



**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](https://orcid.org/0000-0003-4650-5955))

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martinez, Carlos Alberto ([orcid.org/0000-0002-4926-8556](https://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

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO <b>DNI:</b> 08584295 <b>ORCID:</b> 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.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CUSIHUAMAN TOVAR JAYME JOAQUIN <b>DNI:</b> 47011679 <b>ORCID:</b> 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 <sup>3</sup> ).....	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 adiconamiento 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 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.y como **Hipótesis específicas** tenemos lo siguiente: 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.

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

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.

## 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)<sup>8</sup>, "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)<sup>9</sup> , ” 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)<sup>10</sup>, 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)<sup>11</sup>, “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)<sup>12</sup>, “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)<sup>13</sup>, “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)<sup>14</sup>, “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)<sup>15</sup>, “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)<sup>16</sup>, “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)<sup>20</sup>, “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

<b>Categorías</b>	<b>CBR</b>
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)<sup>17</sup>, “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 2.230cm<sup>3</sup> 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)<sup>18</sup>, "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)<sup>21</sup>, “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)<sup>22</sup>, “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 )<sup>24</sup>, “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 dependiente: según (Hernández )<sup>23</sup>, “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)<sup>25</sup>, “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/cm<sup>2</sup>),
- ✓ Proctor modificado (kg/cm<sup>2</sup>)

#### **Escala de medición:**

- ✓ razón

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Según Arias, Villasis y Miranda (2016)<sup>26</sup>, “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)<sup>27</sup>, “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)<sup>28</sup>, “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/cm<sup>2</sup>), Proctor modificado (kg/cm<sup>2</sup>) 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)<sup>29</sup>, “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)<sup>30</sup>, “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)<sup>32</sup>, “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)<sup>31</sup>, “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.

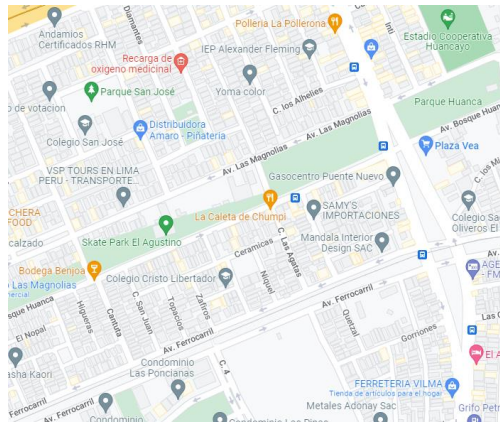


Figura 02. Ubicación satelital.

### 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.

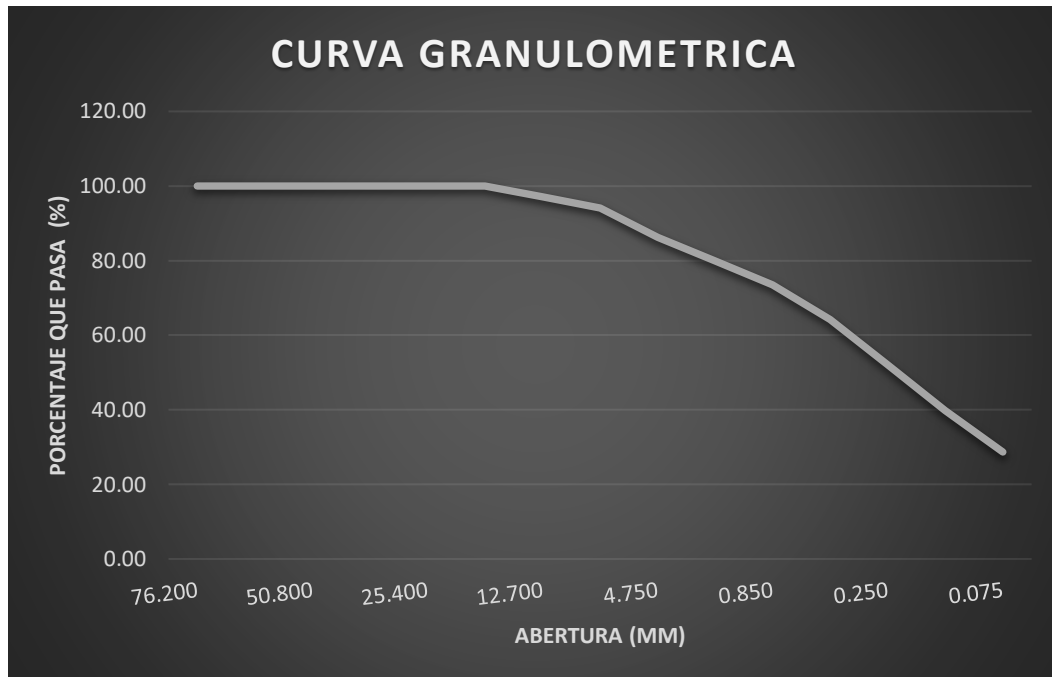
De esta manera con los datos obtenidos de laboratorio de la granulometría de la muestra C1 se puede obtener la curva granulométrica de la figura 2 (ver página 24) en donde la predominancia es SM = Arena Limosa.

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.

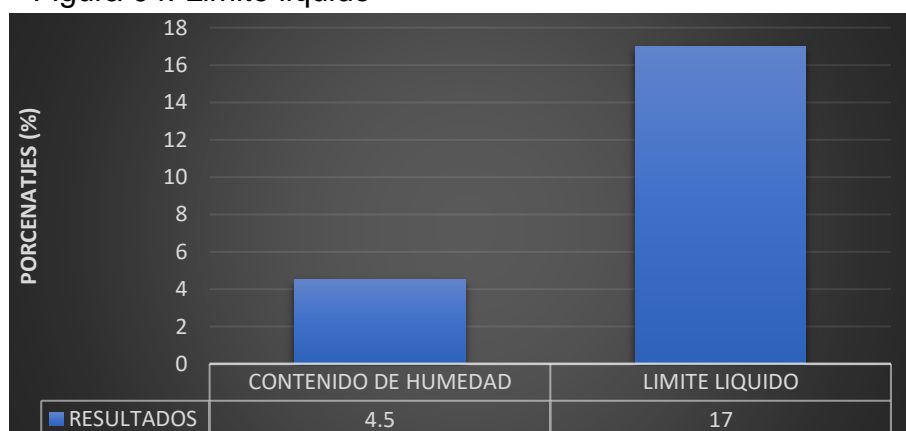
Interpretación: En la figura 2 se obtuvo la curva granulométrica de los datos hallados en la C-01, la cual fue extraída del terreno de la Av. Jose Carlos Mariátegui – El agustino. nos mostró las proporciones de terreno natural pasantes por los tamices, visualizándose que por la malla N°200 logra pasar 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 LIQUIDO	17%
	LÍMITE PLASTICO	N.P
	INDICE DE PLASTICIDAD	N.P

Fuente: Elaboración Propia

Figura 04. Limite liquido



Fuente: Elaboración propia.

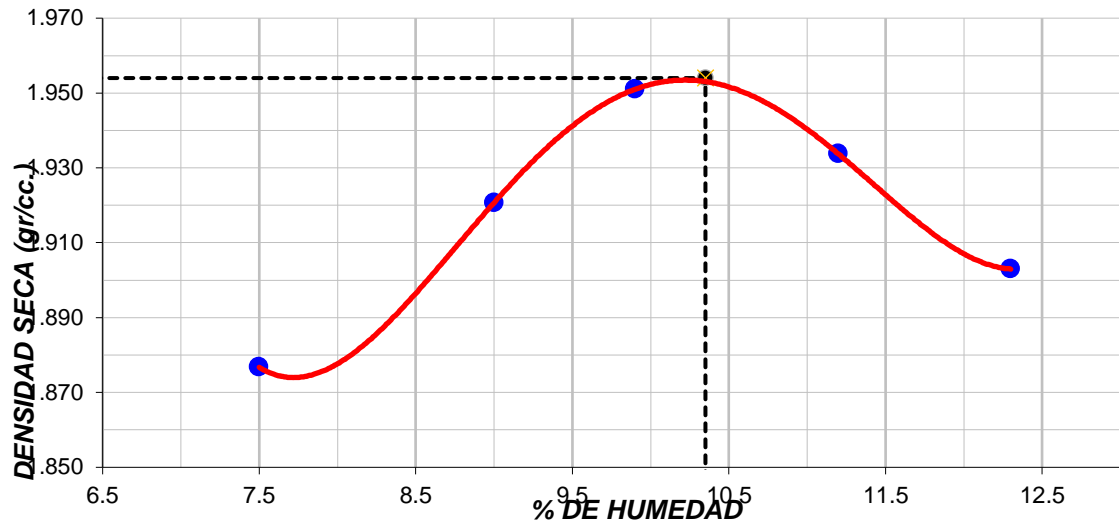
Interpretación: En la figura 3 nos indica que el espécimen natural presenta un 4.5% de contenido de agua y un límite liquido de 17% el cual nos indica que es de plasticidad media y tiene una característica de suelo arcilloso.

tabla 8. Ensayo de Proctor Modificado

Volumen molde 2116 cm <sup>3</sup>						
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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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/cm<sup>3</sup>)



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/cm<sup>3</sup>.

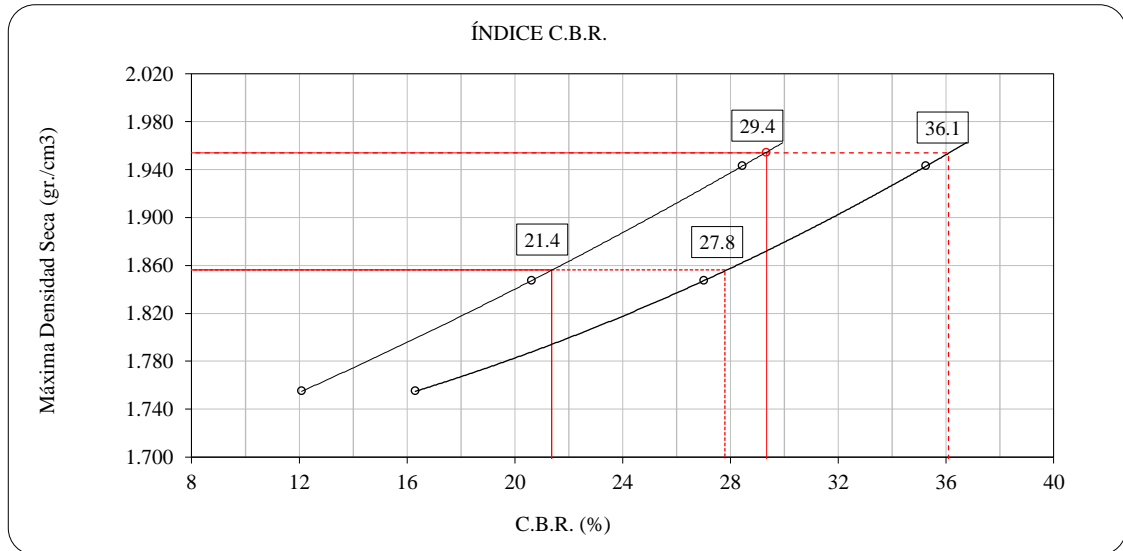
Tabla 09. Cálculo de la relación de soporte califonia (C.B.R.)

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 <sup>2</sup>	2.143		2.135		2.110	
Densidad húmeda gr/cm <sup>2</sup>	2.143		2.088		1.937	
Humedad %	10.3		10.3		10.4	
Densidad seca gr/cm <sup>2</sup>	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

<b>Calicata</b> : C-1			
<b>Muestra</b> : M-1 (2% de polímero de polipropileno reciclado)			
<b>Profundidad</b> : 1.50 m		<b>Fecha de ensayo:</b> 31/10/2022	
<b>Material Pasante Tamiz Nº 40</b>			
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	
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			
		<b>LIMITE LIQUIDO</b>	
		<b>LIMITE PLASTICO</b>	
		<b>NP</b>	
		<b>NP</b>	

Fuente: Elaboración Propia

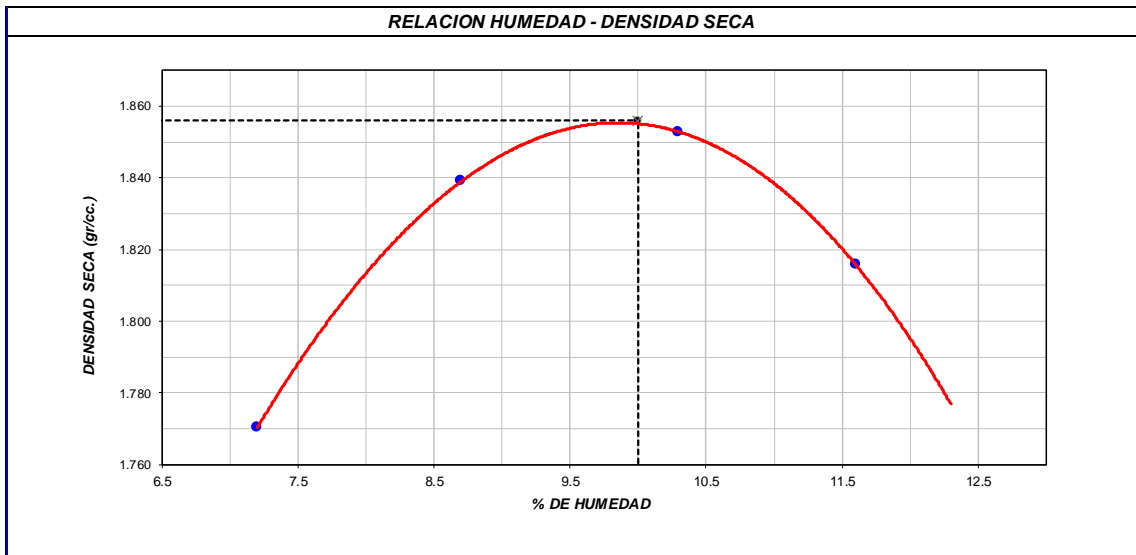
Interpretación: en los resultados de la tabla 10 nos mostró que al agregar el polímero de polipropileno en una cantidad del 2% del peso seco de la muestra, este no presenta los límites de consistencia que son límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Tabla 11: Ensayo de Proctor modificado

		Volumen Molde	2116	cm <sup>3</sup>			
		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		
<b>Densidad Máxima Seca:</b>		<b>1.856 gr/cm<sup>3</sup>.</b>		<b>Contenido Humedad Óptima:</b>		<b>10.0 %</b>	

Fuente: Elaboración propia

Figura 07: Relación humedad – Densidad seca



Fuente: Elaboración propia

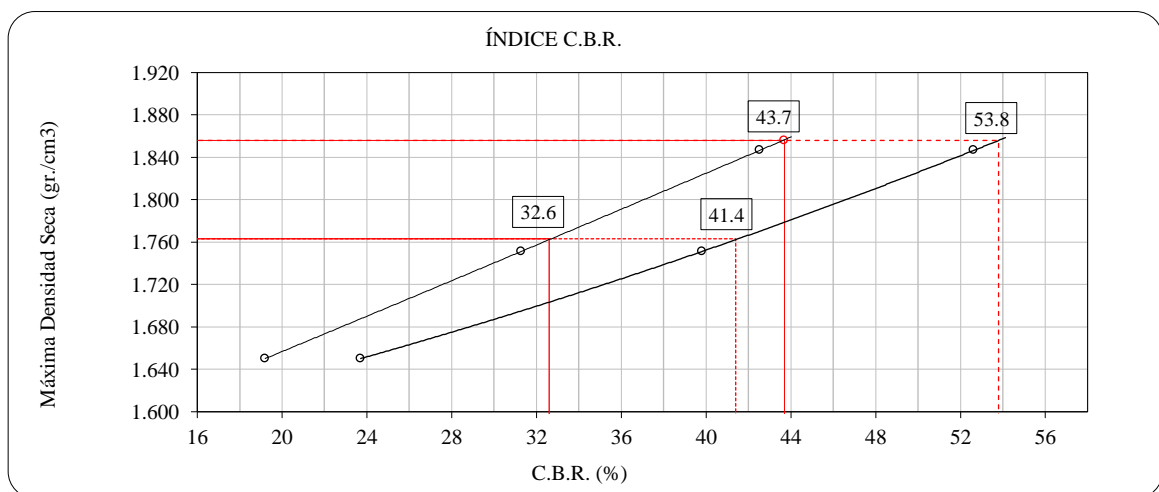
Interpretación: se visualizó que al adicionar el polímero de polipropileno el óptimo contenido de humedad es de 10% y su máxima densidad seca es de 1.858gr/cm<sup>2</sup>.

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 <sup>3</sup> )	2,112		2,135		2,140								
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,029		1,926		1,817								
Humedad (%)	9.9		10.0		10.1								
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	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 <sup>2</sup> )	Molde Nº 5				Molde Nº 11				Molde Nº 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	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	<b>70.307</b>	370	18.8	<b>29.9</b>	<b>42.5</b>	278	14.1	<b>22.0</b>	<b>31.3</b>	167	8.5	<b>13.5</b>	<b>19.2</b>
0.150		695	35.3			521	26.5			313	15.9		
0.200	<b>105.460</b>	971	49.3	<b>55.5</b>	<b>52.6</b>	728	37.0	<b>42.0</b>	<b>39.8</b>	437	22.2	<b>25.0</b>	<b>23.7</b>
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		

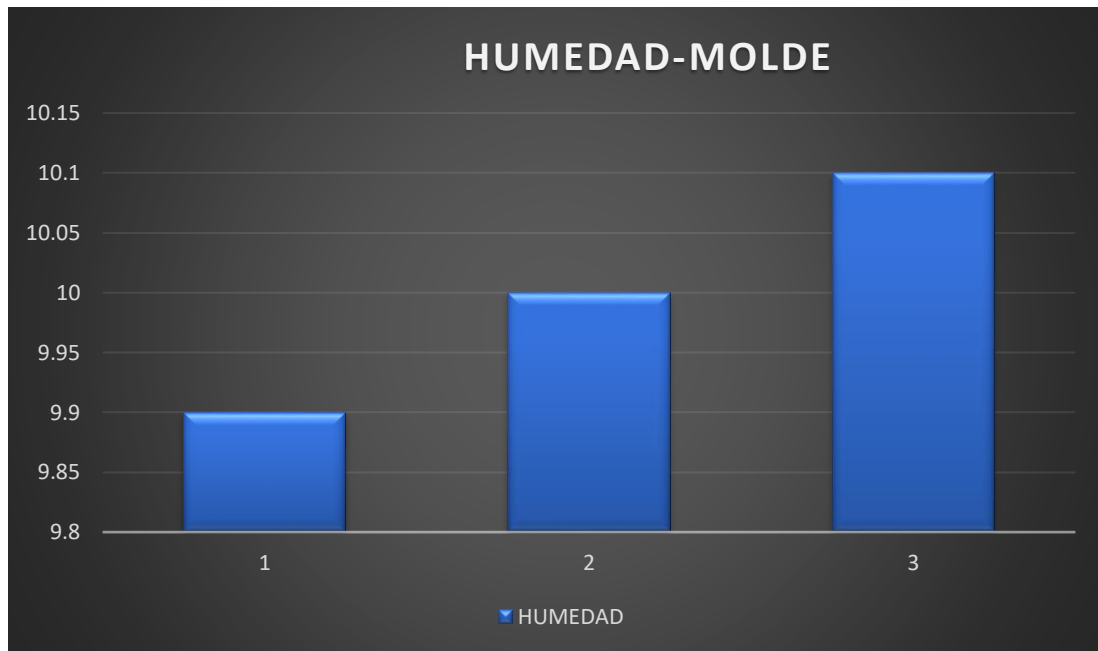
Fuente: elaboración propia

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			<b>Material Pasante Tamiz N° 40</b>	
11	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>
12	Nro. de Recipiente		<b>NP</b>	<b>NP</b>
13	Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
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

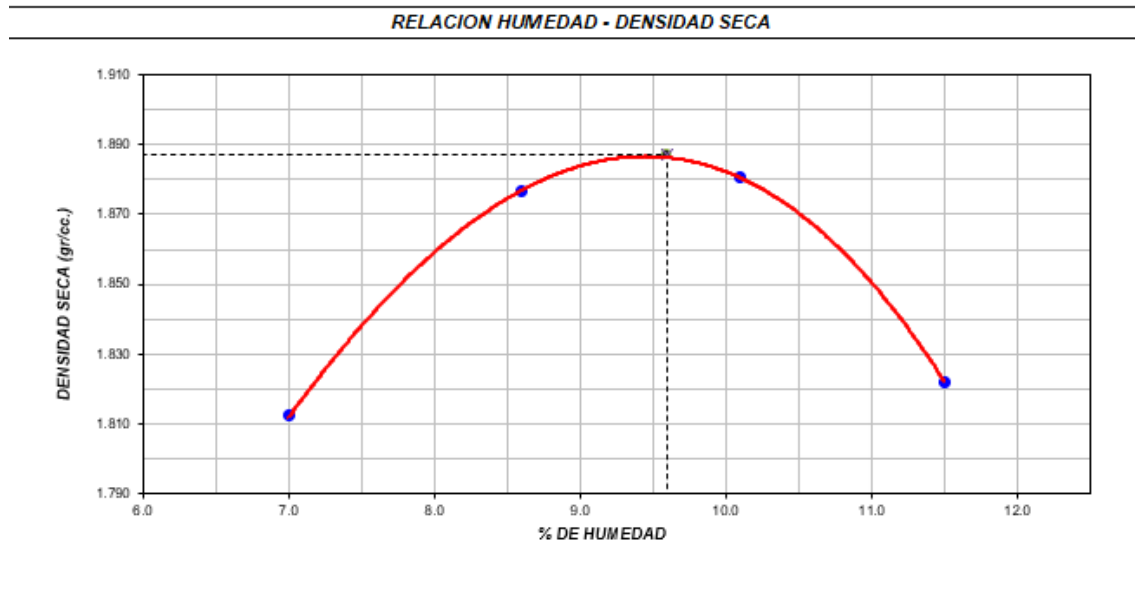
Interpretación: Los resultados de la Tabla 13 muestran que cuando la cantidad de polímero de polipropileno añadido es del 2,5% del peso seco de la muestra, no hay límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Tabla 14: Ensayo de Proctor modificado

19		Volumen Molde	2116	cm <sup>3</sup>			
20		Peso Molde	6513	gr.			
21							
22	<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
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	<b>Densidad Máxima Seca:</b>		<b>1.967</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>9.6</b>	<b>%</b>
37							
38							

Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Relación humedad – Densidad seca



Fuente: Elaboración propia

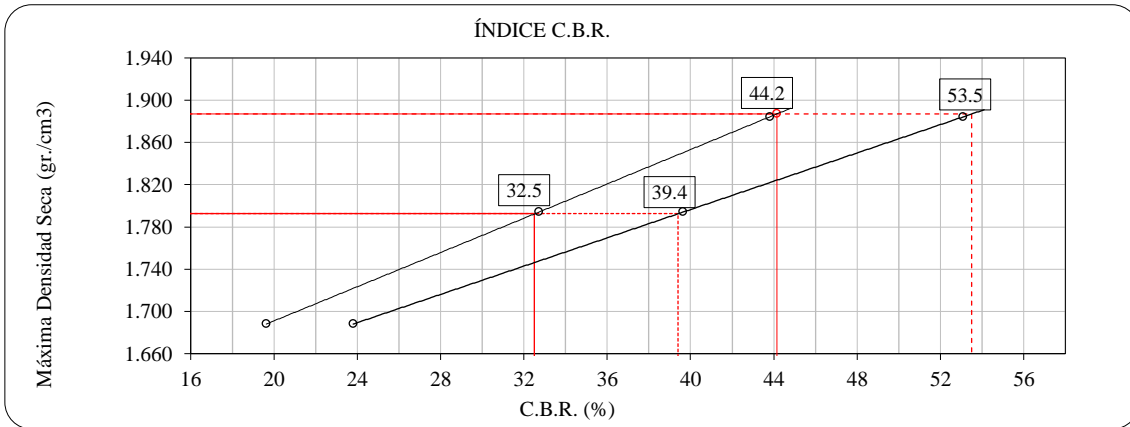
Interpretación: se visualizó que al adicionar el polímero de polipropileno el óptimo contenido de humedad es de 9.6% y su máxima densidad seca es de 1.887gr/cm<sup>2</sup>.

Tabla 15: Calculo de la relación de soporte california (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 <sup>3</sup> )	2,118				2,137				2,123				
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,065				1,966				1,852				
Humedad (%)	3.6				3.6				3.7				
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	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 <sup>2</sup> )	Molde N° 6				Molde N° 13				Molde N° 14			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	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	<b>70.307</b>	619	31.4	<b>30.8</b>	<b>43.8</b>	464	23.6	<b>23.0</b>	<b>32.7</b>	279	14.1	<b>13.8</b>	<b>19.6</b>
0.150		910	46.2			683	34.7			410	20.8		
0.200	<b>105.460</b>	1100	55.9	<b>56.0</b>	<b>53.1</b>	825	41.9	<b>41.8</b>	<b>39.6</b>	495	25.1	<b>25.1</b>	<b>23.8</b>
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		<b>NP</b>	<b>NP</b>
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.

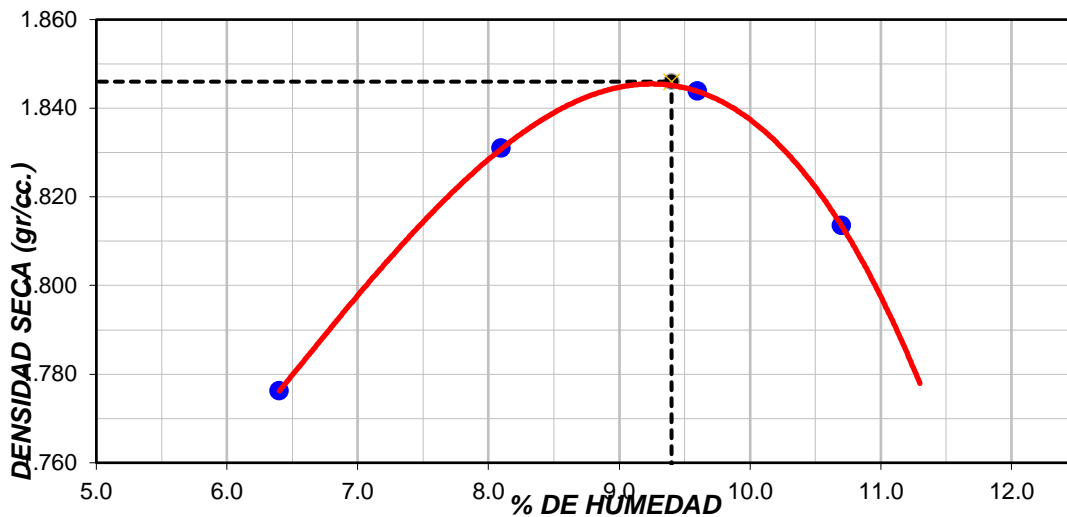


Tabla 17: Ensayo de Proctor modificado

		Volumen Molde	2116	cm <sup>3</sup>		
		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

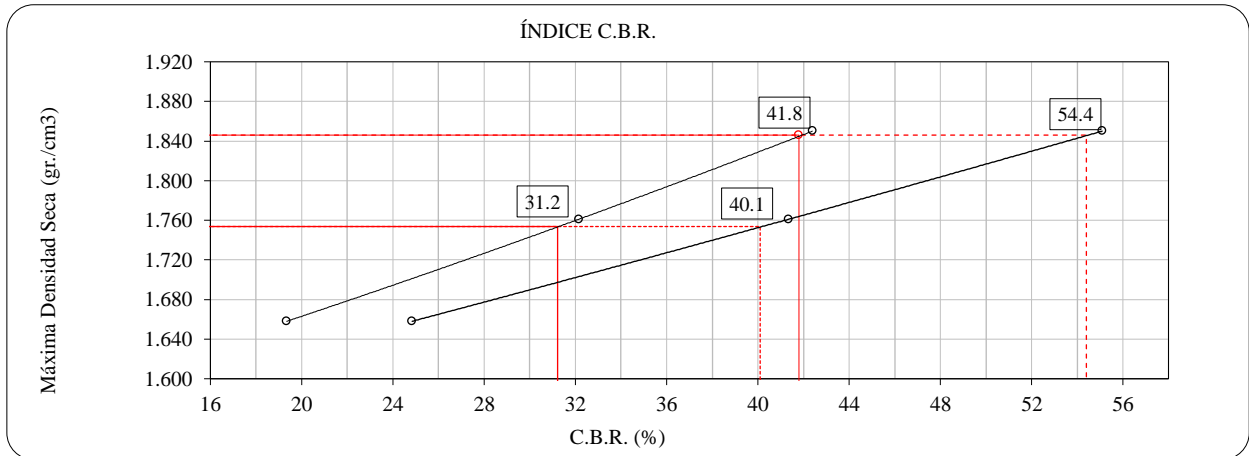
Interpretación: se visualizó que al adicionar el polímero de polipropileno el óptimo contenido de humedad es de 9.4% y su máxima densidad seca es de 1.846gr/cm<sup>2</sup>

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 <sup>3</sup> )	2,133				2,141				2,148				
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2,024				1,928				1,816				
Humedad (%)	3.4								3.5				
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	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 <sup>2</sup> )	Molde N° 1				Molde N° 15				Molde N° 16			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	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	<b>70.307</b>	488	24.8	<b>29.8</b>	<b>42.4</b>	366	18.6	<b>22.6</b>	<b>32.1</b>	219	11.1	<b>13.6</b>	<b>19.3</b>
0.150		828	42.0			621	31.5			372	18.9		
0.200	<b>105.460</b>	1094	55.6	<b>58.1</b>	<b>55.1</b>	821	41.7	<b>43.6</b>	<b>41.3</b>	492	25.0	<b>26.2</b>	<b>24.8</b>
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 óptimo 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
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>H. General</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>				
¿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	<b>Polimero de polipropileno reciclado</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>	2%	<b>Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A</b>	<p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p style="text-align: center;">Tipo Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>EXPLICATIVA (Causa Efecto)</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b></p> <p>Experimental (Cuasi)</p> <p><b>Enfoque:</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b></p> <p>Todos las <b>Muestras</b> ensayados en el Laboratorio</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p><b>Contenido de humedad</b></p> <p>4 Proctor Modificado</p> <p>4 Ensayo CBR</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <p><b>No Probabilístico</b></p> <p><b>Técnica:</b></p> <p><b>Observación Directa</b></p> <p><b>Instrumento de investigación:</b></p> <p><b>Ficha de recolección de datos</b></p> <p><b>Ficha resultados de Laboratorio</b></p> <p style="text-align: center;">Según NTP- ASTM</p>
					2.50%	<b>Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A</b>	
					3%	<b>Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A</b>	
<b>P. Especifico</b>	<b>O. Especifico</b>	<b>H. Especifico</b>	<b>DEPENDIENTE</b>				
¿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.	<b>PROPIEDADES mecánicas de La Subrasante</b>	<p>limite de atterberg</p> <p>Proctor modificado</p> <p>Ensayo CBR</p>	<p>limite liquido</p> <p>limite plastico</p>	<b>Manual del MTC</b>	<p><b>MTC E - 108</b></p> <p><b>Manual del MTC</b></p> <p><b>MTC E-115</b></p> <p><b>Manual del MTC</b></p> <p><b>MTC E 132-133</b></p>
¿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					
¿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.					

## 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 sigüientes: 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 <b>incrementar</b> su CBR , disminuir el contenido de humedad e <b>incrementar</b> 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

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

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

<b>Método A</b>	Reporte del contenido de humedad al entero.
<b>Método B</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

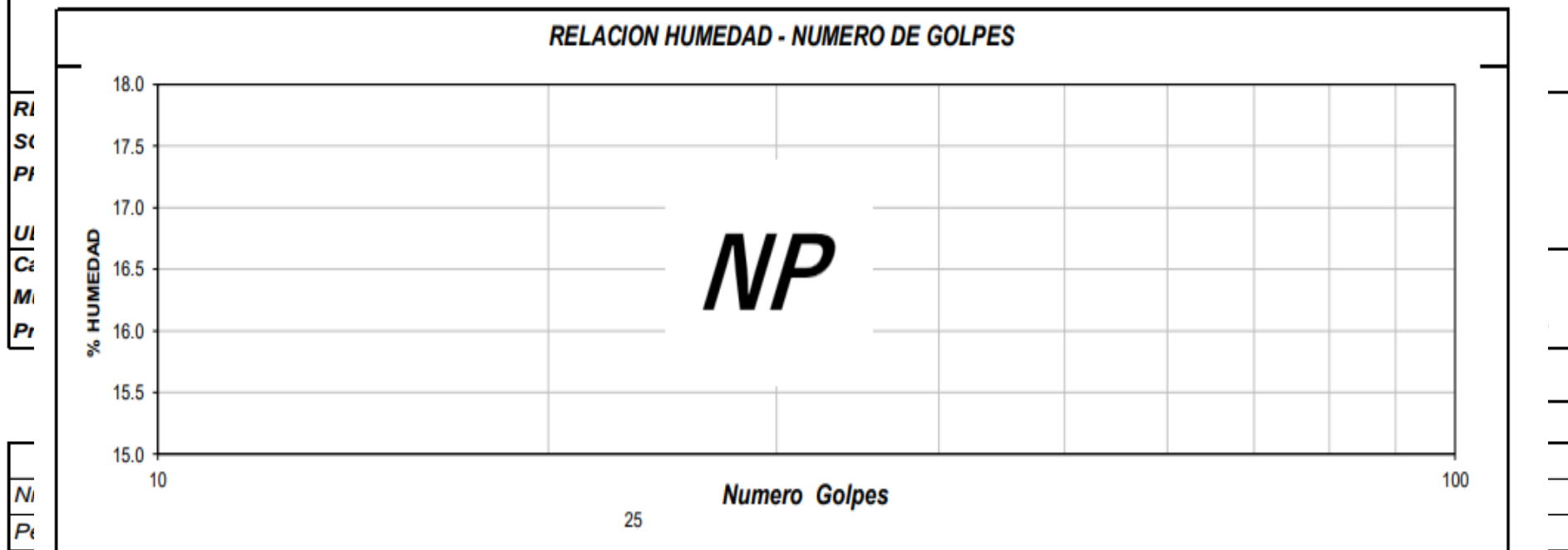
Método de secado

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



**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 2.5%

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

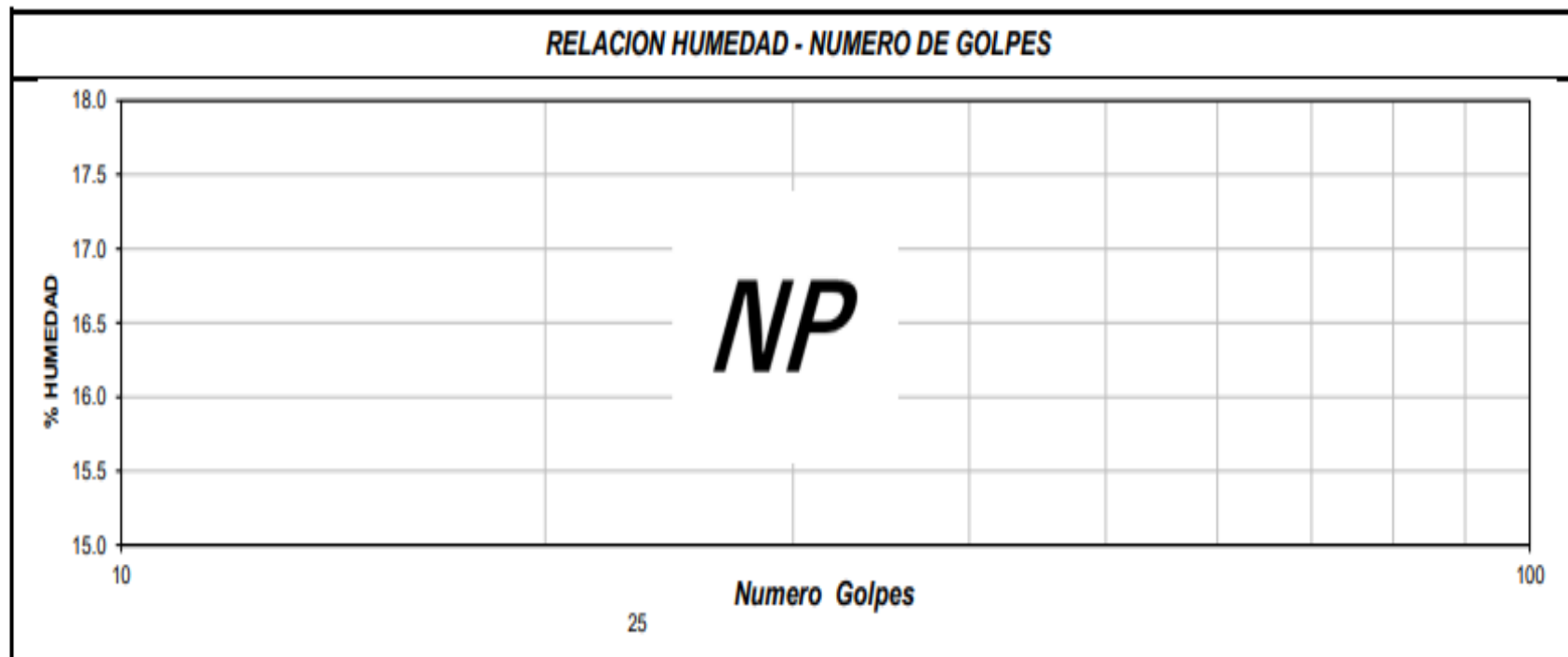
DESCRIPCION	UNIDAD
Nro. de Recipiente	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g
Peso de Recipiente (C)	g
Peso del Agua (A-B)	g
Peso del Suelo Seco (B-C)	g
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%
Nº De Golpes	

Material Pasante Tamiz Nº 40											
LIMITE LIQUIDO						LIMITE PLASTICO					
<b>NP</b>						<b>NP</b>					

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%

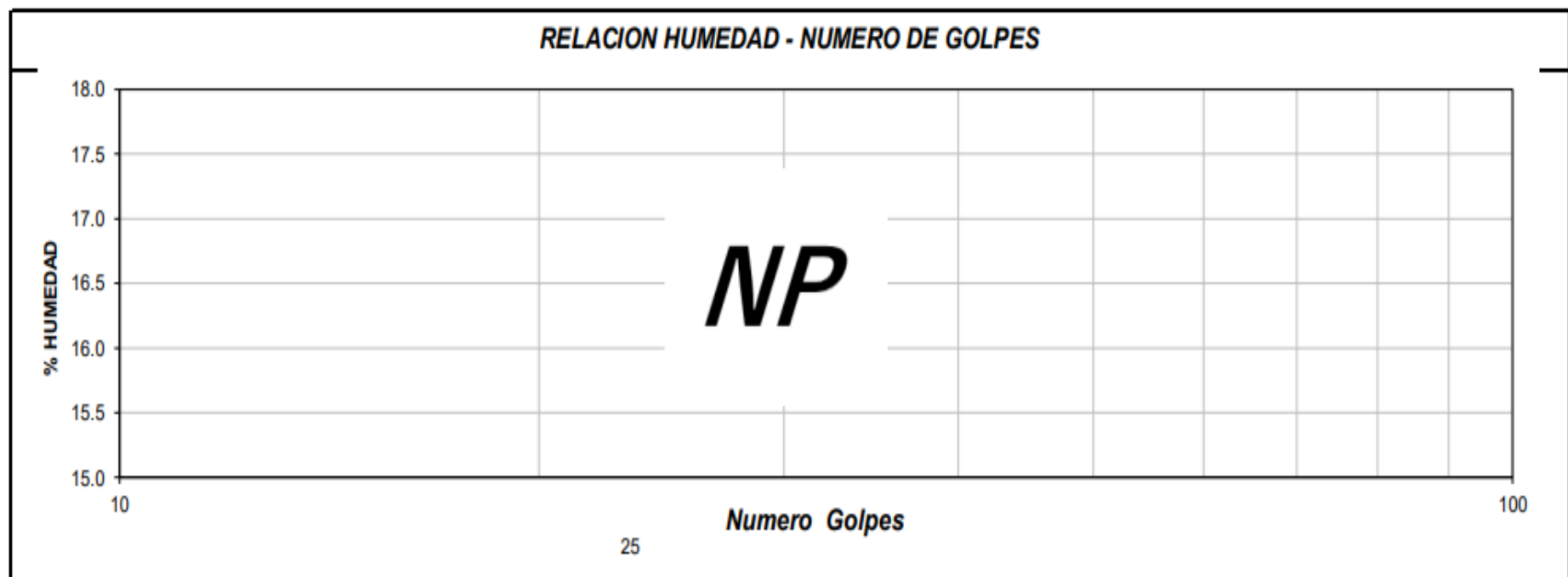
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
<b>REFERENCIA</b> : Resultados de Laboratorio <b>SOLICITANTE</b> : Jayme Joaquin CusiHuaman Tovar <b>PROYECTO</b> : Mejoramiento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

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

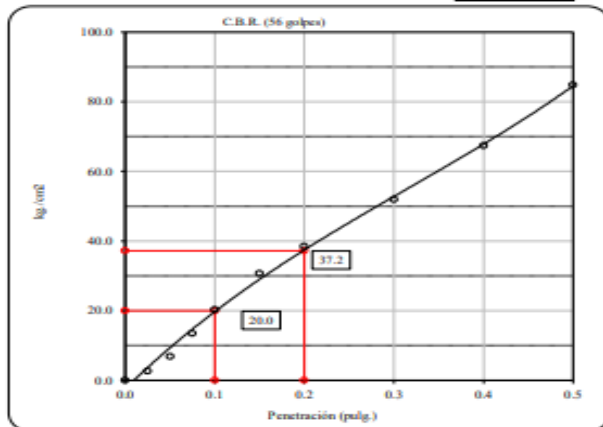
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	03/01/2022
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1883 / MTC E - 132			
<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio <b>SOLICITANTE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

**Datos de muestra**

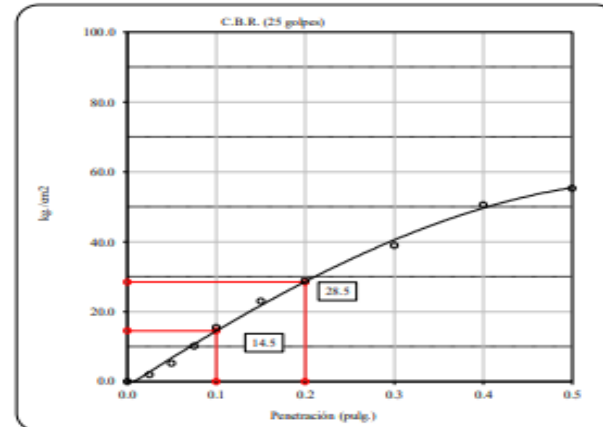
Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.954 gr./cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.856 gr./cm<sup>3</sup>

Optimo Contenido de Humedad

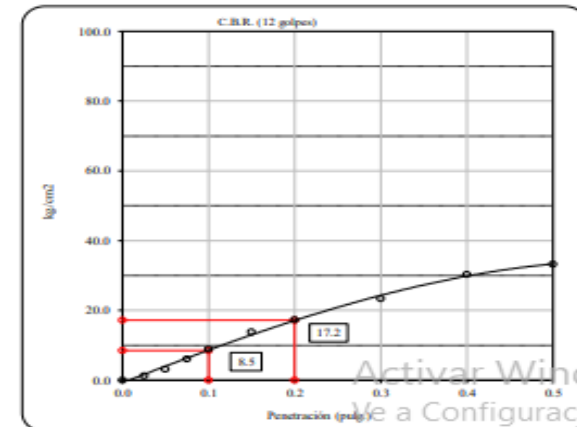
\_\_\_\_\_ 10.35 %



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



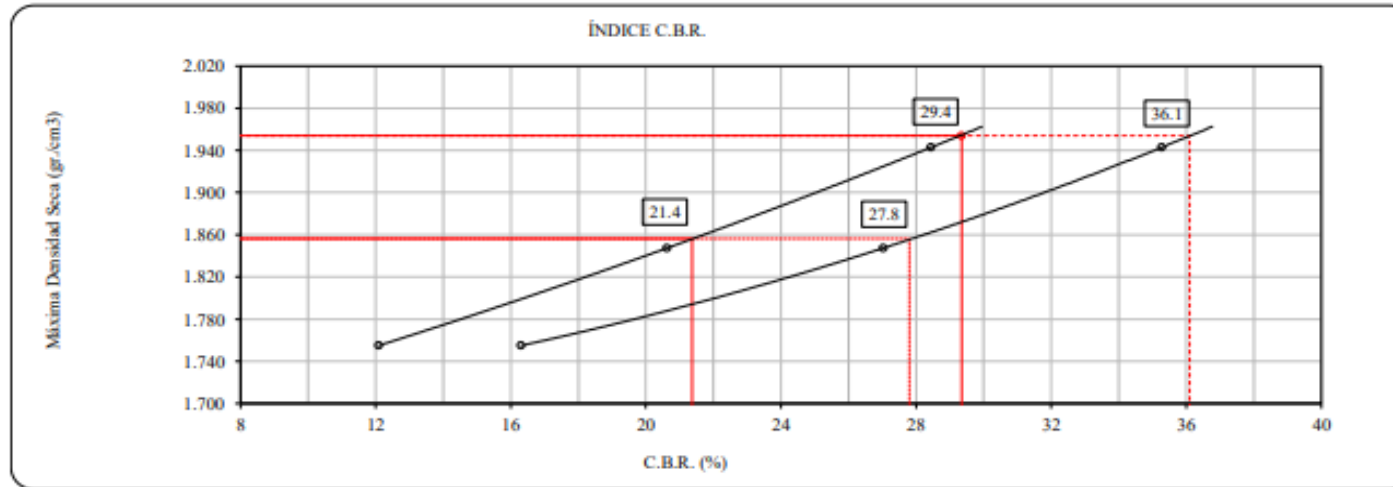
C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **20.6 %**



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



### DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	<b>29.4</b>	%
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1":	<b>21.4</b>	%
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	<b>36.1</b>	%
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2":	<b>27.8</b>	%

#### 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:
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

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

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

Volumen Molde	2116	cm <sup>3</sup>
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

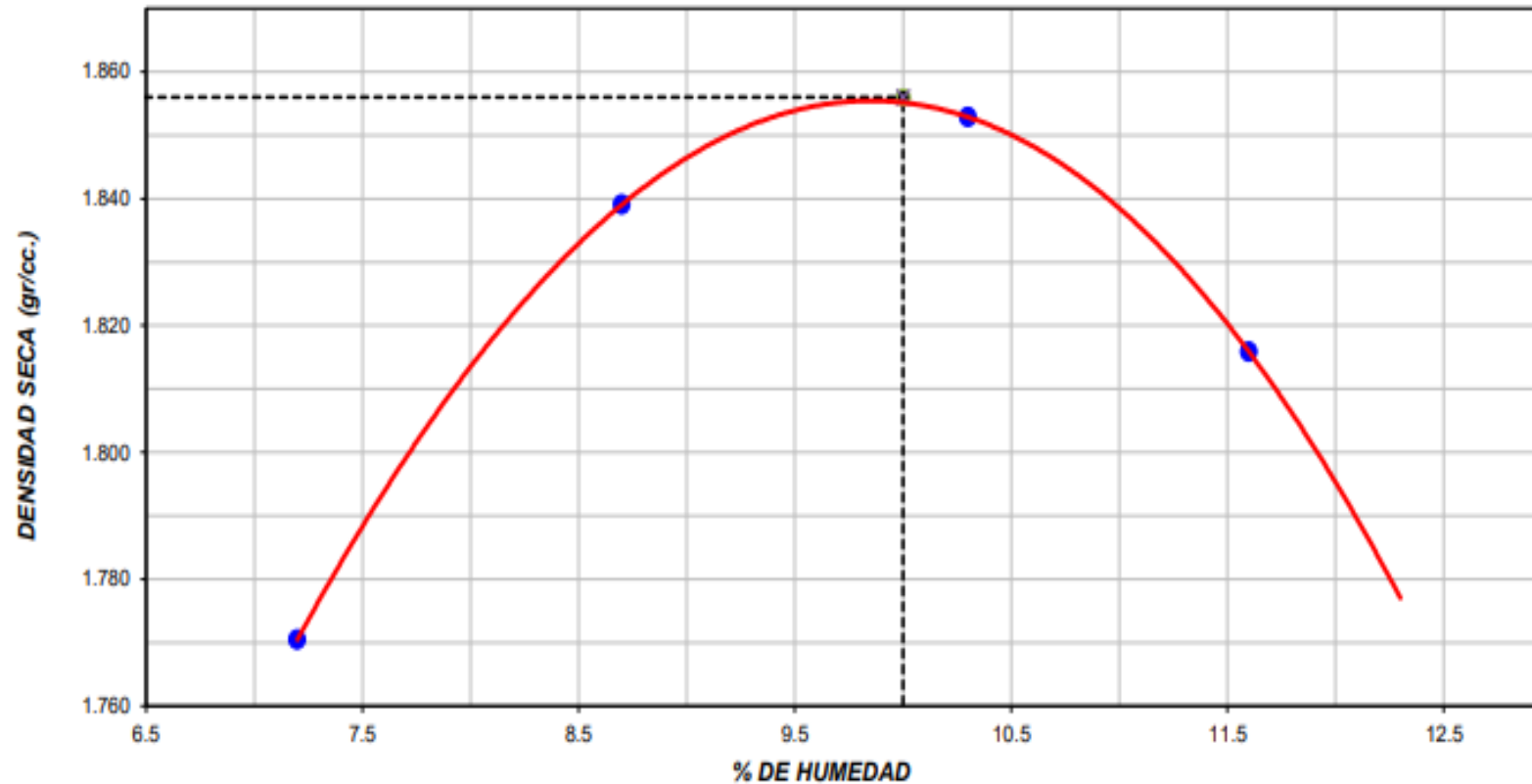
Densidad Máxima Seca:

1.856 gr/cm<sup>3</sup>.

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

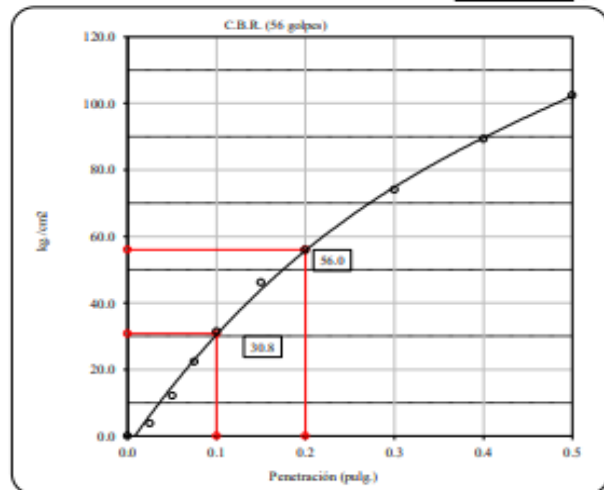
CBR + Proctor al 2.5%

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

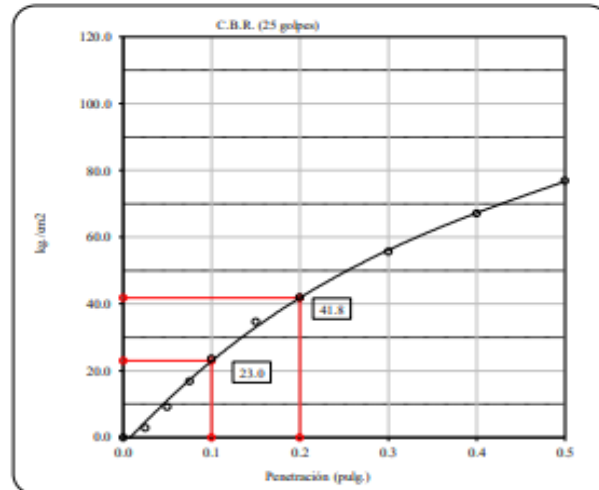
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.887 gr./cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.793 gr./cm<sup>3</sup>

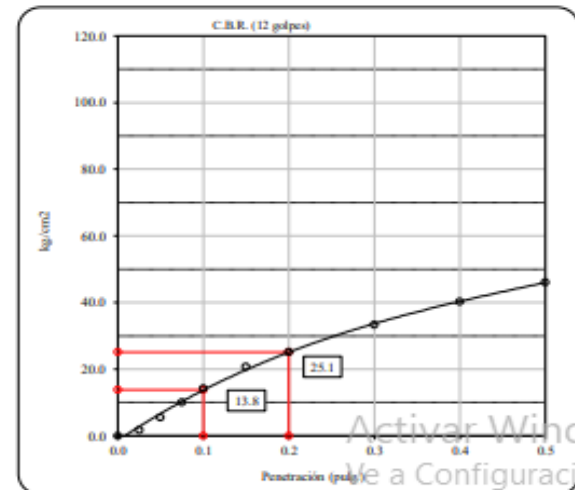
Optimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 9.60 %



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

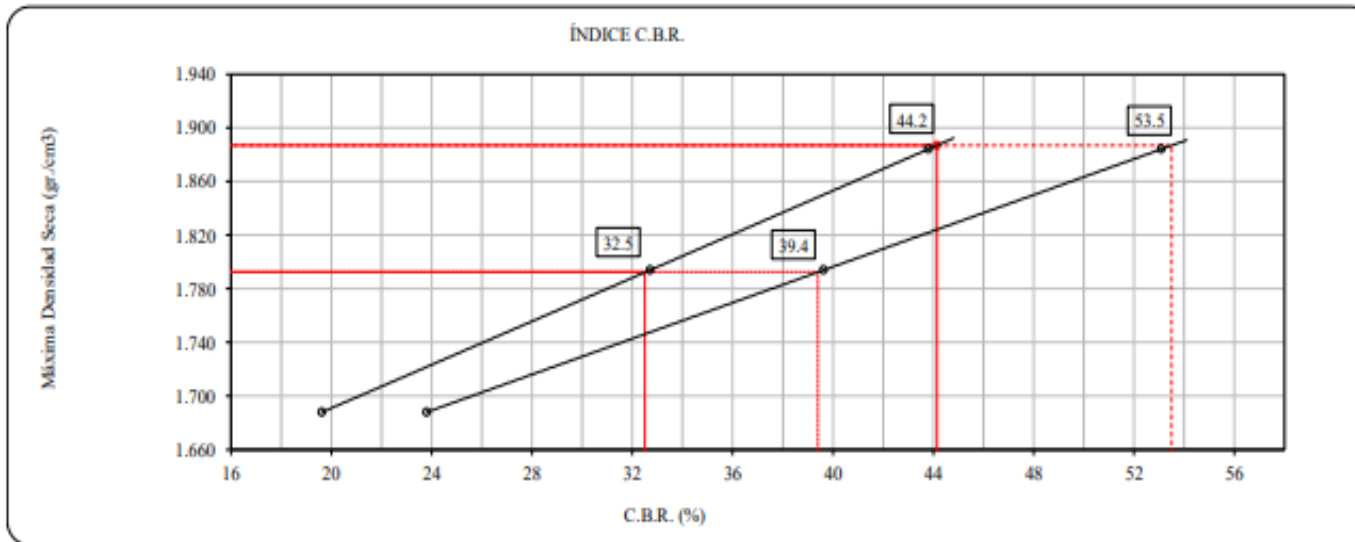


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **32.7 %**



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

### DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":	<b>44.2</b>	%
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1":	<b>32.5</b>	%
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":	<b>53.5</b>	%
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2":	<b>39.4</b>	%

#### 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:
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

CBR + Proctor al 3%

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	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

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: Jayme Joaquin Cusihuaman Tovar		
<b>PROYECTO</b>	: Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante adicionando polímero de polipropileno reciclado, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022		
<b>UBICACIÓN</b>	: Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima.		
<b>CALICATA</b>	: C-1	<b>Fecha de ensayo :</b>	02/11/2022
<b>MUESTRA</b>	: M-1 (3.0% de polímero de polipropileno reciclado)		
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 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 <sup>3</sup> )	2,133		2,141		2,148	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	2.024		1.928		1.816	
Humedad (%)	9.4		9.5		9.5	
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.850		1.761		1.658	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Activar Wind  
Ve a Configuración

**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	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm <sup>2</sup> )	Molde N° 1				Molde N° 15				Molde N° 16			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	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	<b>70.307</b>	488	24.8	<b>29.8</b>	<b>42.4</b>	366	18.6	<b>22.6</b>	<b>32.1</b>	219	11.1	<b>13.6</b>	<b>19.3</b>
0.150		828	42.0			621	31.5			372	18.9		
0.200	<b>105.460</b>	1094	55.6	<b>58.1</b>	<b>55.1</b>	821	41.7	<b>43.6</b>	<b>41.3</b>	492	25.0	<b>26.2</b>	<b>24.8</b>
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.jgeotecniasac.com](http://www.jgeotecniasac.com)

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACION DE SUELOS</b>	<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>Apellidos:</td><td>VC-001</td></tr> <tr><td>Fecha:</td><td>20/08/2021</td></tr> </table>	Orden:	2021-08-05-001	Orden:	4	Apellidos:	VC-001	Fecha:	20/08/2021																																														
Orden:	2021-08-05-001																																																							
Orden:	4																																																							
Apellidos:	VC-001																																																							
Fecha:	20/08/2021																																																							
<p><b>PROYECTO:</b> Mejoramiento de las condiciones viales de la carretera provincial urbana de integración urbana de José Carlos Mariátegui - (1) Agosto 2021</p> <p><b>SOLICITANTE:</b> Empresa Ingeniería Civil y Obras Públicas</p> <p><b>DIRECCION:</b> Av. José Carlos Mariátegui - El Aguilar - Lima</p> <p><b>Calle:</b> 10.7</p> <p><b>Muestra:</b> M-7</p> <p><b>Profundidad:</b> 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 (%)</th> <th>PORESIDAD (%)</th> <th>ESPECIFICACION</th> <th>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>75</td><td>78.000</td><td>100.00</td><td></td><td rowspan="10"> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2228)</b>                      Contenido Humedad (%) 4.5   <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D2228)</b>                      Límite Líquido (LL) 17                      Límite Plástico (PL) 3.9                      Índice de Plasticidad (PI) 6.2   <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b>                      Grava (Nº) 0.0                      Arena (Nº) 100.0                      CLASIFICACION DE SUELOS                      Clasificación E.U.C. (USPM 2007) GM                      Clasificación A.S.T.M. (ASTM D2485) A-7.4 (S)                       Nombre del Grupo: Arena Limpia                 </td> </tr> <tr><td>75</td><td>80.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>82.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>84.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>86.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>88.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>90.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>92.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>94.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>96.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>98.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> <tr><td>75</td><td>100.000</td><td>100.00</td><td></td></tr> </tbody> </table>	TAMAÑO (mm)	AMBITO (%)	PORESIDAD (%)	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	75	78.000	100.00		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2228)</b> Contenido Humedad (%) 4.5  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D2228)</b> Límite Líquido (LL) 17 Límite Plástico (PL) 3.9 Índice de Plasticidad (PI) 6.2  <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b> Grava (Nº) 0.0 Arena (Nº) 100.0 CLASIFICACION DE SUELOS Clasificación E.U.C. (USPM 2007) GM Clasificación A.S.T.M. (ASTM D2485) A-7.4 (S)  Nombre del Grupo: Arena Limpia	75	80.000	100.00		75	82.000	100.00		75	84.000	100.00		75	86.000	100.00		75	88.000	100.00		75	90.000	100.00		75	92.000	100.00		75	94.000	100.00		75	96.000	100.00		75	98.000	100.00		75	100.000	100.00			
TAMAÑO (mm)	AMBITO (%)	PORESIDAD (%)	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA																																																				
75	78.000	100.00		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2228)</b> Contenido Humedad (%) 4.5  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D2228)</b> Límite Líquido (LL) 17 Límite Plástico (PL) 3.9 Índice de Plasticidad (PI) 6.2  <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b> Grava (Nº) 0.0 Arena (Nº) 100.0 CLASIFICACION DE SUELOS Clasificación E.U.C. (USPM 2007) GM Clasificación A.S.T.M. (ASTM D2485) A-7.4 (S)  Nombre del Grupo: Arena Limpia																																																				
75	80.000	100.00																																																						
75	82.000	100.00																																																						
75	84.000	100.00																																																						
75	86.000	100.00																																																						
75	88.000	100.00																																																						
75	90.000	100.00																																																						
75	92.000	100.00																																																						
75	94.000	100.00																																																						
75	96.000	100.00																																																						
75	98.000	100.00																																																						
75	100.000	100.00																																																						
<p><b>DESCRIPCION GENERAL DE LA MUESTRA:</b> M-7 Arena Limpia</p> <p><b>INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El método de ensayo para el contenido de humedad se realizó en un horno de desecación en estado húmedo (110 ± 1 °C).</li> <li>El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue lavado al menos a 110 ± 5 °C. Se usó un tamizaje manual. Se usó un tamiz de 75 µm de malla.</li> <li>El método de ensayo granulométrico para la muestra fue el método de ensayo de tamizado. Se usó un tamiz de 75 µm de malla.</li> </ol>																																																								
<p><b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b></p> 																																																								
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>* Muestra enviada e identificada por el laboratorio.</p> <p>** Procedimiento de obtención de muestra de acuerdo a la especificación técnica del grupo de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC.</p>																																																								
<p>Elaborado por:</p>  <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>ELMER PACHECO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. COP. Nº 210906</p> <p>Ingeniero de Campo y Laboratorio</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p>																																																						

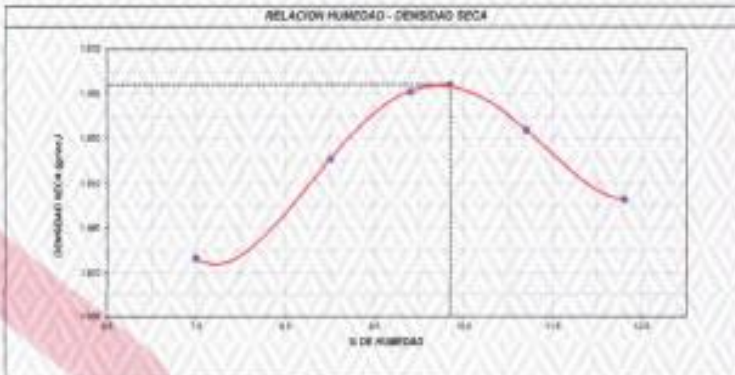
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO</b>	Código	FCR LAB MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JUG
		Fecha	20/10/2022

**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 poliacetileno reciclado.		
UBICACIÓN	Av. José Carlos Montegú - El Agustino - Lima		
CALCATA	07	Fecha de entrega	20/10/2022
MUESTRA	MS1		
PROFUNDIDAD	1.50 m		

		Volumen Mide		Peso Mide		
		[100]	[100]	[100]	[100]	
<b>NÚMERO DE ENSAYOS</b>						
		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	gramo	2,017	2,094	2,144	2,150	2,137
Recipiente Numero		A	B	C	D	E
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	964.0	480.0	870.0	863.0	700.3
Peso Suelo Seco + Tara	gr	543.3	411.8	391.8	387.2	328.4
Peso de la Tara	gr					
Peso del agua	gr	40.7	27.1	38.4	35.8	78.9
Peso del suelo seco	gr	543	412	392	387	328.4
Contenido de agua	%	7.5	6.6	9.8	11.4	12.3
Densidad Seca	gramo	1.877	1.821	1.925	1.904	1.803

Densidad Máxima Seca	1.84 g/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptima	10.4 %
----------------------	------------------------	--------------------------	--------



**OBSERVACIONES:**  
\* Muestra enviada e ingresada por el laboratorio.  
\* 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	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	PCN-LAB-00-018
		Revisión	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 <sup>3</sup> )	2.128		2.128		2.118	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.142		2.098		1.892	
Humedad (%)	19.3		19.3		19.4	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.852		1.847		1.756	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Carbónato húmedo (gr.)	419.2	344.2	389.2
Carbónato seco (gr.)	389.2	404.8	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	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

**PENETRACION**

Penetración	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	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	198	8.8		170	5.2		87	2.3					
0.075	290	12.8		189	10.1		119	8.1					
0.100	75.287	481	23.3	26.8	38.4	305	15.5	14.8	38.8	176	9.9	8.8	12.1
0.150		498	35.1			434	29.0			272	19.2		
0.200	161.441	716	49.3	37.2	35.3	399	29.8	28.8	27.8	341	17.3	17.3	16.8
0.300		1003	70.8			597	39.0			490	23.4		
0.400		1327	87.4			689	50.5			581	30.0		
0.500		1477	94.8			786	55.5			654	33.1		

**OBSERVACIONES:**

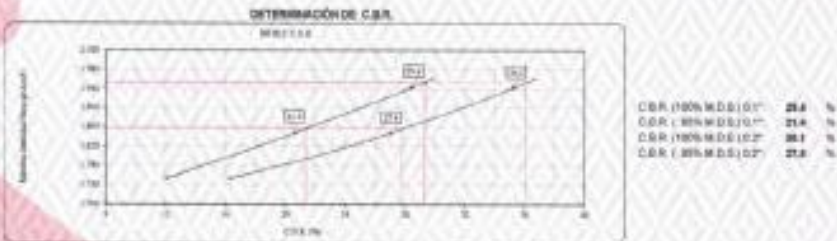
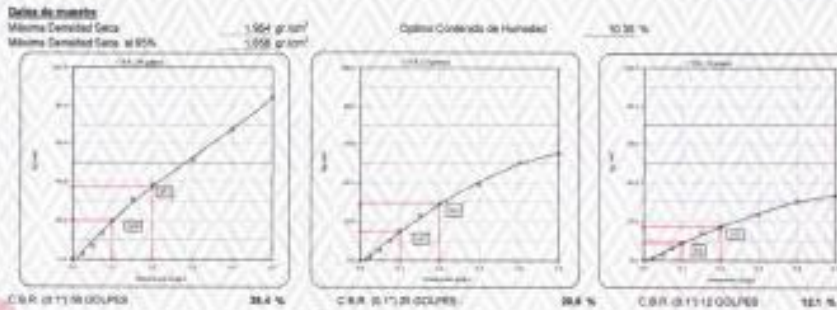
- Muestra enviada e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR LAB-MS-018
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JAG
		Fecha	08/10/22

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1587 / MTC # - 132

REFERENCIA	- Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	- Ulysse Joaquín CusiPalmaín Tovar		
PROYECTO	- Mejora vial de las propiedades constructivas de la subbase autocompacta asfáltica de proporción residual,		
	- Av. José Carlos Mariátegui - 01 Agosto 2022		
UBICACIÓN	- Av. José Carlos Mariátegui - 01 Agosto - Lima		
CALICATA	C-3	Fecha de ensayo:	07/10/22
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	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL RDS - CIP Nº 210906	 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	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	26/10/2022

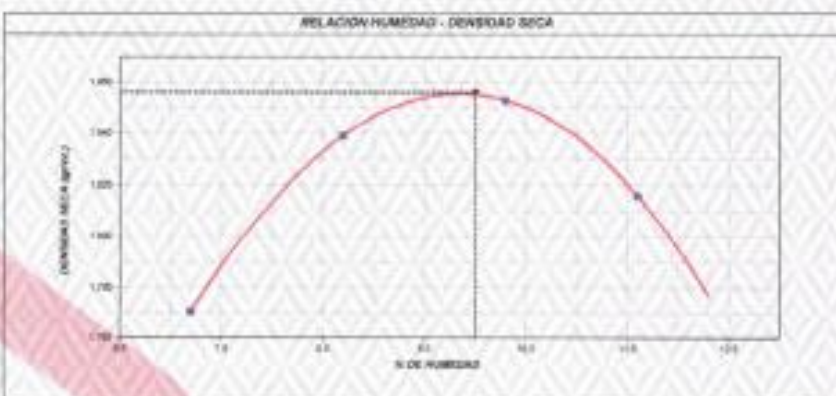
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D1557 / B70 C - 118

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

Volumen Molds	2113	cm <sup>3</sup>
Peso Molds	8513	g

NUMERO DE ENSAYOS					
	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Moldo	g 15,525	13,743	10,856	15,901	
Peso Suelo Humedo Compactado	g 4,013	4,230	4,325	4,285	
Peso Instrumento Humedo	g/mold 1,898	1,989	2,044	2,029	
Residuo Alarido	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	551.4	554.7	
Peso de la Tara	g				
Peso del agua	g 36.5	45.8	45.1	59.0	
Peso del suelo seco	g 507	505	553	595	
Contenido de agua	% 7.2	8.7	18.3	11.6	
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup> 1.773	1.889	1.859	1.815	

Densidad Máxima Seca	1.896	g/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptima:	18.0	%
----------------------	-------	-------------------	---------------------------	------	---



**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:  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	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-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		12,820		12,298	
Peso molde (gr)	7,777		8,927		8,939	
Peso agua (gr)	3,228		3,893		3,359	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	3,132		3,735		3,165	
Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	3,519		3,989		3,871	
Humedad (%)	9,9		10,0		10,1	
Densidad Real (gr/cm <sup>3</sup> )	1,947		1,751		1,852	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso agua libre (gr)	30,7		41,4		30,9	
Peso agua adsorbida (gr)	112,9		136,7		118,8	
Peso de agua (gr)	50,8		55,7		47,9	
Peso de arena (gr)			300,7		319,9	
Peso de arena (gr)	30,8		30,7		30,7	

EXPANSION											
Fecha	Hora	Temperatura	Cilindro	Expansión		Cilindro	Expansión		Cilindro	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

PENETRACION													
Penetración	Carga (kg/cm <sup>2</sup> )	Muestra N° 1				Muestra N° 11				Muestra N° 12			
		Carga	Compen.	Carga	Compen.	Carga	Compen.	Carga	Compen.	Carga	Compen.		
mm	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>
0.025	41	2.1		21	1.8	19	2.3						
0.050	78	4.8		39	4.4	50	2.8						
0.075	105	11.8		78	8.8	105	3.7						
0.100	132	18.8	39.8	48.8	17.9	14.1	22.8	21.2	50.7	3.8	41.8	19.8	
0.150	198	38.2	89.8	81.8	32.1	26.1	37.8	31.8	71.8	12.8	81.8	38.7	
0.200	264	57.8	138.8	121.8	47.8	39.8	52.8	45.8	101.8	22.8	111.8	58.7	
0.300	396	87.4	201.8	181.8	71.8	58.8	77.8	68.8	151.8	38.8	161.8	88.7	
0.400	528	127.2	281.8	241.8	101.8	81.8	107.8	91.8	201.8	58.8	211.8	118.7	

**OBSERVACIONES:**  
\* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Control 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	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	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

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

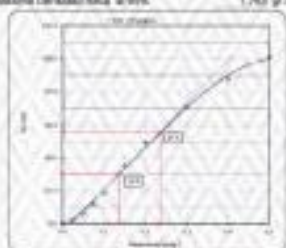
**Datos de ensayo**

Máxima Densidad Seca  
 Máxima Densidad Húmeda @ 95%

1.890 gr/cm<sup>3</sup>  
 1.793 gr/cm<sup>3</sup>

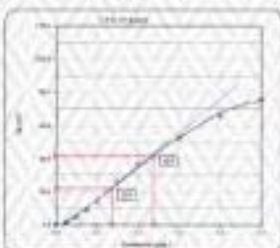
Óptimo Contenido de Humedad

19.00 %



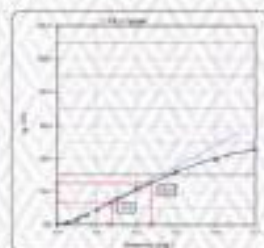
C.B.R. (D17) 50 GOLPES

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.) 0.1" 43.7 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" 33.8 %  
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" 53.8 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" 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	 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	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	Código	PCR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	20/10/2022

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

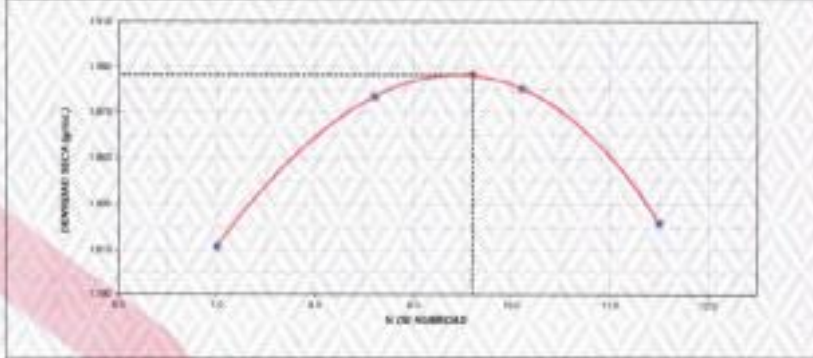
REFERENCIA	Calle de laboratorio		
SOLICITANTE	Jesús Joaquín Cuzhuaman Tovar		
PROYECTO	Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adicional de pavimento de pedregales reciclados, Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022		
UBICACIÓN	Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino - Lima		
CALCATA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

Volúmen Muestra	2118	cm <sup>3</sup>
Peso Muestra	1813	g

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	10,515	10,828	10,094	10,812	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	4,103	4,313	4,281	4,298	
Peso Volumen Humedo	g/cm <sup>3</sup>	1,936	2,038	2,070	2,032	
Moedaje Numeral		0	0	0	0	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	603.7	607.4	607.2	607.1	
Peso Suelo Seco + Tara	g	382.2	322.3	386.1	308.8	
Peso de la Tara	g					
Peso del agua	g	21.5	48.9	21.1	58.3	
Peso del suelo seco	g	592	522	586	508	
Contenido de agua	%	7.0	8.8	10.1	11.5	
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.812	1.977	1.880	1.822	

Densidad Máxima Seca	1.887	g/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptimo	8.8	%
----------------------	-------	-------------------	--------------------------	-----	---

**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

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS REG. CIP. N° 210909	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JJ GEOTECNIA S.A.C.
--	---	--



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	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 N°	1		12		39	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Numero de golpes	9	9	9	9	9	9
Numero de golpes	28	28	28	28	28	28
Constante de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12.217	12.217	12.217	12.217	12.217	12.217
Peso molde (gr.)	7.855	7.855	7.857	7.857	7.859	7.859
Peso suelo compactado (gr.)	4.378	4.378	4.378	4.378	4.378	4.378
Volumen del molde (cm³)	2.119	2.119	2.117	2.117	2.119	2.119
Densidad aparente (gr./cm³)	2.066	2.066	2.066	2.066	2.066	2.066
Humedad (%)	58	58	58	58	57	57
Densidad Real (gr./cm³)	1.894	1.894	1.894	1.894	1.894	1.894

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Módulo N°	1	12	39
Tartrato de sodio (gr.)	524.8	524.8	524.8
Tartrato de sodio (gr.)	219.1	219.1	219.1
Peso de agua (gr.)	34.7	34.7	34.4
Peso de suelo (gr.)	579.1	579.1	570.9
Humedad (%)	5.8	5.8	5.7

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Temperatura	Sustentación		Expansión		Defl.	Expansión
			mm	%	mm	%		
<b>NO EXPANSIVO</b>								

**PERMEACION**

Permeación	Carga estándar (kg/cm²)	Módulo N° 1				Módulo N° 12				Módulo N° 39			
		Carga	Coeficiente	Carga	Coeficiente	Carga	Coeficiente	Carga	Coeficiente				
0.001		76	3.6	67	2.9	24	1.7						
0.005		240	12.1	180	8.1	108	8.8						
0.025		441	22.4	321	16.3	198	15.1						
0.100	76.207	819	41.4	694	33.9	327	24.5	279	14.1	11.8	18.8		
0.500		1419	71.2	1260	63.7	472	33.8	412	20.8				
1.000	152.428	2139	107.5	1926	97.4	708	51.8	648	34.1	28.1	38.8		
0.500		1489	74.4	1360	68.8	607	45.4	557	29.4				
0.800		1739	86.9	1570	78.9	702	51.2	652	34.2				
0.800		1997	100.8	1817	90.8	808	58.1	758	40.1				

**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:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  INGENIERO HUMANAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210950 Ingeniero de Suelos y Pavimentación	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	---	--

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

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

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

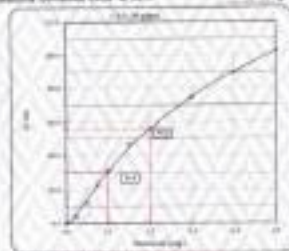
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca  $\gamma_{dmax}$   
Máxima Densidad Seca  $w_{opt}$

$1.867 \text{ gr/cm}^3$   
 $1.760 \text{ gr/cm}^3$

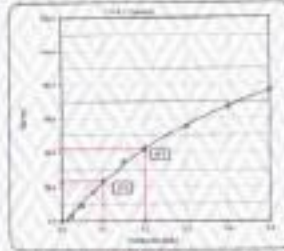
**Coeficiente de Contracción de Humedad**

$0.982 \%$



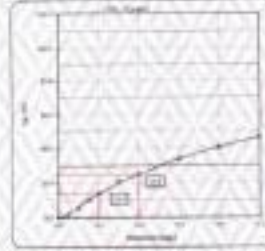
CBR (0.1158 Goups)

44.2 %



CBR (0.1121 Goups)

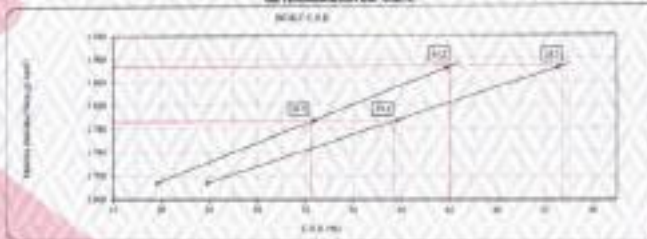
32.4 %



CBR (0.1112 Goups)

28.8 %

**DETERMINACIÓN DE C.B.R.**



CBR (100% M.D.S.) 0.11 44.2 %  
CBR (95% M.D.S.) 0.11 32.4 %  
CBR (90% M.D.S.) 0.11 28.8 %  
CBR (85% M.D.S.) 0.11 24.4 %

**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:
 <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> LABORATORIO DE MATERIALES	 <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> INGENIERO WILBER HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. GP N° 21996	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.S</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

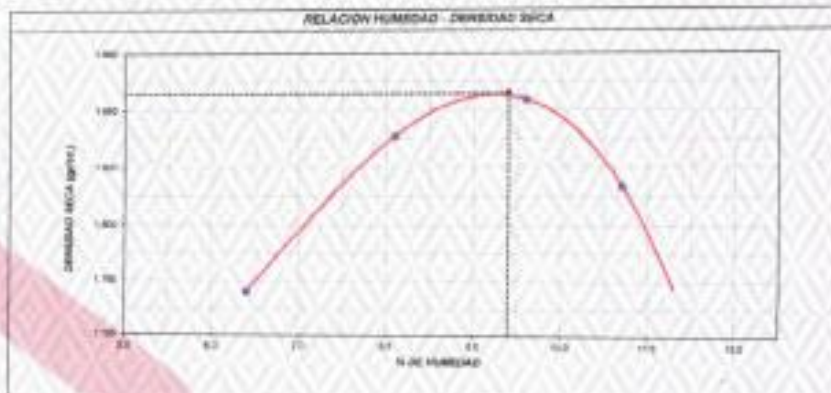
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	Código	KON-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobación	CO-JUG
		Fecha	30/10/2022

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

REFERENCIA	Catso de laboratorio	Fecha de ensayo	30/10/2022
SOLICITANTE	Uyler Joaquín Guzmán 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 <sup>3</sup>			
	Peso Mide	6513	g			
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>		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	532.0	636.8	
Peso de la Tara	g					
Peso del agua	g	56.7	49.8	31.1	50.8	
Peso del suelo seco	g	571	610	533	580	
Contenido de agua	%	9.4	8.1	5.8	10.7	
Densidad Seca	gramos	1.775	1.801	1.844	1.814	

Densidad Máxima Seca	1.846 g/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptima	8.4 %
----------------------	-------------------------	--------------------------	-------



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra prevenida 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:  <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS	Revisado por:  <b>JJ GEOTECNIA SAC</b> ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 210906	Aprobado por:  <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

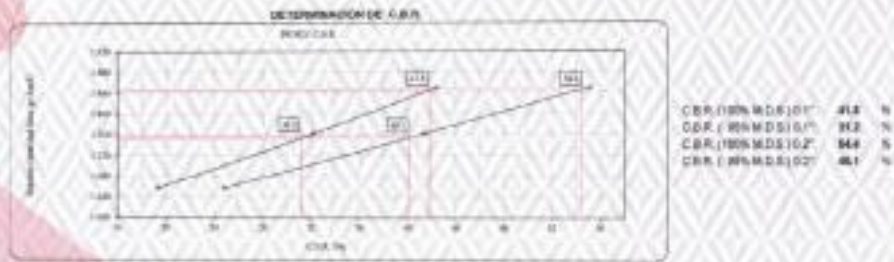
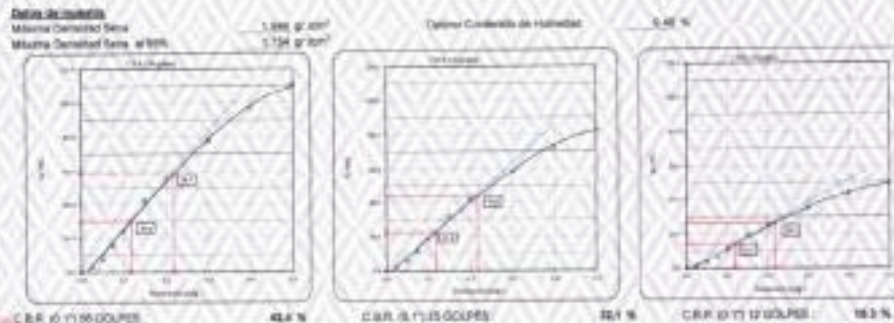
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JUG
		Fecha	26/1/2022
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1585 / MTC E - 102			
REFERENCIA	Detalle de laboratorio		
SOLICITANTE	Jayne 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		
CALCIFICACIÓN	C-1	Fecha de ensayo	07/1/2022
GRANDEZA	M + 12 CM de espesor de compactación controlada		
PROFUNDIDAD	1.00 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Muestra	1	2	3	4	5	6							
Número de ensayo	1	2	3	4	5	6							
Número 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 (cm <sup>3</sup> )	2,730	2,730	2,730	2,730	2,730	2,730							
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	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/cm <sup>3</sup> )	1,616	1,616	1,616	1,616	1,512	1,512							
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tartrato húmedo (gr.)	897.0	897.0	897.0	897.0	878.1	878.1							
Tartrato seco (gr.)	818.0	818.0	818.0	818.0	807.6	807.6							
Peso de agua (gr.)	89.0	89.0	89.0	89.0	70.5	70.5							
Peso de seco (gr.)	818.0	818.0	818.0	818.0	807.6	807.6							
Humedad (%)	9.4	9.4	9.4	9.4	8.7	8.7							
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Temperatura	Total	Expansión		Total	Expansión		Difer.	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
<b>NO EXPANSIVO</b>													
PENETRACIÓN													
Penetración	Carga (Standard kg/cm <sup>2</sup> )	Muestra N° 1				Muestra N° 2				Muestra N° 3			
		Carga	Corrosión	Carga	Corrosión	Carga	Corrosión	Carga	Corrosión				
0.025	50	2.8		42	2.1	20	1.3	50	2.8	42	2.1	20	1.3
0.050	100	7.4		70	5.2	60	3.3	100	7.4	70	5.2	60	3.3
0.075	150	15.2		120	11.4	100	6.0	150	15.2	120	11.4	100	6.0
0.100	200	24.8	26.2	160	13.4	140	8.1	200	24.8	160	13.4	140	8.1
0.150	300	40.9	43.4	240	17.5	210	12.0	300	40.9	240	17.5	210	12.0
0.200	400	55.0	58.1	320	21.7	280	15.3	400	55.0	320	21.7	280	15.3
0.300	600	77.7	81.1	480	31.8	420	22.6	600	77.7	480	31.8	420	22.6
0.400	800	98.8	103.0	640	41.7	560	29.3	800	98.8	640	41.7	560	29.3
0.500	1000	119.1	124.0	800	51.5	700	35.8	1000	119.1	800	51.5	700	35.8

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:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS REG. CIP N° 255835	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JJ GEOTECNIA S.A.C.
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA</b>	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	3
		Aprobado	CC-449
		Fecha	3/11/2022
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM (158) / BTC E - 132			
REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Jayme Joaquín Conchaerán Turve		
PROYECTO	Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adicionado polímero de polipropileno reciclado.		
UBICACIÓN	Av. José Carlos Montenegro - El Aguadito 2022		
CALCETA	C-1	Fecha de ensayo	21/10/2022
MUESTRA	M-1 (2.25 de polímero de polipropileno reciclado)		
PROPUNDA	7.50"m		



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

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Muestra Pasante Tamiz N° 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:
 J. J. GEOTECNIA S.A.C. CENTRO INGENIERO HUAMÁN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 217006	 J. J. GEOTECNIA S.A.C. CENTRO INGENIERO HUAMÁN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 217006	 J. J. 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
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4718 / MTC # - 110 / MTC E - 111	
REFERENCIA	Resultado de Laboratorio
SOLICITANTE	Jayma Joaquín Cuthuamán Tovar
PROYECTO	Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adicionando polímero de polipropileno reciclado.
UBICACIÓN	Av. José Carlos Mariátegui - El Agustino 2022
Catálogo	C-1
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 $\frac{W(A-B)(B-C)}{100}$	%		
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 reintroducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad.

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

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO LIMITE DE CONSISTENCIA</b>
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D4318 / RTG E - 119 / MTC B - 111	
REFERENCIA	Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	Jesús Joaquín Cusihuamán Tovar
PROYECTO	Mediramiento de las propiedades mecánicas de la subbase adicionando 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: 01/10/2022	

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		<b>NP</b>	<b>NP</b>

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:
 <b>V.B.F.</b>	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>INGENIERO CIVIL HUANAN</b> <b>REG. CIP N° 210039</b>	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
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 patrón; siguiendo el procedimiento PC-011 - 4ª Ed : 2010 - Indecopi "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase 1 y clase I"; 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	: 8342167964	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 patrón, 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	Métrlogo	Director Técnico
		
	Armando Marr Berro	Wilfredo Reyes Yaguina

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 : JI 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



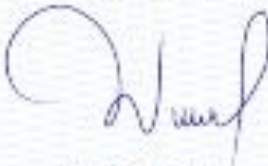
: Horno  
Marca : No Indica Identificación : 560  
Modelo : MS-H3 Procedencia : No Indica  
Serie : No Indica Ubicación : Área de Químicos

### 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