delimita o dispone la alteración en la variable dependiente, proceden como un delegado coordinador de la variable dependiente” (p.131).

Variable independiente V1: polímero de polipropileno reciclado

Definición conceptual: Implementación del polímero de polipropileno reciclado Definición conceptual: Según Cuipal (2018)²⁵, “menciona que “Se originan a causa de unas macromoléculas conformadas por diminutas unidades, las mismas que se unen a través de enlaces covalentes. Dichas diminutas moléculas se las conoce como monómeros ya que se entrelazan entre sí por medio de un proceso químico”. (p.16).

Definición operacional. Este análisis puede ser analizado considerando la operacionalización y escala de medición de las variables (dimensiones e indicadores)

Indicadores:

- ✓ 2%, de polímero de polipropileno reciclado que será adicionado a la subrasante
- ✓ 2.5% de polímero de polipropileno reciclado que será adicionado a la subrasante
- ✓ 3% de polímero de polipropileno reciclado que será adicionado a la subrasante

Escala de medición:

- ✓ razón

Variable dependiente: propiedades de la subrasante

Definición conceptual: En cuanto a las propiedades del terraplen , tenemos propiedades físicas como: tamaño de grano, límite de Atterberg (índices líquido y plástico), valor de soporte (CBR), densidad (Proctor) y contenido de agua: según Enríquez (2021), “Da Nuestra referencia para verificar si el contenido óptimo para la compactación de la subrasante es menor o mayor” (p.57.).

Definición operacional: En la subrasante se probaron polímeros de polipropileno reciclado, lo que afectó directamente las propiedades mecánicas, destacando su calidad. En esta investigación se realizó la prueba de contenido de agua a las cuatro combinaciones previamente establecidas (N, 2%, 2.5%, 3%), de las cuales se puede apreciar el índice de plasticidad de la muestra, por lo que se realizó la prueba de Proctor. modificado y CBR

también en las combinaciones (N, 2%, 2.5%, 3%) antes de ellos, se realizaron calicatas para ver su graduación y clasificación de suelos.

Indicadores:

- ✓ Índice de plasticidad,
- ✓ CBR (kg/cm²),
- ✓ Proctor modificado (kg/cm²)

Escala de medición:

- ✓ razón

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Según Arias, Villasis y Miranda (2016)²⁶, “Una población de estudio es un grupo establecido, condicionado y alcanzable de casos que compondrán una referencia para la elección de la muestra y cumplirán un grupo de criterios predefinidos. Cabe enfatizar que, al tratar de la población de estudio, la expresión no es exclusivo de humanos, sino que además puede aludir a animales, registros, objetos, familias, asociaciones, etc.; a fin de estos últimos, puede ser más apropiado usar un término similar, como universo”. (p.16).

Sabemos que el tipo de vía a estudiar es una autopista de 2da clase, con un IMDA entre los 2000-401 veh/día para calzadas con dos carriles de ellas, la población consta de todas las calicatas de 1.5 m para (3.5 km) y sus ensayos físicos mecánicos en el menos favorable, cuyos resultados se obtendrán del CBR, Proctor modificado y el índice de plasticidad y de las combinaciones con el polímero de polipropileno reciclado aplicándose a los 3 diseños adicionales.

Muestra

Según Arias, Villasis y Miranda (2016)²⁷, “Es la cantidad exacta de individuos que en cualquier investigación siempre será establecida para así cumplir con los objetivos trazados en un comienzo. a esta cantidad se denomina tamaño de muestra, que se halla o estima a través de una ecuación matemática” (p.131)

Para esta investigación la muestra es la autopista de 2da clase que está ubicada en la Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino.

Muestreo

Según Valderrama (2007)²⁸, “el muestreo no probabilístico de toda investigación es a causa de que el investigador elige la muestra según su apreciación, por razones como comodidad, ya que en la realización del muestreo supone un costo alto o demasiado tiempo” (p.15).

El tipo de muestreo es el no probabilístico, pues ello no dependerá de una fórmula de la estadística; sino de la propia elección del tesista, también el tipo de vía y de las características del proyecto de investigación.

Unidad de análisis, se refiere a los elementos que guardan las mismas características seleccionados de la población para formar la muestra. para la presente investigación estará conformada por los ensayos del CBR (kg/cm²), Proctor modificado (kg/cm²) y el índice de plasticidad (%), a quienes se les ha adicionado polímero de polipropileno reciclado en porcentajes del 2%,2.5%y3%.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernandez y Duana (2020)²⁹, “indica las técnicas de recolección de datos incluyen métodos y acciones que permiten a los investigadores alcanzar la información imprescindible para responder a sus preguntas de investigación” (p.25).

Si bien los métodos utilizados para la recolección de datos son efectivamente métodos observacionales, con el fin de brindar posibles soluciones a problemas e hipótesis dadas, contaremos con fuentes de información y fundamentación teórica para cada variable, utilizando bibliografías, y finalmente contaremos con técnicas cuasi-experimentales.

Instrumentos de recolección de datos

Según Valderrama (2013 p. 194)³⁰, “en una investigación, el instrumento es donde se llevará la observación de las variables en estudio. Para la presente investigación se escogió los instrumentos tales como” (p.35).

- ✓ Observación
- ✓ Fichas de laboratorio
- ✓ Ensayos

Validez

Según hurtado (2015)³², “se podrá cuantificar notablemente la validez de un instrumento, se evalúa conforme a los principios de los investigadores. Dichos instrumentos se validarán por 3 ingenieros especialistas” (p.4).

Todo ello, estará validado por las normas del ASTM Y NTP que serán utilizadas y designadas para cada tipo de ensayo.

Confiabilidad

Para Corral (2009 p.238)³¹, “la confiabilidad se determinará con la honestidad con la cual se evaluará los ensayos en un periodo de tiempo para que la investigación sea veraz” (p.238).

Para la confiabilidad nos apoyamos en los laboratorios de mecánica de suelos.

3.5 Procedimientos

Para la presente investigación se ha requerido información de diferentes antecedentes, artículos y revistas científicas los cuales mencionan temas relacionados a esta investigación, ya sea de autores nacionales e internacionales. Así mismo se tomó en cuenta las definiciones de autores con experiencia en el tema.

La combinación de la muestra de patron N con los porcentajes del polímero de polipropileno reciclado de 2%,2.5%,3%, siendo estos sometidos a los ensayos de CBR, Proctor modificado y el índice de plasticidad según la NTP y el ASTM, para evaluar la mejor opción.

3.6 Método de análisis de datos

El análisis de los datos adquirirá un grado de validez adaptado a las características del proyecto de investigación, ya que el análisis de los datos se realizará a través de los procedimientos y mediciones de los ensayos realizados. Para la selección de datos, esta se hará mediante la observación directa de los pozos de prueba, los cuales nos permiten realizar cada ensayo sobre la plataforma en el laboratorio.

3.7 Aspectos éticos

Como estudiante de ingeniería civil, este proyecto de investigación se desarrolló con transparencia, honestidad y no se transcribió información de otros trabajos, todo el contenido se cita a través de la norma ISO-690-2010, respetando aportes, referentes a normas e instrumentos Sus resoluciones fueron utilizadas en este proyecto de investigación y se compararán mediante la herramienta turnitin, que indicará el grado de similitud.

IV. RESULTADOS

4.1 ubicación geográfica

Esta investigación se realizó el estudio al material de muestra de la Av. José Carlos Mariátegui- El Agustino, obtenida de una calicata, tramo entre la Av. Las Magnolias y la Av. Ferrocarril.

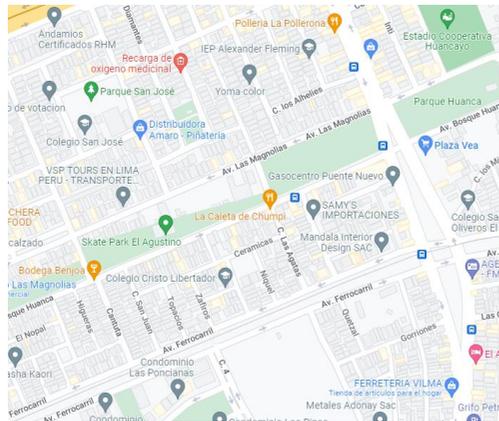


Figura 02. Ubicación satelital.

4.2 resultados de granulometría por tamizado

De acuerdo con la tabla 5 (ver página 23) se puede observar que el porcentaje que pasa entre la malla 3" al 3/4" es del 100%, mientras que de la malla N° 4 es de 86.18 y en la malla N° 200 es de 28.68.

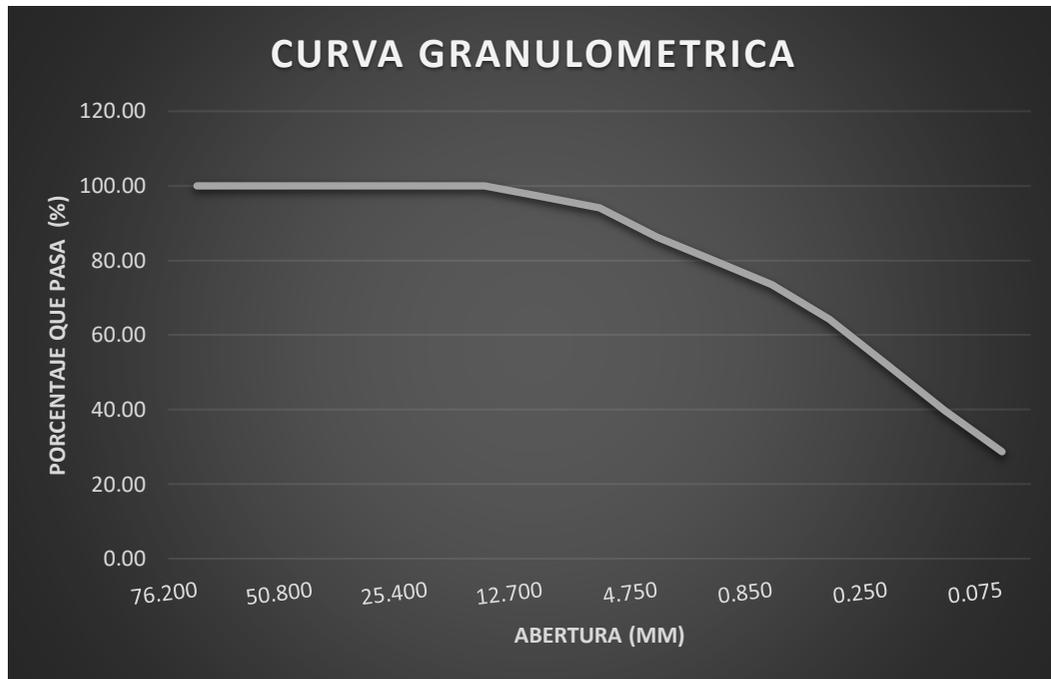
De esta manera con los datos obtenidos de laboratorio de la granulometría de la muestra C1 se puede obtener la curva granulométrica de la figura 2 (ver página 24) en donde la predominancia es SM = Arena Limosa.

Tabla 5. Ensayo Granulométrico por tamices ASTM Norma (MTC-E 107)

| TAMIZ | AASHTO T-27 | PORCENTAJE QUE PASA |
|--------|-------------|---------------------|
| | (mm) | |
| 3" | 76.200 | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.500 | 100.00 |
| 2" | 50.800 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 100.00 |
| 3/4" | 19.050 | 100.00 |
| 1/2" | 12.700 | 97.15 |
| 3/8" | 9.530 | 94.09 |
| N° 4 | 4.750 | 86.18 |
| N° 10 | 2.000 | 79.95 |
| N° 20 | 0.850 | 73.46 |
| N° 40 | 0.430 | 64.15 |
| N° 60 | 0.250 | 52.00 |
| N° 100 | 0.150 | 39.81 |
| N° 200 | 0.075 | 28.68 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 03. Curva granulométrica de exploración C-01



Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Análisis Granulométrico

| Clasificación de suelos | |
|-----------------------------------|-----------|
| Clasificación SUCS (ASTM D2487) | SM |
| Clasificación AASHTO (ASTM D2487) | A-2-4 (0) |
| Nombre del grupo | |
| Arena limosa | |

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la figura 2 se obtuvo la curva granulométrica de los datos hallados en la C-01, la cual fue extraída del terreno de la Av. Jose Carlos Mariátegui – El agustino. nos mostró las proporciones de terreno natural pasantes por los tamices, visualizándose que por la malla N°200 logra pasar el 28.68% el cual nos indica la cantidad de fino que presenta la muestra. el tipo de terreno de la muestra es SM según SUCS y según AASHTO es A-2-4, el cual nos indica que es una arena limosa.

Tabla7. Límites de consistencia (ASTM D4318) y Contenido de humedad

| ENSAYOS | | RESULTADOS |
|-------------------------|-----------------------|------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | 4.50% |
| LÍMITES DE CONSISTENCIA | LÍMITE LÍQUIDO | 17% |
| | LÍMITE PLÁSTICO | N.P |
| | ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD | N.P |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 04. Limite liquido



Fuente: Elaboración propia.

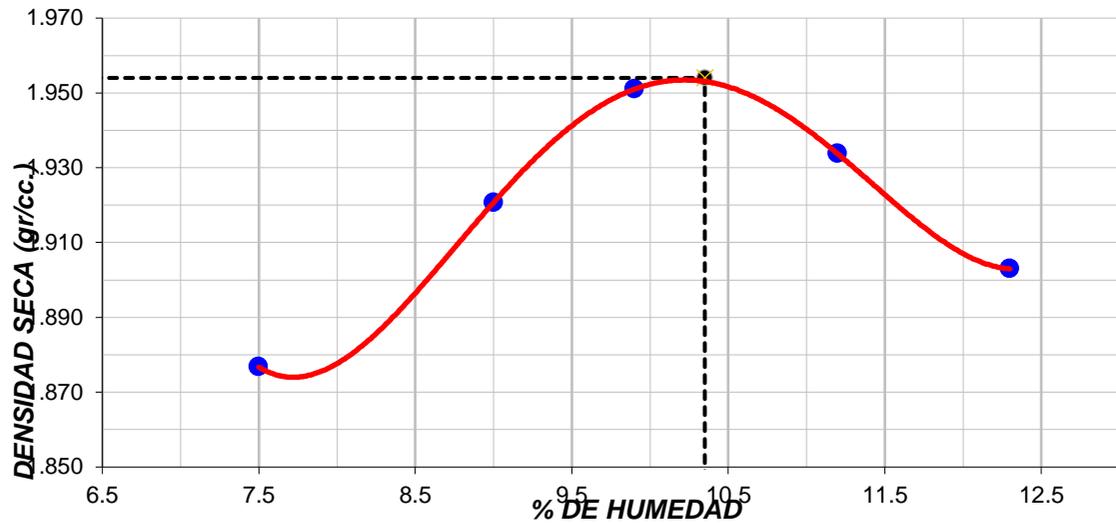
Interpretación: En la figura 3 nos indica que el espécimen natural presenta un 4.5% de contenido de agua y un límite líquido de 17% el cual nos indica que es de plasticidad media y tiene una característica de suelo arcilloso.

tabla 8. Ensayo de Proctor Modificado

| Volumen molde 2116 cm ³ | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|--------|--------------------------|--------|--------|---|
| Peso molde 6513 gr | | | | | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso suelo + molde | Gr | 10.782 | 10.743 | 10.838 | 10.801 | |
| Peso suelo Húmedo compactado | Gr | 4.289 | 4.239 | 4.325 | 4.288 | |
| Peso volumétrico Húmedo | Gr/cm ³ | 2.017 | 1.999 | 2.044 | 2.026 | |
| Recipiente Húmedo | | A | B | C | D | |
| Peso suelo húmedo + tara | gr | 543.7 | 582.4 | 643.5 | 663.7 | |
| Peso suelo + tara | gr | 507.2 | 535.8 | 583.4 | 594.7 | |
| Peso de la tara | gr | | | | | |
| Peso del agua | gr | 36.5 | 46.6 | 60.1 | 69.0 | |
| Peso del suelo seco | gr | 507 | 536 | 583 | 595 | |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.7 | 10.3 | 11.6 | |
| Densidad seca | gr/cm ³ | 1.770 | 1.839 | 1.853 | 1.816 | |
| Densidad Máxima seca: | | 1.954 | Contenido Humedad Optima | | 10.4% | |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 05. Gráfica de % de humedad y densidad seca (gr/cm³)



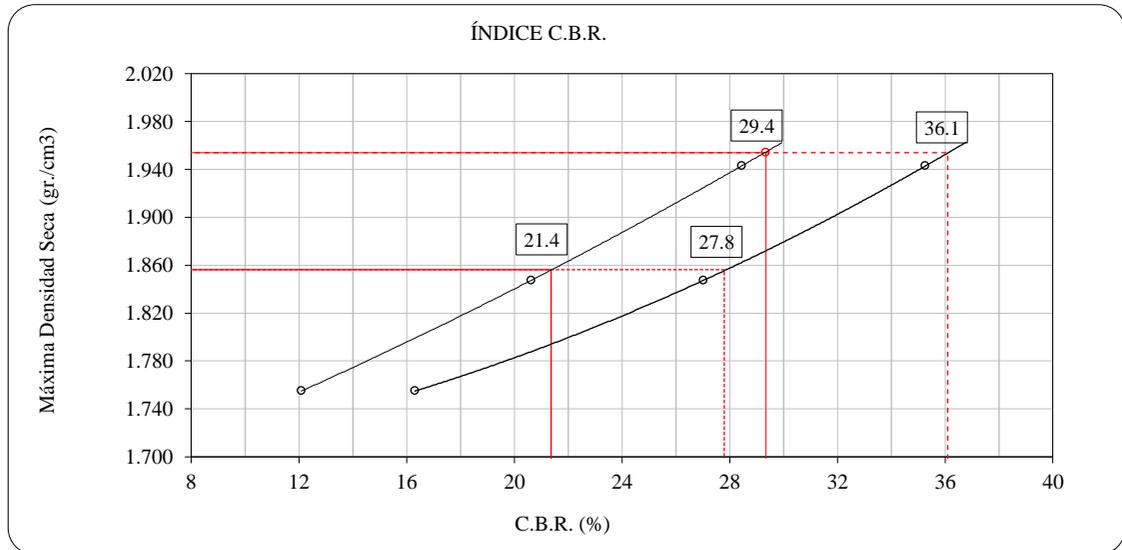
Interpretación: se visualizó que el óptimo contenido de humedad de la muestra del terreno es de 10.4% y así mismo se obtuvo una densidad máxima seca de 1.954 kg/cm³.

Tabla 09. Cálculo de la relación de soporte califonia (C.B.R.)

| CALCULO DE LA REACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|--|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N | 4 | | 10 | | 2 | |
| Numero de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Numero de golpes | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | No saturado | saturado | No saturado | saturado | No saturado | saturado |
| Peso suelo + molde gr | 12.412 | | 12.666 | | 11.892 | |
| Peso molde gr | 7.873 | | 8.358 | | 7.804 | |
| Peso suelo compactado gr | 4.539 | | 4.360 | | 4.088 | |
| Volumen del molde cm ² | 2.143 | | 2.135 | | 2.110 | |
| Densidad húmeda gr/cm ² | 2.143 | | 2.088 | | 1.937 | |
| Humedad % | 10.3 | | 10.3 | | 10.4 | |
| Densidad seca gr/cm ² | 1.943 | | 1.947 | | 1.755 | |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 06: Índice C.B.R



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La tabla nos proporcionó los datos de los CBR al 100% en 0.1" es de 29.4% y el CBR al 100% en 0.2" es de 36.1%. Estos datos nos indicaron que la subrasante tiene una capacidad de soporte muy buena.

4.3 Resultados agregando el 2% de polímero de polipropileno reciclado

Tabla 10: Límite líquido y límite plástico

| | | | |
|--|--|------------------------------------|--|
| Calicata : C-1 | | | |
| Muestra : M-1 (2% de polímero de polipropileno reciclado) | | | |
| Profundidad : 1.50 m | | Fecha de ensayo: 31/10/2022 | |
| Material Pasante Tamiz Nº 40 | | | |
| DESCRIPCION | | UNIDAD | |
| Nro. de Recipiente | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo (A) | | g | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | | g | |
| Peso de Recipiente (C) | | g | |
| Peso del Agua (A-B) | | g | |
| Peso del Suelo Seco (B-C) | | g | |
| Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$ | | % | |
| Nº De Golpes | | | |
| | | LIMITE LIQUIDO | |
| | | LIMITE PLASTICO | |
| | | NP | |
| | | NP | |

Fuente: Elaboración Propia

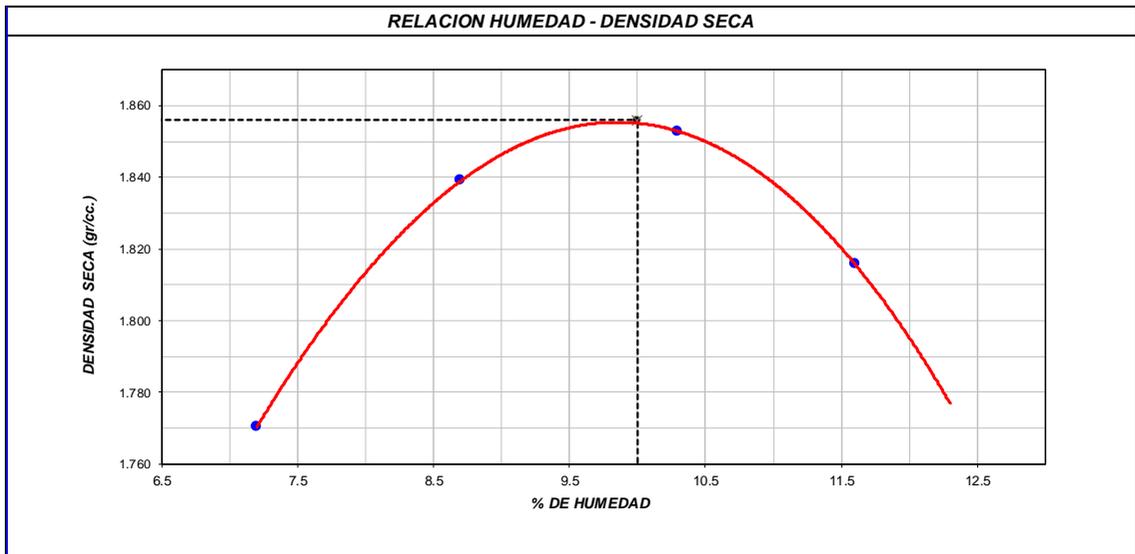
Interpretación: en los resultados de la tabla 10 nos mostró que al agregar el polímero de polipropileno en una cantidad del 2% del peso seco de la muestra, este no presenta los límites de consistencia que son límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Tabla 11: Ensayo de Proctor modificado

| | | Volumen Molde | 2116 | cm ³ | | | |
|------------------------------|--------|---------------------------------|--------|----------------------------------|--------|---------------|---|
| | | Peso Molde | 6513 | gr. | | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 10,529 | 10,743 | 10,838 | 10,801 | | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4,016 | 4,230 | 4,325 | 4,288 | | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr/cm3 | 1.898 | 1.999 | 2.044 | 2.026 | | |
| Recipiente Numero | | A | B | C | D | | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 543.7 | 582.4 | 643.5 | 663.7 | | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 507.2 | 535.8 | 583.4 | 594.7 | | |
| Peso de la Tara | gr. | | | | | | |
| Peso del agua | gr. | 36.5 | 46.6 | 60.1 | 69.0 | | |
| Peso del suelo seco | gr. | 507 | 536 | 583 | 595 | | |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.7 | 10.3 | 11.6 | | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 1.770 | 1.839 | 1.853 | 1.816 | | |
| Densidad Máxima Seca: | | 1.856 gr/cm³. | | Contenido Humedad Óptima: | | 10.0 % | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 07: Relación humedad – Densidad seca



Fuente: Elaboración propia

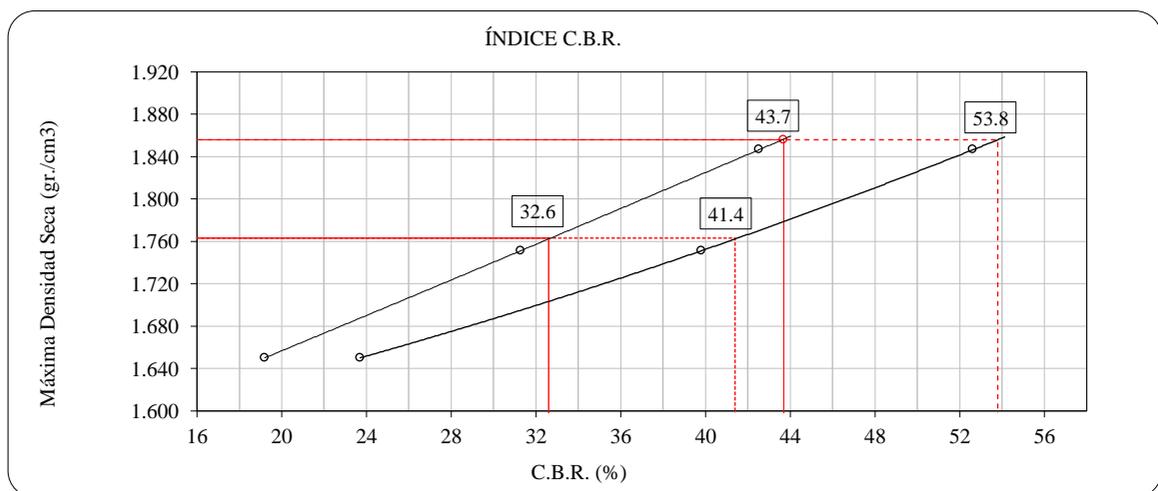
Interpretación: se visualizó que al adicionar el polímero de polipropileno el óptimo contenido de humedad es de 10% y su máxima densidad seca es de 1.858gr/cm².

Tabla 12: CBR

| CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|
| Molde Nº | 5 | | 11 | | 12 | | | | | | | | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | | | | | | | | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 12 | | | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | | | | | | | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12,063 | | 12,620 | | 12,398 | | | | | | | | |
| Peso molde (gr.) | 7,777 | | 8,507 | | 8,510 | | | | | | | | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,286 | | 4,113 | | 3,888 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,112 | | 2,135 | | 2,140 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (gr./cm ³) | 2,029 | | 1,926 | | 1,817 | | | | | | | | |
| Humedad (%) | 9.9 | | 10.0 | | 10.1 | | | | | | | | |
| Densidad Seca (gr./cm ³) | 1.847 | | 1.751 | | 1.650 | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Tara+suelo húmedo (gr.) | 563.7 | | 612.4 | | 682.5 | | | | | | | | |
| Tara+suelo seco (gr.) | 512.9 | | 556.7 | | 619.9 | | | | | | | | |
| Peso de agua (gr.) | 50.8 | | 55.7 | | 62.6 | | | | | | | | |
| Peso de tara (gr.) | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 512.9 | | 556.7 | | 619.9 | | | | | | | | |
| Humedad (%) | 9.9 | | 10.0 | | 10.1 | | | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm ²) | Molde Nº 5 | | | | Molde Nº 11 | | | | Molde Nº 12 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % |
| 0.025 | | 41 | 2.1 | | | 31 | 1.6 | | | 19 | 0.9 | | |
| 0.050 | | 115 | 5.8 | | | 86 | 4.4 | | | 52 | 2.6 | | |
| 0.075 | | 225 | 11.4 | | | 169 | 8.6 | | | 101 | 5.1 | | |
| 0.100 | 70.307 | 370 | 18.8 | 29.9 | 42.5 | 278 | 14.1 | 22.0 | 31.3 | 167 | 8.5 | 13.5 | 19.2 |
| 0.150 | | 695 | 35.3 | | | 521 | 26.5 | | | 313 | 15.9 | | |
| 0.200 | 105.460 | 971 | 49.3 | 55.5 | 52.6 | 728 | 37.0 | 42.0 | 39.8 | 437 | 22.2 | 25.0 | 23.7 |
| 0.300 | | 1394 | 70.8 | | | 1046 | 53.1 | | | 627 | 31.9 | | |
| 0.400 | | 1721 | 87.4 | | | 1291 | 65.5 | | | 774 | 39.3 | | |
| 0.500 | | 1991 | 101.1 | | | 1494 | 75.9 | | | 896 | 45.5 | | |

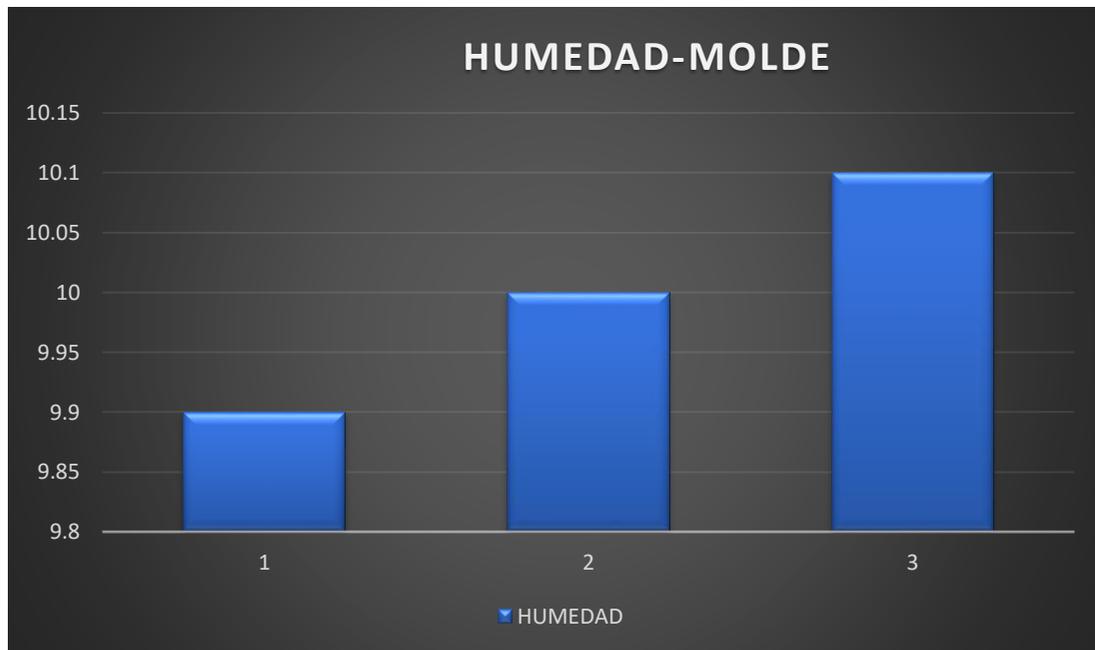
Fuente: elaboración propia

Figura 08: Índice de CBR



Fuente: elaboración propia

Figura 09: Humedad – Molde



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En el ensayo de la muestra al agregar el 2% de polímero de polipropileno reciclado, los resultados nos mostraron el contenido de humedad en los distintos moldes y el CBR al 95% y 100%, en penetraciones de 0.1” y 0.2”. indicándonos un CBR de 43.7% al 100% MDS y un CBR de 32.6% al 95% MDS ambos en una penetración de 0.1”. a su vez se verificó un CBR de 53.8% al 100%MDS y otro CBR de 41.4% al 95%MDS ambas en penetraciones de 0.2”.

4.4 Resultados agregando el 2.5% de polímero de polipropileno reciclado

Tabla 13: Limite líquido y limite plástico

| | | | | |
|----|---|---|-------------------------------------|-----------------------------|
| 6 | Muestra | : M-1 (2.5% de polímero de polipropileno reciclado) | | |
| 7 | Profundidad | : 1.50 m | | Fecha de ensayo: 31/10/2022 |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | Material Pasante Tamiz N° 40 | |
| 11 | DESCRIPCION | UNIDAD | LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLASTICO |
| 12 | Nro. de Recipiente | | | |
| 13 | Peso Recipiente + Suelo Humedo (A) | g | NP | NP |
| 14 | Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | g | | |
| 15 | Peso de Recipiente (C) | g | | |
| 16 | Peso del Agua (A-B) | g | | |
| 17 | Peso del Suelo Seco (B-C) | g | | |
| 18 | Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$ | % | | |
| 19 | N° De Golpes | | | |

Fuente: Elaboración Propia

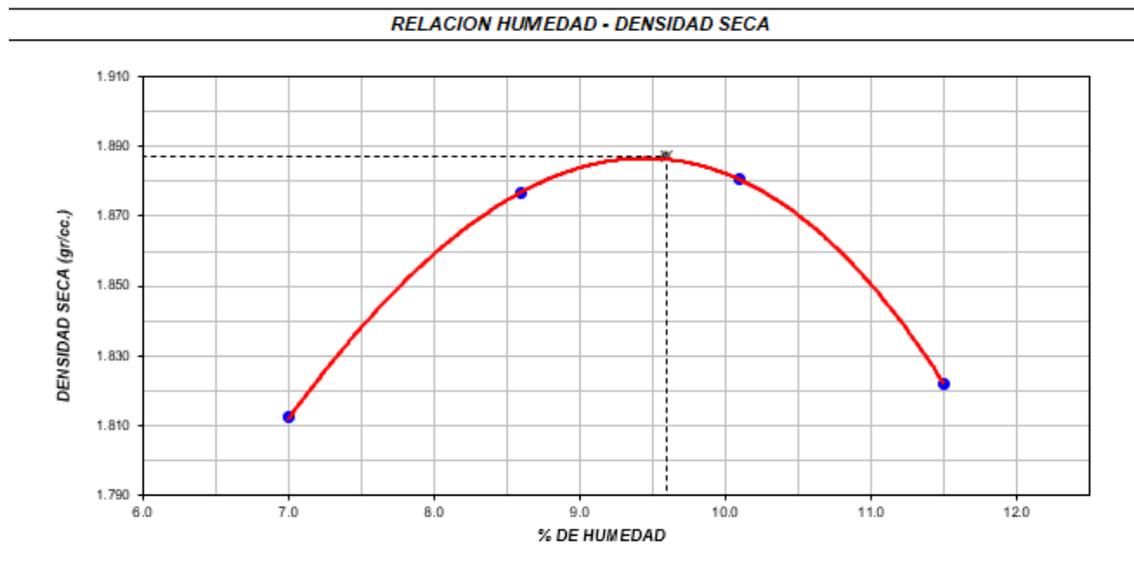
Interpretación: Los resultados de la Tabla 13 muestran que cuando la cantidad de polímero de polipropileno añadido es del 2,5% del peso seco de la muestra, no hay límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Tabla 14: Ensayo de Proctor modificado

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------------|----------|----------------------------------|--------------|
| 19 | | Volumen Molde | 2116 | cm ³ | | | |
| 20 | | Peso Molde | 6513 | gr. | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 23 | Peso Suelo + Molde | gr. | 10,615 | 10,826 | 10,894 | 10,812 | |
| 24 | Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4,102 | 4,313 | 4,381 | 4,299 | |
| 25 | Peso Volumetrico Humedo | gr/cm3 | 1.939 | 2.038 | 2.070 | 2.032 | |
| 26 | Recipiente Numero | | A | B | C | D | |
| 27 | Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 633.7 | 567.4 | 557.2 | 567.1 | |
| 28 | Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 592.2 | 522.5 | 506.1 | 508.6 | |
| 29 | Peso de la Tara | gr. | | | | | |
| 30 | Peso del agua | gr. | 41.5 | 44.9 | 51.1 | 58.5 | |
| 31 | Peso del suelo seco | gr. | 592 | 522 | 506 | 509 | |
| 32 | Contenido de agua | % | 7.0 | 8.6 | 10.1 | 11.5 | |
| 33 | Densidad Seca | gr/cm3 | 1.812 | 1.877 | 1.880 | 1.822 | |
| 34 | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | |
| 36 | Densidad Máxima Seca: | | 1.967 gr/cm³ | | | Contenido Humedad Optima: | 9.6 % |
| 37 | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Relación humedad – Densidad seca



Fuente: Elaboración propia

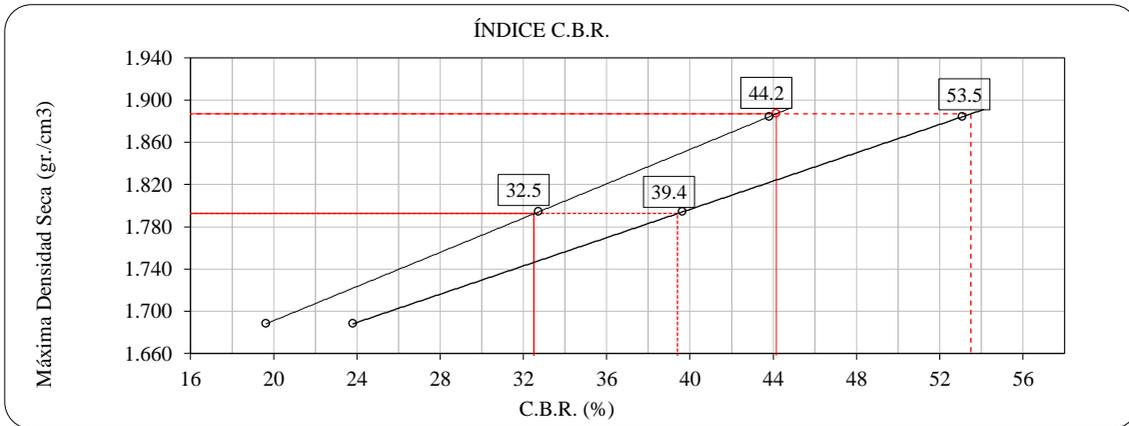
Interpretación: se visualizó que al adicionar el polímero de polipropileno el óptimo contenido de humedad es de 9.6% y su máxima densidad seca es de 1.887gr/cm².

Tabla 15: Calculo de la relación de soporte californiana (C.B.R)

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|
| Molde N° | 6 | | | | 13 | | | | 14 | | | | |
| Número de capas | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Número de golpes | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | | SATURADO | | NO SATURADO | | SATURADO | | NO SATURADO | | SATURADO | | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12,227 | | | | 12,809 | | | | 12,331 | | | | |
| Peso molde (gr.) | 7,853 | | | | 8,607 | | | | 8,443 | | | | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,374 | | | | 4,202 | | | | 3,342 | | | | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,118 | | | | 2,137 | | | | 2,123 | | | | |
| Densidad húmeda (gr./cm ³) | 2,065 | | | | 1,966 | | | | 1,852 | | | | |
| Humedad (%) | 3.6 | | | | 3.6 | | | | 3.7 | | | | |
| Densidad Seca (gr./cm ³) | 1.884 | | | | 1.734 | | | | 1.688 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Tara+suelo húmedo (gr.) | 624.8 | | | | 635.4 | | | | 604.3 | | | | |
| Tara+suelo seco (gr.) | 570.1 | | | | 579.7 | | | | 550.9 | | | | |
| Peso de agua (gr.) | 54.7 | | | | 55.7 | | | | 53.4 | | | | |
| Peso de tara (gr.) | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 570.1 | | | | 579.7 | | | | 550.9 | | | | |
| Humedad (%) | 3.6 | | | | 3.6 | | | | 3.7 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg./cm ²) | Molde N° 6 | | | | Molde N° 13 | | | | Molde N° 14 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % |
| 0.025 | | 76 | 3.9 | | | 57 | 2.9 | | | 34 | 1.7 | | |
| 0.050 | | 240 | 12.2 | | | 180 | 3.1 | | | 108 | 5.5 | | |
| 0.075 | | 441 | 22.4 | | | 331 | 16.8 | | | 198 | 10.1 | | |
| 0.100 | 70.307 | 619 | 31.4 | 30.8 | 43.8 | 464 | 23.6 | 23.0 | 32.7 | 279 | 14.1 | 13.8 | 19.6 |
| 0.150 | | 910 | 46.2 | | | 683 | 34.7 | | | 410 | 20.8 | | |
| 0.200 | 105.460 | 1100 | 55.9 | 56.0 | 53.1 | 825 | 41.9 | 41.8 | 39.6 | 495 | 25.1 | 25.1 | 23.8 |
| 0.300 | | 1460 | 74.1 | | | 1095 | 55.6 | | | 657 | 33.4 | | |
| 0.400 | | 1760 | 89.4 | | | 1320 | 67.0 | | | 792 | 40.2 | | |
| 0.500 | | 2017 | 102.5 | | | 1513 | 76.8 | | | 908 | 46.1 | | |

Fuente: elaboración propia

Figura 11: Índice de CBR



Fuente: elaboración propia

Interpretación: En el ensayo de la muestra al agregar el 2.5% de polímero de polipropileno reciclado, los resultados nos mostraron el contenido de humedad en los distintos moldes y el CBR al 95% y 100%, en penetraciones de 0.1” y 0.2”. indicándonos un CBR de 44.2% al 100% MDS y un CBR de 32.5% al 95% MDS ambos en una penetración de 0.1”. a su vez se verificó un CBR de 53.5% al 100%MDS y otro CBR de 39.4% al 95%MDS ambas en penetraciones de 0.2”.

4.5 Resultados agregando el 3% de polímero de polipropileno reciclado

Tabla 16: Limite líquido y limite plástico

| DESCRIPCION | UNIDAD | Material Pasante Tamiz N° 40 | |
|---|--------|------------------------------|-----------------|
| | | LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLASTICO |
| Nro. de Recipiente | | NP | NP |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo (A) | g | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | g | | |
| Peso de Recipiente (C) | g | | |
| Peso del Agua (A-B) | g | | |
| Peso del Suelo Seco (B-C) | g | | |
| Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$ | % | | |
| N° De Golpes | | | |

Fuente: Elaboración Propia

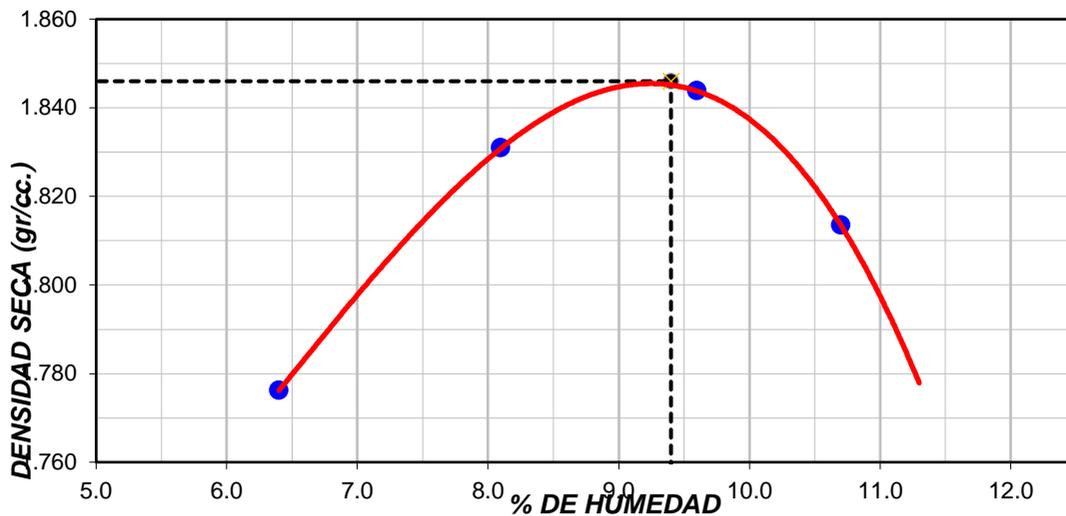
Interpretación: en los resultados de la tabla 16 nos mostró que al agregar el polímero de polipropileno en una cantidad del 3% del peso seco de la muestra, no hay limite liquido , limite plástico e índice de plasticidad.

Tabla 17: Ensayo de Proctor modificado

| | | Volumen Molde | 2116 | cm ³ | | |
|------------------------------|--------|---------------|--------|-----------------|--------|---|
| | | Peso Molde | 6513 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | gr. | 10,512 | 10,701 | 10,789 | 10,761 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 3,999 | 4,188 | 4,276 | 4,248 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr/cm3 | 1.890 | 1.979 | 2.021 | 2.008 | |
| Recipiente Numero | | A | B | C | D | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 607.3 | 659.1 | 583.1 | 597.6 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 570.8 | 609.7 | 532.0 | 539.8 | |
| Peso de la Tara | gr. | | | | | |
| Peso del agua | gr. | 36.5 | 49.4 | 51.1 | 57.8 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 571 | 610 | 532 | 540 | |
| Contenido de agua | % | 6.4 | 8.1 | 9.6 | 10.7 | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 1.776 | 1.831 | 1.844 | 1.814 | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Relación humedad – Densidad seca



Fuente: Elaboración propia

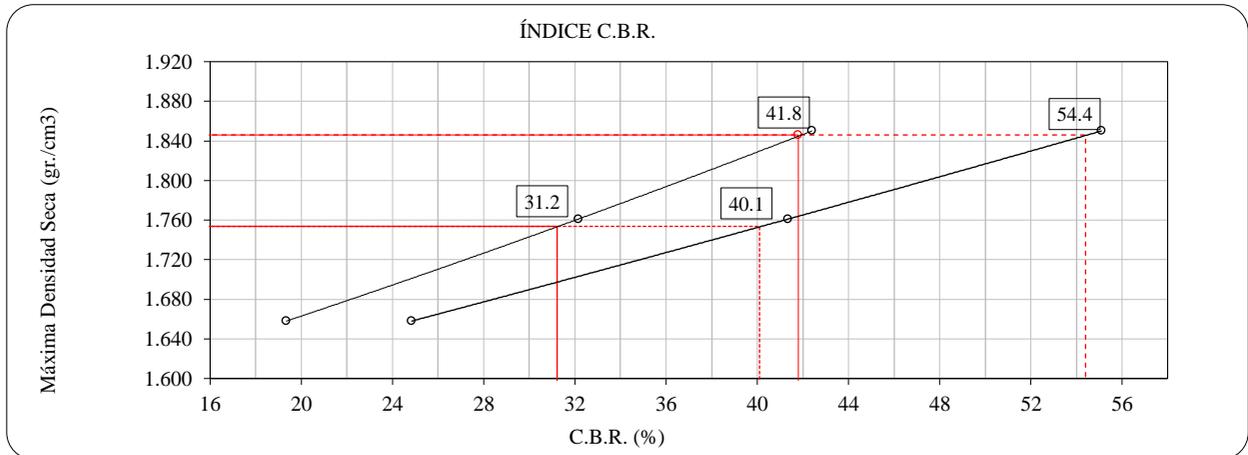
Interpretación: se visualizó que al adicionar el polímero de polipropileno el óptimo contenido de humedad es de 9.4% y su máxima densidad seca es de 1.846gr/cm²

Tabla 18: CBR

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|
| Molde N° | 1 | | | | 15 | | | | 16 | | | | |
| Número de capas | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Número de golpes | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | | SATURADO | | NO SATURADO | | SATURADO | | NO SATURADO | | SATURADO | | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12,205 | | | | 12,257 | | | | 11,825 | | | | |
| Peso molde (gr.) | 7,888 | | | | 8,129 | | | | 7,925 | | | | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,317 | | | | 4,128 | | | | 3,300 | | | | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,133 | | | | 2,141 | | | | 2,148 | | | | |
| Densidad húmeda (gr./cm ³) | 2,024 | | | | 1,928 | | | | 1,816 | | | | |
| Humedad (%) | 3.4 | | | | | | | | 3.5 | | | | |
| Densidad Seca (gr./cm ³) | 1,850 | | | | 1,761 | | | | 1,658 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Tara+suelo húmedo (gr.) | 567.4 | | | | 583.6 | | | | 578.1 | | | | |
| Tara+suelo seco (gr.) | 518.6 | | | | 533.0 | | | | 527.9 | | | | |
| Peso de agua (gr.) | 48.8 | | | | 50.6 | | | | 50.2 | | | | |
| Peso de tara (gr.) | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 518.6 | | | | 533.0 | | | | 527.9 | | | | |
| Humedad (%) | 3.4 | | | | 3.5 | | | | 3.5 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | |
| | | | | NO EXPANSIVO | | | | | | | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg./cm ²) | Molde N° 1 | | | | Molde N° 15 | | | | Molde N° 16 | | | |
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % |
| 0.025 | | 56 | 2.8 | | | 42 | 2.1 | | | 25 | 1.3 | | |
| 0.050 | | 145 | 7.4 | | | 109 | 5.5 | | | 65 | 3.3 | | |
| 0.075 | | 300 | 15.2 | | | 225 | 11.4 | | | 135 | 6.3 | | |
| 0.100 | 70.307 | 488 | 24.8 | 29.8 | 42.4 | 366 | 18.6 | 22.6 | 32.1 | 219 | 11.1 | 13.6 | 19.3 |
| 0.150 | | 828 | 42.0 | | | 621 | 31.5 | | | 372 | 18.9 | | |
| 0.200 | 105.460 | 1094 | 55.6 | 58.1 | 55.1 | 821 | 41.7 | 43.6 | 41.3 | 492 | 25.0 | 26.2 | 24.8 |
| 0.300 | | 1530 | 77.7 | | | 1148 | 58.3 | | | 689 | 35.0 | | |
| 0.400 | | 1905 | 96.8 | | | 1429 | 72.6 | | | 857 | 43.5 | | |
| 0.500 | | 2163 | 110.1 | | | 1626 | 82.6 | | | 976 | 49.6 | | |

Fuente: elaboración propia

Figura 13: Índice de CBR



Fuente: elaboración propia

Interpretación: En el ensayo de la muestra al agregar el 3% de polímero de polipropileno reciclado, los resultados nos mostraron el contenido de humedad en los distintos moldes y el CBR al 95% y 100%, en penetraciones de 0.1" y 0.2". indicándonos un CBR de 41.8% al 100% MDS y un CBR de 31.2% al 95% MDS ambos en una penetración de 0.1". a su vez se verificó un CBR de 54.4% al 100%MDS y otro CBR de 40.1% al 95%MDS ambas en penetraciones de 0.2".

V. DISCUSIÓN

En este proyecto de investigación, el objetivo general fue determinar cómo la implementación de polímeros de polipropileno reciclado analítico afecta las propiedades físico-mecánicas de las subrasantes av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022 Determinación del impacto de las adiciones de polímeros de polipropileno reciclado del 2%, 2,5%, 3% en el contenido óptimo de humedad de firmes de av como objetivos específicos. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022, Determinación del efecto de la incorporación de polímero de polipropileno reciclado al 2%, 2,5% y 3% en la modificación de firmes de av Proctor. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022, Determinación del efecto de la incorporación de polímero de polipropileno reciclado al 2%, 2,5% y 3% de valor relativo de soporte (CBR) en una base vial de av. José Carlos Mariátegui, Agustín 2022.

Para el presente proyecto de investigación fue necesario discutir el efecto de la adición de diferentes porcentajes de polímero de polipropileno reciclado sobre las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, utilizando 2%, 2,5% y 3%, respectivamente.

Discusión 1:

¿De qué manera la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%, 2,5%, 3% en el índice de plasticidad en la subrasante de la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022?

Castro y Cruzado (2021) en su artículo: Efecto de la Adición de Fibras Poliméricas Recicladas en la Capacidad Portante de Subrasantes, Para el Diseño de Pavimentos Flexibles, Alto Trujillo - Barrio I, Objetivo Mencionado: Determinar los Efectos en la Capacidad Portante de la Adición de Subrasantes de fibras poliméricas recicladas para el diseño de pavimentos flexibles, Alto Trujillo - Barrio I, 2021. Aplicar el método y realizar un diseño experimental. Población incluye todo terreno de av. Alto-Trujillo 2021 Fraccionamiento Zona Residencial I, utilizando muestreo no probabilístico y de acuerdo al Manual de Caminos, Suelos, Geología y Pavimentos - MTC, 2014 Indica el número de calicatas a utilizar, la cual se determina de acuerdo al tipo de camino a estudiar, cuyo único propósito es determinar las propiedades físicas y mecánicas del material, resultando en el contenido de humedad de las muestras extraídas. entre 0,9% y 1,3%, estos datos pueden utilizarse para determinar la relación entre el peso del agua y la masa del suelo. Para cada molde a ensayar se concluirá que la adición de fibras PET recicladas incrementará el índice CBR al agregar 2.5% fibras PET, en cambio al agregar 5% y 7.5% fibras PET el índice CBR disminuyó.

Por lo tanto, de acuerdo con los resultados de la investigación, podemos estar seguros de que la dosis de 2%, 2,5% y 3% que se adiciona, este causa un efecto al terreno de tal forma que no contenga el limite liquido , limite plástico e índice plasticidad .

Discusión 2:

¿De qué manera la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%, 2.5% y 3% en el Proctor modificado en la subrasante de la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022?

Guzmán, M.(2020), cuyo objetivo: buscar mejorar la capacidad portante de la subrasante agregándole polímero reciclado en el distrito de La Victoria 2020 , La metodología es de tipo aplicada y diseño de tipo experimental donde su población son las calles no pavimentadas del distrito de La Victoria, como resultado se identificó a 3 calles que su terreno no cuenta con una buena capacidad portante, con un muestreo de dichas calles son Carabelas y Av. Antenor Orrego, 12 de Octubre y Av. Antenor Orrego por último la calle Ollantay y Av. Antenor Orrego. Los resultados obtenidos al evaluar el terreno natural fueron que carecen de un gran porcentaje de grava, con la adición de los polímeros se logró incrementar de manera porcentual en términos del CBR 26% y a su vez disminuir la expansión del suelo en un 1.5% como también se verifico que en algunos tramos se cumplió con el objetivo de incrementar el CBR a más del 6% como lo indica la norma, asimismo en algunos tramos se incrementó el CBR en 4.8% siendo este valor menor a lo que nos dice la norma y como conclusión se obtuvo que al adicionar polímero reciclados obtenidos de la botella descartable (PET) en porcentaje del 1.5% del peso seco del suelo se logrará un incremento porcentual del CBR en 26% y así optimizar sus propiedades físico-mecánicas del suelo como material para la subrasante, el suelo en mención muestra una gran cantidad de arcillas, siendo muy fina su granulometría y eso es claro índice de que sus partículas son de diámetro pequeño, siendo muy importante que el terreno cuente con partículas de un mayor diámetro para que tenga una buena capacidad portante.

Por lo que según los resultados obtenidos en la investigación podemos afirmar que la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%, 2.5% y 3% en el Proctor modificado presenta una disminución gradual de los valores obtenidos . al adicionar el 2% obtenemos un 10% de OCH , al 2.5% obtenemos un 9.6%OCH y al 3% obtenemos 9.4% OCH .

Discusión 3:

¿De qué manera la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%,2.5%y 3% en el valor relativo de soporte (CBR)en la subrasante de la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022?

Cuipal (2018) mencionó en su trabajo que el objetivo era analizar el efecto de la adición de polímeros sintéticos en la estabilidad de la subrasante arcillosa de la carretera Chachapoyas-Huancas en la Amazonía. El método es de tipo aplicado, el diseño tipográfico del presente trabajo se realiza con un método cuantitativo, la población está comprendida en la carretera Chachapoyas-Huancas que comprende 8.3 km, con un segmento vial muestra entre el km 4+450 al 5+ 00 km. Se utilizó un muestreo no probabilístico y se observó que las muestras de suelo obtenidas de los tres pozos de prueba mostraron un contenido de humedad por encima del contenido de humedad óptimo, Esto indica que el suelo debe estar seco, su energía de compactación aumentada, o el suelo puede tener que ser enmendado con un material mejorado que cumpla con los criterios del Manual MTC. En resumen, la adición de 3 %, 6 %, 9 % de polímeros sintéticos a las subrasantes de arcilla mejorará su rendimiento al aumentar su estabilidad, que depende de sus propiedades físicas y mecánicas, en relación con el suelo seco. la subrasante tiene un efecto significativo, y se ha observado que para la arcilla, la adición de un 3 % de polímero sintético aumenta su capacidad portante (CBR) entre un 0,3 % y un 0,6 %. Soporte de suelo sin polímeros añadidos, mientras que el añadido de un 6% y un 9% de polímeros sintéticos reducía un 1,8% su resistencia, hasta un 3,3% del suelo natural

según los resultados obtenidos en la investigación se logra definir que existe una aprobación significativa al poder afirmar que la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%,2.5%y 3% en el valor relativo de soporte (CBR)en la subrasante de la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022, estos resultados aumentan de forma gradual en la medida que se adiciona el polímero y en comparación con lo que plantea Cuipal en su investigación en ambas situaciones el CBR mejora su resistencia.

VI. CONCLUSIÓN

1. En la presente tesis, se determinó que la implementación del polímero de polipropileno reciclado modifica las propiedades físico mecánicas en la subrasante de la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022. Tal como lo demuestra los datos, que para las proporciones de 2% y 2.5% y 3% no presentan índice de plasticidad, así mismo se concluye que los óptimos contenidos de humedad se reducen en la medida que se adiciona el polímero.
2. En la presente tesis se determinó que al adicionar el polímero de polipropileno reciclado, este ocasionaría que no muestren índice de plasticidad.
3. En la presente tesis se llega a la conclusión que al adicionar el polímero en proporciones de 2% , 2.5% y 3% , este logra que el porcentaje del optimo contenido de humedad disminuya aun así se encuentre dentro de los parámetros establecidos por el manual del MTC ,con dichos porcentajes lograr una buena compactación
4. En la presente tesis se determinó la influencia del polímero de polipropileno reciclado en el valor relativo del soporte (CBR) en proporciones de 2%, 2.5% y 3% , ocasiona que el valor del CBR para cada porcentaje aumente gradualmente y lograr una buena capacidad de soporte.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda no realizar estabilizaciones con el polímero de polipropileno reciclado, debido a que no presentan índice de plasticidad.
- Se recomienda que, al estabilizar con el polímero de polipropileno reciclado, no adicionar mas del 3% del peso seco de la muestra. esto ocasionara que los óptimos contenidos de humedad disminuyan.
- Se recomienda adicionar polímero de polipropileno reciclado en cantidades del 2%, 2.5% y 3% del peso seco de la muestra, ya que en estas medidas el CBR aumentara beneficiosamente.

REFERENCIAS

AHMARUZZAMAN, M. (2016). A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2010(36), 327-363.

ARIAS, Fidias. *Introducción a la metodología científica*, 6 ta Ed. Venezuela, 2014. ISBN: 980-07-8529-9.

BARRIENTOS, Marianella (2016) *Metodología de Investigación*. Piura.

BUITRÓN, S., ENRÍQUEZ, A. (2018). Estudio de la estabilización de arcillas expansivas de Manabí con ceniza del volcán Tungurahua. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

CABRERA, José y PAREDES, Jery (2018) *Estabilización de suelos con cenizas de carbón mineral con fines de pavimentación en el centro poblado de cascajal izquierdo, Provincia de Santa – Ancash – 2018*. Chimbote.

CAÑAR, Edwin (2017) *Análisis comparativo de la resistencia al corte u estabilización de suelo arenosos finos y arcillosos combinados con cenizas de carbón*. Ecuador.

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES (2014). *Microzonificación sísmica del distrito de Comas*.

COBOS, Mario; ORTEGON, Carol y PERALTA, Juan (2019) *Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café*. Colombia.

COENEN, A. R., Titi, H.H. & Elias, M. B. (2010). Resilient Characteristics of Bottom Ash and Bottom Ash-soil Mixtures. *Journal of ASTM International*, 8(9), 1-15

CONANMA (2016). *Geotecnia*. Andalucía, España: Asociación de Laboratorios Acreditados de Andalucía.

CUBAS, Kevin y FALLEN, José (2016) *Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas*. Tesis (Título de ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipan.

DURÁN, G. (2016). *Mejoramiento de un Suelo Arcilloso con Ceniza de Madera*:

agregando valor a los residuos de la industria de ladrillos artesanales en el Perú. En J. López (Presidencia), Formando líderes innovadores con tecnología identificando nuevas oportunidades de crecimiento. Simposio llevado a cabo en el XXI Congreso Internacional de Ingeniería y XIII Arquiforo "Visión 2016", Lima, Perú.

GONZALES, Ángel (2014) Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante. Guatemala.

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación, 6 ta Ed. Mc Graw-Hill. México 2010. ISBN 968-422-931-3.

HUANCOILLO, Yuniór (2017) Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno. Puno.

KERLINGER, Fred. Investigación del Comportamiento, 4ta Ed. California, 2014.
KUKKO, H. "Estabilización de arcilla con subproductos inorgánicos". "Revista de materiales en Ingeniería Civil 2018".

LANDA, Jackes y TORRES, Sergio (2019) Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal. Lima.

LOZADA, José (2015). Definición Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Ecuador.

MAMANI, Lux y YATACO, Alejandro (2017) Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Lima.

MARTINEZ, José. Evaluación del mejoramiento de suelos arcillosos empleando materiales cementantes .Tesis (Título de ingeniero civil). México: Universidad Veracruzana, 2012.122pp.

M.T.C. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) Manual de Ensayo de Materiales.

MORALES, D. (2015). Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. (Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad de Medellín facultad de Ingeniería Civil, Medellín, Colombia.

NIYAZI, U. K. & TURAN, O. (2016). Effects of lightweight fly ash aggregate properties on the behavior of lightweight concretes. *Journal of Hazardous Materials*, 2016 (179), 954-965.

NORABUENA, F. (2017). Resistencia de un suelo arcilloso sustituido al 6% por ceniza de bagazo de caña de azúcar en Huanroc – Macate. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.

PARRA, Manuel (2018) Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Colombia.

PÉREZ, R. (2016). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base. Lima, Perú.

ROBAYO NÚÑEZ, Estefania (2016). Comportamiento mecánico y durabilidad de morteros de cenizas de carbón volantes activadas alcalinamente. (Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil.) Pontificia Universidad Javeriana – Bogotá – Colombia

SWISSCONTACT. (2014). Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático (EELA). Lima, Perú: Calandria.

PÉREZ, R. (2015). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base. Universidad Nacional de Ingeniería facultad de Ingeniería Civil sección Posgrado, Lima, Perú.

P.U.C.P. Pontificia Universidad Católica del Perú (2014). Guía de Laboratorio de Mecánica de Suelos.

RAMOS, M., ILLIDGE, D. (2017). Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.

RICO A. Y CASTILLO M. (2014) El papel de la mecánica de suelos en el proyecto y construcción de las obras viales. Mérida.

SANJUAN, Miguel; ARGIZ, Cristina; MENEDEZ, Esperanza (2017). Evaluación de un nuevo constituyente del cemento Portland: Ceniza de Fondo Molida. Madrid.

SALCEDO, Kaite y GUTIERREZ Lizet. Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación Tesis (Título de ingeniero Civil). Huancayo: Universidad peruana Los Andes, 2016.146pp

SORIANO, C. (2012). Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal. Lima, Perú: Mercadeando S.A.

SWISSCONTACT (2014). Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático (EELA). Lima, Perú: Calandria.

TAM, Jorge; VERRA, Giovanna y OLIVEROS, Ricardo (2016) Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación Científica. Pensamiento y Acción 5:145 – 154.

TERRONES, Andrea (2018) Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018. Trujillo.

UMAÑA PEÑA, J. C. Síntesis de Zeolitas a partir de Cenizas Volantes de Centrales Termoeléctricas de Carbón. Tesis de Doctorado – Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2016.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar Proyectos de Investigación Científica, 1era Ed. Lima 2014. ISBN: 978-612-302-878-7

WHITLOW, R. (2015). Fundamentos de Mecánica de suelos

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS | METODOLOGIA | | |
|---|---|---|---|----------------------------|---------------------------|---|--|--|-------------------------------------|
| P. General | O. General | H. General | INDEPENDIENTE | | | | | | |
| ¿De qué manera el adiconamiento del polímero de polipropileno reciclado mejora las propiedades mecánicas de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022? | Analizar el adiconamiento del polímero de polipropileno reciclado en las propiedades mecánicas de la subrasante de la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022 | El adiconamiento del polímero de polipropileno reciclado en porcentajes del 2%, 2.5% y 3% mejorará las propiedades mecánicas de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022 | Polimero de polipropileno reciclado | DOSIFICACIÓN | 2% | Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A | <p>Método: Científico</p> <p>Tipo de Investigación:</p> <p style="text-align: center;">Tipo Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>EXPLICATIVA (Causa Efecto)</p> <p>Diseño de Investigación:</p> <p>Experimental (Cuasi)</p> <p>Enfoque:</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Población:</p> <p>Todos las Muestras ensayados en el Laboratorio</p> <p>Muestra:</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>4 Proctor Modificado</p> <p>4 Ensayo CBR</p> <p>Muestreo:</p> <p>No Probabilístico</p> <p>Técnica:</p> <p>Observación Directa</p> <p>Instrumento de investigación:</p> <p>Ficha de recolección de datos</p> <p>Ficha resultados de Laboratorio</p> <p style="text-align: center;">Según NTP- ASTM</p> | | |
| | | | | | 2.50% | Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A | | | |
| | | | | | 3% | Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A | | | |
| P. Especifico | O. Especifico | H. Especifico | DEPENDIENTE | | | | | | |
| ¿Cuánto influye el adiconamiento del polímero de polipropileno reciclado en el índice de plasticidad de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022? | Determinar la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%, 2.5% y 3% en el índice de plasticidad de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022. | El adiconamiento del polímero del polipropileno reciclado en porcentajes del 2%, 2.5% y 3% disminuirá el índice de plasticidad de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022. | PROPIEDADES mecánicas de La Subrasante | limite de atterberg | limite liquido | Manual del MTC MTC E - 108 | | | |
| ¿cuánto influye el adiconamiento del polímero de polipropileno reciclado en el Proctor modificado de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022? | Determinar la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%, 2.5% y 3% en el Proctor modificado de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022. | El adiconamiento del polímero de polipropileno reciclado en porcentajes del 2%, 2.5% y 3% aumentara el Proctor modificado de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022 | | | Proctor modificado | | | | Manual del MTC MTC E-115 |
| ¿cuánto influye el adiconamiento del polímero de polipropileno reciclado en el valor relativo de soporte (CBR) de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022? | Determinar la influencia del polímero de polipropileno reciclado en incorporaciones de 2%,2.5% y 3% en el valor relativo de soporte (CBR)de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022. | El adiconamiento del polímero de polipropileno reciclado en porcentajes del 2%, 2.5% y 3% aumentara el valor relativo de soporte (CBR) de la subrasante en la av. José Carlos Mariátegui, El Agustino 2022. | | | Ensayo CBR | | | | Manual del MTC MTC E 132-133 |

ANEXO 2: Matriz de operacionalización

Título: implementación del polímero de polipropileno reciclado en la subrasante de la Av. José Carlos Mariátegui El Agustino 2022

| VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
|-------------------------------------|---|---|------------------------------|--|-------------------------|
| INDEPENDIENTE | | | | | |
| polimero de polipropileno reciclado | segun Cuipal , (2018)10, nos dice “ Estos nacen apartir de unas macromoléculas que se forman en unidades pequeñas y que estas se unen mediante un enlace covalente . Estas moléculas se denominan monómeros dado que se entrelazan entre si por un proceso quimico” (p.3.). | el polimero de polipropileno reciclado reemplazará en forma proporcional al terreno en las dosificaciones del 2%, 2.5% y 3% respecto al volumen , empleándose para ello 04 combinaciones siguientes: N, N+5%, N+10% y N+15%; con el objetivo de mejorar las Propiedades fisico mecanicas de la subrasante | DOSIFICACIÓN por volumen | 2% 2.50% 3% | RAZON |
| DEPENDIENTE | | | | | |
| subrasante | Segun Campuzano y Benalcazar , (2020)20, “a la capa superficial del terreno se le llama Subrasante, esta mide entre 30-50 cm ; en la cual reposa la estructura del pavimento . es importante analizar el tipo de suelo que conforma la plataforma al igual que el contenido de humedad del mismo ya que de esto dependerá que la estructura logre un adecuado comportamiento ante las distintas solicitaciones de cargas y otros factores que puedan presentarse (p.24.). | Las muestras han sido combinados con polimero de polipropileno reciclado , para que puedan influir en las propiedades fisico mecánicas de la subrasante s, para todos estos casos se medirá su calidad mediante ensayos de laboratorio con el fin de incrementar su CBR , disminuir el contenido de humedad e incrementar la capacidad de soporte | PROPIEDADES FISICO-MECANICAS | contenido de humedad proctor modificado Ensayo CBR | RAZON RAZON RAZON |

| VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
|-------------------------------------|--|--|------------------------------|--|----------------|
| INDEPENDIENTE | | | | | |
| polimero de polipropileno reciclado | segun Cuipal , (2018)10, nos dice “ Estos nacen apartir de unas macromoléculas que se forman en unidades pequeñas y que estas se unen mediante un enlace covalente . Estas moléculas se denominan monómeros dado que se entrelazan entre si por un proceso quimico” (p.3). | el polimero de polipropileno reciclado reemplazará en forma proporcional al terreno en las dosificaciones del 2%, 2.5% y 3% respecto al volumen , empleándose para ello 04 combinaciones siguientes: N, N+5%, N+10% y N+15%; con el objetivo de mejorar las Propiedades fisico mecanicas de la subrasante | DOSIFICACIÓN por volumen | 2% 2.50% 3% | RAZON |
| DEPENDIENTE | | | | | |
| subrasante | Segun Campuzano y Benalcazar , (2020)20, “a la capa superficial del terreno se le llama Subrasante, esta mide entre 30-50 cm ; en la cual reposa la estructura del pavimento . es importante analizar el tipo de suelo que conforma la plataforma al igual que el contenido de humedad del mismo ya que de esto dependerá que la estructura logre un adecuado comportamiento ante las distintas sollicitaciones de cargas y otros factores que puedan presentarse (p.24.). | Las muestras han sido combinados con polimero de polipropileno reciclado , para que puedan influir en las propiedades fisico mecánicas de la subrasante s, para todos estos casos se medirá su calidad mediante ensayos de laboratorio con el fin de aumentar su CBR , disminuir el contenido de humedad e incrementar la capacidad de soporte | PROPIEDADES FISICO-MECANICAS | contenido de humedad proctor modificado Ensayo CBR | RAZON RAZON |

| | | | | |
|--|--|--|--|-------|
| | | | | RAZON |
|--|--|--|--|-------|

ANEXO 3: Resultados de laboratorio – Granulometría patrón

| | | | |
|--|--------------------------------|----------------|-----------------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | FORMULARIO | Código | FOR-LAB-MS-001 |
| | CLASIFICACIÓN DE SUELOS | Versión | 2.2 |
| | | Fecha | 14/0122020 |
| | | Página | de 1 1 |

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------|------------|
| PROYECTO | : <i>Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022</i> | | |
| SOLICITANTE | : <i>Jayme Joaquin Cusihuaman Tovar</i> | | |
| CÓDIGO | : -- | | |
| UBICACIÓN | : <i>Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima.</i> | | |
| Ubicación | : -- | | |
| Sond./ calic. | : C-1 | Muestreado por: | -- |
| Muestra | : M-1 | Ensayado por: | -- |
| Profundidad | : 1.50 m | Fecha de ensayo: | 31/10/2022 |

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216

| | |
|------------------------|--------------------|
| Tara N° | T1 |
| Peso de tara (gr.) | 219.4 |
| Tara + m. húmeda (gr.) | 618.6 |
| Tara + m. seca (gr.) | 601.5 |
| Método de Ensayo | B |
| Método de secado | Horno a 110 ± 5 °C |

4.48 %

| | |
|-----------------|--|
| Método A | Reporte del contenido de humedad al entero. |
| Método B | Reporte del contenido de humedad a un decimal. |

Tabla 1. Métodos de ensayo para la determinación del contenido de humedad.

La elección del método depende de solicitud del cliente, el método B proporciona un contenido de humedad más precisos en cuanto a unidades, sin embargo requiere de mayores masas. Si el cliente no solicita, el técnico a cargo del ensayo opta por uno.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913

| | |
|--|-----------------------------|
| Procedimiento de obtención de muestra: | Secada al horno a 110 ± 5°C |
| Método de tamizado | Manual |
| ¿Tamizado compuesto? | NO |
| Tipo de Suelo | Inorgánico |

Activar Windows

| Peso Inicial Seco : 382 | | |
|-------------------------|---------------|-------------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (g) |
| 2 1/2" | 63.500 | |
| 2" | 50.800 | |
| 1 1/2" | 38.100 | |
| 1" | 25.400 | |
| 3/4" | 19.050 | |
| 1/2" | 12.700 | 10.90 |
| 3/8" | 9.530 | 11.70 |
| Nº 4 | 4.750 | 30.20 |

52.8

| Peso de fracción < Nº4 | | |
|------------------------|---------------|-------------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (g) |
| Nº 10 | 2.000 | 23.80 |
| Nº 20 | 0.850 | 24.80 |
| Nº 40 | 0.430 | 35.60 |
| Nº 60 | 0.250 | 46.40 |
| Nº 100 | 0.150 | 46.60 |
| Nº 200 | 0.075 | 42.50 |
| < Nº 200 | FONDO | 109.60 |

382.10

329.30

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318

Método de preparación

Húmedo Seco 110+/-5°C

LÍMITE LÍQUIDO

Método de ensayo

Multipunto Unipunto

| DESCRIPCION | P1 | P2 | P3 | P4 |
|----------------------------------|-------|-------|----|----|
| Nro. de Recipiente | 1 | 2 | 3 | |
| Peso de Recipiente | 5.80 | 5.80 | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | 24.90 | 24.90 | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 22.10 | 22.10 | | |
| Nº De Golpes | 25 | 25 | | |

Método de secado

Horno 110+/-5°CAmbiente

LÍMITE PLÁSTICO

Método de secado

Horno 110+/-5°CAmbiente

| DESCRIPCION | P1 | P2 |
|----------------------------------|-------------|-------------|
| Nro. de Recipiente | 1 | 2 |
| Peso de Recipiente | | 0.00 |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | | 0.00 |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | | 0.00 |
| Cantidad mínima requerida 6g | ¡No Cumple! | ¡No Cumple! |

Limite al 2%

| L | RESULTADOS OBTENIDOS | LIMITES DE CONSISTENCIA | | INDICE PLASTICO |
|---|----------------------|-------------------------|----------|-----------------|
| | | LIQUIDO | PLASTICO | |
| | | N.P | N.P | N.P |

| RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES | | | |
|-------------------------------------|------|----|-----|
| RI | 18.0 | | |
| SC | 17.5 | | |
| PI | 17.0 | | |
| UI | 16.5 | | |
| Ce | 16.0 | | |
| M | 15.5 | | |
| Pr | 15.0 | | |
| | 10 | 25 | 100 |

NP

Numero Golpes

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Ni
Pe
Pe
Pe
Pi
Pi
Ci
N

5
37a

Limite al 2.5%

| | |
|---|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111 | |
| REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : Jayme Joaquin Cusihuaman Tovar PROYECTO : Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022 UBICACIÓN : Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima. | |
| Calicata : C-1 Muestra : M-1 (2.5% de polímero de polipropileno reciclado) Profundidad : 1.50 m | |
| Fecha de ensayo: 31/10/2022 | |

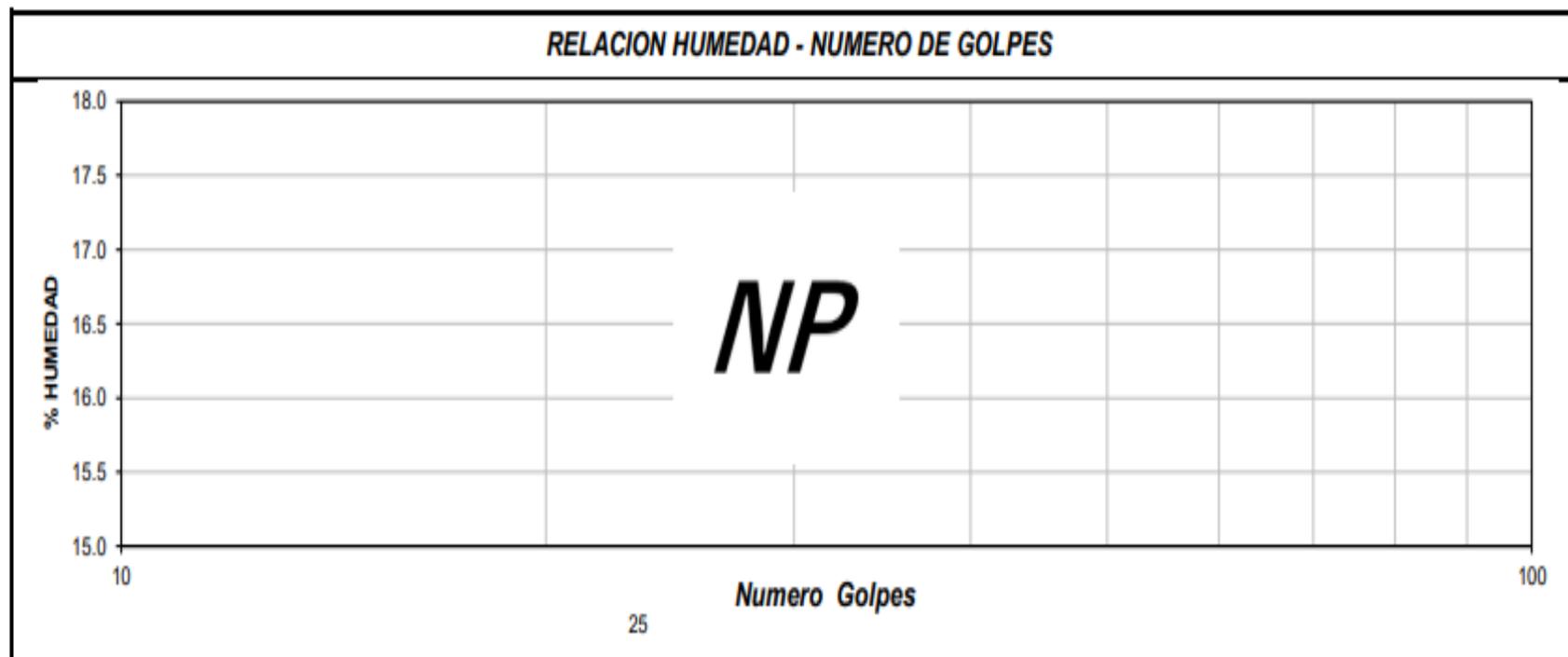
| DESCRIPCION | UNIDAD |
|---|--------|
| Nro. de Recipiente | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo (A) | g |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | g |
| Peso de Recipiente (C) | g |
| Peso del Agua (A-B) | g |
| Peso del Suelo Seco (B-C) | g |
| Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$ | % |
| Nº De Golpes | |

| Material Pasante Tamiz Nº 40 | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|--|-----------------|--|--|--|--|--|
| LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | | |
| NP | | | | | | NP | | | | | |

| RESULTADOS OBTENIDOS | LIMITES DE CONSISTENCIA | | INDICE PLASTICO |
|----------------------|-------------------------|----------|-----------------|
| | LIQUIDO | PLASTICO | |
| | N.P | N.P | |

Activar Windows
Vé a Configuración

| RESULTADOS OBTENIDOS | LIMITES DE CONSISTENCIA | | INDICE PLASTICO |
|----------------------|-------------------------|----------|-----------------|
| | LIQUIDO | PLASTICO | |
| | | N.P | N.P |



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

Limite al 3%

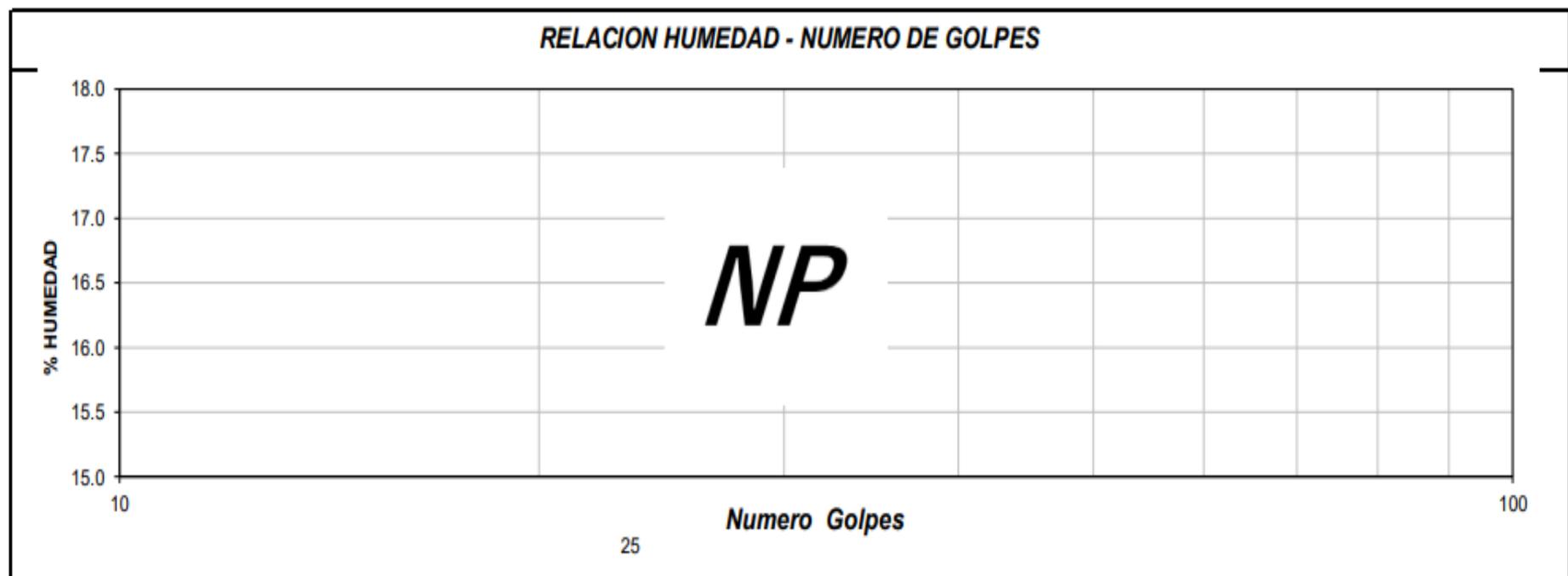
| | |
|---|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS <i>ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111</i> | |
| REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : Jayme Joaquin CusiHuaman Tovar PROYECTO : Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022 UBICACIÓN : Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima. | |
| Calicata : C-1 Muestra : M-1 (3.0% de polímero de polipropileno reciclado) Profundidad : 1.50 m | |
| Fecha de ensayo: 31/10/2022 | |

| DESCRIPCION | UNIDAD |
|---|--------|
| Nro. de Recipiente | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo (A) | g |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | g |
| Peso de Recipiente (C) | g |
| Peso del Agua (A-B) | g |
| Peso del Suelo Seco (B-C) | g |
| Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$ | % |
| Nº De Golpes | |

| Material Pasante Tamiz Nº 40 | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|--|-----------------|--|--|--|--|--|
| LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | | |
| NP | | | | | | NP | | | | | |

Activar Windows
Ir a Configuración

| RESULTADOS OBTENIDOS | LIMITES DE CONSISTENCIA | | INDICE PLASTICO |
|----------------------|-------------------------|----------|-----------------|
| | LIQUIDO | PLASTICO | |
| | | N.P | N.P |



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

CBR + Proctor patrón

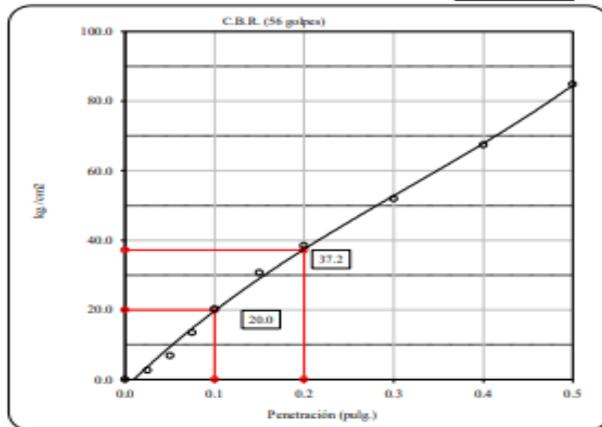
| | | | |
|--|--|--------------------------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FOR-LAB-MS-015 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 03/01/2022 |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132 | | | |
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | : Jayme Joaquin Cusihuaman Tovar | | |
| PROYECTO | : Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022 | | |
| UBICACIÓN | : Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima. | | |
| CALICATA | : C-1 | Fecha de ensayo : | 02/11/2022 |
| MUESTRA | : M-1 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.50 m | | |

Datos de muestra

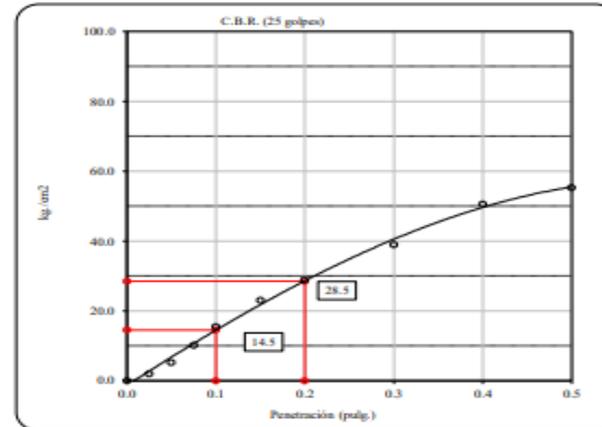
Máxima Densidad Seca _____ 1.954 gr./cm³

Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.856 gr./cm³

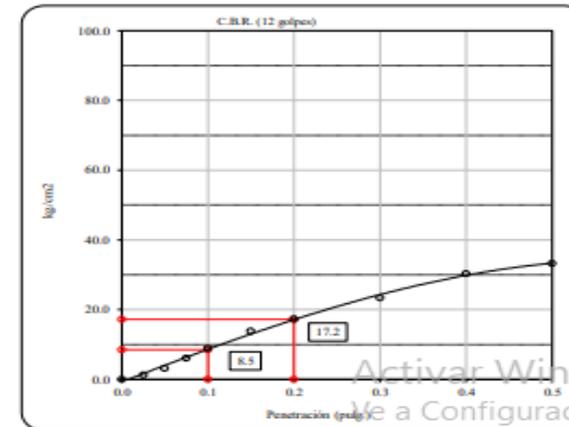
Optimo Contenido de Humedad _____ 10.35 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **28.4 %**

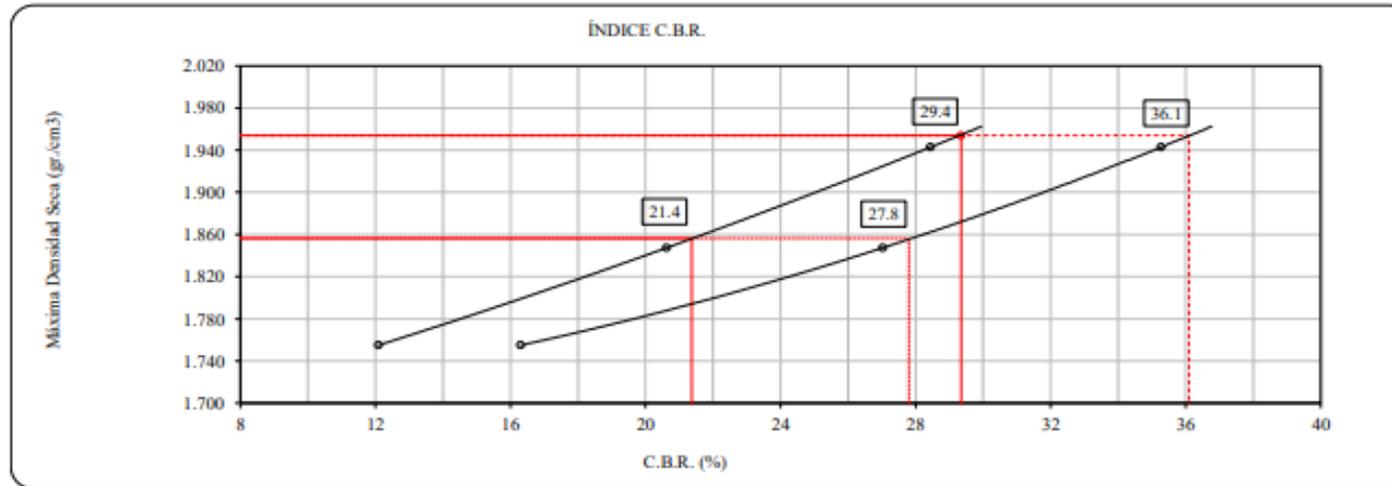


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **20.6 %**



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : **12.1 %**

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



| | | |
|----------------------------|-------------|---|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": | 29.4 | % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": | 21.4 | % |
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": | 36.1 | % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": | 27.8 | % |

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|----------------------------|---|--|
| | | |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

CBR + Proctor al 2%

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO | Código | FOR-LAB-MS-011 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 03/01/2022 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

| | | |
|--------------------|--|------------------------------------|
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | |
| SOLICITANTE | : Jayme Joaquin CusiHuaman Tovar | |
| PROYECTO | : Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022 | |
| UBICACIÓN | : Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima. | |
| CALICATA | : C-1 | Fecha de ensayo: 29/10/2022 |
| MUESTRA | : M-1 (2% de polímero de polipropileno reciclado) | |
| PROFUNDIDAD | : 1.50 m | |

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2116 | cm ³ |
| Peso Molde | 6513 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| Peso Suelo + Molde | gr. | 10,529 | 10,743 | 10,838 | 10,801 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. | 4,016 | 4,230 | 4,325 | 4,288 | |
| Peso Volumetrico Humedo | gr/cm3 | 1.898 | 1.999 | 2.044 | 2.026 | |
| Recipiente Numero | | A | B | C | D | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr. | 543.7 | 582.4 | 643.5 | 663.7 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr. | 507.2 | 535.8 | 583.4 | 594.7 | |
| Peso de la Tara | gr. | | | | | |
| Peso del agua | gr. | 36.5 | 46.6 | 60.1 | 69.0 | |
| Peso del suelo seco | gr. | 507 | 536 | 583 | 595 | |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.7 | 10.3 | 11.6 | |
| Densidad Seca | gr/cm3 | 1.770 | 1.839 | 1.853 | 1.816 | |

Activar Win
Ve a Configura

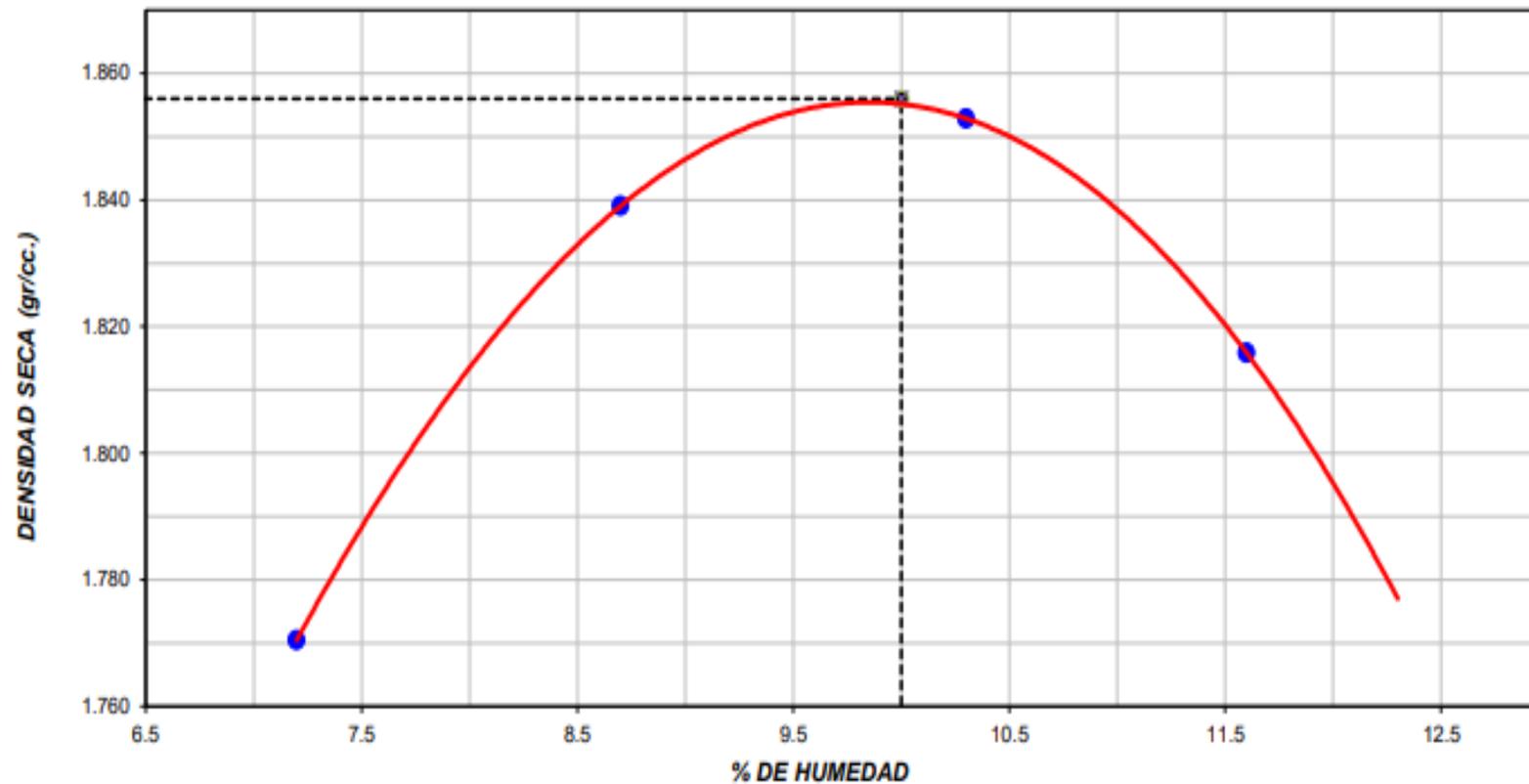
Densidad Máxima Seca:

1.856 gr/cm³.

Contenido Humedad Óptima:

10.0 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

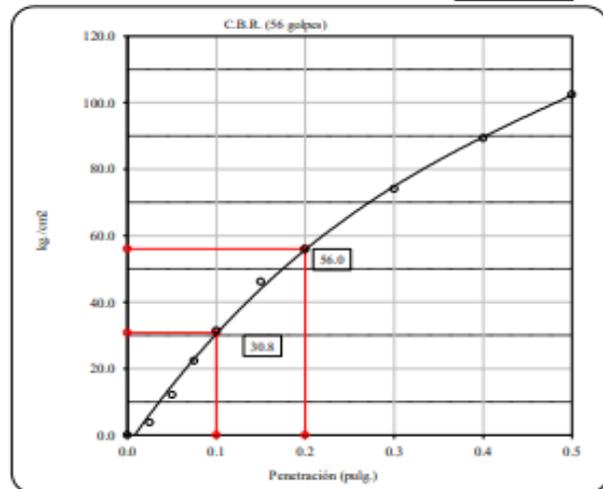
CBR + Proctor al 2.5%

| | | | |
|--|--|--------------------------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FOR-LAB-MS-015 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 03/01/2022 |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132 | | | |
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | : Jayme Joaquin Cusihuaman Tovar | | |
| PROYECTO | : Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022 | | |
| UBICACIÓN | : Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima. | | |
| CALICATA | : C-1 | Fecha de ensayo : | 02/11/2022 |
| MUESTRA | : M-1 (2.5% de polímero de polipropileno reciclado) | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.50 m | | |

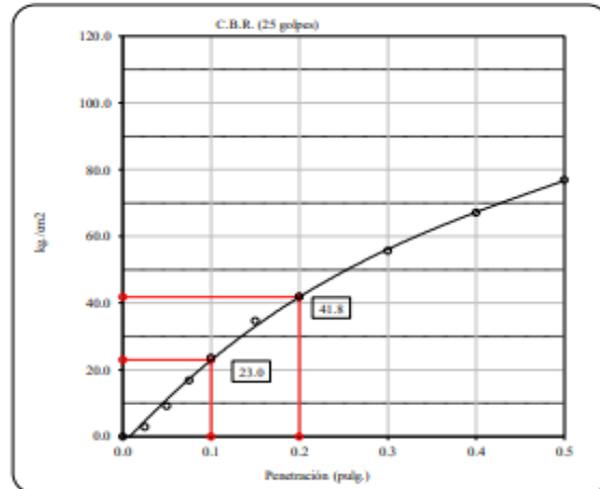
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca _____ 1.887 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.793 gr./cm³

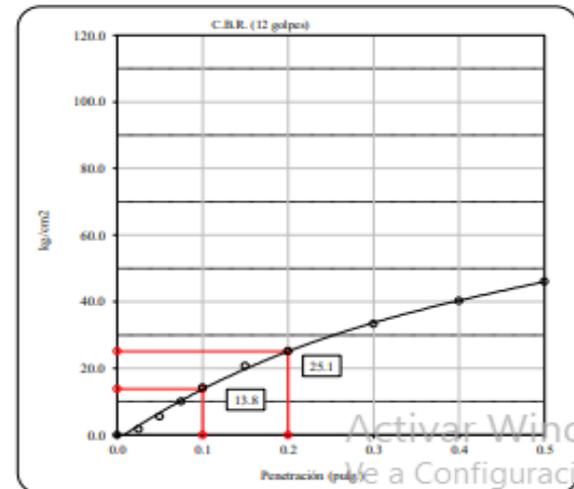
Optimo Contenido de Humedad _____ 9.60 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **43.8 %**

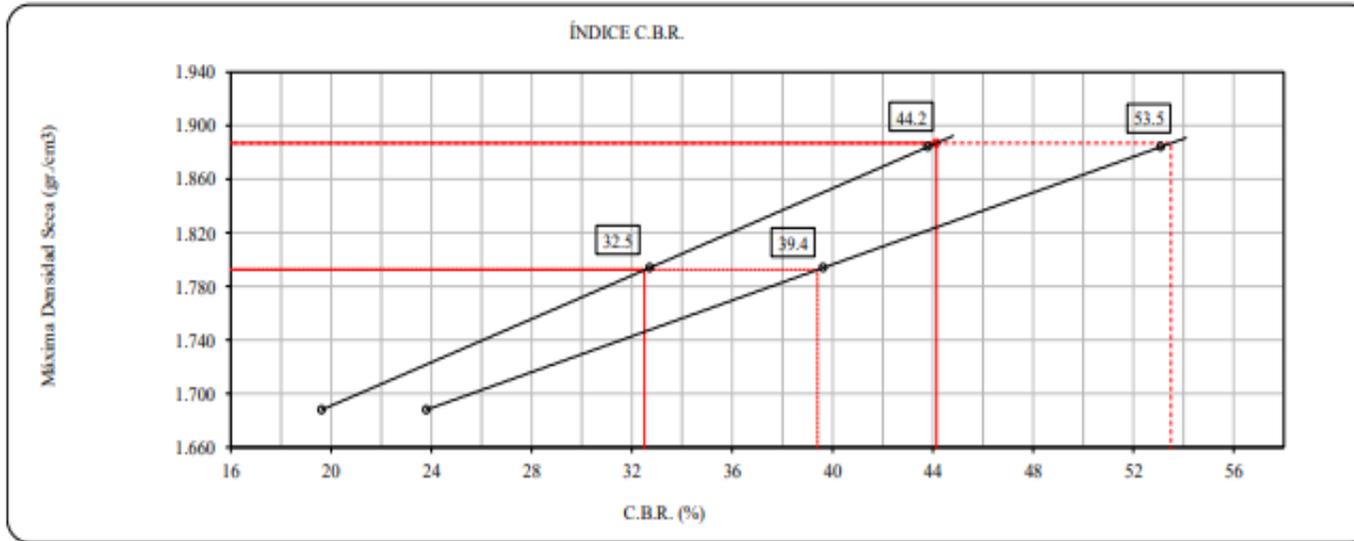


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **32.7 %**



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : **19.6 %**

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



| | | |
|----------------------------|-------------|---|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": | 44.2 | % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": | 32.5 | % |
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": | 53.5 | % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": | 39.4 | % |

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|----------------------------|---|--|
| | | |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

CBR + Proctor al 3%

| | | | |
|--|--|--------------------------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FOR-LAB-MS-015 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 03/01/2022 |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132 | | | |
| REFERENCIA | : Datos de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | : Jayme Joaquin Cusihuaman Tovar | | |
| PROYECTO | : Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022 | | |
| UBICACIÓN | : Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima. | | |
| CALICATA | : C-1 | Fecha de ensayo : | 02/11/2022 |
| MUESTRA | : M-1 (3.0% de polímero de polipropileno reciclado) | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.50 m | | |

| CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N° | 1 | | 15 | | 16 | |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 12 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12,205 | | 12,257 | | 11,825 | |
| Peso molde (gr.) | 7,888 | | 8,129 | | 7,925 | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,317 | | 4,128 | | 3,900 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,133 | | 2,141 | | 2,148 | |
| Densidad húmeda (gr./cm ³) | 2.024 | | 1.928 | | 1.816 | |
| Humedad (%) | 9.4 | | 9.5 | | 9.5 | |
| Densidad Seca (gr./cm ³) | 1.850 | | 1.761 | | 1.658 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |

Activar Wind
Ve a Configuració

CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | | | | |
|--------------------------|-------|--|-------|--|-------|--|
| Tara+suelo húmedo (gr.) | 567.4 | | 583.6 | | 578.1 | |
| Tara+suelo seco (gr.) | 518.6 | | 533.0 | | 527.9 | |
| Peso de agua (gr.) | 48.8 | | 50.6 | | 50.2 | |
| Peso de tara (gr.) | | | | | | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 518.6 | | 533.0 | | 527.9 | |
| Humedad (%) | 9.4 | | 9.5 | | 9.5 | |

EXPANSIÓN

| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
|---------------------|------|--------------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | | | | | | | | | | |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

PENETRACIÓN

| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg./cm ²) | Molde N° 1 | | | | Molde N° 15 | | | | Molde N° 16 | | | |
|------------------------|--|------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|-------------|
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % | kg. | kg./cm ² | kg./cm ² | CBR % |
| 0.025 | | 56 | 2.8 | | | 42 | 2.1 | | | 25 | 1.3 | | |
| 0.050 | | 145 | 7.4 | | | 109 | 5.5 | | | 65 | 3.3 | | |
| 0.075 | | 300 | 15.2 | | | 225 | 11.4 | | | 135 | 6.9 | | |
| 0.100 | 70.307 | 488 | 24.8 | 29.8 | 42.4 | 366 | 18.6 | 22.6 | 32.1 | 219 | 11.1 | 13.6 | 19.3 |
| 0.150 | | 828 | 42.0 | | | 621 | 31.5 | | | 372 | 18.9 | | |
| 0.200 | 105.460 | 1094 | 55.6 | 58.1 | 55.1 | 821 | 41.7 | 43.6 | 41.3 | 492 | 25.0 | 26.2 | 24.8 |
| 0.300 | | 1530 | 77.7 | | | 1148 | 58.3 | | | 689 | 35.0 | | |
| 0.400 | | 1905 | 96.8 | | | 1429 | 72.6 | | | 857 | 43.5 | | |
| 0.500 | | 2169 | 110.1 | | | 1626 | 82.6 | | | 976 | 49.6 | | |

ANEXO 4. Panel fotográfico



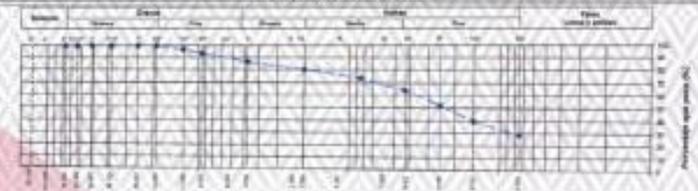
Anexo 5 . Certificados



JJ GEOTECNIA SAC
SERVICIO - CONCRETO - ASALTO

Tel: (01) 480-8018
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, 11 ST. Los Olivos
Email: informes@jgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Orden:</td><td>2021-08-05-001</td></tr> <tr><td>Orden:</td><td>4</td></tr> <tr><td>Apellido:</td><td>CC-001</td></tr> <tr><td>Fecha:</td><td>20/08/2021</td></tr> </table> | Orden: | 2021-08-05-001 | Orden: | 4 | Apellido: | CC-001 | Fecha: | 20/08/2021 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|-------------------------|---|---------------------------|---|-----------|--------|--------|---|-----|--------|--------|--|----|--------|--------|--|----|--------|--------|--|----|--------|--------|--|----|---------|--------|--|-----|---------|--------|--|-----|---------|--------|--|-----|---------|--------|--|-----|---------|--------|--|------|---------|--------|--|------|---------|--------|--|------|---------|--------|--|------|---------|--------|--|------|---------|--------|--|--|--|
| Orden: | 2021-08-05-001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden: | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apellido: | CC-001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha: | 20/08/2021 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>PROYECTO: Mejoramiento de las condiciones viales de la carretera provincial urbana de integración urbana de José Carlos Mariátegui - (1) Agosto 2021</p> <p>SOLICITANTE: Empresa Ingeniería Civil y Construcción "Poma"</p> <p>DIRECCIÓN: Av. José Carlos Mariátegui - El Aguilar - Lima</p> <p>Cultura: 11-3</p> <p>Muestra: M-7</p> <p>Profundidad: 1.20m</p> <p style="text-align: right;">Fecha de ensayo: 20/08/2021</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TAMAÑO (mm)</th> <th>AMBITO T-15 (mm)</th> <th>PORESCENTAJE (MÁS PASA)</th> <th>ESPECIFICACION</th> <th>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>75.000</td><td>100.00</td><td></td><td rowspan="15"> CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2228) Contenido Humedad (%) 4.5 LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D2228) Límite Líquido (LL) 17 Límite Plástico (PL) 3.9 Índice de Plasticidad (PI) 6.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (G) 0.0 Arena (A) 100.0 Fines (F) 100.0 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación E.U.C. (USPS 2248) GM Clasificación A.S.T.M. (ASTM D2487) A-7.4 (S) Nombre del Grupo: Arena Blanca </td> </tr> <tr><td>7.5</td><td>80.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>85.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>90.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>60</td><td>95.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>150</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>300</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>600</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>750</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>1000</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>1500</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>2000</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>2500</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>3000</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table> | TAMAÑO (mm) | AMBITO T-15 (mm) | PORESCENTAJE (MÁS PASA) | ESPECIFICACION | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | 3 | 75.000 | 100.00 | | CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2228) Contenido Humedad (%) 4.5 LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D2228) Límite Líquido (LL) 17 Límite Plástico (PL) 3.9 Índice de Plasticidad (PI) 6.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (G) 0.0 Arena (A) 100.0 Fines (F) 100.0 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación E.U.C. (USPS 2248) GM Clasificación A.S.T.M. (ASTM D2487) A-7.4 (S) Nombre del Grupo: Arena Blanca | 7.5 | 80.000 | 100.00 | | 15 | 85.000 | 100.00 | | 30 | 90.000 | 100.00 | | 60 | 95.000 | 100.00 | | 75 | 100.000 | 100.00 | | 150 | 100.000 | 100.00 | | 300 | 100.000 | 100.00 | | 600 | 100.000 | 100.00 | | 750 | 100.000 | 100.00 | | 1000 | 100.000 | 100.00 | | 1500 | 100.000 | 100.00 | | 2000 | 100.000 | 100.00 | | 2500 | 100.000 | 100.00 | | 3000 | 100.000 | 100.00 | | | |
| TAMAÑO (mm) | AMBITO T-15 (mm) | PORESCENTAJE (MÁS PASA) | ESPECIFICACION | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 75.000 | 100.00 | | CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2228) Contenido Humedad (%) 4.5 LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D2228) Límite Líquido (LL) 17 Límite Plástico (PL) 3.9 Índice de Plasticidad (PI) 6.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422) Grava (G) 0.0 Arena (A) 100.0 Fines (F) 100.0 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación E.U.C. (USPS 2248) GM Clasificación A.S.T.M. (ASTM D2487) A-7.4 (S) Nombre del Grupo: Arena Blanca | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.5 | 80.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 85.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 90.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | 95.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 150 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 600 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 750 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1000 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1500 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2500 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3000 | 100.000 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MUESTRA: M-7 Arena Blanca</p> <p>INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS SELECCIONADOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> El método de ensayo para el contenido de humedad se realizó en un horno de desecación en estado húmedo (110 ± 1 °C). El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue lavado al menos a 110 ± 5 °C. Se usó un tamizado manual, indicando la identidad del tipo de tamiz utilizado. El método de ensayo granulométrico para la arena blanca se realizó en un tamizador de vibración en el laboratorio, indicando el tipo de tamiz utilizado en la prueba. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>CURVA GRANULOMÉTRICA</p>  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Observaciones:</p> <p>* Muestra recibida e identificada por el laboratorio.</p> <p>** Procedimiento de obtención de muestra de acuerdo a las especificaciones de la especificación técnica del tipo de Calles de JJ GEOTECNIA.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Elaborado por:</p>  | <p>Revisado por:</p>  <p>ELMER PACHECO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. COP. Nº 210906</p> | <p>Aprobado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Campo y Laboratorio | Control de Calidad JJ GEOTECNIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

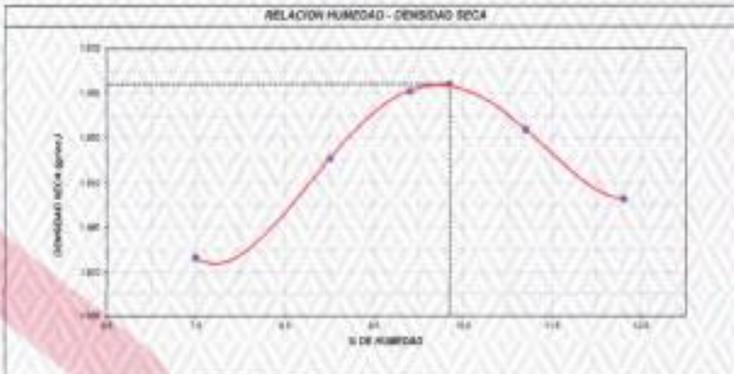
| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO | Código | FCR LAB MS-011 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-JUG |
| | | Fecha | 20/10/2022 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 1M

| | | | |
|-------------|---|-----------------|------------|
| REFERENCIA | Cofre de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | Jorge Joaquín Guzmán Tovar | | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adicionalmente polimero de poliacrilato modificado. | | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Montegú - El Agustino - Lima | | |
| CALCATA | 07 | Fecha de ensayo | 20/10/2022 |
| MUESTRA | MS1 | | |
| PROFUNDIDAD | 1.50 m | | |

| | | Volumen Mide | | Peso Mide | | |
|------------------------------|--------------------|--------------|--------|-----------|--------|--------|
| | | [100] | [100] | gr | gr | |
| NÚMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Mide | gr | 18,782 | 10,943 | 11,059 | 11,060 | 11,305 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr | 4,280 | 4,430 | 4,537 | 4,580 | 4,522 |
| Peso Volumétrico Humedo | gr/cm ³ | 2,017 | 2,094 | 2,144 | 2,150 | 2,137 |
| Recipiente Numero | | A | B | C | D | E |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr | 964.0 | 480.8 | 870.8 | 863.0 | 700.3 |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr | 543.3 | 411.8 | 781.8 | 887.2 | 828.4 |
| Peso de la Tara | gr | | | | | |
| Peso del agua | gr | 40.7 | 27.1 | 79.4 | 85.8 | 79.9 |
| Peso del suelo seco | gr | 543 | 412 | 702 | 887 | 828.4 |
| Contenido de agua | % | 7.5 | 6.6 | 9.9 | 11.2 | 12.3 |
| Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.877 | 1.821 | 1.925 | 1.934 | 1.803 |

| | | | |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|--------|
| Densidad Máxima Seca | 1.84 gr/cm ³ | Contenido Humedad Óptima | 10.4 % |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|--------|



OBSERVACIONES:
* Muestra enviada e ingresada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|---|--|--|
| Elaborado por:  | Revisado por:  ESMERY MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. O.P. Nº 210008 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO | Código | PCN-LAB-00-018 |
| | RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Revisado | 0 |
| | | Aprobado | CC-JJB |
| | | Fecha | 3/1/2022 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 152

| | | | |
|-------------|--|-----------------|----------|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | Jaime Joaquín Cuthbertson Tovar | | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las presentadas mesetas de la subestación adyacente polígono de polipropileno reciclado. | | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022 | | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima | | |
| CALCATOR | C-1 | Fecha de ensayo | 3/1/2022 |
| MUESTRA | M-1 | | |
| PROFUNDIDAD | 1.00 m | | |

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

| Módulo N° | 4 | | 10 | | 25 | |
|---------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 |
| Número de golpes | | | | | | |
| Número de golpes | 38 | | 28 | | 27 | |
| Condiciones de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 73.43 | | 13.889 | | 11.286 | |
| Peso molde (gr.) | 7.872 | | 8.528 | | 1.304 | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 4.538 | | 4.528 | | 4.988 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2.128 | | 2.128 | | 2.118 | |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 2.142 | | 2.098 | | 1.902 | |
| Humedad (%) | 19.3 | | 19.3 | | 19.4 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.852 | | 1.847 | | 1.756 | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| Carbónato húmedo (gr.) | 419.2 | 348.2 | 389.2 |
| Carbónato seco (gr.) | 389.2 | 406.8 | 389.2 |
| Peso de agua (gr.) | 57.2 | 37.8 | 38.0 |
| Peso de seco (gr.) | | | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 55.1 | 49.2 | 52.3 |
| Humedad (%) | 19.3 | 19.3 | 19.4 |

EXPANSION

| Fecha | Hora | Tiempo en | Dial | | | Expansión | | | Especial | | |
|---------------------|------|-----------|------|----|---|-----------|----|---|----------|----|---|
| | | | mm | cm | % | mm | cm | % | mm | cm | % |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | |

PENETRACION

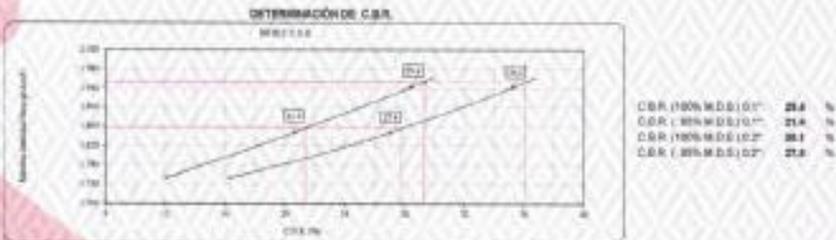
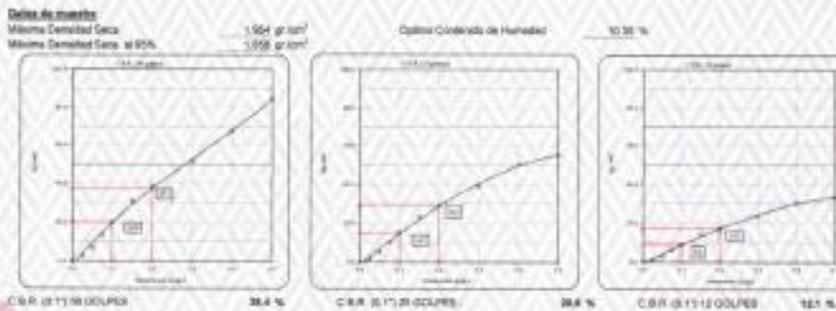
| Penetración | Carga Standard (kg/cm ²) | Módulo N° 4 | | | | Módulo N° 10 | | | | Módulo N° 25 | | | |
|-------------|--------------------------------------|-------------|------------|-------|------------|--------------|------------|-------|------------|--------------|------|------|--|
| | | Carga | Corrección | Carga | Corrección | Carga | Corrección | Carga | Corrección | | | | |
| 0.025 | 22 | 2.8 | | 28 | 2.0 | | 27 | 1.3 | | | | | |
| 0.050 | 138 | 8.9 | | 132 | 5.2 | | 87 | 2.3 | | | | | |
| 0.075 | 250 | 13.9 | | 189 | 10.1 | | 119 | 8.1 | | | | | |
| 0.100 | 350 | 21.3 | 26.9 | 26.4 | 305 | 15.5 | 14.5 | 38.8 | 17.6 | 9.9 | 8.8 | 13.1 | |
| 0.150 | 495 | 35.1 | | 434 | 23.0 | | 272 | 19.2 | | | | | |
| 0.200 | 645 | 49.8 | 37.2 | 35.3 | 589 | 33.8 | 28.3 | 37.8 | 34.1 | 17.3 | 17.3 | 16.8 | |
| 0.300 | 900 | 72.8 | | 787 | 50.0 | | 490 | 23.4 | | | | | |
| 0.400 | 1157 | 97.4 | | 989 | 67.5 | | 661 | 30.0 | | | | | |
| 0.500 | 1417 | 124.8 | | 1366 | 85.5 | | 834 | 37.1 | | | | | |

OBSERVACIONES:

- Muestra enviada e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por:  | Revisado por:  | Aprobado por:  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|--|--|------------------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FOR LAB-MS-018 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-JAG |
| | | Fecha | 20/10/2022 |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1587 / MTC # - 132 | | | |
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | Alfredo Joaquín CusiPalomán Tovar | | |
| PROYECTO | Mejora vial de las propiedades inmobiliarias de la subsección urbanización pedregal de San José de los Rios, Av. José Carlos Mariátegui - 20 Agosto 2022 | | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - 20 Agosto - Lima | | |
| CALICATA | C-3 | Fecha de ensayo: | 20/10/2022 |
| MUESTRA | 34-1 | | |
| PROFUNDIDAD | 1.80 m | | |



OBSERVACIONES:

- Muestra enviada e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO | Código | FOR-LAB-MS-011 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 26/10/2022 |

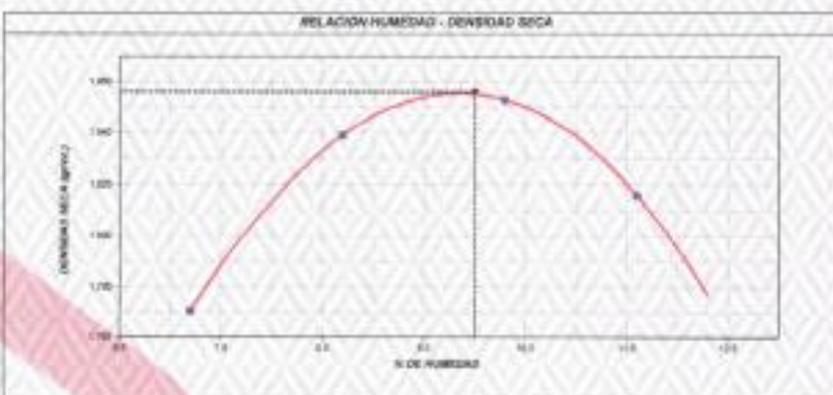
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D1557 / B70 C - 118

| | | | |
|--------------------|--|------------------|------------|
| REFERENCIA | Citas de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | Miyra Jaquelin Conchaerán Torres | | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las condiciones mecánicas de la subrasante mediante pavimentos de polipropileno reciclado. | | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Aguadito - Lima | | |
| CALCATA | 01 | Fecha de ensayo: | 26/10/2022 |
| MUESTRA | M-1 (2% de polipropileno reciclado) | | |
| PROFUNDIDAD | 1.50 m | | |

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molds | 2113 | cm ³ |
| Peso Molds | 8513 | g |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|---|
| Peso Suelo + Molds | g | 15,525 | 13,743 | 10,856 | 15,901 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | g | 4,013 | 4,230 | 4,325 | 4,285 | |
| Peso Volumen Humedo | g/cm ³ | 1,898 | 1,989 | 2,044 | 2,029 | |
| Relaciones Humedo | | A | B | C | D | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | g | 543.7 | 555.4 | 542.8 | 553.7 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | g | 507.2 | 535.6 | 555.4 | 554.7 | |
| Peso de la Tara | g | | | | | |
| Peso del agua | g | 36.5 | 19.8 | 87.4 | 99.0 | |
| Peso del suelo seco | g | 507 | 506 | 553 | 555 | |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 3.7 | 15.6 | 17.6 | |
| Densidad Seca | g/cm ³ | 1.773 | 1.889 | 1.859 | 1.815 | |

| | | | | | |
|----------------------|-------|-------------------|---------------------------|------|---|
| Densidad Máxima Seca | 1.896 | g/cm ³ | Contenido Humedad Óptima: | 15.0 | % |
|----------------------|-------|-------------------|---------------------------|------|---|



OBSERVACIONES:
 * Muestra sujeta a derivación por el solicitante.
 * Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|--|---|---|
| Elaborado por:  Jefe de Laboratorio | Revisado por:  INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210802 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JJ GEOTECNIA S.A.C. Control de Calidad JJ GEOTECNIA |
|--|---|---|

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FOR-LAB-ME-016 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-LUG |
| | | Fecha | 201002 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
A21M (1983 / MTC E - 112)

| | | | |
|-------------|---|-----------------|------------|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | Fecha de ensayo | 21/10/2010 |
| SOLICITANTE | Señor Joaquín Cuchillanqui Tovar | | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las condiciones mecánicas de la subbase adicionalmente pavimento de polipropileno reciclado | | |
| UBICACION | Av. José Carlos Mariátegui - 17 Agustina - Lima | | |
| CALCATA | C-1 | | |
| MUESTRA | M-1 (2% de polímero de polipropileno reciclado) | | |
| PROFUNDIDAD | 1.30 m | | |

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.R.R.) | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Muestra N° | 1 | 2 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Número de ensayo | 1 | 2 | 5 | 8 | 11 | 12 |
| Número de golpes | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Contenido de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso seco + molde (gr) | 11,005 | 11,005 | 12,820 | 12,798 | 12,798 | 12,798 |
| Peso molde (gr) | 7,777 | 7,777 | 8,927 | 8,928 | 8,928 | 8,928 |
| Peso agua (gr) | 3,228 | 3,228 | 3,893 | 3,870 | 3,870 | 3,870 |
| Volumen del molde (cm³) | 3,132 | 3,132 | 3,735 | 3,735 | 3,735 | 3,735 |
| Densidad aparente (gr/cm³) | 3,513 | 3,513 | 3,451 | 3,423 | 3,423 | 3,423 |
| Humedad (%) | 9.9 | 9.9 | 10.0 | 10.1 | 10.1 | 10.1 |
| Densidad Real (gr/cm³) | 3.847 | 3.847 | 3.751 | 3.692 | 3.692 | 3.692 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Taracea seca (gr) | 50.7 | 50.7 | 50.7 | 50.7 | 50.7 | 50.7 |
| Taracea húmeda (gr) | 52.9 | 52.9 | 52.9 | 52.9 | 52.9 | 52.9 |
| Peso de agua (gr) | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| Peso de arena (gr) | 50.7 | 50.7 | 50.7 | 50.7 | 50.7 | 50.7 |
| Peso de agua (gr) | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 |
| Humedad (%) | 8.7 | 8.7 | 8.7 | 8.7 | 8.7 | 8.7 |

| EXPANSION | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-------------|-----------|----|---|-----|-----------|---|--|--|--|
| Fecha | Hora | Temperatura | Expansión | | | | Expansión | | | | |
| | | | Car | mm | % | Car | mm | % | | | |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|-----------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|----|
| Penetración | Carga (kg/cm²) | Muestra 1 | | | | Muestra 11 | | | | Muestra 12 | | | |
| | | Carga | Compen | Carga | Compen | Carga | Compen | Carga | Compen | Carga | Compen | | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | mm | kg | kg/cm² | kg/cm² | mm | kg | kg/cm² | kg/cm² | mm |
| 500 | | 41 | 2.1 | | 21 | 1.8 | | 19 | 1.6 | | | | |
| 1000 | | 78 | 4.8 | | 39 | 3.4 | | 36 | 3.1 | | | | |
| 2000 | | 203 | 11.8 | | 100 | 8.6 | | 101 | 8.7 | | | | |
| 3000 | 75.000 | 375 | 21.8 | 20.8 | 100 | 8.6 | 22.8 | 21.2 | 101 | 8.8 | 23.8 | 21.8 | |
| 4000 | | 498 | 28.3 | 26.8 | 100 | 8.6 | 30.3 | 28.8 | 101 | 8.8 | 31.8 | 29.8 | |
| 5000 | 90.400 | 571 | 33.2 | 31.8 | 100 | 8.6 | 35.2 | 33.8 | 101 | 8.8 | 36.8 | 34.8 | |
| 6000 | | 704 | 39.2 | 37.8 | 100 | 8.6 | 42.2 | 40.8 | 101 | 8.8 | 43.8 | 41.8 | |
| 8000 | | 1121 | 57.4 | 55.8 | 100 | 8.6 | 62.2 | 60.8 | 101 | 8.8 | 63.8 | 61.8 | |
| 10000 | | 1491 | 75.3 | 73.8 | 100 | 8.6 | 82.2 | 80.8 | 101 | 8.8 | 83.8 | 81.8 | |

OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  JJ GEOTECNIA SAC VPM Jefe de Laboratorio |  JJ GEOTECNIA SAC ELMER LUCIANO YLLAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210006 Ingeniero de Suelos y Pavimentos |  JJ GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FOR-LAB-MS-016 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CG-JUB |
| | | Fecha | 3/9/2022 |

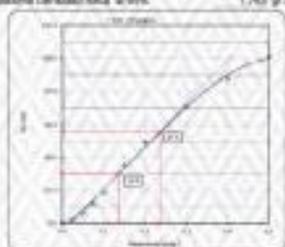
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D1556 / MTC E - 122

| | | |
|--------------------|---|----------------------------|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | |
| SOLICITANTE | Jaime Joaquín Castañaman Tovar | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase estabilizada polimero de polipropileno reciclado. | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima | |
| CALCETA | D-1 | Fecha de ensayo : 2/1/2022 |
| MUESTRA | M-1 (2% de polimero de polipropileno reciclado) | |
| PROFUNDIDAD | 1.50 m | |

Datos de muestra

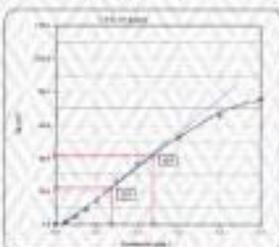
Máxima Densidad Seca: 1.890 gr/cm³
 Máxima Densidad Húmeda: 1.793 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 18.00 %



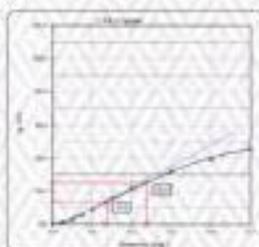
C.B.R. (D17) 50 GOLPES

42.8 %



C.B.R. (D17) 25 GOLPES

31.3 %



C.B.R. (D17) 12 GOLPES

18.2 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) (D1) 43.7 %
 C.B.R. (90% M.D.S.) (D1) 33.8 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) (D2) 33.8 %
 C.B.R. (90% M.D.S.) (D2) 41.4 %

OBSERVACIONES:

- Muestra preservada e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---|--|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| Jaime Joaquín Castañaman Tovar Jefe de Laboratorio | JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER ROBERTO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210908 Ingeniero de Suelos y Pavimentos | JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO | Código | PCR-LAB-MS-011 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 20/10/2022 |

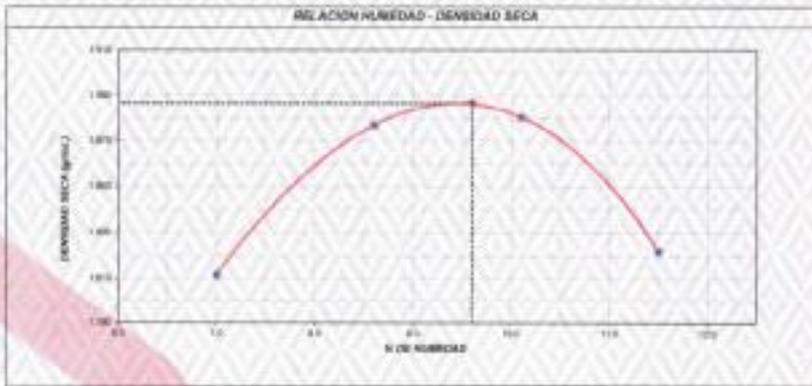
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 4219 (1987) / MTC E - 118

| | | | |
|---------------------|--|-------------------------|------------|
| REFERENCIA: | Cable de laboratorio | | |
| SOLICITANTE: | Jesús Joaquín Cuzhuaman Tovar | | |
| PROYECTO: | Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adicional de pavimento de pedregalero modificado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022 | | |
| UBICACIÓN: | Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima | | |
| CALCATA: | C-1 | Fecha de ensayo: | 20/10/2022 |
| MUESTRA: | M-1 (2.5%) de pedregalero de pedregalero modificado | | |
| PROFUNDIDAD: | 1.00 m | | |

| | | |
|-----------------|------|-----------------|
| Volumen Muestra | 2118 | cm ³ |
| Peso Muestra | 1813 | gr |

| NÚMERO DE ENSAYOS | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Peso Suelo + Molde | gr | 10,515 | 10,828 | 10,094 | 10,812 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr | 4,103 | 4,313 | 4,281 | 4,290 | |
| Peso Volumen Humedo | gr/cm ³ | 1,936 | 2,038 | 2,070 | 2,032 | |
| Moisture Number | % | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | gr | 603.7 | 607.4 | 607.2 | 607.1 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | gr | 382.2 | 322.3 | 386.1 | 308.6 | |
| Peso de la Tara | gr | | | | | |
| Peso del agua | gr | 221.5 | 285.1 | 221.1 | 298.5 | |
| Peso del suelo seco | gr | 382.2 | 322.3 | 386.1 | 308.6 | |
| Contenido de agua | % | 7.0 | 8.8 | 10.1 | 11.5 | |
| Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.812 | 1.977 | 1.880 | 1.822 | |

| | | | | | |
|----------------------|-------|--------------------|--------------------------|-----|---|
| Densidad Máxima Seca | 1.887 | gr/cm ³ | Contenido Humedad Óptimo | 8.8 | % |
|----------------------|-------|--------------------|--------------------------|-----|---|



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por:  | Revisado por:  | Aprobado por:  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FCM-LAB-MS-015 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-JJG |
| | | Fecha | 30/1/2022 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1556 / MTC 2 - 132

| | | | |
|-------------|---|-----------------|-----------|
| REFERENCIA | Calle de laboratorio | Fecha de ensayo | 30/1/2022 |
| SOLICITANTE | Jayme Joaquín Cuervoherán Tovar | | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímero de polipropileno reciclado. | | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima | | |
| CALICATA | C-1 | | |
| MUESTRA | M 1 (2.5% de polímero de polipropileno reciclado) | | |
| PROFUNDIDAD | 1.00 m | | |

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

| Módulo (kN) | 1 | | 12 | | 39 | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Presión sobre 1 cm ² (kgf) | 12.217 | 12.888 | 12.888 | 12.888 | 12.217 | 12.888 |
| Presión sobre 30 cm ² (kgf) | 7.855 | 8.607 | 8.607 | 8.607 | 7.855 | 8.607 |
| Presión sobre 900 cm ² (kgf) | 4.278 | 4.592 | 4.592 | 4.592 | 4.278 | 4.592 |
| Volumen de arena (cm ³) | 2.119 | 2.137 | 2.137 | 2.137 | 2.119 | 2.137 |
| Densidad aparente (g/cm ³) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Humedad (%) | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 |
| Densidad Real (g/cm ³) | 1.056 | 1.056 | 1.056 | 1.056 | 1.056 | 1.056 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| Módulo (kN) | 1 | 12 | 39 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|
| Volumen arena (cm ³) | 2.119 | 2.137 | 2.137 |
| Volumen agua (cm ³) | 14.7 | 14.7 | 14.7 |
| Presión sobre arena (kgf) | 179.1 | 179.1 | 179.1 |
| Humedad (%) | 6.8 | 6.8 | 6.8 |

EXPANSION

| Fecha | Hora | Temperatura | Distancia | Coeficiente | Distancia | Coeficiente |
|---------------------|------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| NO EXPANSIVO | | | | | | |

PERMEACION

| Permeación (mm) | Carga estándar (kg/cm ²) | Módulo N° 1 | | | | Módulo N° 12 | | | | Módulo N° 39 | | | |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------|------|--|--|
| | | Carga (kg/cm ²) | Coeficiente (kg/cm ²) | Carga (kg/cm ²) | Coeficiente (kg/cm ²) | Carga (kg/cm ²) | Coeficiente (kg/cm ²) | Carga (kg/cm ²) | Coeficiente (kg/cm ²) | | | | |
| 0.000 | | 7.8 | 3.6 | 67 | 2.9 | 24 | 1.7 | | | | | | |
| 0.005 | | 240 | 12.1 | 180 | 9.1 | 100 | 5.8 | | | | | | |
| 0.010 | | 441 | 22.4 | 331 | 16.9 | 168 | 10.1 | | | | | | |
| 0.100 | 76.200 | 819 | 41.4 | 694 | 35.0 | 327 | 20.0 | 279 | 14.1 | 11.8 | 18.8 | | |
| 0.150 | | 919 | 46.2 | 783 | 39.7 | 412 | 23.8 | | | | | | |
| 0.200 | 101.400 | 1188 | 59.3 | 1018 | 51.1 | 505 | 31.8 | 388 | 20.1 | 16.1 | 25.8 | | |
| 0.300 | | 1485 | 74.1 | 1380 | 66.8 | 607 | 38.4 | | | | | | |
| 0.400 | | 1710 | 85.4 | 1570 | 77.9 | 702 | 44.2 | | | | | | |
| 0.500 | | 1917 | 96.9 | 1771 | 88.8 | 808 | 50.1 | | | | | | |

OBSERVACIONES:

- * Muestra prevista o identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  |  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentación | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | | | |
|-------------------------------------|--|-----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FOR-LAB-MS-018 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobador | CC-JJG |
| | | Fecha | 30/1/2022 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1585 / AISC E - 152

| | | | |
|--------------------|--|-------------------------|-----------|
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | Mystre Joaquín Cuañayman Taver | | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la superficie adosando polímero de polipropileno reciclado. | | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima | | |
| CALICATA | C-1 | Fecha de ensayo: | 31/1/2022 |
| MUESTRA | M-1 (2.5% de polímero en polipropileno reciclado) | | |
| PROFUNDIDAD | 1.00m | | |

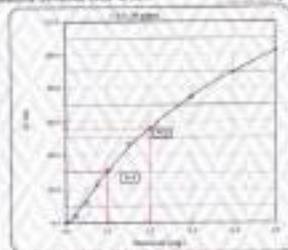
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca γ_{dmax}

1.867 gr/cm³
1.780 gr/cm³

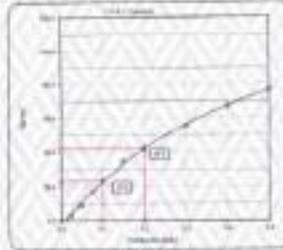
Óctavo Contenido de humedad

9.92 %



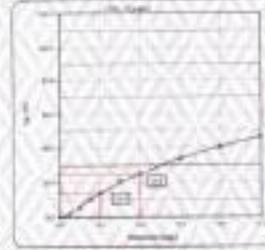
CBR (0.1158 GOLPES)

44.2 %



CBR (0.1721 GOLPES)

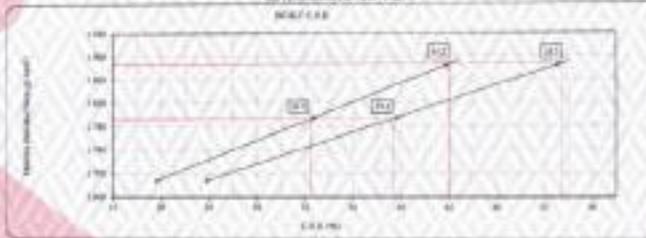
32.7 %



CBR (0.1712 GOLPES)

36.4 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



CBR (100% M.D.S) (0.1") 44.2 %
CBR (95% M.D.S) (0.1") 32.7 %
CBR (100% M.D.S) (0.2") 44.2 %
CBR (95% M.D.S) (0.2") 36.4 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

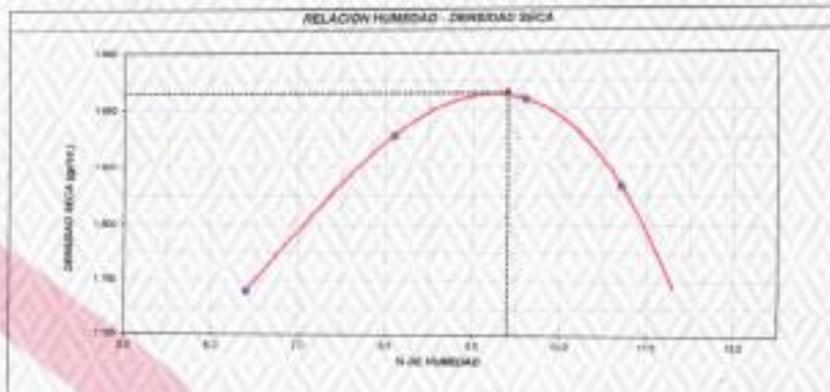
| | | | |
|-------------------------------------|--|------------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO | Código | ICM-LAB-MS-011 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobación | CO-JUG |
| | | Fecha | 30/10/2022 |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
AETM D1887 / BTC E - 119

| | | | |
|---------------|--|-----------------|------------|
| REFERENCIA | Catso de laboratorio | Fecha de ensayo | 26/10/2022 |
| SOLICITANTE | Ugayer Joaquín Cuatrecasas Torres | | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adyacente por medio de polipropileno reciclado | | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2007 Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima | | |
| CLASIFICACIÓN | C-1 | | |
| MUESTRA | 801 (1) 9% de polipropileno de polipropileno reciclado | | |
| PROFUNDIDAD | 1.00 m | | |

| | | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------|-----------------|--------|--------|---|
| | Volúmen Mide | 2714 | cm ³ | | | |
| | Peso Mide | 6513 | g | | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso Suelo + Molde | g | 10,512 | 10,701 | 13,789 | 10,781 | |
| Peso Suelo Humedo Compactado | g | 3,980 | 4,158 | 4,276 | 4,248 | |
| Peso Volumétrico Humedo | gramos | 1,890 | 1,879 | 2,021 | 2,008 | |
| Respecto Número | | | | | | |
| Peso Suelo Humedo + Tara | g | 627.3 | 656.1 | 563.1 | 587.6 | |
| Peso Suelo Seco + Tara | g | 570.6 | 606.3 | 552.0 | 636.8 | |
| Peso de la Tara | g | | | | | |
| Peso del agua | g | 56.7 | 49.8 | 111.1 | 50.8 | |
| Peso del suelo seco | g | 571 | 610 | 553 | 580 | |
| Contenido de agua | % | 9.4 | 8.1 | 20.0 | 8.7 | |
| Densidad Seca | gramos | 1.776 | 1.801 | 1.844 | 1.814 | |

| | | | |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
| Densidad Máxima Seca | 1.846 g/cm ³ | Contenido Humedad Óptima | 9.4 % |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------|



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC.

| | | |
|---|--|---|
| Elaborado por:  JJ GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS | Revisado por:  JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.I.P. N° 210906 | Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

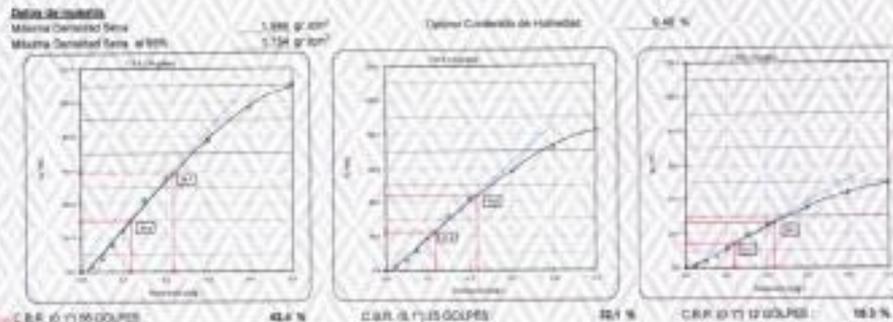
| | | | |
|--|---|-----------------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FOR-LAB-MS-015 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-JUG |
| | | Fecha | 26/1/2022 |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1587 / MTC E - 102 | | | |
| REFERENCIA | Detalle de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | Jayne Joaquín Cusihaman Tovar | | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímeros de polipropileno reciclado | | |
| DIRECCIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - 87 Agustino - Lima | | |
| CALCATA | C-1 | Fecha de ensayo | 07/1/2022 |
| NUMERA | M-1 (2.0% de polímero de polipropileno reciclado) | | |
| PROFUNDIDAD | 0.30 m | | |

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------|-------------|-----------|-------------|---------------|-----------|-------|-----------|---------------|-----------|-----|------|
| Muestra N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | |
| Numero de casos | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | | | | | |
| Numero de golpes | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | | | | | | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | | | | | | | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12,208 | 12,207 | 12,207 | 12,207 | 11,828 | 11,828 | | | | | | | |
| Peso molde (gr.) | 7,388 | 7,388 | 7,388 | 7,388 | 7,388 | 7,388 | | | | | | | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,820 | 4,819 | 4,819 | 4,819 | 4,440 | 4,440 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cm³) | 2,730 | 2,730 | 2,730 | 2,730 | 2,730 | 2,730 | | | | | | | |
| Densidad aparente (g/cm³) | 1,765 | 1,765 | 1,765 | 1,765 | 1,626 | 1,626 | | | | | | | |
| Humedad (%) | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cm³) | 1,616 | 1,616 | 1,616 | 1,616 | 1,502 | 1,502 | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Tartrato ácido (gr.) | 89.0 | 89.0 | 89.0 | 89.0 | 87.1 | 87.1 | | | | | | | |
| Tartrato básico (gr.) | 218.6 | 218.6 | 218.6 | 218.6 | 217.6 | 217.6 | | | | | | | |
| Peso de agua (gr.) | 45.8 | 45.8 | 45.8 | 45.8 | 44.7 | 44.7 | | | | | | | |
| Peso de suelo (gr.) | 818.0 | 818.0 | 818.0 | 818.0 | 817.5 | 817.5 | | | | | | | |
| Humedad (%) | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.5 | 5.5 | | | | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | Hora | Temperatura | Total | Expansión | | Total | Expansión | | Difer. | Expansión | | | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % | | |
| NO EXPANSIVO | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración | Carga (Standard kg/cm²) | Muestra N° 1 | | | | Muestra N° 11 | | | | Muestra N° 12 | | | |
| | | Carga | Corrosión | Carga | Corrosión | Carga | Corrosión | Carga | Corrosión | Carga | Corrosión | | |
| 0.025 | 50 | 2.8 | | 42 | 2.1 | 20 | 1.3 | 50 | 2.8 | 40 | 2.1 | 30 | 1.3 |
| 0.050 | 100 | 7.4 | | 70 | 5.2 | 50 | 2.3 | 100 | 7.4 | 80 | 5.2 | 60 | 2.3 |
| 0.075 | 150 | 15.2 | | 105 | 11.4 | 70 | 3.2 | 150 | 15.2 | 120 | 11.4 | 80 | 3.2 |
| 0.100 | 200 | 24.8 | 26.2 | 140 | 13.4 | 100 | 4.1 | 200 | 24.8 | 160 | 13.4 | 100 | 4.1 |
| 0.150 | 300 | 40.9 | 43.4 | 150 | 15.5 | 110 | 5.5 | 300 | 40.9 | 180 | 15.5 | 120 | 5.5 |
| 0.200 | 400 | 55.0 | 55.1 | 160 | 17.7 | 120 | 6.8 | 400 | 55.0 | 200 | 17.7 | 140 | 6.8 |
| 0.300 | 600 | 80.8 | 80.8 | 180 | 21.8 | 140 | 9.8 | 600 | 80.8 | 220 | 21.8 | 160 | 9.8 |
| 0.400 | 800 | 110.1 | 110.1 | 200 | 25.5 | 160 | 12.5 | 800 | 110.1 | 240 | 25.5 | 180 | 12.5 |

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

| | | |
|--|--|---|
| Elaborado por:  Jefe de Laboratorio | Revisado por:  INGENIERO EN SUELOS Y PAVIMENTOS REG. CIP N° 215593 | Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JJ GEOTECNIA S.A.C. |
|--|--|---|

| | | | |
|--|--|-----------------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA | Código | FOR-LAB-MS-016 |
| | | Revisión | 3 |
| | | Aprobado | CC-449 |
| | | Fecha | 3/11/2022 |
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM (158) / BTC E - 132 | | | |
| REFERENCIA | Datos de laboratorio | | |
| SOLICITANTE | Jayme Joaquín Conchaerán Turve | | |
| PROYECTO | Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adosada polimérica de polipropileno reciclado. | | |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Aguadito 2022 | | |
| CALCETA | C-1 | Fecha de ensayo | 3/11/2022 |
| MUESTRA | M-1 (2.25 de polimero de polipropileno reciclado) | | |
| PROPUNDA | 7.50"= | | |



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

| | | |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|--|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITE DE CONSISTENCIA |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 118 / MTC E - 111 | |
| REFERENCIA: - Resultados de Laboratorio SOLICITANTE: - Jayme Jespín Cuchihuasi Tenor PROYECTO: - Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adicionando polímero de polipropileno reciclado. UBICACIÓN: - Av. José Carlos Mariátegui - E) Agustino 2032 Calle: - C-1 Muestra: - #1 (2% de polímero de subbase reciclado) Profundidad: - 1.20 m | |
| Fecha de ensayo: 31/10/2022 | |

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | Muestra Pasante Tamiz # 40 | |
|---|--------|----------------------------|-----------------|
| | | LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLASTICO |
| Nº de Recipientes | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo (A) | g | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | g | | |
| Peso de Recipiente (C) | g | | |
| Peso del Agua (M-E) | g | | |
| Peso del Suelo Seco (B-C) | g | | |
| Contenido Humedad (W) (A-B) (E-C) * 100 | % | | |
| Nº De Golpes | | | |

| RESULTADOS OBTENIDOS | LIMITE DE CONSISTENCIA | | INDICE PLASTICO |
|----------------------|------------------------|----------|-----------------|
| | LIQUIDO | PLASTICO | |
| | NP | NP | NP |



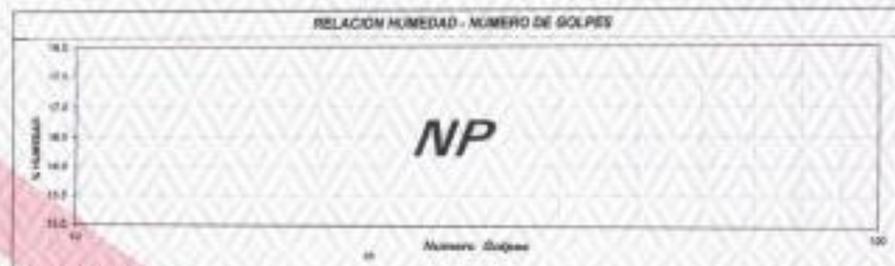
OBSERVACIONES:
 * Muestra enviada e identificado por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  LABORATORIO DE MATERIALES |  JJ GEOTECNIA S.A.C. LUIS TORRES HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 217006 |  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|---|--|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D478 - MTC # - 110 / MTC E - 111 | |
| REFERENCIA | Resultado de Laboratorio |
| SOLICITANTE | Jayma Joaquín Cuthuamán Taver |
| PROYECTO | Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adicionando polímero de polipropileno reciclado. |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022 |
| Calle | C-7 |
| Muestra | M-1 (1.0% de polímero de polipropileno reciclado) |
| Profundidad | 1.00 m |
| | Fecha de ensayo: 31/03/2022 |

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | Muestra Pasante Tamiz Nº 40 | |
|--|--------|-----------------------------|-----------------|
| | | LÍMITE LÍQUIDO | LÍMITE PLÁSTICO |
| Nº de Frascos | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo (A) | g | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | g | | |
| Peso de Recipiente (C) | g | | |
| Peso del Agua (A-B) | g | | |
| Peso del Suelo Seco (B-C) | g | | |
| Contenido Humedad $(W) = \frac{(A-B)(B-C)}{100}$ | % | | |
| Nº De Golpes | | | |

| RESULTADOS OBTENIDOS | LÍMITES DE CONSISTENCIA | | ÍNDICE PLÁSTICO |
|----------------------|-------------------------|----------|-----------------|
| | LÍQUIDO | PLÁSTICO | |
| | NP | NP | NP |



OBSERVACIONES:

- * Muestra enviada e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

| | | |
|---|---|--|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|  |  JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210905 | JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

| | |
|--|---|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITE DE CONSISTENCIA |
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / RTC E-119 / MTC E-111 | |
| REFERENCIA | Resultados de Laboratorio |
| SOLICITANTE | Jesús Joaquín Cusihuamán Tovar |
| PROYECTO | Mediramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adhiriendo polímero de polipropileno reciclado. |
| UBICACIÓN | Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima |
| Celula | C-1 |
| Muestra | M-1 (3.0% de polímero de polipropileno reciclado) |
| Profundidad | 1.50 m |
| | Fecha de ensayo: 01/09/2022 |

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | Material Pasante Tamiz N° 40 | |
|--|--------|------------------------------|-----------------|
| | | LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLASTICO |
| Nro. de Recipiente | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo (A) | g | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | g | | |
| Peso de Recipiente (C) | g | | |
| Peso del Agua (A-B) | g | | |
| Peso del Suelo Seco (B-C) | g | | |
| Contenido Humedo (W) (A-B) (D-C) * 100 | % | | |
| N° De Golpes | | NP | NP |

| RESULTADOS OBTENIDOS | LIMITE DE CONSISTENCIA | | INDICE PLASTICO |
|----------------------|------------------------|----------|-----------------|
| | LIQUIDO | PLASTICO | |
| | N.P. | N.P. | N.P. |



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

| | | |
|---------------------|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| V. B. F. | JJ GEOTECNIA S.A.C. INGENIERO JUAN HUAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21009 | JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Certificado de Calibración

LM22-C-888

Número de OT: 519-2022

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-10-01
Lugar de Calibración : En las Instalaciones del Cliente
Fecha de Emisión : 2022-10-04

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO (ELECTRÓNICA)

| | | | |
|--------|-------------|----------------|--------------------------------|
| Marca | : NO INDICA | Identificación | : NO INDICA |
| Modelo | : FA2004 | Procedencia | : NO INDICA |
| Serie | : 345027 | Ubicación | : LABORATORIO AREA DE QUIMICOS |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | | |
|--------------------------|---------------|--------------------------|------------|
| Capacidad de Indicación | : 200 g | Capacidad Mínima(Min) | : 0,0100 g |
| Resolución (d) | : 0,0001 g | Número de Divisiones (n) | : 200000 |
| Div. de Verificación (s) | : 0,001 g (*) | Clase de Exactitud | : I |

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones; siguiendo al procedimiento PC-011 - 4ª Ed : 2010 - Indecopi "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase 1 y clase F"; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la NMP 003.2009.

| | | |
|-------|-----------------------|--------------------------|
| Sello | Métrologo | Director Técnico |
| | | |
| | Armando Merin Barrios | Wilfredo Reyes Yzaguirre |

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales e Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Certificado de Calibración

LM22-C-889

Número de OT: 519-2022

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-10-01
Lugar de Calibración : En las Instalaciones del Cliente
Fecha de Emisión : 2022-10-04

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO (ELECTRÓNICA)

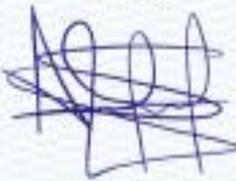
| | | | |
|--------|--------------|----------------|--|
| Marca | : OHAUS | Identificación | : NO INDICA |
| Modelo | : RP21PE302H | Procedencia | : USA |
| Serie | : 8342167664 | Ubicación | : LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | | |
|--------------------------|-----------|--------------------------|---------|
| Capacidad de Indicación | : 30000 g | Capacidad Mínima(Min) | : 200 g |
| Resolución (d) | : 1 g | Número de Divisiones (n) | : 30000 |
| Div. de Verificación (s) | : 1 g (*) | Clase de Exactitud | : II |

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, siguiendo el procedimiento PC-011 - 4ª Ed. : 2010 - Indecopi "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II"; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la NMP 003:2009.

| | | |
|---|--|---|
| Sello | Métrologo | Director Técnico |
|  |  |  |
| | Armando Marr Berro | Wilfredo Reyes Yzaguirre |

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales e Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Certificado de Calibración

LT22-660

Número de OT: 319-2023
CLIENTE

 Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
 Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ. B LT. 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

 Fecha de Calibración : 2023-10-01 al 2023-10-01
 Lugar de Calibración : INSTALACIONES DEL CLIENTE
 Fecha de Emisión : 2023-10-05

EQUIPO A CALIBRAR

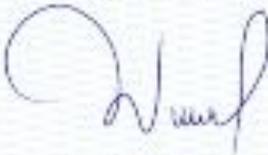
| | | | |
|--------|-------------|----------------|--------------------|
| Equipo | : Horno | | |
| Marca | : No Indica | Identificación | : 560 |
| Modelo | : MS-H3 | Procedencia | : No Indica |
| Serie | : No Indica | Ubicación | : Área de Químicos |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | | |
|-------------------------|-------------|----------------------------|------------------|
| Tipo de Indicador | : Digital | Tipo de Selector | : Digital |
| Alcance de Escala | : No Indica | Alcance de Escala | : No Indica |
| División mínima | : 1 °C | División mínima | : 1 °C |
| Tipo de ventilación | : Natural | Carga utilizada (%) | : 100 % |
| Superficies internas | : 2 | Temperatura de calibración | : 300 °C ± 30 °C |
| Posición de ventilación | : No Aplica | | |

MÉTODO PARA EL MAPEO TÉRMICO

La Calibración se ha realizado mediante la determinación de la temperatura, por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018- "Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático". SNM-INDECOPI (Segunda Edición)

| | | |
|---|---|---|
| Sello | Métrologo | Director Técnico |
|  |  |  |
| | Armando Marín Benito | Wilfredo Rojas Yzaguirre |

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, de coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
 SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Certificado de Calibración

LM22-156

Número de OT: 319-2022

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ. B LT. 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2022-10-01
Lugar de Calibración : En las instalaciones del cliente
Fecha de Emisión : 2022-10-04

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR

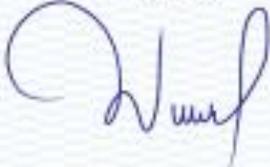
| | | | |
|--------|-------------|----------------|---------------|
| Marca | : PRECISA | Identificación | : M2-008 |
| Modelo | : NO INDICA | Procedencia | : NO INDICA |
| Serie | : NO INDICA | Ubicación | : Laboratorio |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

| | | |
|------------|--------|----|
| Capacidad | : 5000 | kg |
| Resolución | : 0,1 | kg |

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI PUCP, tomando como referencia la Norma UNE EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de ensayo uniaxiales estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión, verificación y calibración del sistema de fuerza"

| | | |
|---|--|---|
| Sello | Metrólogo | Director Técnico |
|  |  |  |
| | Armando Marín Berrios | Wilfredo Reyes Yzaguirre |

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración e su vez mantiene y