



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la
subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil**

AUTORA:

Chumpitaz Sanchez, Karollyne Mutty Stephany (orcid.org/0000-0002-3763-6104)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (orcid.org/0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi padre celestial, quien siempre me ha acompañado y me ha levantado de los obstáculos de mi vida y por darme su bendición en todo momento.

A mi papá Víctor, Barrera Félix por darme el amor incondicional de padre y quererme como su propia hija, quien siempre ha sido y es mi modelo a seguir, no tendré vida suficiente para agradecer todo lo que hizo por mí y siempre estará presente en mi mente y en mi corazón, sé que estas en un mejor lugar y que desde donde estes, te sientas muy orgulloso de verme terminar la carrera.

A mi mamita María Elena, García Napan, por estar siempre conmigo en los momentos más difíciles de mi vida, más que una abuela, es mi segunda madre, porque siempre ha cuidado de mí, por sus sabios consejos, por estar pendiente de mi salud, por quererme y por engreírme en las comidas, es un privilegio de poder probar su sazón en todas las comidas sin excepción, estaré muy agradecida eternamente.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque ha estado conmigo en todo momento de mi vida, por darme la fortaleza, humildad y amor infinito. Agradezco una vez más a Dios por darme el privilegio de tener unos abuelos maravillosos, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento y a mamá por apoyarme económicamente y a mis hermanos por darme perseverancia.

A mi asesor de tesis Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo por ayudarme en las inquietudes durante todo el desarrollo de la tesis y lograr el gran anhelo de titularme como ingeniera civil.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, 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: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023", cuyo autor es CHUMPITAZ SANCHEZ KAROLLYNE MUTTY STEPHANY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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, 01 de Diciembre
del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 01- 12-2023 14:14:40

Código documento Trilce: TRI - 0676253

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo, CHUMPITAZ SANCHEZ KAROLLYNE MUTTY STEPHANY 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: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023", 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 citatextual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro gradoacadémico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, nicopiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
CHUMPITAZ SANCHEZ KAROLLYNE MUTTY STEPHANY DNI: 71862288 ORCID: 0000-0002-3763-6104	Firmado electrónicamente por: MCHUMPITAZSA21 el 01-12-2023 14:18:55

Código documento Trilce: INV - 1439180

Índice de Contenidos

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	13
3.2 Variables y operacionalización	13
3.3 Población, muestra y muestreo, unidad de análisis	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y Confiabilidad	17
3.5 Procedimientos	19
3.6. Método de Análisis de datos.....	20
3.7 Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN	24
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Muestra de ensayos.....	16
Tabla 2. Ensayos de laboratorio	18
Tabla 3. Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural (P)	55
Tabla 4. Ensayo de Atterberg con la incorporación de CCA y PETR	55
Tabla 5. Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de Ceniza de Cáscara de arroz y PET reciclado.....	56
Tabla 6. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de CCA y PETR	56

Índice de figuras

Figura 1.	Sección Transversal del pavimento.....	9
Figura 2.	Reciclado de Plásticos.....	9
Figura 3.	Herramientas del ensayo.....	10
Figura 4.	Categoría de Subrasante.....	11
Figura 5.	Categorías Viales.....	12
Figura 6.	Elaboración de compactación con Biopolímero.....	19
Figura 7.	Localización.....	21
Figura 8.	Provincias de Lima.....	21
Figura 9.	Localización de la vía Las Begonias- Cañete.....	21
Figura 10.	C-1.....	22
Figura 11.	C-3.....	22
Figura 12.	C-2.....	22
Figura 13.	Muestras.....	22
Figura 14.	Ensayo de Granulometría de la C-1.....	21
Figura 15.	Ensayo Granulométrico por tamizado de la C-2.....	22
Figura 16.	Ensayo de Granulometría de la calicata -3.....	23
Figura 17.	Límite de Consistencia del patrón.....	24
Figura 18.	Óptimo Contenido de Humedad del patrón.....	24
Figura 19.	Máxima Densidad Seca del patrón.....	25
Figura 20.	California Bearing Ratio (CBR) del patrón.....	25
Figura 21.	Ensayo Granulométrico.....	26
Figura 22.	Límites de Atterberg.....	26
Figura 23.	Ensayo de Atterberg con la incorporación de CCA y PETR.....	22
Figura 24.	Contenido de Humedad.....	23
Figura 25.	Las taras son llevadas al horno.....	23

Figura 26.	<i>Óptimo CH</i> con la inclusión de CCA+ PETR	21
Figura 27.	MDS con la inclusión de CCA+ PETR	21
Figura 28.	Compactación del suelo	22
Figura 29.	Ensayo CBR	23
Figura 30.	Ensayo de CBR con la incorporación de CCA+ PETR	23

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023; instaurándose a realizar ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue nivel explicativo, con enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar 5%,10%,15% de ceniza de cáscara de arroz y 5%, 10% y 15% PET reciclado fueron: el primer objetivo específico fue determinar la disminución del IP, el cual se optimizó del 8% al 7% con 5% de ceniza de cáscara de arroz mezclado con 5% de PET reciclado, el segundo objetivo específico fue determinar la disminución del OCH, el cual disminuyó de 7.80% al 4.90% con 5% de ceniza de cáscara de arroz junto con 5% de PET reciclado, el tercer objetivo específico fue determinar la mejora del CBR al 95% de la MDS del patrón, el cual aumentó del 8.60% a 35.60% con 15% de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado. Conclusión, la inclusión de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado mejoró las propiedades de la subrasante.

Palabras clave: Ceniza, cáscara, PET, subrasante.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the influence of rice husk ash and recycled PET in the subgrade, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023; established by carrying out the granulometry, Atterberg limits, modified Proctor and CBR tests. Formulating the methodology: its research design was experimental (quasi), its type of research was explanatory level, with a quantitative approach. Their results according to the specific objectives when incorporating rice husk ash and recycled PET at 5%, 10% and 15% were: the first specific objective was to determine the decrease in IP, which was optimized from 8% to 7% with 5% of the ash from rice husk ash mixed with 5% of recycled PET, the second specific objective was to determine the decrease in the moisture content of the liquid limit, which decreased from 7.80% to 4.90% with 5% of rice husk ash mixed with 5% recycled PET, the third specific objective was to determine the improvement of the CBR to 95% of the MDS of the pattern, which increased from 8.60% to 35.60% with 15% of the rice husk ash. Rice husk and recycled PET. Conclusion, the incorporation of rice husk ash and recycled PET improved the properties of the subgrade.

Keywords: ash, shell, PET, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

Identificamos como realidad problemática internacional, los países de Alemania, Bélgica y España, son actualmente los que fomentan las nuevas tecnologías y el uso del material en diversos campos, para reducir la cantidad de material contaminante sobrante. Con el mejoramiento del suelo, será posible mejorar la resistencia natural del suelo a fuerzas como el corte y el agua, así como su resistencia a estas y otras fuerzas. Esto dará como resultado una estabilidad volumétrica mejorada, una plasticidad reducida y un aumento del peso unitario del suelo mejorado.

En el ámbito Nacional, nuestro Perú, Recientemente, gracias a la aparición de nuevas prácticas de mejora que involucran una variedad de aditivos, agregados y materiales, incluyendo la utilización CCA y PET reciclado, que se destacan por su mayor resistencia. En distintas zonas del Perú como Piura, Puno, Tumbes, se identificaron variados tipos de suelos que fueron objeto de investigación, se realizó un análisis geotécnico, en donde se verificó el estado de muchas partes del suelo, muestra que la capacidad de carga no satisface los requisitos necesarios y, en consecuencia, no es idóneo para la construcción. Los problemas de hundimiento e inestabilidad de la obra se deben al contacto de la arcilla con el agua. Por lo tanto, la infraestructura vial planteó un problema que afecta tanto a las carreteras pavimentadas como a las no pavimentadas, incorporándose CCA y PET reciclado, En ocasiones, en suelos arcillosos que no eran apropiados para su uso directo, se optó por sustituir el suelo de base o llevar a cabo una estabilización adecuada para crear condiciones favorables.

En el ámbito Local, la localidad de San Vicente de Cañete, situado a 144 km al austro del departamento de Lima, con una altitud de 40 m.s.n.m.; contando con 59,323 habitantes. Generalmente no presenta precipitaciones. Prácticamente a lo largo de todo el año; únicamente se observan lluvias en enero, marzo y abril; las cuales suelen variar en intensidad, algunas veces siendo leves, otras veces irregulares y ocasionalmente fuertes. Basado en la clasificación del terreno observado, se apreció que el tipo de suelo en la localidad de San Vicente, es de Tipo S1. Planteamiento del problema: Numerosas vías en San Vicente de Cañete, se localizaron en estado de trochas que contenían el material arcilloso, pero se

usaron por necesidad sin ser construidas por los pobladores sin construirse; Frente a esta necesidad y con el fin de mejorar su estabilidad, se planificó la creación de una combinación de CCA y PET reciclado, lo que resultó en una disminución del contenido de humedad, la disminución del índice de plasticidad y, en consecuencia, su incremento de capacidad portante.

Por tanto, en este estudio se propuso a continuación el **Problema General**: ¿De qué manera influye la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023? De modo similar, se proyectaron los **Problemas específicos**: ¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en el contenido de humedad de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?; ¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en el índice de plasticidad de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?; ¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la capacidad portante de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?

Esta investigación se respaldó mediante la presentación de nuevas opciones para una mejora en la subrasante, sugiriendo el empleo de la mezcla de CCA y PET reciclado; El aprovechamiento de estos residuos resulta en beneficios para el medio ambiente, ya que aporta utilidad y un valor adicional. Con esta iniciativa, hemos buscado una solución respetuosa con el entorno para mejorar la estabilidad de las vías.

Para definir la Justificación teórica, Fernández sostiene al respecto:

[...] se fundamentó en la ausencia de conocimiento previo sobre el uso de la combinación de la variable bajo estudio, la ceniza proveniente de cáscaras de arroz junto con PET reciclado, aquello que permitió obtener datos significativos acerca de la utilización de estos aditivos. (2020, p. 70).¹

En términos de justificación práctica, ha sido imperativo desarrollar alternativas en las áreas correspondientes a los diferentes distritos de Cañete. Esto se debe a la identificación de irregularidades y daños que disminuyen la capacidad de carga, lo que, al mismo tiempo, incrementa el riesgo de accidentes. Esta situación se aborda mediante la optimización del suelo a través de la estabilización con cal de cemento, lo que resulta en la mejora de las propiedades mecánicas. Una opción que se ha propuesto es la utilización de un material no convencional para enmendar el suelo.

Existen investigaciones a nivel global que respaldan la superioridad de este material, y varios países ya lo emplean. Estas mejoras en las propiedades del suelo buscan optimizar el desempeño de la pavimentación.

En cuanto a la justificación social cobra relevancia dado que las poblaciones requieren condiciones óptimas para llevar a cabo sus actividades diarias con comodidad y seguridad, al mismo tiempo que se mejora la fluidez y se aborda el dilema del tráfico congestionado, que tiene efectos en el bienestar de la población. Es fundamental que las estructuras de pavimento de las carreteras se mantengan en excelentes condiciones a fin de prolongar su vida útil. En términos de fundamentación metodológica, la investigación se basa en su diseño. Propuso la incorporación de fibras de PET en la subrasante y la evaluación de su desempeño en relación a aspectos como consistencia, grado de compactación y resistencia mecánica, aplicando los principios técnicos detallados en la parte relevante del Manual de Carreteras.

En este estudio, se determinó el **Objetivo General**: Analizar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023. De forma semejante, se propusieron los **Objetivos Específicos**: Determinar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado sobre el índice de plasticidad en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023. Determinar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado sobre el contenido de humedad en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023. Determinar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado sobre la capacidad portante en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023.

Asimismo, se proyectó la **Hipótesis General**: La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en porcentajes de 5%, 10% y 15% mejora la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023. De modo semejante, se presentaron las **Hipótesis Específicas**: La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado disminuye el índice de plasticidad en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023; La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado minimiza el contenido de humedad en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023. La inclusión de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado aumenta la capacidad portante en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En el contexto nacional, según Huanca (2022), cuyo objetivo general, examinar de qué forma la incorporación de PET afecta las propiedades y características del suelo. El estudio utilizó una metodología cuantitativa y un diseño experimental. La ruta pallasca del Departamento de Ancash, sirvieron como población de estudio, dando como muestra en el tramo I de la ruta Pallasca y un muestreo no probabilístico. Los instrumentos empleados son pico, wincha, equipos del laboratorio. El resultado más destacado de las dosificaciones de 3%, 6% y 9% en términos de CBR (95%), con un valor de 23.8% en cuanto a las propiedades de resistencia de la subrasante. Se concluyó que la inclusión de plástico reciclado, su porcentaje óptimo fue del 9% y mejoró el desempeño en la prueba CBR.²

A juicio de Mariños y Pérez (2021), cuyo objetivo general, evaluar cómo la inclusión de polímeros reciclados PET modifica la subrasante, en vías no pavimentadas, Departamento de Ancash. Según su estudio, utilizó una metodología cuantitativa y un diseño experimental. Su población estuvo constituida por caminos sin asfaltar, en donde se efectuaron experimentos de granulometría, porcentaje de humedad, índice de plasticidad, Proctor modificado y CBR. En cuanto la muestra, fue en el tramo km 6+200 - Km 9+200, El muestreo fue no probabilístico, por otra parte, los equipos utilizados fueron; formularios técnicos. Posteriormente, los resultados con adición del 7%,11%,13% del polímero reciclado, aumenta progresivamente en la resistencia del suelo y además incrementa el CBR con valores de 29.51% y 35.10% en comparación al suelo patrón. Se concluyó que el porcentaje óptimo fue el 11% al añadir el polímero reciclado.³

Como expresa, Dioses (2021), tuvo como finalidad evaluar la optimización de la subrasante utilizando CCA en la calle Junín. De acuerdo al estudio, el grado de investigación fue explicativa, con método cuantitativo y un esquema cuasiexperimental. Su población estuvo constituida por las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio, la muestra fue la cantidad de calicatas que dependió el manual de suelos, el tipo de carretera. el muestreo fue un tipo selectivo. En cuanto a los instrumentos, fueron las fichas de laboratorio, ensayos. Los resultados más interesantes demostraron que la estabilización del terreno con cenizas proveniente

de las cáscaras de arroz genera modificaciones beneficiosas y permiten la utilización del material en la subrasante con dosificaciones de 7%,14%, 21% y con un CBR al 95%, se reveló un aumento desde el 13.21% al 25.75% a diferencia del CBR al 100% aumentó del 15.42% al 28.54%. Se concluyó que junto a un suelo arcilloso con 21% más el aditivo es el porcentaje ideal.⁴

Seguidamente, entre los antecedentes internacionales, Desde el punto de vista de Chhokar y Sonthwal (2020, p. 82), su objetivo principal, fue en el análisis en los cambios de las propiedades de la subrasante con adición de RHA. Perteneció a un estudio experimental. La población estuvo determinada en la India. La muestra estudiada, fue de un suelo arcilloso. El método fue tradicional estructuralmente y los instrumentos utilizados, fueron los límites de Atterberg, CBR, Proctor entre otros. Los resultados primordiales con dosificaciones de 3%, 6% y 9% de RHA, fue del (9%) al ser combinado con el suelo natural. Su valor inicial del suelo patrón sin adición contaba con un 3.8%(CBR) y al ser combinado con (9% de RHA) obtuvo un valor significativo de 5.28% de acuerdo al CBR. Se estableció que el porcentaje ideal fue 9% con inclusión de RHA al suelo natural, además mejoró las cualidades resistentes del suelo y se considera que hacerlo es amigable con el medio ambiente.⁵

Como afirma, Laguna y Chacón (2020), su objetivo general, determinó el impacto en la inclusión de CCA sobre las características de la subrasante. Tiene una investigación experimental con enfoque analítico. La comunidad fue en la ciudad de Girardot, Colombia. En cuanto a la muestra, es un suelo arcilloso. Posteriormente, los instrumentos utilizados fueron, el CBR, MR (Módulo resiliente) y RCI (Número de golpes en caso de compresión inconfiada). Como resultados afirman que añadiendo CCA con 4% y 8% y 14%, mejora el comportamiento en cuanto a su resistencia y durabilidad. La investigación concluyó que en todas las dosificaciones aumentan significativamente, siendo el porcentaje con mejor resultado del 14% y con un 13.8% de humedad, además que ha sido muy beneficioso para el medio ambiente.⁶

Como afirma, Llusco y Quisber (2019), su objetivo determinó la mejora del suelo utilizando como estabilizante el plástico reciclado en proyectos viales. Posee una

investigación de tipo preexperimental y cuantitativo. La población fue en la ciudad la Paz en la ruta de cota cota, Bolivia, seguidamente la muestra tomada se realizó en un deslizamiento de talud principal de manera aleatoria, en consecuencia, por otra parte. Posteriormente en los instrumentos fueron las pruebas estandarizadas de mecánicas de suelos como el CBR, peso específico, análisis granulométrico entre otros. Como resultados afirman que añadiendo plástico reciclado con 1%,1.5%, 2%,2.5%, con un CBR (95%) sin adición del 4.50% y con un CBR (100%) de 4,85% e incluyendo 2% de plástico reciclado aumentó su resistencia, con un (CBR 95% de 8,45%) y un (CBR 100% de 8,75%) concluyó que la dosificación óptima fue del 2% en cuanto a su resistencia.⁷

Los artículos científicos en otro idioma, De acuerdo con Shah & Modha (2019), En su objetivo general, analizaron el problema ambiental actual asociado al uso de desechos plásticos, y se enfocaron en fortalecer la subrasante del suelo utilizando la técnica de refuerzo de suelos con desechos plásticos en la construcción de pavimentos. Su estudio fue aplicada y experimental. El refuerzo del suelo se logró mediante la creación de geoceldas y geomallas a partir de desechos plásticos. Se usó de muestra un suelo natural no saturado a las que se sometieron a la prueba CBR y se observó el comportamiento de la carga frente a la penetración. Los hallazgos demuestran que, al agregar un refuerzo hecho de desechos plásticos a varias profundidades, la resistencia del suelo de la subrasante aumentó significativamente en comparación con el suelo no reforzado. Finalmente, dicho estudio indicó que es una buena idea usar residuos plásticos para fortalecer la subrasante.⁸

Como plantea Cardona. (2018), su objetivo general, el análisis del comportamiento mecánica de materiales termoplásticos y elastómeros fortalecidos con CCA según lo documentado en la literatura, con una metodología descriptiva, porque se enfocó en la revisión de los análisis de los métodos de producción de sílice artificial, incluyendo el proceso térmico, las cuales resultaron en distintas variantes con propiedades diversas, condicionadas no solo por los procesos sino también por las características de la materia prima. Como resultados, la mayor parte de los expertos estuvieron de acuerdo en que la inclusión de RHA en un material termoplástico

incrementa el módulo elástico y disminuyó de manera constante en cuanto a la resistencia a la tracción.⁹

Citando a Mohamed (2022), Su objetivo general fue incrementar la densidad y la relación de (CBR) del suelo usando plástico como aditivo. Para ello empleó un estudio experimental. La población estudiada pertenece al pueblo de Naku – India en donde el plástico se recolectó de sillas de plástico usadas y se convirtió en diferentes tiras. Se añadieron tiras de plástico con una densidad de alrededor de 0,42 g/cc al suelo en porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% y se ha realizó la prueba Proctor modificado. Como resultado, incrementó el CBR hasta un 4% de porcentaje de plástico y a partir de ahí comenzó a disminuir. De esto, la conclusión general, el 4% de contenido plástico es el contenido óptimo de aprovechamiento de residuos plásticos en el suelo.¹⁰

Los artículos de esta investigación, Empleando las palabras de Chirinos, et al (2021), tuvo como objetivo principal, la indagación de una revisión sistemática de una recopilación de 35 artículos entre los años 2013 hasta el 2021 enfocado en las técnicas para potenciar el suelo, con el propósito de optimizar el CBR en temas de pavimentación con la metodología descriptiva, en el cual se enfocó en la selección de artículos y nos brindó un planteamiento significativo con una técnica de estabilización novedosa con seguridad sobre su efectividad empleando residuos de las cáscaras de arroz, a fin de una mejora el comportamiento mecánico de estos tipos de suelos, obteniendo como resultados con la identificación de los suelos clasificados como CL y CM. La finalidad es proporcionar un análisis adecuado de los resultados y una discusión pertinente sobre la estabilización del suelo. Las dosificaciones que se fueron evaluadas fueron de 4%, 5%, 6%, 10%, 15% y 20% de CCA en un suelo arcilloso llegando a la conclusión de que el porcentaje ideal fue el 15%. (ISSN 0562-5351).¹¹

Como plantean Lakshmi (2021), en su artículo científico internacional, tuvieron como objetivo del proyecto la inclusión de CCA y cal viva con suelo de subrasante para ver cómo afectan las cualidades de resistencia del suelo después de un tiempo de curado de 3 días. Por consiguiente, el desarrollo fue cuantitativa y experimental. Su población de estudio fue Vembakkam, distrito Thiruvannamalai de Tamil Nadu,

de donde se recolectaron muestras de suelo para la investigación. Los instrumentos se basaron en las pruebas básicas de suelo en el suelo perturbado según el estándar indio. Para asegurar una buena unión entre la CCA y el suelo, se añadió cal a la arena arcillosa. Respecto a los resultados de las pruebas, como conclusión se tuvo que 4 % de cal con 20 % de CCA era el porcentaje de mezcla ideal, logrando la mayor resistencia y después una mayor resistencia de tres días de curación. (ISSN 2214-7853)¹²

Asfino & Herman (2022) en su artículo científico internacional, tuvo como objetivo estabilizar suelos arcillosos mediante la adición de cenizas de papel. La población se sitúa en la ciudad de Padang, Indonesia. Cuya muestra se basa en suelos arcillosos con alta plasticidad (94.07% de humedad). Los resultados muestran un progreso en la capacidad a compresión del suelo para todas las adiciones de ceniza de papel, cuyas proporciones fueron en 0%, 5%, 10% y 15%. La conclusión extraída corresponde a un contenido óptimo en cuanto a la capacidad del suelo de un 10%. (ISSN 0718-5073).¹³

Conceptos de las variables y dimensiones a continuación:

La subrasante, “[...] es la localización inmediata de la composición del pavimento, tiene la finalidad de soportar [sic], mediante su amplitud de carga de soporte en los estados de uso, así como las propiedades del tráfico y los materiales de construcción del pavimento” (Manual de Carreteras, 2016, p.20).¹⁴

Para definir **la ceniza de cáscara de arroz**, Barbarán sostiene al respecto:

[...]El principal producto de desecho orgánico en la producción de granos para la agricultura es la cáscara de arroz; Dado que es un punto de referencia macro estadístico declara un 20% de la productividad mundial de arroz, la disposición final de este material se ha convertido en una preocupación para las naciones productoras de arroz (2021, p. 12).¹⁵



Figura 1. Sección Transversal del pavimento.

Fuente: Angie, O. (2017, p. 7)¹⁶

“**PET reciclado** [...]El Polietileno Tereftalato o Tereftalato de Polietileno, es una partícula condensable que pertenece a la (familia de los poliésteres)” (Marquez, 2019, p.25)¹⁷



Figura 2. Reciclado de Plásticos.

Fuente: Sara, L. (2017, p. 1)¹⁸

“**Propiedades físicas del Politereftalato de Etileno**, [...] La especificación técnica siempre ha sido el motivo del material en la ejecución de fibras y producir una gran variedad de recipientes, principalmente en la (productividad de botellas, y láminas)” (López,2021, p.05)¹⁹

Para definir las **Propiedades Físicas: Índice de plasticidad**, Uttar Pradesh sostiene al respecto:

[...] Es un tanto por ciento de la masa seca de la muestra del suelo, el cual hace la determinación del rango de alteración del contenido de humedad que permite al suelo mantener su plasticidad. Por lo general, este índice depende exclusivamente de la cantidad de arcilla presente y describe la textura del suelo, así como la habilidad para modificar su forma sin variar el volumen. (2020, p.06).²⁰

Para definir **El Contenido de humedad**, Según Braja sostiene al respecto:

[...] Es la proporción de agua que puede conservar el terreno, dependerá de sus propiedades. El suelo es similar a una esponja que puede absorber y retener agua. El objetivo principal de esta prueba, contenido de humedad, es cuantificar cuánta agua retiene el suelo en relación con su masa seca. (2016, p. 16).²¹

“Las Propiedades Mecánicas: Proctor Modificado [...] Es análogo al método estándar, sin embargo, (se altera tanto el volumen del molde, así como la potencia de compactación). (Manual de ensayos de materiales, 2017, p.105)²²



Figura 3. Herramientas del ensayo.

Fuente: López, G. (2020, p. 3)²³

[California Bearing Ratio (CBR)] es categorizar la idoneidad del suelo para su uso como material base o subbase. Los materiales con un diámetro de partícula máximo de $\frac{3}{4}$ " [...] se analizan mediante la técnica CBR. (Manual de ensayos de materiales ,2017, p. 250)²⁴

Cuadro 12.4
Categorías de Sub rasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Categoría de Subrasante.

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 35)²⁵

Número de Ensayos M_R y CBR

Tipo de Carretera	Nº M_R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Figura 5. Categorías Viales.

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p.28)²⁶

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación, Como plantea, Álvarez Risco (2020), Es aplicada y la finalidad de la investigación es aprender algo nuevo que ayudará a resolver problemas del mundo real (p. 3).²⁷ El presente estudio ha sido de tipo **aplicada**, ya que, se proyectó en la elaboración de la praxis en los conocimientos preliminares en la influencia de cenizas de cáscaras de arroz y PET reciclado en la subrasante, de acuerdo a los antecedentes de casos similares, con la finalidad de evaluación de opciones para una mejora compactación de la subrasante con múltiples porcentajes, considerando los hallazgos del laboratorio.

3.1.2 Diseño de Investigación: Como expresa, Cárdenas, (2019). que estamos ante una investigación cuantitativa cuando la información es numérica o cuando la información se convierte en escalas numéricas (p. 3).²⁸ En este sentido, el proyecto fue **cuasi experimental**, debido a que se alteraron las proporciones de la ceniza de cáscara de arroz en conjunto con el PET reciclado (5%,10% y 15%) en la subrasante, en cuanto a su propósito, se analizó el comportamiento de la mezcla de ambos aditivos en la subrasante. Se dispuso de 4 ensayos, a continuación, 01 espécimen natural y 03 especímenes con CCA Y PET en 5%,10%,15% proporciones seleccionadas a modo de tentativa, basadas en investigaciones previas de diferentes autores (Dioses 14% - 21% y Mariño y Pérez, 7% - 11%) realizados con estabilizadores en subrasantes. La información que se obtuvo, es numérica, por lo tanto, se evidenció una investigación cuantitativa.

3.2 Variables y operacionalización:

Variable independiente : Cenizas de cáscara de arroz y PET reciclado.

Variable Dependiente : Subrasante

Variable independiente: Ceniza de cáscara de arroz

Definición conceptual: Agregado sílice altamente reactiva y de muy fácil fabricación, esta puzolana está siempre presente en la composición mineral y de igual manera, es un elemento de sencilla producción. Porque el arroz es un alimento fundamental y se consume en muchos países diferentes. (Pighin & De Landeta, 2019, p.08)²⁹.

Variable independiente: El tereftalato de polietileno (PET)

Definición conceptual: una sustancia prima comúnmente empleada para la fabricación de botellas o envases plásticos de uso cotidiano. A pesar de su frecuente uso, genera una importante incidencia medioambiental. (Saucedo & Atoche, 2021, p.02)³⁰.

Definición operacional: La inclusión de Ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en combinación de 50% - 50% en peso tradujo una variación del contenido de humedad, CBR y la capacidad portante de la subrasante Estas mismas en dosificaciones en 0% - 5% - 10% - 15% con el suelo, en un principio, se llevaron a cabo 3 calicatas, para la identificación de la categorización de suelos y los ensayos mencionados.

Indicadores: 5%, 10% y 15% Ceniza de cascarilla de arroz y PET reciclado, en relación al peso de la muestra (Subrasante)

Escala de medición: Razón

Variable Dependiente: Subrasante

Definición conceptual: es la capa de caminos de transporte al nivel del desplazamiento de la tierra sobre la cual se coloca el pavimento. Junto con el tráfico, hay un cambio fundamental en el diseño de la construcción de la carretera suprayacente. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones,2016, p. 24)³¹

Definición operacional: Se realizaron ensayos con ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante. En este proyecto, se efectuaron ensayos del contenido de humedad, para 4 mezclas de CCA y PET (N, N+5%, N+10% y N+15%), se efectuaron ensayos de CBR y de capacidad portante en dichas dosificaciones, anteriormente se ejecutaron 3 calicatas, para observar su

granulometría y su categorización de suelos, se midió la calidad mediante pruebas de laboratorio.

Indicadores: Contenido de Humedad (%), CBR (Kg/cm²), Capacidad portante (Kg/cm²) del terreno.

Escala de medición: Razón.

3.3 Población, muestra y muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población, Como dice Tacilo (2016), la población está formada por todos los hechos, personas, fenómenos y objetos que serán examinados durante el transcurso de la investigación. La población en la presente investigación en toda la carretera Las Begonias de 5 km, Cañete– Lima 2023 donde se analizará la subrasante con el uso de CCA y PET reciclado. (p.91)³²

Cabe destacar que dentro de las categorías viales en este estudio a sido de 2da clase, con IMDA entre los 2000-401 veh/día para 1 vía de dos carriles. La población fue definida en **5 km** de trocha como mínimo, y conformada por todas las calicatas de 1.5 m de fondo, así mismo, todos los ensayos de CBR, capacidad portante y contenido de humedad que hayan resultado, de la muestra original y de sus 03 diseños adicionales con la CCA y PET reciclado.

3.3.2. Muestra, De acuerdo con Tacilo (2016) señala que, como fracción o componente de un grupo de elementos, se entiende que la muestra es importante para comprender la población general. (p. 91)³³.

Cabe señalar que, el tipo de vía de la actual indagación es de 2da clase, con un IMDA entre los 2000-401 veh/día para una calzada de 2 carriles, señaló la ejecución de tres (3) calicatas por 1 km con fondo de 1.5 m. De acuerdo al ensayo CBR es por cada **1.5km**.

Asimismo, la muestra fue de 1.5 Km de trocha representativa; en ese total, se efectuaron 03 Calicatas para la categorización de terrenos, fundamentalmente suelos arcillosos, y extrayendo una cantidad de material, en el cual se escogió el más desfavorable, luego realizamos una Muestra de cuatro (04) Ensayos CBR, (04) Próctor Modificados y (04) Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico), definiendo las propiedades físico – mecánicas, según las proporciones ya indicadas N,(N+5, N+10, N+15)%.

Tabla 1. *Muestra de ensayos.*

ENSAYOS		CBR	PROCTOR MODIFICADO	LÍMITES DE ATTERBERG
Suelo Natural	N	1	1	1
CCA y PET reciclado	N + 5%	1	1	1
CCA y PET reciclado	N + 10%	1	1	1
CCA y PET reciclado	N+ 15%	1	1	1
TOTAL		4	4	4

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Muestreo. Según, Hernández (2017) nos indica que un muestreo no probabilístico por conveniencia implica adquirir muestras sin tener ningún plan previo, lo que lleva a que las mismas se elijan como parte de conveniencia por el autor. (p. 97)³⁴.

La investigación presentó un muestreo no probabilístico, porque no dependió de una fórmula estadística, se basó en la selección del tesista y por conveniencia, respecto al juicio del propio investigador.

3.3.4. Unidad de análisis, Correspondió a 04 unidades para el ensayo de CBR, 04 unidades para el ensayo del Proctor Modificado y 04 unidades para el ensayo del Límites de Atterberg.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y Confiabilidad

Técnica de recolección de datos, Como expresa Tamayo (2018), debido a que el investigador puede modificar la(s) variable(s), la observación experimental a diferencia de la observación no experimental en que genera datos bajo limitaciones controladas. De este modo podemos controlar una variable y observar los efectos que produce sobre otra. (p.166)³⁵

En la investigación actual, se aplicaron las técnicas de observación directa y observación experimental. Del mismo modo utilizamos las leyes conformadas por el Ministerio de transportes: Próctor Modificado y del Atterberg, entre otras.(Ver anexo 3)

Instrumentos de recolección de datos, Como plantea Diaz Delgado (2018), los instrumentos de recolección de información que parten de la estructuración de una metodología particular y una serie de prácticas detalladas. Son los componentes tangibles de la intervención en el fin de investigación (p.45).³⁶

Durante el estudio, se usaron a continuación:

- Observación.
- Fichas de Recolección de Datos (por 3 expertos).
- Fichas de Resultados de Laboratorio (certificados).
- Ensayos a realizar. (Ver en anexos N°3 y N°4)

Tabla 2. *Ensayos de laboratorio.*

ENSAYOS	INSTRUMENTO
Ensayo granulométrico de suelos por tamizado.	Ficha del Registro de Resultados del Laboratorio ASTM - D422
Ensayo Limites de Atterberg.	Ficha del Registro de Resultados del Laboratorio ASTM 4318 - 05
Ensayo de Contenido de humedad.	Ficha del Registro de Resultados del Laboratorio NTP 339.127
Ensayo Proctor Modificado.	Ficha del Registro de Resultados del Laboratorio ASTM D 1557-02
Ensayo CBR de suelos.	Ficha de Registro de Resultados de Laboratorio ASTM D 1883-05

Fuente: Elaboración propia.

Confiabilidad de los instrumentos. Según, Manterola (2018), es la categoría en que un instrumento origina efectos consistentes. En otras palabras, su aplicación constante al mismo sujeto genera resultados idénticos. (p.680)³⁷

Para la investigación propuesta, se pretendió obtener confiabilidad de resultados por medio de los laboratorios en donde se realizaron las pruebas estandarizadas con dosificaciones de (5%, 10%, 15%), en donde nos mostró la confianza de los resultados obtenidos, por la buena elección del Laboratorio certificado, el cual posee equipos calibrados dentro de los 6 meses, y por contar con un técnico Calificado y el respaldo de un Ingeniero civil colegiado. (Ver anexo 3)

Validez, Según Landin & Koch (2017) Aquel rango en que una herramienta cuantifica la variable que se busca medir. (p. 159)³⁸

Para nuestro estudio, validez significa que el instrumento utilizado fue validado por expertos en el campo de la construcción o carreteras quienes han sido los responsables en la inspección y validación del contenido del instrumento (5%, 10%, 15%) utilizado en este estudio. Todo esto, estuvo sujeto de conformidad a las normativas del ASTM utilizados, además de ser asignados para cada prueba.

3.5 Procedimientos, Se realizó la extracción de tres calicatas, con un fondo de 1.5 m del nivel de la subrasante, luego se han extraído las muestras y se evaluó el más crítico, concerniente a ello, se realizaron ensayos de CBR, Proctor Modificado y Contenido de Humedad, Límites de Atterberg, Granulometría con las dosificaciones siguientes (5%, 10% y 15%), según el ASTM y las NTP.³⁹ Luego se analizó y utilizó la mejor opción a partir de los resultados, considerando las cantidades de experimentos y excavaciones, luego al recolectar muestras de las capas primordiales, fueron llevados al laboratorio.

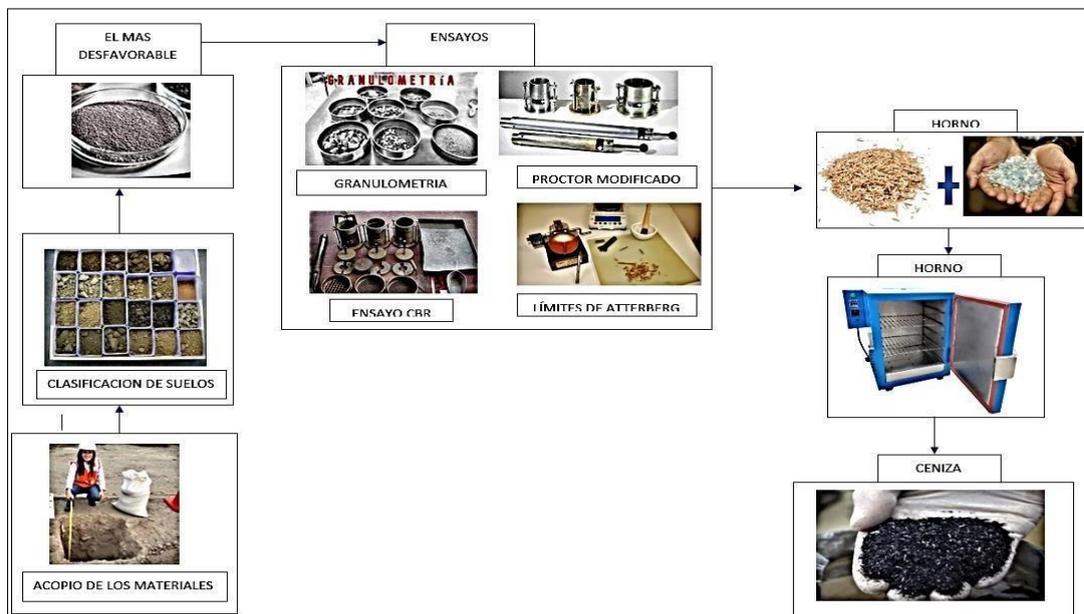


Fig.66 Elaboración de compactación con Biopolímero.

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de Análisis de datos

Según, íkala (2020), es una alternativa que nos permite el seguimiento de grandes cantidades de datos cualitativos que representan manifestaciones en las capacidades cognitivas y esta evaluación nos permite proporcionar una retroalimentación. (p. 209)⁴⁰

Se enfocó en la observación directa y se aplicó la estadística descriptiva por haber sido evaluado el tramo más crítico, como la muestra y la estadística inferencial es que, respecto a los resultados de la muestra, se infirió conclusiones de toda la población existente, es decir, de toda la recolección de datos, básicamente en el análisis del estado de la población escogida. En segundo lugar, realizamos las pruebas oportunas para la recolección de los resultados, mediante la evaluación de nuestras variables e instrumentos. Finalmente, visualizamos la información en un diagrama gráfico y generamos un cuadro de distribución a partir de él, hemos comprendido estadísticamente todos nuestros hallazgos.

3.7 Aspectos éticos

Esta indagación fue desarrollado con absoluta franqueza, respeto, integridad y credibilidad, con originalidad y autenticidad, citándolos mediante la Norma ISO-690-2010. Además, con la finalidad de que nuestro material haya sido muy destacado para nuestro proyecto de estudio. Enumerando todas las fuentes, estándares empleados en el proyecto de investigación, los cuales han sido sometidos a la herramienta web turniting para evaluar el nivel de similitud en porcentajes. (ver anexos 3)

IV. RESULTADOS

INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ Y PET RECICLADO EN LA SUBRASANTE, AV. BEGONIAS, CAÑETE- LIMA 2023.

Ubicación:

Departamento : Lima
Provincia : Cañete
Distrito : San Vicente de Cañete
Localización : Carretera Las Begonias-Cañete



Figura 7. Localización Departamental

Figura 8. Provincias de Lima
Fuente: Peruenlinea

Fuente: viajaraperu

Localización:

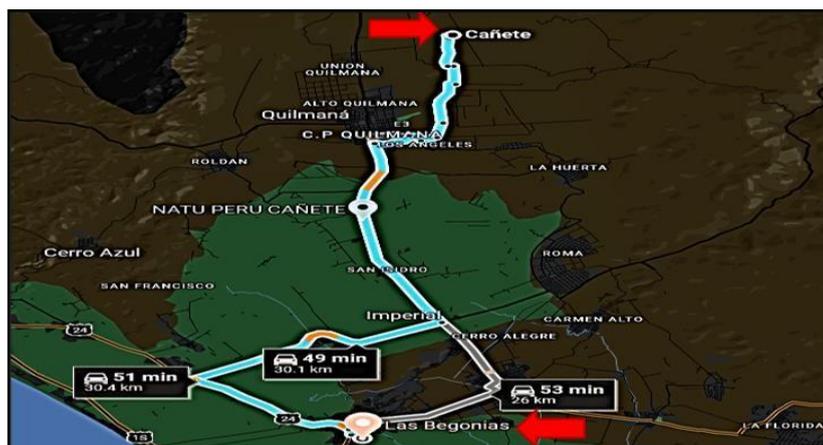


Figura 9. Localización de la vía Las Begonias- Cañete

Fuente: G. Maps.

La investigación se llevó a cabo en la vía Las Begonias -Cañete, está a 53 minutos de la provincia, donde se hicieron las tres calicatas con progresivas consecutivas.

Detalle : Calicata -1 (C-1):

Progresiva: 1+050 km
 Fondo : 1.50 m
 Medidas : 1.00x1.20 m
 Canto de vía: Izquierda



Figura 10. C-1

Fuente: Elaboración Propia.

Detalle : Calicata -2 (C-2):

Progresiva: 3 + 000 km
 Fondo: 1.50 m
 Medidas: 1.00x1.20m
 Canto de vía: Derecha



Figura 11. C-3

Fuente: Elaboración Propia

Detalle : Calicata -3 (c-3)

Progresiva: 4+050 km
 Fondo : 1.50 m
 Medidas : 1.00x1.20 m
 Canto de vía: Izquierda



Figura 12. C-2

Fuente: Elaboración Propia.

Muestra



Figura 13. Muestras

Fuente : Elaboración Propia

Trabajo de Laboratorio

Se ejecutaron tres calicatas con diversas progresiones, siguiendo las indicaciones del Manual de Carreteras, se aconseja una calicata por kilómetro, particularmente para vías de bajo tráfico. Se llevaron a cabo 3 ensayos granulométricos para analizar el suelo menos desfavorable y, en consecuencia, se realizaron las pruebas pertinentes en la mejora de los biopolímeros.

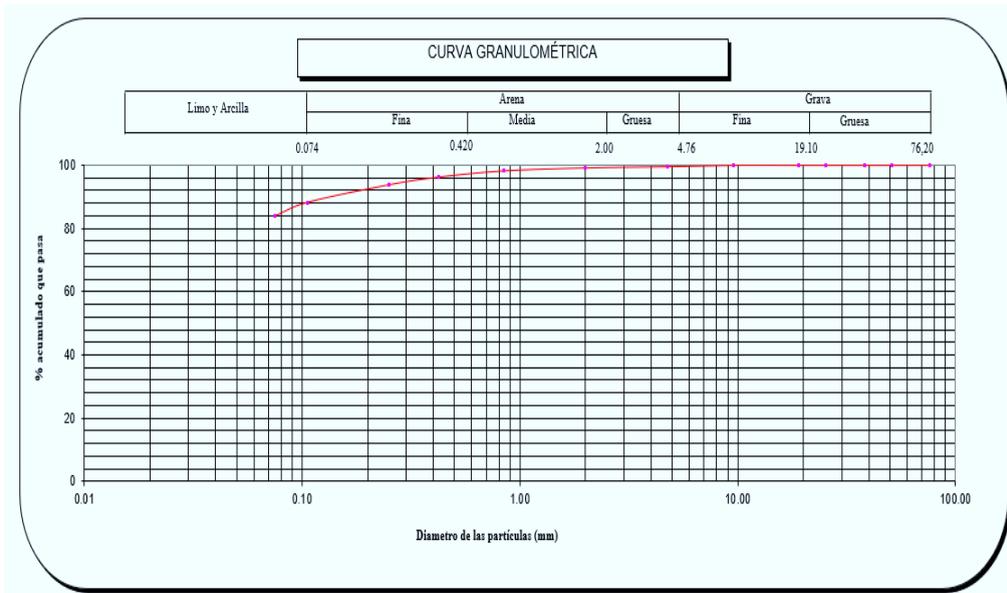


Figura 14. Ensayo de Granulometría de la C-1.

Fuente: Elaboración propia.

Explicación. – Del ensayo mencionado de la CALICATA -01 indicó que el producto pasó en un 83.9% por la malla N°200, demostrando un alto contenido de finos. El 15.6% del producto logró pasar por la malla N°4, indicando una consistencia arenosa, mientras que el 0.4% se clasificó como grava.

Con base en el espécimen tomado de la calicata establecido en el KM 1 + 050 de la vía Begonias - Cañete, se evidenció conforme a la selección SUCS en el laboratorio (JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC) que el modelo es una ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA (CL) y a través de la categorización AASHTOO pertenece al grupo A-4 con índice de grupo seis.

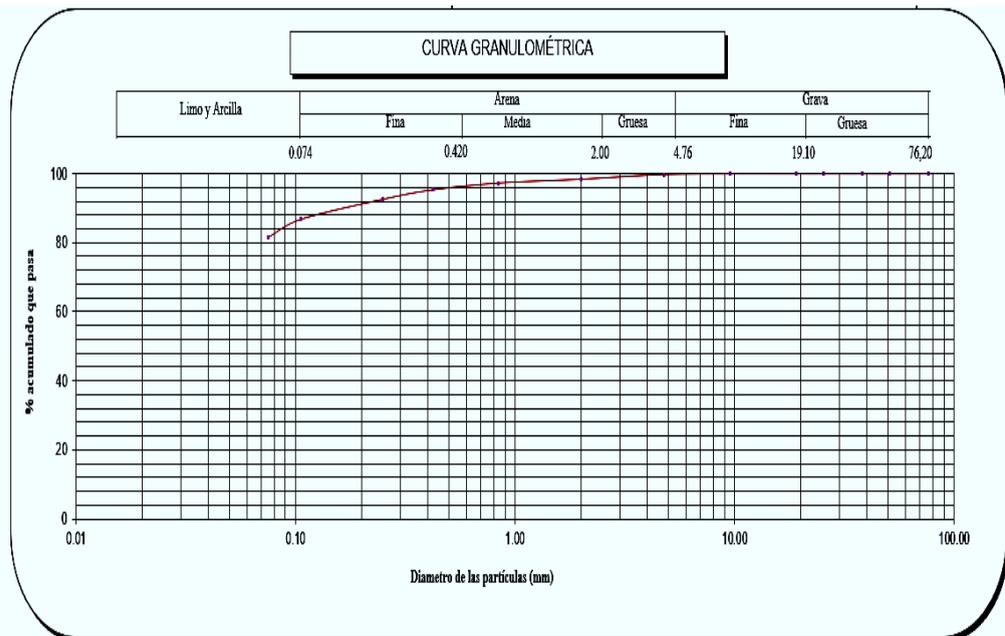


Figura 15. Ensayo Granulométrico por tamizado de la C-2.

Fuente: Elaboración propia.

Explicación.- Deacuerdo al ensayo mencionado se demostró que el producto obtenido de la CALICATA 02, logró pasar el 81.40 % a la malla N° 200 el cual es un producto con mucha cantidad de finos, un 18.30% de producto logró pasar por la malla N° 4 siendo considerado un producto arenoso y por último un 0.2 % de grava.

Según el análisis de la muestra extraída de la calicata en el kilómetro 3+000 de la vía Begonias – Cañete, el laboratorio (JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC) determinó que el terreno es asignada como arcilla de baja plasticidad con arena (CL) según la clasificación SUCS, Además la categorización AASHTO establece que este suelo pertenece al grupo A-4 con índice de grupo seis.

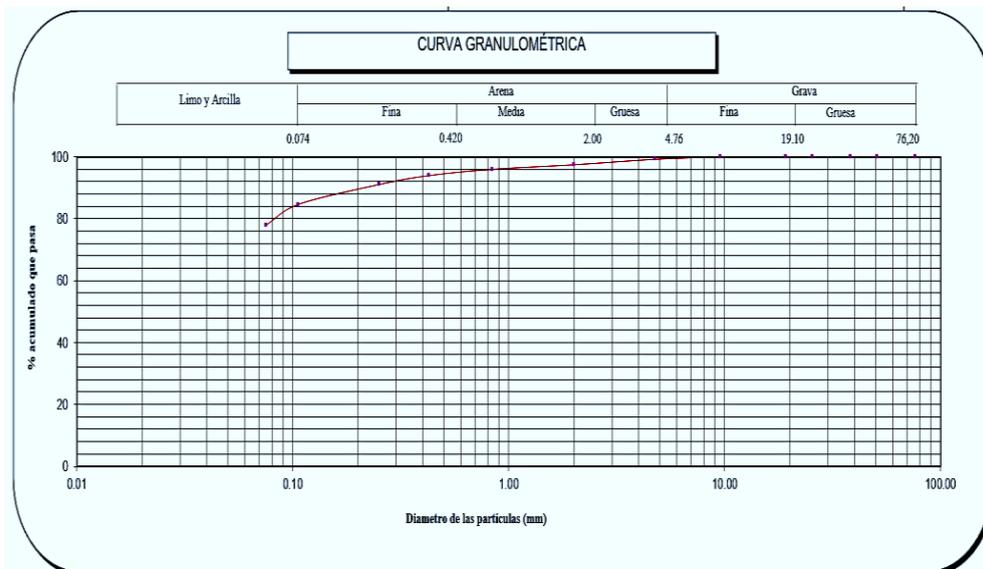


Figura 16. Ensayo de Granulometría de la calicata -3.

Fuente: Elaboración propia.

Explicación.- De acuerdo al ensayo mencionado de la muestra extraída en la CALICATA 03, se evidencia que el material pasó en un 77.8% a través de la malla N°200, lo que indica una gran proporción de finos. Un 18.3% del material logró pasar por la malla N°40, sugiriendo una textura arenosa, últimamente, un 0.2% de grava.

Con base en la muestra selecta de la calicata localizada en el kilómetro 4+050 de la vía Begonias – Cañete, se determinó la categorización, según SUCS en el laboratorio (JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC), que la muestra pertenece al grupo de arcilla de baja plasticidad con arena (CL) y, de acuerdo a la categorización AASHTO, corresponde al grupo A-4 con índice de grupo 5.

En definitiva, la calicata N°01, se identificó como el terreno más desfavorable, motivando el traslado de las muestras al laboratorio para llevar a cabo las pruebas de Límites de Atterberg, Próctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR), ,Contenido de Humedad, designando esta muestra como patrón.

Según, la Tabla N°3 del anexo N°05 nos indica los resultados en laboratorio del patrón.



Figura 17. Límite de Consistencia del patrón

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.- Es evidente que el espécimen extraído de la calicata N°01 presentó un contenido de humedad del 7.8%, un límite Líquido de 30.00%, un Límite Plástico de 22.00% y un índice de Plasticidad de 8.00%.

La muestra mostró un componente arcilloso de baja plasticidad con arena, lo cual, ha sido verificado por el ensayo. Esto se atribuye al exceso de humedad, lo que generó una considerable variación al ser sometido a una temperatura de 110 +/- 5°C en el horno.”



Figura 18. Optimo Contenido de Humedad del patrón.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.- Se ejecutó la prueba del Próctor modificada sobre patrón, generando un contenido de humedad del 7.80% como resultado.



Figura 19. Máxima Densidad Seca del patrón.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. – Se ejecutó la prueba del Proctor modificado sobre el patrón, obteniendo una densidad seca máxima de 1.843 gr/cm³.



Figura 20. California Bearing Ratio (CBR) del patrón.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.- Del ensayo mencionado, se empleó como referencia el patrón del suelo con una densidad de 1.843 g/cm³ y un contenido de humedad de 7.80%. Tras someter la muestra a saturación y resistencia con una penetración de 0.1", se calcula un CBR del 95% de 8.6% y un CBR al 100% de 10.9%. Estos resultados indican que el patrón es inapropiado para la subrasante.

Objetivo 1:

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de arroz en un 5%, 10%, 15% y PET reciclado en un 5%, 10%, 15% para determinar el Índice de plasticidad en la subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023.

El ensayo mencionado, se fundamenta en la noción de que los suelos granulares presentes existen diversos estados, según la cantidad de humedad presente. Por ejemplo, los suelos arcillosos, al ser hidratada, traspasa gradualmente en diferentes estados. La cantidad de humedad necesaria para este cambio de estado varía entre diferentes tipos de terrenos. Resulta esencial determinar el nivel de humedad en el cual el suelo exhibe comportamiento plástico, es decir, su capacidad de deformarse sin romperse (plasticidad), especialmente en suelos naturales. (SN), b) SN + 5%

CCA + 5%PETR, c) SN + 10%CCA + 10%PETR, d) SN + 15%CCA + 15%PETR

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



Figura 21. Ensayo Granulométrico



Figura 22. Límites de Atterberg

Según, la Tabla N°4 del anexo N°05 nos indica los resultados del ensayo Atterberg con la inclusión de los materiales.

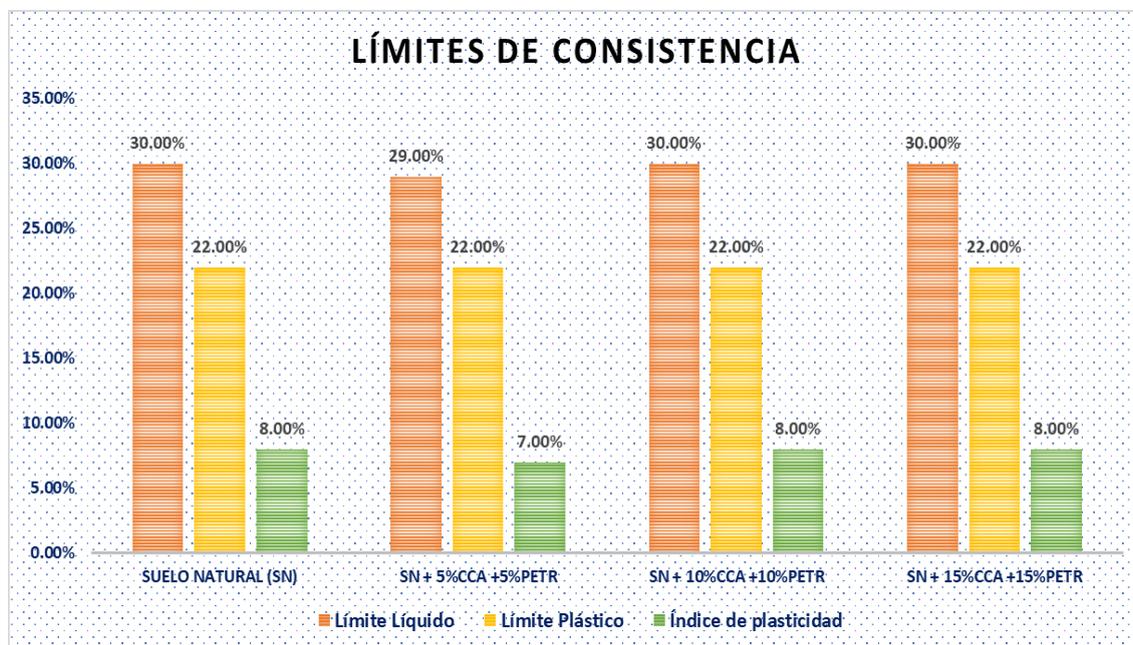


Figura 23. Ensayo de Atterberg con la incorporación de CCA y PETR.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Los ensayos de Límite de consistencia con la adición de distintos porcentajes de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado arrojaron resultados favorables para un suelo CL (Arcilla de baja plasticidad con arena), dado que disminuyó el Índice de plasticidad (IP) de la muestra original. Inicialmente, se registró un IP de 8.0 % en la calicata N° 01; sin embargo, al incrementar la proporción de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado, se observó una reducción en el IP del suelo original. Por ejemplo, al añadir un 5 % de ceniza de cáscara de arroz y un 5 % de PET reciclado, se redujo significativamente el Índice de plasticidad, pasando de 8.0 % a 7.0 %. Esto condujo a una mejora notable en las características del suelo de tipo CL.

Objetivo 2:

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de arroz en un 5%, 10%, 15% y PET reciclado en un 5%, 10%, 15% para determinar el contenido de humedad en la subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023.

En el ensayo de contenido de humedad, se procederá tras la recolección de muestras, seguido de su pesaje en un recipiente limpio, numerado y seco junto con su respectiva tapa, identificado con la abreviatura Wc. Posteriormente, se introduce la muestra de prueba en el recipiente ya pesado y se sella inmediatamente con su tapa, identificándolo como W1. Acto seguido, se levanta la tapa y se retira debajo del contenido para favorecer la evaporación, y finalmente, se coloca el espécimen húmedo en un horno con una escala térmica de $110 \pm 5^\circ \text{C}$. a) SN, b) SN + 5%CCA + 5%PETR, c) SN + 10%CCA + 10%PETR, d) SN + 15%CCA + 15%PETR

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



Figura 24. Contenido de Humedad
Fuente: Elaboración Propia



Figura 25. Las taras son llevadas al horno
Fuente: Elaboración Propia

Según, la Tabla N°5 del anexo N°05 nos indica los resultados con la inclusión de los materiales.

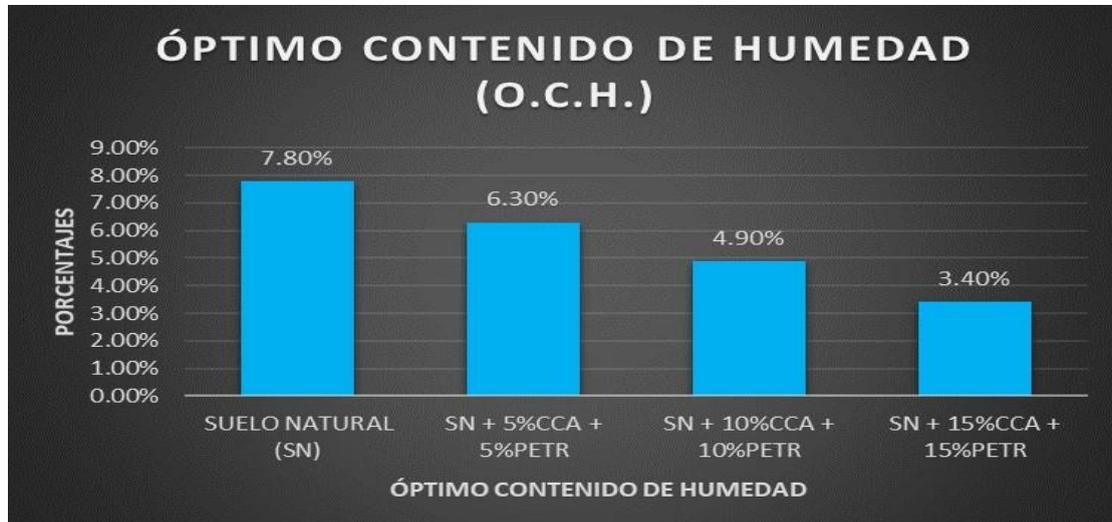


Figura 26. Óptimo CH con la inclusión de CCA+ PETR.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Del ensayo mencionado, muestra una relación inversa con la inclusión de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado. Esto significa que conforme intensifica estos aditivos y polímeros, el valor óptimo de contenido de humedad disminuye. Como caso específico, al incluir 15 % de CCA y 15 % de PETR del patrón, se redujo el valor óptimo del CH de 7.80 % a 4.90 %.

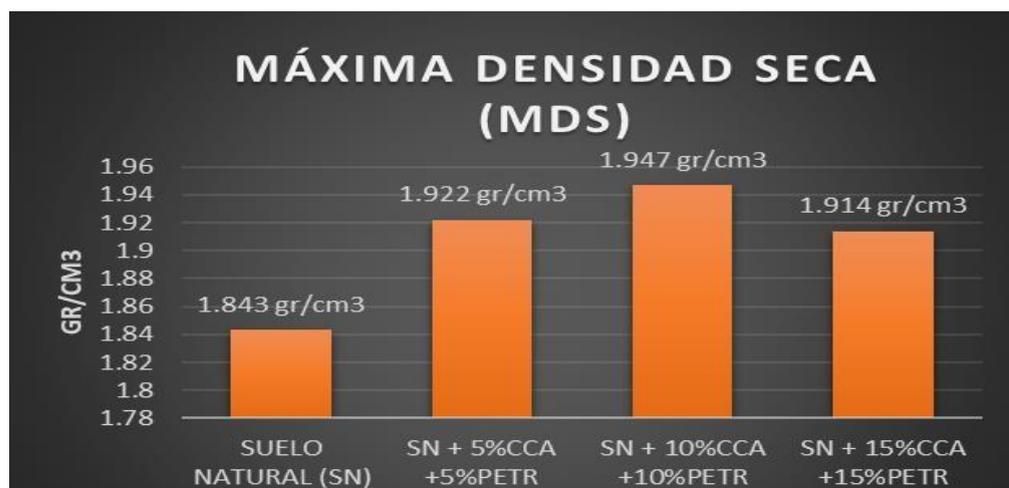


Figura 27. MDS con la inclusión de CCA+ PETR.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Del ensayo mencionado, exhibe una relación recíproca con la adición de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado. Esto significa que a medida que se aumenta la dosis de CCA junto con PETR, el valor de la Máxima Densidad Seca disminuye. Como caso específico, al incluir 15 % tanto de CCA incluido con PET reciclado, se obtuvieron resultados superiores, siendo este porcentaje más ventajoso ya que superó el valor en comparación con el suelo estándar, que varió desde 1.843 gr/cm³ a 1.914 gr/cm³.

Objetivo 3:

Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de arroz en un 5%, 10%, 15% y PET reciclado en un 5%, 10%, 15% para determinar la capacidad portante en la subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023.

En el procedimiento para el ensayo de CBR, el primer paso implica la extracción de la muestra de la subrasante. El segundo paso consiste en secar la muestra y luego tamizarla a un tamaño de (3/4”). Posteriormente, en el tercer paso, se registran los datos del peso del molde, su volumen y altura. En el cuarto paso, se ensambla el equipo para realizar la compactación. El quinto paso implica la presión para que el pistón penetre en el suelo con una determinada profundidad expresada en tanto por ciento.

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



Figura 28. Compactación del suelo

Fuente: Elaboración Propia



Figura 29. Ensayo CBR

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la Tabla N°6 del anexo N°5 se encuentran los resultados del CBR al 95% y al 100% con la inclusión de los materiales.

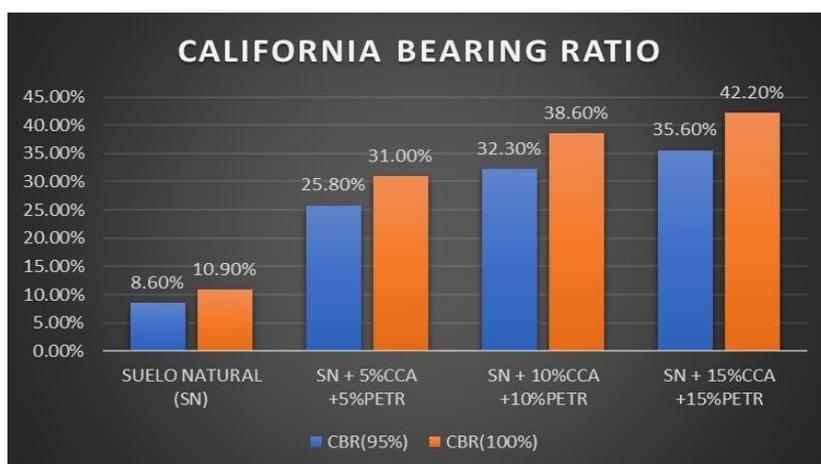


Figura 30. Ensayo de CBR con la incorporación de CCA+ PETR.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Durante el ensayo mencionado, se evidenció un cambio positivo muy significativo al ser aplicado en un suelo arcilloso. Se observó que el porcentaje de CBR se relaciona directamente con la cantidad del aditivo y del polímero añadidos al suelo. Inicialmente, se registró un CBR del 95% para una concentración del 8.60%, y al finalizar, este valor aumentó a un 35.60%. De manera similar, con una concentración del 100%, se inició con un porcentaje de CBR del 10.90%, llegando a obtener un 42.20% al finalizar el proceso. Esto demuestra que estos materiales son altamente efectivos con el propósito de estabilizar la subrasante en suelos arcillosos.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar la influencia de las dosificaciones de cenizas de cáscara de arroz y PET reciclado (5%, 10%, 15%) en el Índice de plasticidad en la subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023.

Antecedente: Mariños y Pérez (2021) en su investigación insertó proporciones de PET reciclado en la subrasante, consiguiendo un progreso en la adherencia del terreno al disminuir el índice de plasticidad de 6.71% a 4.57%

Resultados: en la presente investigación, el patrón presentaba un índice de plasticidad del 8.0 % pero al incluir el PET reciclado en 5% (7.0), 10% (8.0) y 15% (8.0), siendo el más eficaz en la disminución con el índice de plasticidad del 5% y que llegó a un 7.0%, (proporción óptima).

Comparación: con el PET reciclado, se adquirieron resultados similares con la disminución del índice de plasticidad. Por medio de los ensayos del Límite de Atterberg, se confirma la influencia que tuvo las proporciones de PET reciclado del patrón, debido a una gran disminución con el índice de plasticidad hasta encontrar un óptimo, siendo similares al antecedente.

Antecedente: Chhokar y Sonthwal (2020) en su estudio, incluyó proporciones de Ceniza de cáscara de arroz en la subrasante, consiguiendo mejorías con la adherencia del suelo al disminuir el índice de plasticidad de 37.7% a 21.00%

Resultados: en la presente investigación, el patrón presentaba un índice de plasticidad del 8.0 % pero al incluir ceniza de cáscara de arroz en 5% (7.0), 10% (8.0) y 15% (8.0), siendo la mejor proporción para la disminución del índice de plasticidad del 5% y que llegó a un 7.0% (proporción óptima).

Comparación: con la ceniza de cáscara de arroz, se adquirieron resultados similares al reducirse el índice de plasticidad. Por medio de los ensayos de Limite de Atterberg, se confirmó la influencia que tuvo las dosificaciones de cenizas de cáscara de arroz del patrón, ya que disminuyó gradualmente el índice de plasticidad hasta encontrar un óptimo, guardando semejanza con los antecedentes.

Objetivo 2: Determinar el efecto de las dosificaciones de ceniza de ceniza de cáscara de arroz en un (5, 10, 15)% y PET reciclado en un (5, 10, 15)% para determinar el contenido de humedad en la subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023.

Antecedente: Laguna y Chacón (2020) en su estudio, incluyó proporciones de ceniza de cáscara de arroz al suelo, adquiriendo mejorías en la adherencia del suelo con la disminución del contenido de humedad con 14% a un 13.8%.

Resultados: Al inicio del estudio y conforme a la categorización del suelo, el patrón fue asignado como arcilla de baja plasticidad con arena con un contenido de humedad inicial de 7.80% y a medida que se incluía, aumentaba la ceniza de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado desde un 5% (6.3%), 10% (4.9%) y 15% (3.4%) disminuyó también el contenido de humedad, cabe distinguir que la proporción óptima es fue 15% quien redujo un 3.4%.

Comparación: Según los antecedentes, la ceniza de cáscara de arroz reduce el contenido de humedad de suelos con arcilla de baja plasticidad con arena; en el cual demuestra que nuestro estudio, al incrementarse las dosificaciones de cenizas de cáscara de arroz del patrón, ayuda también a disminuir el contenido de humedad del terreno, siendo similares al antecedente.

Antecedente: Huanca (2022) en su estudio incluyó proporciones de PET reciclado al suelo, adquiriendo mejorías en la adherencia del suelo al disminuir el contenido de humedad de un 13.98% a un 10.65%.

Resultados: Al iniciar el estudio, el patrón fue asignado como arcilla de baja plasticidad con arena con un contenido de humedad inicial de 7.80% y en la medida que se añadía, aumentaba el PETR desde un 5% (6.3%), 10% (4.9%) y 15% (3.4%) disminuyó también el contenido de humedad, siendo la proporción óptima del 15% que redujo a un 3.4%.

Comparación: Basándose en los antecedentes, el PETR, reduce el contenido de humedad de suelos con arcilla de baja plasticidad con arena; esto fue demostrado en nuestro estudio, al añadirse las proporciones de PET reciclado en el patrón, ayuda a disminuir el contenido de humedad del terreno, siendo similares al antecedente.

Objetivo 3: Evaluar la aplicación de la ceniza de cáscara de arroz en un 5%, 10%, 15% y PET reciclado en un 5%, 10%, 15% para determinar la capacidad portante en la subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023.

Antecedente: Dioses (2022) En su estudio, se incorporaron concentraciones del (5, 10, 15) % de ceniza de cáscara de arroz directamente en la subrasante, lo que resultó un aumento con 21% en su desempeño. De manera similar, se logró elevar el CBR inicial del 95% de 13.21% a 25.75% y el CBR del 100% de 15.42% a 28.54%.

Resultados: Al iniciar el estudio y basándose en la categorización de suelos, el patrón fue seleccionado conforme al SUCS como un suelo tipo CL, y de acuerdo a la asignación del suelo ya mencionado anteriormente, conforme al AASHTO, se clasificó como A-4(6). En la fase inicial, el patrón mostró un CBR (95%) de 8.60% y un CBR (100%) de 10.90%. Posteriormente, al incorporar porcentajes de ceniza de cáscara de arroz (CCA) del 5%, se obtuvieron valores de CBR (95%) de 25.8% y CBR (100%) de 31.0%. Con una inclusión del 10% de CCA, los valores de CBR fueron de 32.3% (CBR 95%) y 38.6% (CBR 100%). Finalmente, al utilizar un 15% de CCA, los resultados fueron un CBR (95%) de 35.6% y un CBR (100%) de 42.2%. Se observó que el porcentaje más efectivo fue el 15% de CCA, ya que produjo un aumento significativo en el CBR, superando así el rendimiento de la subrasante natural.

Comparación: De acuerdo con la información previa, se evidenció que el uso de distintas proporciones de PET reciclado produjo un impacto positivo en el fortalecimiento de la capacidad de carga en subrasante. Por consiguiente, al incorporar este material, se observó un incremento en el CBR del suelo patrón. Esta investigación actual también demostró que a medida que se añaden mayores porcentajes de PET reciclado, se registra un aumento tanto en el CBR al 95% como al 100%, mostrando resultados muy similares a los hallazgos previos.

Antecedente: Llusco y Quisber (2019) en su estudio incorporaron cantidades de 1%, 1.5%, 2% y 2.5% de PET reciclado directamente en la subrasante, observando una mejora con el 2%. Asimismo, lograron aumentar el CBR al 95% de 4.50% a 8.45% y el CBR al 100% de 4.85% a 8.75%.

Resultados: Al comenzar el estudio y basándose en la catalogación de suelos, el patrón fue selecto según el SUCS como un suelo tipo CL, mientras que de acuerdo con el AASHTO se clasificó como A-4(6). El suelo patrón inicial mostró un CBR (95%) de 8.60% y un CBR (100%) de 10.90%. Luego, al incluir porcentajes de PETR, con un 5% se obtuvo un CBR (95%) de 25.8% y un CBR (100%) de 31.0%. Posteriormente, con un 10% de PETR, los valores de CBR fueron 32.3% (CBR 95%) y 38.6% (CBR 100%). Finalmente, al emplear un 15% de PETR, se alcanzó un CBR (95%) de 35.6% y un CBR (100%) de 42.2%. Se observó que el porcentaje más efectivo fue el 15% de PETR, ya que produjo un aumento considerable en el CBR, superando así el desempeño de la subrasante natural.

Comparación: Según los antecedentes, se observó que el uso de diferentes proporciones de PET reciclado resultó muy beneficioso para en el fortalecimiento de la capacidad de carga en subrasante. Esta razón condujo al aumento del CBR del suelo patrón al incluir este material. Asimismo, la investigación actual ha demostrado de manera similar que a medida que se incorporan mayores porcentajes de PET reciclado, se produce un aumento en el CBR tanto al 95% como al 100%, mostrando resultados muy similares a los antecedentes.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General, Se analizó que, la estabilización de la Subrasante con Cenizas de cáscara de arroz y PET reciclado, mejoran las características de la subrasante identificado en la Av. Begonias, Cañete – Lima 2023, observando su análisis en sus propiedades: 1) Al disminuir el índice de plasticidad en los límites de Atterberg; 2) Al disminuir el contenido de humedad del límite líquido; 3) Al incrementar la capacidad portante del terreno.

Objetivo Específico 1, se planteó un porcentaje específico en la inclusión de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en los ensayos de Atterberg, debido a que contribuyó en la disminución de su índice de plasticidad de un 8.0% a un 7.0% al incluir 5% de CCA y 5% PETR, siendo el porcentaje más ideal, Por lo tanto, la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado, mejora de la subrasante, está específicamente relacionada con las proporciones propuestas, con respecto a los Límites de Atterberg, en el cual nos demostró la comprobación

Objetivo Específico 2, Se constituyó la relación del porcentaje de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en los ensayos del Límites de Atterberg, ya que influyeron en la disminución de 4.40% del contenido de humedad del patrón, pasando de 7.80% a 3.40% mediante la inclusión del 15% de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado; así también como la reducción en 1.0% del índice de plasticidad del patrón, pasando de 8.0% a 7.0% al emplearse un 5% de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado. Por lo tanto, la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado mejor la subrasante, además está relacionada con las proporciones propuestas, con respecto a los Límites de Atterberg, es así que demostramos que ha sido comprobada.

Objetivo Específico 3, Se constituyó una relación en la proporción de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la resistencia de la subrasante, ya que influyó en el incremento de un 27.0% del CBR del patrón, de 8.6% a un 35.6% mediante la inclusión del 15% de la CCA Y PETR. Por lo tanto, la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado mejora de la subrasante, está vinculado con las proporciones propuestas, en cuanto a la Resistencia del suelo, es así que demostramos que ha sido comprobada.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo Específico 1, Del estudio actual, al seleccionar rangos de proporciones de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado que oscilaron entre un 8% y un 7%, se logró en todas ellas la reducción del Índice de Plasticidad. Para futuras indagaciones, se sugiere incrementar la inclusión de ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado a niveles superiores al 15%. Esto permitirá verificar si la disminución del Índice de Plasticidad persiste, con el propósito de determinar el porcentaje óptimo, es decir, el valor límite que marque el inicio del incremento del Índice de Plasticidad.

Objetivo Específico 2, Del estudio actual al elegirse dosificaciones de ceniza de cáscara de arroz 5%, 10% y 15% y PET reciclado 5%, 10% y 15%, en el cual los 3 porcentajes obtienen una disminución en el contenido de humedad, siendo el más favorable el último porcentaje, por el cual se recomienda utilizar dosificaciones mayores del 15%.

Objetivo Específico 3, Del estudio en curso, al seleccionar proporciones de ceniza de cáscara de arroz del 5%, 10% y 15%, y de PET reciclado del 5%, 10% y 15%, en todos los niveles de porcentaje se lograron resultados destacados. En consecuencia, se sugiere emplear concentraciones superiores, específicamente del 15%, para obtener un rendimiento aún más favorable.

REFERENCIAS

1. FERNANDEZ, V. 2020 *Tipos de justificación en la investigación científica. Espíritu emprendedor TES*. Vol. 4 (3), pp. 65-76. [Consultado 17 de julio 2023]. ISSN 2602-8093. Disponible en:
<https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>
2. HUANCA, F. *Examinar de qué forma la incorporación de PET afecta las propiedades y características del suelo, Santiago de Chuco, Ancash, 2022*. [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2022. [consultado 13 de junio del 2023]. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/96061>
3. MARIÑOS, D Y PÉREZ, L. *Evaluar cómo la inclusión de polímeros reciclados PET modifica la subrasante, en vías no pavimentadas, Departamento de Ancash, 2022*. [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2022. [consultado 15 de septiembre del 2023]. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/98564>
4. DIOSES, E. *Optimización de la subrasante utilizando CCA en la calle Junín, 2021*. [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2022. [consultado 16 de septiembre del 2023]. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/92251>
5. CHHOKAR, S. SONTHWAL, V. (2020) soil stabilization of clayey soil using rice husk ash. [online]. Vol.8 (11), pp. 900-905. [Consultation 19 September 2023]. ISSN 2320-2882. Available in
<https://www.ijcrt.org/searchpage.php?searchvalue=Volume+8%2C+Issue+11+November+2020>
6. LAGUNA, O. y CHACÓN J. *determinó el impacto en la inclusión de CCA sobre las características de la subrasante, Ciudad de Girardot, Colombia, 2020*. [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2020. [consultado 19 de septiembre del 2023]. Disponible en:
<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9352>
7. LLUSCO, J. y QUISBER, V. *La mejora del suelo utilizando como estabilizante el plástico reciclado en proyectos viales, Ciudad La Paz, Bolivia, 2019*. [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Mayor de San Andrés, 2020 [consultado 19 de septiembre del 2023]. Disponible en:

- <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/31921>
8. SHAH, A. y MODHA, H. (2020) Improving the Soil Subgrade with Plastic Waste Reinforcement—An Experimental Study, *Advances in Sustainable Construction Materials and Geotechnical Engineering. Lecture Notes in Civil Engineering*. [online]. Vol **35**, pp 153 – 161. [Consultation date September 2023]. ISBN 978-981-13-7480-7. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-7480-7_13
 9. CARDONA, L. (2018) Análisis of the mechanical behavior of thermoplastic [online]. [Consultation 27 September 2023]. DOI: 10.1002/app.32774 Available in: <https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/1013/Structural%2c%20thermal%2c%20rheological%2c%20morphological%20and%20mechanical%20properties%20of%20thermoplastic%20starch%20obtained%20by%20using%20hyperbranched%20polyester%20polyol%20as%20plasticizing%20agent.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 10. MOHAMED, A.(2022) *Stabilization of expansive soil subgrade by waste plastic*. [online]. 2022 Vol.**15**, 936. [Consultation 27 September 2023]. DOI 10.1007/s12517-022-10112-7. Available in: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-022-10112-7#article-info>
 11. CHIRINOS, E. and others. (2021) The investigation of a systematic review of a compilation of 35 articles between the years 2013 to 2021 focused on techniques to soil. [online]. 2021. pp. 77-92. [Consultation 27 September 2023].ISSN 0562-5351.DOI 10.47864/SE (51)2021p77-92_129. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8234912.pdf>
 12. LAKSHMI, M. (2021) Strength enhancement of Clayey Sand subgrade using lime and rice husk ash en [online]. Vol.**46** (17), pp. 7430-7435. [Consultation date September 2023]. ISSN 2320-2882. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.039>
 13. ASFINO, P. y HERNÁN, H. (2022) Effectiveness of waste paper ash for stabilization on clay soil. *Revista Ingeniería de Construcción*. [online]. Vol. **37** (2), [Consultation 20 September 2023]. ISSN 0718-5073, DOI 10.7764/RIC.00030.21 Available in:

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071850732022000200253&script=sci_abstract

14. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea]. 2016. Perú: Viceministerio de Transportes pp. 40 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023]. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
15. BARBARÁN, L. *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín*. [en línea]. Perú: Tesis de titulación. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021, p.12 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023]. Disponible en:
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654616>
16. ANGIE, O. Instructivo del proceso constructivo de una vía en pavimento Flexible. [en línea] Bogotá: Tesis de titulación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2021, p.7 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023]. Disponible en:
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6833/OrtizManceraAngieLorenaAnexo-1.pdf;jsessionid=3254AD6834D371CFBD0733360068B558?sequence=2>
17. MARQUEZ, K. *Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados pet en el distrito La Encantada, provincia de Morropón – Piura*, en línea]. Perú: Tesis de titulación. Universidad Nacional de Piura, 2019, p.25 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023]. Disponible en:
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2241>
18. SARA, L. (2017) *Plastic Recycling: From collection, separation, reprocessing and reuse to the análisis of new technologies, bioplastics and alternative products* Editorial Independently published , p.1 [Consultation 21 September 2023]. ISBN (13): 979-8787476989 Disponible en:
https://m.media-amazon.com/images/I/61PqWhbsFRL_SY466.jpg

19. LOPEZ, J. *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín*. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021, p. 05 Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654616>
20. UTTAR PRADESH, I. (2020) Soil survey for the construction of the hatchery. Soil survey for the construction of the hatchery Soraon Pati Hatchery, India: Food and agriculture Organization of the United Nations, p. 06. [Consultation 21 September 2023] Available in: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm
21. Braja, D. (2016) Fundamentals of geotechnical engineering. [en línea]. Cengage Learning, p. 16, Cuarta edition. [Consultation 21 September 2023]. ISBN: 978-607-519-373-1 Available in: https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das
22. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayos de materiales*. [en línea]. 2017. Perú: Viceministerio de Transportes pp. 105 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
23. López, G. *Ensayos de compactación en Carreteras: Proctor Normal y Modificado*. [en línea] Perú: Universidad Politécnica de Valencia, 2020 p. 03 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/139866/L%C3%B3pez%20-%20Ensayos%20de%20compactaci%C3%B3n%20en%20carreteras%3A%20Proctor%20Normal%20y%20Modificado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayos de materiales*. [en línea]. 2017. Perú: Viceministerio de

- Transportes pp. 250 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023].
Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
25. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea]. 2014. Perú: Viceministerio de Transportes pp. 35 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023]. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
26. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea]. 2014. Perú: Viceministerio de Transportes pp. 28 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023]. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
27. ALVAREZ, A. *Clasificación de las investigaciones*. Perú: Universidad de Lima, 2020, p. 3 Disponible en:
<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>
28. CÁRDENAS, M. (2019) The prototype of research through design. *International magazine of research, innovation and development in design*, [online], p. 3 [Consultation 21 September 2023]. Available in:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8233955.pdf>
29. PIGHIN, DE L. (2019) Mineral content of rice and industrial products made from rice. *Diaeta Magazine (B. Aires)* [online]. Vol. **37**(167), pp 30 - 40 [Consultation 21 September 2023]. ID biblio-1056028 Available in:
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/biblio-1056028>
30. SAUCEDO & ATOCHE (2021) Use of PET aggregates in the production of concrete: literatura review. *Revista Avances: Investigación en ingeniería*. [online], Vol **18** (2), pp 1 – 12 [Consultation 21 September 2023]. ISSN 1794-4953 DOI 10.18041/1794-4953/avances.2.6942. Available in:

<https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=616fe103-aecb-4cea-9d50-742eb4a3e57b%40redis&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHNzbyZsYW5nPWVzJnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3d%3d#AN=154091452&db=fap>

31. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea]. 2016. Perú: Viceministerio de Transportes p. 24 [Fecha de consulta 21 de septiembre del 2023]. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
32. TACILO, E. *Metodología de la investigación*. Perú: Universidad Jaime Bausate y Meza, 2016, p. 91 Disponible en:
<https://repositorio.bausate.edu.pe/handle/20.500.14229/36>
33. TACILO, E. *Metodología de la investigación*. Perú: Universidad Jaime Bausate y Meza, 2016, p. 95 Disponible en:
<https://repositorio.bausate.edu.pe/handle/20.500.14229/36>
34. Hernandez, A. (2017) *Metodología de la investigación*. Vol 2 (1), pp 75-79 [Consultado 21 de septiembre 2023]. ISSN 2617-5271. Disponible en:
<http://portal.amelica.org/ameli/journal/419/4191907012/>
35. TAMAYO, M. Un entorno metodológico metodológico de ingeniería de requisitos para sistemas de información. España: Universidad de Sevilla, 2018, p. 166 Disponible en:
<https://idus.us.es/handle/11441/15365>
36. DIAZ, J. La gestión de talento humano. Perú: Universidad César Vallejo, 2018 p. 45 Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29658>
37. Manterola, C. (2018) Reliability, precision or reproducibility of the measurements. Methods of assessment, utility and applications in clinical practice Rev. chil. Infectol [online], Vol 35 (6), p.680 [Consultation 21 September 2023]. ISSN 0716-1018 Available in:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182018000600680

38. LANDIS J, KOCH G (2017): The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, Vol (33): pp. 159-74. [Consultation 21 September 2023]. Available in:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/843571/>
39. LA NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP). NTP 339.129:1999, 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. [en línea]1era edición. [Consultado 21 septiembre 2023]. Disponible en:
<https://sni.org.pe/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-sobre-suelos/>
40. Íkala (2020) theoretical framework in scientific articles a systematic functional linguistics approach, *Language and culture magazine*. [online],Vol. 25 (2), p. 209 [Consultation 21 September 2023]. Available in:
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ikala/article/view/336636>

REFERENCIAS	40
70% ULTIMOS 7 AÑOS	28
30% LIBROS - TESIS	12
40% EN INGLES	16

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Título: Influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023.

Autora: Chumpitaz Sanchez Karollyne Mutty Stephany

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente Cenizas de cáscara de arroz y PET reciclado	Agregado sílice altamente reactiva y de muy fácil fabricación, esta puzolana está siempre presente en la composición mineral y además es un material de fácil fabricación. Porque el arroz es un alimento básico y se consume en muchos países diferentes. (Pighin & De Landeta, 2019, p.08).	La adición de Ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en combinación de 50% - 50% en peso traduce una variación del índice de plasticidad, contenido de humedad, capacidad portante de la subrasante. Estas mismas en dosificaciones en 5% - 10% - 15% con el suelo.	Dosificación: ceniza de cáscara de arroz 50% y PET reciclado 50%	Porcentaje de adición de : 5%-10%-15%	razón
	Es una materia prima utilizada para producir botellas o envases plásticos de uso común. Es claro que esta materia es de uso común, pero conduce a un gran problema ambiental. (Saucedo & Atoche, 2021, p.02).				
Variable Dependiente Subrasante	La subrasante es la capa de caminos de transporte al nivel del desplazamiento de la tierra sobre la cual se coloca el pavimento. Junto con el tráfico, hay un cambio fundamental en el diseño de la construcción de la carretera suprayacente, también en la función de la carga en condiciones de operación y las propiedades de estos agregados para formar la banda de rodadura. (MTC,2016, p. 24)	Las superficies sin pavimentar y los caminos que contienen sustratos estabilizados con diferentes proporciones de ceniza de cáscara de arroz deben analizarse para determinar las diferencias en el contenido óptimo de humedad (límites de atterberg y contenido de humedad) y la resistencia (CBR).	Propiedades Físicas	Índice de plasticidad	razón
			Propiedades Mecánicas	Próctor Modificado	razón
				Capacidad Portante	razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO Influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante, Av. Begonias, Cañete – Lima 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE				
¿De qué manera influye la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	Analizar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en porcentajes de 5%, 10% y 15% mejora la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	Ceniza de Cáscara de Arroz y PET reciclado	Por Volumen de la muestra	5%	Ficha Recolección de Datos = 3 EXP Anexo 4-A	Método: Científico Tipo de Investigación: Tipo Aplicada Nivel de Investigación: EXPLICATIVA (Causa Efecto) Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi) Enfoque: Cuantitativo Población: Todos las Muestras ensayados en el Laboratorio Muestra: 4 Muestras Contenido Humedad 4 Muestras Indice Plasticidad 4 Muestras Capacidad Portante Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación Directa Instrumentos de la investigación: Ficha Recolección de Datos S Ficha Resultados de Laboratorio Según NTP - ASTM
					10%	Ficha Recolección de Datos = 3 EXP Anexo 4-A	
					15%	Ficha Recolección de Datos = 3 EXP Anexo 4-A	
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE				
¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en el Índice de plasticidad de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	Determinar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en el índice de plasticidad de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado disminuye el índice de plasticidad de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	Subrasante	PROPIEDADES FÍSICAS	Índice de Plasticidad (%)	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 399.129 Anexo 4-B	
¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en el Contenido de humedad de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	Determinar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en el contenido de humedad de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado disminuye el contenido de humedad de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?		PROPIEDADES MECANICAS	Próctor Modificado (%)	Ficha Resultado de Laboratorio según NTP 339.141 Anexo 4-C	
¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la Capacidad Portante de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	Determinar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en la capacidad portante de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?	La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado aumenta la capacidad portante de la subrasante, Av. Begonias, Cañete - Lima 2023?			Capacidad Portante (Kg/cm2)	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 339.153 Anexo 4-D	

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Ceniza de Cáscara de Arroz y Pet Reciclado

"Influencia de la ceniza de cáscara de arroz y PET reciclado en la subrasante. Av. Begonias.
Cafete - Lima 2023"

Parte A: Datos generales

Tesis: 01 Chumpeac Sanchez Karolyne Muty Stephany

Fecha: Lima, SEPTIEMBRE 2023

Parte B: Ceniza de Cáscara de Arroz y PET reciclado

5%	OK
10%	OK
15%	OK

Tesis: Doses E (2021) Ceniza de Cáscara de Arroz: 7%, 14%, 21%

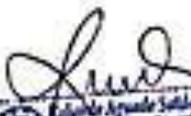
Tesis: Manóiz y Pérez (2021) Pet reciclado: 7%, 11%, 13%

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Apellidos: Vega Rojas
Nombres: Esteban Plácido
Título: Ing Civil
Grado: **Licenciado**
N° Reg: CIP 44148
Firma:


ESTEBAN PLACIDO VEGA ROJAS
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 44148

Apellidos: Aguado Saldaña
Nombres: Rolando
Título: Ing Civil
Grado: **Licenciado**
N° Reg: CIP 56583
Firma:


Rolando Aguado Saldaña
Ingeniero Civil
CIP 56583

Apellidos: Cortavarría
Nombres: Esquerre
Nombres: Mario Cesar
Título: Ing Civil
Grado: **Licenciado**
N° Reg: CIP 117656
Firma:


Ing. Mario Cesar Cortavarría Esquerre
DNE 06721011
MARIO CESAR
CORTAVARRIA ESQUERRE
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. N° 117656

ANEXO 4: FICHA DE RESULTADOS DE LABORATORIO

A) GRANULOMETRÍA



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
Fijo: 01 656 6232
informes@jcgeotecniasac.com
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Versión	01
			Fecha	03-01-2022
			Página	1 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante	: KAROLLYNE MUTTY STEPHANY CHUMPTAZ SANCHEZ
Universidad	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA NORTE
Especialidad	: INGENIERÍA CIVIL
Tema de tesis	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ Y PET RECICLADO EN LA SUBRASANTE AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA 2023
Ubicación	: AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA
Fecha de emisión	: 20/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA						
Muestra	C I - M1	Malla	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		Nº				
		3"	76.200	0	0.0	0.0
		2"	50.800	0	0.0	0.0
		1 1/2"	36.100	0	0.0	0.0
		1"	25.400	0	0.0	0.0
		3/4"	19.100	0	0.0	0.0
		3/8"	9.520	0	0.0	0.0
		Nº 4	4.760	3	0.4	0.4
		Nº 10	2.000	2.9	0.4	0.8
		Nº 20	0.840	6.9	0.9	1.7
		Nº 40	0.425	14.4	2.0	3.7
		Nº 60	0.250	17.9	2.5	6.2
		Nº 140	0.106	40.5	5.5	11.7
		Nº 200	0.075	31.8	4.3	16.0
		< 200	MTC E 137	615.5	83.9	100.0

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Límite Líquido (LL)	30.0
Límite Plástico (LP)	22.0
Índice Plástico (IP)	8.0
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	CL
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-5
Índice de Grupo	6
% Grava	0.4
% Arena	15.6
% < Nº 200	83.9

Descripción de Muestra:
Arcilla de baja plasticidad con arena

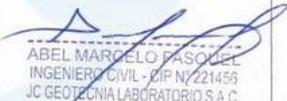
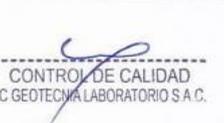
Límite Líquido (LL)	NTP 339.129	30
Límite Plástico (LP)	NTP 339.129	22
Índice Plástico (IP)	NTP 339.129	8
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487		CL
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282		-
Índice de Grupo		15
Nombre de grupo		Arcilla de baja plasticidad con arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias:

- ASTM D 422-63 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 423-05 Standard test method for liquid, plasticity limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2316-01 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04a1 Standard practice for classification of soils aggregate materials for highway construction purposes
- ASTM D 1340-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75) mic sieve

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 José de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CEP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Ingeniero de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

B) LÍMITES DE ATTERBERG



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
Fijo: 01 656 6232
informes@jcgeotecniasac.com
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN
	LÍMITES DE ATTERBERG		Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Fecha	03-01-2022
			Página	3 de 6

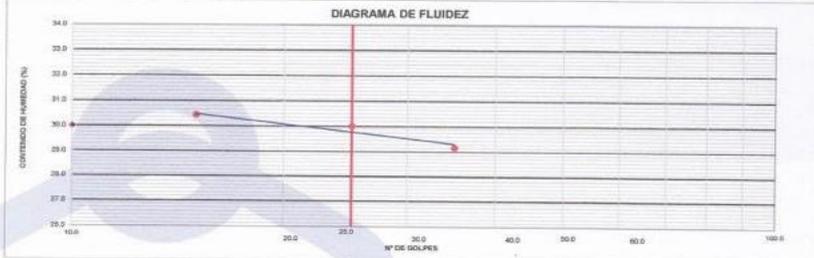
DATOS GENERALES	
Solicitante	: KAROLLYNE MUTTY STEPHANY CHUMPITAZ SANCHEZ
Universidad	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA NORTE
Especialidad	: INGENIERÍA CIVIL
Tema de tesis	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ Y PET RECICLADO EN LA SUBRASANTE AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA 2023
Ubicación	: AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA
Fecha de emisión	: 20/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1 - M1 NATURAL

LÍMITE LÍQUIDO (NTP 339.129)				
Nº TARRO	GEO - 10	GEO - 8	GEO - 7	
TARRO + SUELO HÚMEDO	51.45	51.69	51.20	
TARRO + SUELO SECO	46.00	46.05	45.75	
AGUA	5.45	5.64	5.45	
PESO DEL TARRO	27.32	27.26	27.84	
PESO DEL SUELO SECO	18.68	18.79	17.91	
% DE HUMEDAD	29.18	30.02	30.43	
Nº DE GOLPES	35	25	15	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)				
Nº TARRO	C - 2	C - 5		
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.41	20.56		
TARRO + SUELO SECO	19.32	19.41		
AGUA	1.09	1.15		
PESO DEL TARRO	14.40	14.35		
PESO DEL SUELO SECO	4.92	5.06		
% DE HUMEDAD	22.15	22.73		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	30.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40, Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	22.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	8.0	

Referencia: ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <small>Jefe de Laboratorio</small>	 ABEL MARCEL PASTUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</small>	 <small>Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO</small>

C) PROCTOR MODIFICADO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)	Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Fecha	03-01-2022
		Página	4 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: KAROLLYNE MUTTY STEPHANY CHUMPITAZ SANCHEZ
Universidad	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA NORTE
Especialidad	: INGENIERÍA CIVIL
Tema de tesis	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ Y PET RECICLADO EN LA SUBRASANTE AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA 2023
Ubicación	: AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA
Fecha de emisión	: 23/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C 1 - M1 NATURAL SUCS : CL AASHTO: A-4 (6)
Método	: A

COMPACTACIÓN					
Peso sueto + molde	gr	5658.00	5784.00	5884.00	5744.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1776.00	1902.00	2002.00	1862.00
Volumen del molde	cm ³	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.90	2.04	2.14	1.99
Peso del suelo húmedo+tara	gr	326.30	410.20	332.20	425.30
Peso del suelo seco + tara	gr	295.00	362.00	290.00	365.00
Tara	gr	35.00	32.00	32.20	33.00
Peso de agua	gr	31.30	48.20	42.20	60.30
Peso del suelo seco	gr	260.00	330.00	257.80	332.00
Contenido de agua	%	12.04	14.61	16.37	18.16
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.698	1.778	1.843	1.688
Gravedad Específica (gr/cm ³)		2.530	Densidad máxima (gr/cm ³)		1.843
			Humedad óptima (%)		16.3



Referencia

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 5000 ft-lb (2700 kN-m) (m)

Observaciones:

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasero la N° 4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Sello de Laboratorio	 ABEL MARCELO PAROVEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

D) CONTENIDO DE HUMEDAD



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242
Fijo: 01 656 6232
informes@jcgeotecniasac.com
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	2 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante : KAROLLYNE MUTTY STEPHANY CHUMPITAZ SANCHEZ
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA NORTE
 Especialidad : INGENIERÍA CIVIL
 Tema de tesis : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y PET RECICLADO EN LA SUBRASANTE AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA 2023
 Ubicación : AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA
 Fecha de emisión : 20/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : C1 - M1 NATURAL

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	53.0	53.0	51.6		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	325.0	315.2	365.0		
Peso tara + muestra seca	(g)	305.0	297.0	342.0		
Peso de agua	(g)	20.0	18.2	23.0		
Peso de suelo seco	(g)	252.0	244.0	290.4		
Contenido de Humedad	(%)	7.9	7.5	7.9		
PROMEDIO	(%)	7.8				

Referencia:

NTP 339.127

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - ZIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

E) CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

www.jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO)		Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Fecha	03-01-2022
			Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: KAROLLYNE MUTTY STEPHANY CHUMBITAZ SANCHEZ
Universidad	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA NORTE
Especialidad	: INGENIERÍA CIVIL
Tema de tesis	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y PET RECICLADO EN LA SUBRASANTE AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA 2023
Ubicación	: AV. BEGONIAS, CAÑETE - LIMA
Fecha de emisión	: 30/10/2023

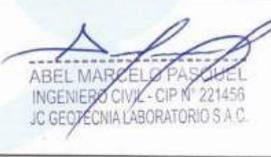
DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C 1 - M1 NATURAL
	SUCS : CL AASHTO: A-4 (6)

COMPACTACION						
Molde N°	20		21		22	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11895.00	12050.00	11735.00	11945.00	11432.00	11645.00
Peso de molde (g)	7440.00	7440.00	7540.00	7540.00	7461.00	7461.00
Peso del suelo húmedo (g)	4455.00	4610.00	4195.00	4405.00	3971.00	4184.00
Volumen del molde (cm³)	2074.07	2074.07	2074.07	2074.07	2076.80	2076.80
Densidad húmeda (g/cm³)	2.148	2.223	2.023	2.124	1.912	2.015
Peso suelo húmedo + tara (g)	326.30	356.30	426.30	322.30	355.60	362.30
Peso suelo seco + tara (g)	284.00	308.00	370.00	276.30	310.00	308.00
Peso de tara (g)	32.00	52.00	32.00	35.00	35.00	35.00
Peso de agua (g)	42.30	48.20	56.30	46.00	45.60	54.30
Peso de suelo seco (g)	252.00	256.00	338.00	241.30	275.00	273.00
Contenido de humedad (%)	16.8	18.8	16.7	19.1	16.6	19.9
Densidad seca (g/cm³)	1.839	1.870	1.734	1.784	1.640	1.680

EXPANSION							
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%
26/10/2023	0	9.250	0.000	0.0	8.480	0.000	0.0
27/10/2023	24	9.650	0.400	0.3	8.950	0.470	0.320
28/10/2023	48	9.880	0.630	0.5	9.650	1.170	1.0
29/10/2023	72	10.650	1.400	1.2	10.360	1.880	1.6

PENETRACION										
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 20			MOLDE N° 21			MOLDE N° 22		
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %
0.000			0			0			0	
0.635		0.8	15.2		0.6	12.3		0.4	8.2	
1.270		1.3	25.5		1.2	23.1		0.8	15.6	
1.905		2.1	41.2		1.7	33.2		1.5	28.6	
2.540	70.45	3.4	65.2		2.8	55.4		2.2	43.2	
3.180		6.2	120.4		4.6	88.6		3.4	65.2	
3.810		8.8	170.2		6.2	120.2		4.7	92.3	
5.080	105.68	11.1	215.3		8.8	170.2		6.2	120.4	
7.620		13.8	268.3		9.9	193.2		7.2	140.0	
10.160										
12.700										

- Referencia:
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft³ (2700 kg/m³)
 - Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
 - Pistón de penetración metálica de sección transversal circular de 49.75 mm
 - Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D02379
 - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Abel Marcel Pasquel INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 Abel Marcel Pasquel INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

F) CERTIFICADO DE CALIBRACION



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17269 - 2023

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2023 - 01 - 03

Página 1

SOLICITANTE : NGEPAVINGENIEROS S.A.C.

Dirección CAL.21 MZA.Z LOTE.34 URB.COOP PIP - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

EQUIPO	HORNO
Marca	METROTEST
Modelo	No indica
N° de serie	No indica
Tipo de Ventilación	Natural
Procedencia	PERUANA
Identificación	325
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TERMÓMETRO DIGITAL
Marca	AUTCOMP
Alcance	No indica
Resolución	0.1 °C
TIPO DE CONTROLADOR	DIGITAL
Marca	AUTCOMP
Alcance	No Indica
Resolución	0,1°C
Fecha de Calibración	2023 - 21 - 02
Ubicación	LABORATORIO

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de INGEPAVINGENIEROS S.A.C

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con el sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 010 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición Junio 2009. SNM-INDECOPI.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o Internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

L.C. Nicolás Ramos Pucur
Gerente Técnico
CFP: 0316

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-17260-2023

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión: 2023 - 04 - 05

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal.21 Mza. Z Lote. 34 Urb. Coopip Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASA GRANDE

Marca : PINZUAR
Modelo : PS-11
N° de Serie : 1862
Procedencia : COLOMBIA
Identificación : NO INDICA
Ubicación¹ : LABORATORIO
Fecha de Calibracion : 2023 - 03 - 27

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	28,2 °C	28,8 °C
Humedad Relativa	40,3 %	41,3 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



LIC. NICOLAS RAMOS PAUCAR

Gerente Técnico

CFP: 0316



Certificado : TC-17260-2023

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	L-1422-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

	Descripción		Dimensiones				
			Valor nominal (mm)	Valor medido (mm)	Desviación (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Copa	Radio de la copa	A	54,0	54,02	-0,02	0,5	0,05
	Espesor de la copa	B	2,0	2,03	-0,03	0,1	0,05
	Profundidad de la copa	C	27,0	26,80	0,20	0,5	0,05
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base	N	47,0	47,10	-0,10	1,0	0,05
	Espesor	K	50,0	50,46	-0,46	2,0	0,05
	Largo	L	150,0	149,19	0,81	2,0	0,05
	Ancho	M	125,0	125,57	-0,57	2,0	0,05

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

(*) Dato proporcionado por el cliente

DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 17200 - 2023

PROFORMA 5348 Fecha de emisión: 2023-01-03
SOLICITANTE INGEPAV INGENIEROS S.A.C.
Dirección CAL.21 MZA.Z LOTE. 34 URB. COOP PIP - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA
Tipo ELECTRÓNICA
Marca OHAUS

Modelo TAJ 602
N° de Serie B309084467
Capacidad Máxima 600 g
Resolución 0,01 g
División de Verificación 0,1g
Clase de Exactitud II
Procedencia CHINA
N° de Parte No indica
Identificación No indica
Ubicación LABORATORIO
Variación de AT local 10°C
Fecha de calibración 2023 - 21 - 02

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basados a la Norma

Técnica Peruana 150/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO O CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó por comparación directa entre los indicadores de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesa patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarto Edición Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 18271 - 2023

PROFORMA : 56371

Fecha de emisión : 2023-03-28

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : CAL. 21 MZA. Z. LOTE. 34 URB. COOPPIPI LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : R31930
N° de Serie : 8335450116
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 10 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 200 g
Procedencia : CHINA
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 10 °C
Fecha de Calibración : 2023-03-15

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado de Calibración
TC - 17254 - 2023

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-5069-2020 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-5071-2020 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-5072-2020 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-5073-2020 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-5075-2020 Mayo 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

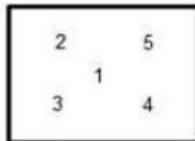
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,7 °C	22,9 °C
Humedad Relativa	69 %	68 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	14 999	0,8	-1,3	1	30000	30 000	0,7	-0,2
2		14 999	0,8	-1,3	2		30 000	0,7	-0,2
3		15 000	0,9	-0,4	3		30 000	0,7	-0,2
4		14 999	0,8	-1,3	4		30 000	0,6	-0,1
5		14 999	0,7	-1,2	5		30 001	0,9	0,6
6		15 000	0,9	-0,4	6		29 999	0,4	-0,9
7		14 999	0,6	-1,1	7		30 000	0,7	-0,2
8		15 000	0,8	-0,3	8		29 999	0,4	-0,9
9		14 999	0,7	-1,2	9		29 999	0,4	-0,9
10		14 999	0,8	-1,3	10		30 001	0,9	0,6
Emax - Emin (g)				1,0	Emax - Emin (g)				1,5
e.m.p. ± (g)				20	e.m.p. ± (g)				30

Certificado de Calibración
TC - 17254 - 2023



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	67 %	67 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	100	100	0,6	-0,1	10000	10 000	0,8	-0,3	-0,2	20
2		100	0,5	0,0		9 999	0,4	-0,9	-0,9	
3		100	0,8	-0,3		9 999	0,4	-0,9	-0,6	
4		100	0,6	-0,1		9 999	0,8	-1,3	-1,2	
5		100	0,7	-0,2		9 999	0,6	-1,1	-0,9	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	67 %	67 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
100,0	100	0,6	-0,1						
200,0	200	0,6	-0,1	0,0	200	0,7	-0,2	-0,1	10
500,0	500	0,8	-0,3	-0,2	500	0,7	-0,2	-0,1	10
1 000,0	1 000	0,7	-0,2	-0,1	1 000	0,6	-0,1	0,0	10
2 000,0	2 000	0,7	-0,2	-0,1	2 000	0,6	-0,1	0,0	10
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,7	-0,2	-0,1	10
10 000,3	10 000	0,6	-0,4	-0,3	10 000	0,7	-0,5	-0,4	20
15 000,3	14 999	0,5	-1,3	-1,2	15 000	0,7	-0,5	-0,4	20
20 000,6	20 000	0,8	-0,9	-0,8	20 000	0,6	-0,7	-0,6	20
25 000,6	25 000	0,7	-0,8	-0,7	25 000	0,7	-0,8	-0,7	30
30 000,9	30 000	0,7	-1,1	-1,0	30 000	0,7	-1,1	-1,0	30

Donde:

I : Indicación de la balanza ΔL : Carga incrementada Eo : Error en cero
e.m.p. : Error máximo permitido E : Error encontrado Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R + 4,26 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{5,25 \times 10^{-1} \text{ kg}^2 + 2,38 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 30 000 g para una carga de valor nominal 30000 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-17255-2023

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión : 2023-12-04

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal.21 Mza. Z Lote. 34 Urb. Coopip Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PROCTOR MODIFICADO 6"

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° de Serie : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2023-04-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la Norma ASTM D-698

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,6 °C	26,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	54 % HR	53 % HR

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolas Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP :0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 METROIL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	L-1422-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MOLDE

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	152,40	152,11	-0,29	0,01
Altura	116,43	116,45	0,02	0,01

COLLAR

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	152,40	152,42	0,02	0,01
Altura	60,33	59,98	-0,35	0,01

PLACA BASE

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	200,00	199,80	-0,20	0,01
Altura	12,70	13,10	0,40	0,01

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17459 - 2023

PROFORMA : 5331B

Fecha de emisión : 2023 - 03 - 29

Página 1

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección CAL.21 MZA.Z LOTE.34 URB.COOPPIP - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PRENSA CBR
Marca No indica
Modelo MA - 75
N°de serie 156
Intervalo de indicación 0 - 5000 Kgf
Procedencia METROTEST
Identificación No indica
Fecha de Calibración 2023 - 03 - 21
Ubicación LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma

Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o Internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando el PIC 023
Procedimiento para la calibración de prensas, celdas y anillos de carga

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento

El presente documento carece de valor sin firma y sello



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

ANEXO 5: Tabla N°03, Tabla N°04, Tabla N°05, Tabla N°06.

Tabla 3. *Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural (P)*

ENSAYOS		CALICATA N°01
CONTENIDO DE HUMEDAD		7.8 %
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	30.00%
	Limite plástico	22.00%
	Índice de plasticidad	8.00%
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	CL -ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
	AASHTO	A-4 (6)
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	16.3%
	Densidad Máxima Seca (DMS)	1.843 g/cm ³
California Bearing Ratio (CBR)		8.6 %

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4. *Ensayo de Atterberg con la incorporación de CCA y PETR.*

	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
SUELO NATURAL (SN)	30.00%	22.00%	8.0%
SN+5% CCA + 5% PETR	29.00%	22.00%	7.0%
SN+10% CCA + 10% PETR	30.00%	22.00%	8.0%
SN+15% CCA + 15% PETR	30.00%	22.00%	8.0%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. *Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de Ceniza de Cáscara de arroz y PET reciclado.*

CALICATA N°01	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (OCH)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (MDS)
SUELO NATURAL (SN)	7.80%	1.843 gr/cm ³
SN+5% CCA + 5% PETR	6.3%	1.922 gr/cm ³
SN+10% CCA + 10% PETR	4.9%	1.947 gr/cm ³
SN+15% CCA + 15% PETR	3.4%	1.914 gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. *Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de CCA y PETR.*

CALICATA N°01	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) AL 95%	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) AL 100%
SUELO NATURAL (SN)	8.6%	10.9%
SN+5% CCA + 5% PETR	25.8%	31.0%
SN+10% CCA + 10% PETR	32.3%	38.6%
SN+15% CCA + 15% PETR	35.6%	42.2%

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 6: MAPAS Y PLANOS

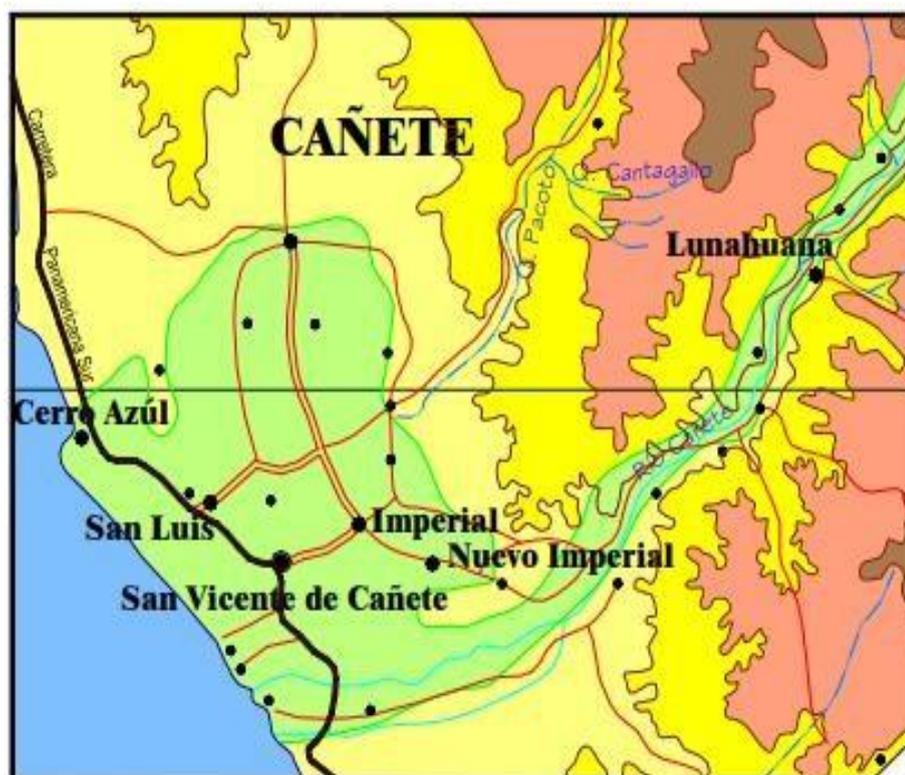
**PROGRAMA DE CIUDADES
SOSTENIBLES PRIMERA ETAPA**



CIUDADES DE LA PROVINCIA DE CAÑETE:

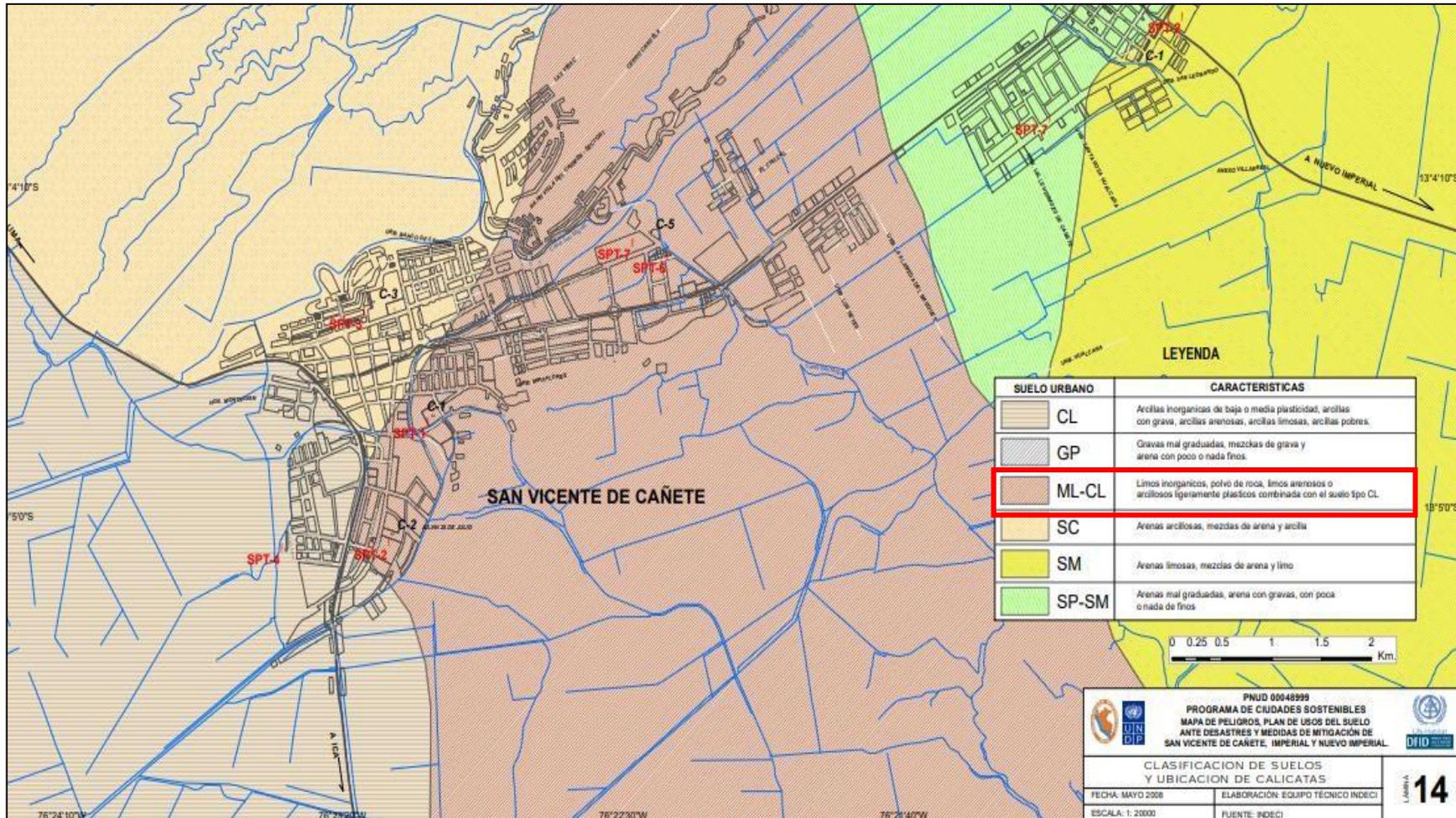
San Vicente
Cerro Azul
San Luis

Imperial
Nuevo Imperial
Lunahuaná

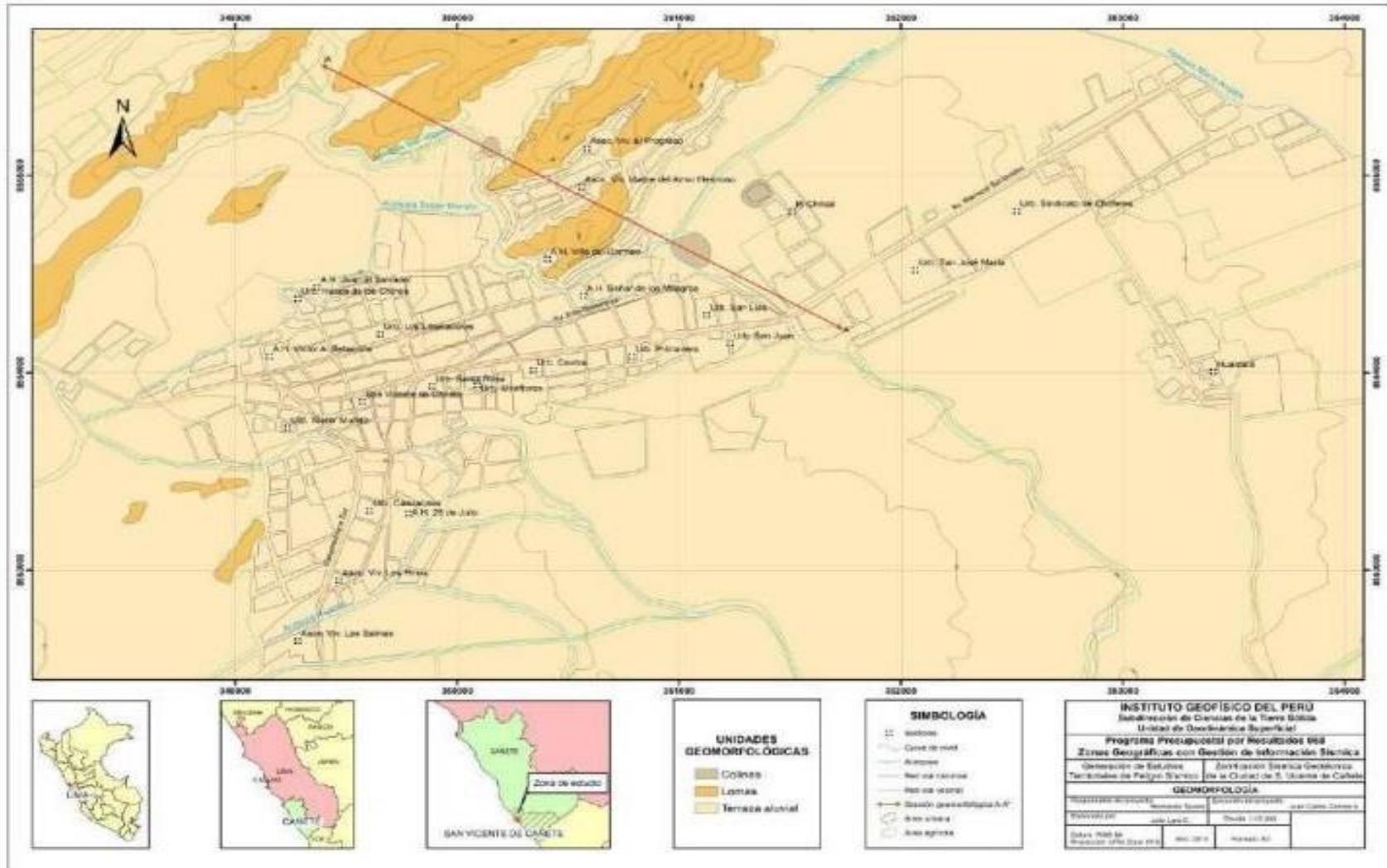


**MAPA DE PELIGROS, PLAN DE USOS DEL SUELO Y PROPUESTA
DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS
POR LOS DESASTRES NATURALES
DE LAS CIUDADES DE LA PROVINCIA DE CAÑETE**

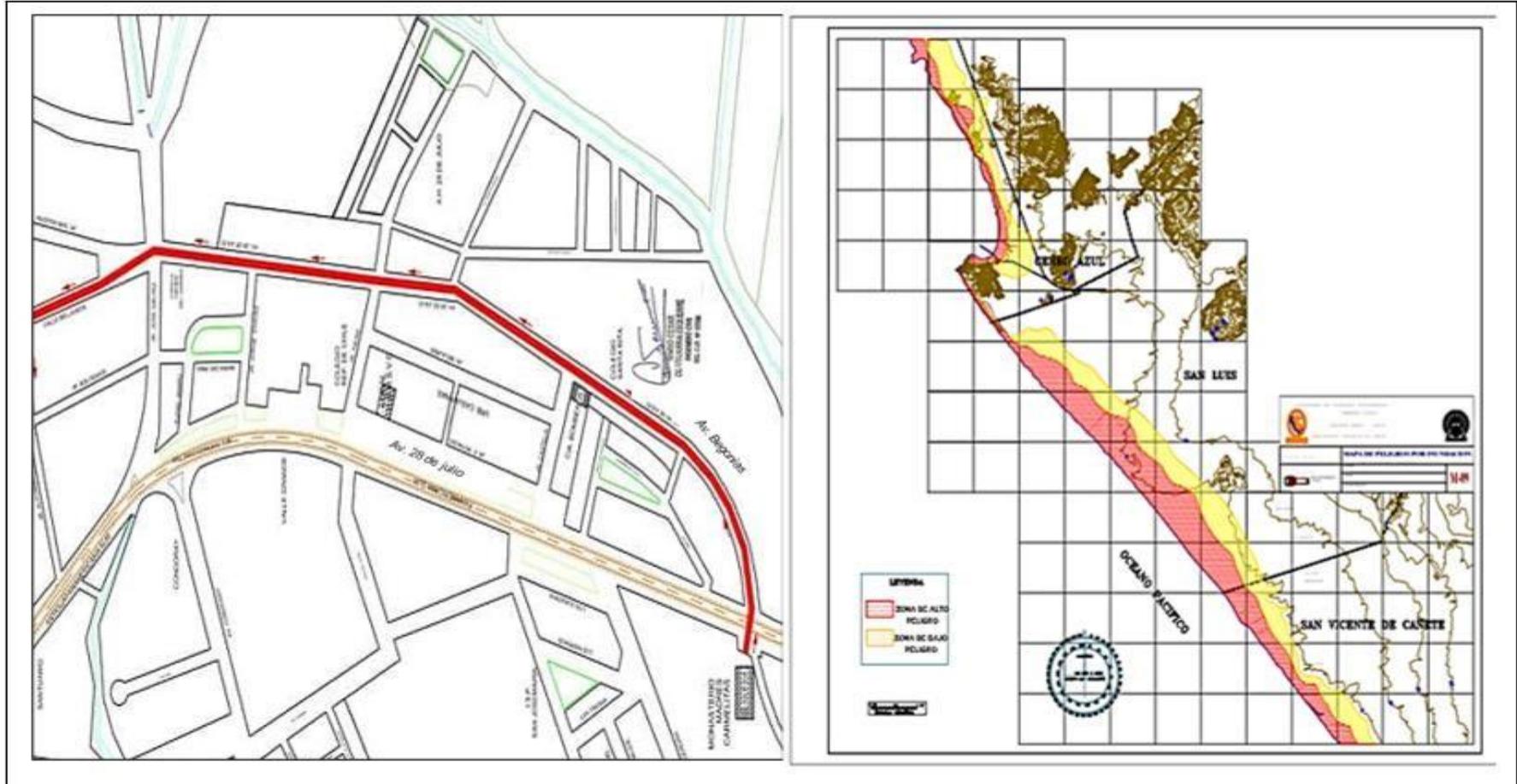
CLASIFICACIÓN DE SUELOS DEL DISTRITO DE SAN VICENTE DE CAÑETE



MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA CIUDAD DE SAN VICENTE DE CAÑETE



PLANOS



CÁLCULO DEL IMDA

FORMATO RESUMEN SEMANAL																	
ESTUDIO DE TRAFICO																	
HORA	AUTO	CAMIONETAS		BUS		CAMION				SEMI TRAYLER						TOTAL	VEH/DIA
		PICK UP	MICRO	B2	B4-1	C4	C2RB2	C3	C3RB2	T2S1	T2S2	T2S3	T3Se2	T3Se3	T3S2S2		
DIAS																	
JUEVES	400	142	100	120	45	122	48	50	36	14	25	12	20	28	22	1184	VEH/DIA
VIERNES	399	139	135	110	31	125	20	55	41	13	23	18	19	30	20	1178	VEH/DIA
SÁBADO	300	140	150	105	22	120	49	30	28	14	25	15	15	40	25	1078	VEH/DIA
DOMINGO	340	160	110	80	38	100	40	40	38	9	28	18	25	27	20	1073	VEH/DIA
LUNES	320	185	120	95	42	110	48	60	45	38	50	39	24	58	55	1289	VEH/DIA
MARTES	395	160	115	65	39	115	45	58	54	25	55	10	25	50	35	1246	VEH/DIA
MIÉRCOLES	402	200	205	198	195	192	25	25	50	19	58	22	40	37	32	1700	VEH/DIA
PROMEDIO TOTAL	365.14	142	134	110	59	126	39	45	42	19	38	19	24	39	30	1231	VEH/DIA

DATOS	
n (diseño)	10
n (est. + ejec.)	3
Fe %	1.036
r %	3

139.000

140

160

185

160

200

V_i

AGO. 2023

1250 Veh/Dia

→ IMDS

2024

1263 Veh/Dia

→ IMDA

2025

1339.6 Veh/Dia

MARTES	1246
MIÉRCOLES	1700
JUEVES	1184
VIERNES	1178
SABADO	1078
DOMINGO	1073
LUNES	1289

Fe %	1
r %	0.03
n°	3

$B = A(1+r)^n - 1$

MARIO CESAR CORTAVARRIA ESQUERRE
INGENIERO CIVIL
REG. C.A.P. N° 11258

ANEXO 7: FOTOGRAFÍAS



Calicata – 01



Calicata - 02



Calicata – 03



Muestra de las 3 calicatas

Fuente: Elaboración propia.



PET RECICLADO



CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ



Fuente: Elaboración propia.