



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de la cachaza de caña de azúcar en la trocha carrozable
del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Rios Portocarrero, Jean Pool (orcid.org/0000-0002-7745-2801)

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

La presente investigación realizada es dedicada en primer lugar a Dios por ser nuestra fortaleza de cada día, por ser nuestro guía y brindarnos su amor incondicional. A nuestros padres por apoyarnos día tras día en el transcurso de nuestra carrera, mostrando que, con dedicación esmero y perseverancia y sobre todo responsabilidad desarrollamos un buen trabajo, logrando así alcanzar los objetivos que uno se propone en la vida, por ser nuestro ejemplo y nunca dejar de confiar en nosotros.

Agradecimiento

Ante todo, agradecer a todas las personas que me apoyaron familiares y amigos, en especial a mis padres por brindarnos la oportunidad de poder estudiar, por su apoyo incondicional y moral estando presentes en cada momento. Mi profundo agradecimiento la Universidad Cesar Vallejo por permitir que nos formemos como profesional y a todos los docentes que nos compartieron sus conocimientos y brindaron su apoyo en todo el proceso de esta linda carrera, a Dios por bendecirnos y protegernos, a nosotros mismos que con perseverancia estamos logrando nuestras metas.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA 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 cachaza de caña de azúcar en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa,2023.", cuyo autor es RIOS PORTOCARRERO JEAN POOL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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 11:46:33

Código documento Trilce: TRI - 0675982



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, RIOS PORTOCARRERO JEAN POOL 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 cachaza de caña de azúcar en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa,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 cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
RIOS PORTOCARRERO JEAN POOL DNI: 71051275 ORCID: 0000-0002-7745-2801	Firmado electrónicamente por: JRIOSPOR el 01-12- 2023 17:51:03

Código documento Trilce: INV - 1441910

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iii
Declaratoria de autenticidad del autor.....	iv
Índice de Contenidos	v
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	12
3.2. Variables y Operacionalización	13
3.3. Población, Muestra y Muestro	14
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Métodos de Análisis de datos	19
3.7. Aspectos Éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS	42

Índice De Tablas

Tabla 1. Cuadro de calicatas con resultados más desfavorables.....	15
Tabla 2. Escala de medición para la muestra del estudio	16
Tabla 3. Ensayos de laboratorio	18
Tabla 4. <i>Tabla de clasificación de suelos de calicata-1</i>	24
Tabla 5. Ensayo Proctor con incorporación de cachaza de caña de azúcar..	31
Tabla 6. Ensayo CBR con incorporación de cachaza de caña de azúcar	32
Tabla 7. Ensayo de Límites de Consistencia con incorporación de cachaza de caña de azúcar.....	32

Índice de Gráficos y Figuras

Figura 1. Imagen número de calicatas para exploración de suelos	15
Figura 2. Imagen número de ensayos CBR	16
Figura 3. Mapa del Perú	20
Figura 4. Mapa de la ciudad de Pucallpa	20
Figura 5. Localización del Jr. Virgen de Guadalupe	20
Figura 6. Calicata 1	21
Figura 7. Calicata 2	21
Figura 8. Calicata 3	22
Figura 9. Ensayo granulométrico por tamizado de la calicata -1	23
Figura 10. Gráfico de Límite de consistencia de la muestra natural.....	24
Figura 11. Gráfico de óptimo contenido de humedad inicial.....	25
Figura 12. Gráfico de Máxima densidad Seca inicial	26
Figura 13. Ensayo Proctor Modificado con incorporación de cachaza de caña azúcar	28
Figura 14. Ensayo Proctor Modificado	28
Figura 15. Gráfico de Optimo contenido de humedad con incorporación de cachaza de caña de azúcar	29
Figura 16. Gráfico de máxima densidad seca con incorporación de CCA	29
Figura 17. Ensayo CBR con incorporación de CCA.....	30
Figura 18. Ensayo de CBR con incorporación de CCA	29
Figura 19. Gráfico de CBR con la incorporación de cachaza de CCA	31
Figura 20. Ensayo Granulométrico.....	32
Figura 21. Gráfico de ensayo de Límites de attemberg con incorporación de cachaza de caña de azúcar	33

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo general evaluar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en las propiedades de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023. Estableciéndose realizar los 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, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar la cachaza de caña de azúcar en 10%, 20% y 30% fueron: el primer objetivo específico fue la de determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en el porcentaje de Proctor modificado en la trocha carrozable, lo cual no tuvo un buen resultado, dado que la máxima densidad seca fue disminuyendo desde un 1.709 gr/cm³ a un 1.672 gr/cm³ adicionando la dosificación de la cachaza de caña de azúcar. El segundo objetivo específico fue la determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar mediante el CBR, lo cual este ensayo resultó beneficioso puesto que el CBR inicial fue de 8.9%, logrando aumentar hasta un 22.2% adicionando la cachaza de caña de azúcar. Y el tercer objetivo específico fue la de determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en el índice de plasticidad, este ensayo resultó excelente, puesto que logro disminuir el porcentaje de plasticidad a 0, desde un 6% llegando a ser no plástico.

Palabras Claves: Trocha Carrozable, proctor modificado, límites de attemberg

ABSTRACT

The general objective of this research is to evaluate the influence of sugar cane cachaza on the properties of the Jr. Virgen de Guadalupe road, Pucallpa, 2023. It is established to carry 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 sugar cane cachaça at 10%, 20% and 30% were: the first specific objective was to determine the influence of sugar cane cachaça on the modified Proctor percentage in the vehicle track, which did not have a good result, given that the maximum dry density decreased from 1,709 gr/cm³ to 1,672 gr/cm³ by adding the dosage of sugar cane cachaça. The second specific objective was to determine the influence of the sugarcane cachaça through the CBR, which this test was beneficial since the initial CBR was 8.9%, increasing to 22.2% by adding the sugarcane cachaça. And the third specific objective was to determine the influence of sugar cane cachaça on the plasticity index. This test was excellent, since it managed to reduce the percentage of plasticity to 0, from 6%, becoming non-plastic.

Keywords: vehicle track, modified proctor, atterberg limits

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las industrias relacionadas al ámbito de la construcción se encuentran comprometidas con la naturaleza y afín de evitar mayores daños a la subrasante, se identificó fallas en la rasante y subbase como: erosiones, fallas por corte, por desplazamiento del material de manera lateral, estos problemas geológicos fueron provocados por las constantes lluvias producto de ello la filtración del agua hacia el subsuelo. A nivel mundial, existieron varios métodos de estabilización de suelo dependiendo de las características y usos, los cuales conllevaron a realizar estudios profundos en caso sea necesario la compatibilidad de frecuencias de uso y la importancia que representa. En distintos países como: Ecuador, Colombia y Brasil se optó por utilizar elementos naturales capaces de estabilizar la subrasante de forma exitosa. De esta manera se buscó elevar el porcentaje de Proctor Modificado, elevar el porcentaje de CBR y disminuir el índice de plasticidad. Es importante recalcar que, los daños que se produjeron en las vías de acceso, sean corregidos lo más antes posible, puesto que pudo haber ocasionado problemas superiores afectando a los habitantes. Para esto se aplicaron cal viva mezclado con cemento portland puzolánico, algunos forrajes de animales con alta resistencia a la humedad y las cenizas de cáscara de arroz.

En el ámbito nacional, la estabilización del suelo en nuestro país (Perú) se realizó como una actividad conjunta que se desarrolla desde años atrás de manera que se obtuvo los caminos o trochas con mejor estabilidad de suelo brindando un rendimiento de recorrido vial aceptable generando confort y calidad de viaje a los beneficiarios. En los departamentos del centro y sur como Pasco, Huancayo y Cajamarca se llevó a cabo estudios de estabilización de trochas carrozables porque el clima deterioró la vía por ello generan estudios de investigación utilizando, ceniza cáscara de papa, utilizan cáscaras de trigo y jugo de caña de azúcar otros productos comunes los cuales cumplen la función de estabilización, pero en ocasiones solo tienen un periodo de duración.

El Jr. Virgen de Guadalupe ubicado de la ciudad de Pucallpa se encuentra situado en el oriente al centro Norte del país específicamente a las orillas del Rio Ucayali en el llano amazónico específicamente a 154 m s. n. m. con una superficie de 29

km². La ciudad de Pucallpa se encuentra en un sistema de desarrollo según al censo que se llevó a cabo por el INEI en el 2017 resultó de 326,040 ciudadanos, la tasa de crecimiento es de 1.8% es aquella ciudad compuesta por sus 3 distritos que ocupan gran extensión de territorio.

De acuerdo a los parámetros de los estudios anteriores se observó que posee un tipo de suelo es arcilloso y poseen la superficie de desnivelada con fallas físicas evidentes en estado poco adecuado (mal estado) que generó deterioro a los vehículos que transitan por la zona transportando personal y productos, entonces se propuso la alternativa de solución colocando en la trocha la cachaza o bagazo de caña de azúcar con ciertas proporciones indagadas para realizar estudios de compactación que evidencien la estabilización de la trocha mejorando los problemas que acontecen de manera que la influencia del producto a adicionar en la estabilidad sea oportuno para mantener una vía de tránsito vehicular óptimo.

Formulación del problema, varias vía vehiculares se encuentran en estado de deterioro a falta de mantenimiento generando inestabilidad del suelo por las constantes fallas sufridas a raíz de cambios climáticos bruscos, así mismo la observar en gestiones continuas los mantenimientos realizados por las instituciones públicas poseen un tiempo promedio no mayor a 1 años de vida útil entonces ante este requerimiento planteamos posibles soluciones para mantener la estabilización de trochas carrozables incluyendo un material seco aportando resultados óptimos para elevar el porcentaje de Proctor modificado, aumentar el CBR, y disminuir el índice de plasticidad.

Problema general: ¿De qué manera la cachaza de caña de azúcar influye en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023? Problema específico de la investigación son: ¿Cuánto influye la cachaza de caña de azúcar en el Proctor modificado de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023? ¿Cuánto influye la cachaza de caña de azúcar mediante el CBR de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023? ¿Cuánto influye la cachaza de caña de azúcar en el índice de plasticidad de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023?

Justificación de la investigación, la investigación se justificó porque imposibilita el acceso de los vehículos pesados, la inestabilidad de suelo y erosiones de gran

magnitud puede coaccionar accidentes con los vehículos menores y económicas entonces la trocha carrozable Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa es una vía principal para trasladar a las personas o usuarios a las parcelas de cultivo los cuales trasladan su cosecha productiva. La mejora de la estabilización de trocha facilitará el tiempo de llegada en un menor tiempo, evitará el deterioro frecuente de los vehículos que transitan la zona con frecuencia, podrán acceder todos los vehículos sin restricciones. De 4 justificaciones: Justificación Teórica, en referencia a la variable independiente Cachaza de la caña de azúcar se señala que “[...] es un producto que posee un contenido de sacarosa aproximadamente de 21% el permite mantener firme a los productos

que se adiciona como una especie de pegamento. También es posible la sustitución del acetato de calcio para encontrar cantidad requeridas de aproximadamente 7.03 gramos de cal. [...]” [1] (Castro, Rodríguez y Vega-posada 2021) . Respecto a la variable dependiente de la trocha carrozable “[...] definición teórica de trocha carrozable [...]” [2] (Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2015). Es el camino por donde la circulación frecuente de vehículos se realiza con menor frecuencia por ello es considerado como camino de bajo tránsito y el movimiento de tierra también es mínimo se realiza con una sección transversal el cual permite el paso de un solo vehículo.

Justificación técnica, en la presente investigación a desarrollar fue propuesto usar la cachaza de la caña de azúcar en porciones de 10%, 20% y 30% en relación al peso del material de manera que podremos analizar la influencia en la estabilización del suelo para ello primero realizaremos nivelación de suelo luego adicionaremos la cachaza y posteriormente un material ligante como el afirmado par mantener la compactación adherida a la cachaza y funcionara como filtro evitando las emociones de suelo. Justificación Social, el siguiente Proyecto va beneficiar a los habitantes de la ciudad que se trasladen por la zona Jr. Virgen de Guadalupe sin ningún inconveniente porque mantendrá una vía completamente estructurada, estabilizada y sin erosiones que generen desbalance o desequilibrio de los vehículos que transitan con frecuencia. Justificación económica, con nuestro proyecto pretendemos economizar costos por mantenimiento de la vía puesto que la vía sufre constante erosión por el porcentaje de almacenamiento de agua que

ejerce sobre el suelo y la fricción constante de las rodaduras de los vehículos hacen que estos generen fallas físicas en la estabilización.

Hipótesis general: La incorporación de la cachaza de caña de azúcar en 10%, 20% y 30% mejora la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023. Las hipótesis específicas de la investigación son: La cachaza de caña de azúcar aumenta el porcentaje de Proctor modificado de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023. La cachaza de caña de azúcar incrementa el CBR evalúa la compactación de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023. La cachaza de caña de azúcar disminuye el índice de plasticidad de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.

Objetivo general: Evaluar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en las propiedades de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023. Los objetivos específicos de esta investigación son: Determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en el porcentaje de Proctor modificado en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023. Encontrar la influencia de la cachaza de caña de azúcar mediante el CBR de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023. Determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en el índice de plasticidad de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Respecto a antecedentes internacionales en la presente investigación, según Almeida (2022), nos menciona en su tesis del análisis de estabilización de suelos utilizando hormigón con mezcla de asfalto reciclado y ceniza del bagazo de caña del azúcar, tiene como objetivo general estudiar la estabilización de los suelos usando el hormigón asfáltico obtenido del reciclaje y ceniza del bagazo de la caña de azúcar, la metodología de la investigación es exploratorio descriptivo de tipo transversal y diseño experimental donde la población y muestra es de 20 sujetos, los resultados obtenidos de la investigación es cumplir con el análisis planteado de acuerdo a los ensayos para ello se clasificó los suelos expansivos mediante el Proctor y CBR de manera que se obtiene resultados de plasticidad y al resultar menor al 4% no es considerado como material expansivo, en el tamiz 200 refiere a un 94% con densidad de 1,402kg/m³ con expansión de 6,5%.⁵ Según Ojeda, Mendoza & Baltazar (2019), en su tesis refiere que la influencia de adición de la ceniza del bagazo de caña de azúcar que permite medir la nueva resistencia a la compactación de un tipo de material granular, para ello plantea el objetivo principal es determinar la adecuada influencia donde se sustituye el CPC por CBCA en aquellas propiedades óptimas de la compactación mejorando las propiedades físicas y mecánicas, la metodología del proyecto mantiene un diseño experimental aplicado en su nivel de investigación y tipo transversal porque se desarrolla en un periodo de tiempo corto, concluye la investigación basado en resultados estadísticos y cálculos realizados mencionando que el 25% de sustitución de CPC por CBCA establecido para suelo granular específicamente arenoso porque presentó un adecuado desempeño en los ensayos de compactación, el comportamiento fue similar al cemento portland al 100% por ello mejora las propiedades mecánicas.⁶ Según Bardales, Prificación & Benites (2021), en su tesis donde realizó la estabilización del suelo adicionando cenizas de la cascara de café arábica por ello plantea el objetivo general para descubrir la dosificación de estabilización de los suelos cohesivos con la adecuada incorporación del eco fertilizante, la metodología de la investigación fue aplicada porque propone alternativas de estabilización de acuerdo a proporciones de adición, el tipo es transversal de diseño experimental cuantitativo porque recoge datos para responder la propuesta, los resultados de la investigación no poseen un impacto negativo pero los cambios en volumen de los suelos se adhiere y el peso

específico es de 1,079 gr/cc; basado en una proporción de 10%, 15%, 20% y 25% de tal manera que examinando los resultados de CBR resulta 95% y las calicatas mejoran consecuentemente.⁷

A nivel Internacional tenemos, según Speratti et al. (2021), In his thesis, he determines the addition of a sugar cane filter to improve the soil in order to maintain a soil stabilization response allowing continuous improvement. The research methodology has an experimental design of a quantitative type and an applied level; the population and sample is the trocha carriable. The results have the pyrolysis of sugar by means of a temperature of 600 ° C to maintain a balance of potential levels in a way that stabilizes the unpaved soil.⁸ Sagun Hidalgo et al. (2023), In his thesis, he proposes to find the stabilization of clayey soil for the subgrade using ceiza from rice husks and ash from sugarcane bagasse, for this reason he proposes the main objective where they maintain a situation of substitute aggregates of 5%, 7.5% and 10%, the research methodology has an experimental design, of a quantitative type and applied level where the population and sample are related to the streets or trails exposed to high traffic, the results of the research are represented by a growing trend of results where the best CBR of 33.76% is obtained with the replacement mixtures of the product at 5%.⁹ Según Talekar y Joshi (2022) In his thesis, trying to demonstrate the stabilization of the soil through the use of calcined material such as sugar cane bagazo ash, for this purpose, through the main objective, to determine the pozeolanic properties and also silica, as well as some compounds that accompany the process, the methodology of the investigation is that applied dynamic part according to a quantitative level, the design of the investigation is experimental, the result of the investigation is to financially improve the characteristics of the design process to maintain soil stabilization, managing to establish the characteristics together with the preservatives of the mechanical process.¹⁰

A nivel Nacional tenemos, según Ricra (2022), con su tesis donde propone adicionar la ceniza de caña de azúcar para mejorar la estabilización de suelos mantiene un objetivo principal para establecer la influencia de la adición del producto “ceniza de la caña de azúcar” para mantener la estabilización del suelo, la metodología de la investigación es aplicada, de nivel experimental y tipo cuantitativa donde la población y muestra son los tipos de suelos de la ciudad San

Ramón. Los resultados demuestran las propiedades físicas del suelo el cual permite mantener identificado el tipo de suelo según lo que indica la clasificación basada en el SUCS y según AASHTO se estima como la subrasante de excelente clasificación según el MCT (Miniatura Compacta Tropical) la humedad calculada fue de 14,80% el cual se encuentra bajo condiciones climáticas. ¹¹ Según Zambrano (2022), con su tesis permite la capacidad comparativo porque soporta el nivel de alcalinidad de la subrasante y la compactación mejora luego de adicionar ceniza de *Saccharum Officinarum* por ello plantea el objetivo general para comparar aquella influencia con la capacidad donde soporta el nivel de subrasante de los suelos arcillosos, la metodología de la investigación posee un diseño experimental de tipo cuantitativo donde la población y muestra son las calles del asentamiento humano, los resultados del estudio influyen en la resistencia a la compactación por lo tanto a la estabilización demostrando mejoras positivas de acuerdo a los porcentajes de adición obteniendo el valor de CBR de 1,33% el cual es considerada por el MTC como pobre. ¹² Según Castillo (2022), con su tesis propuesto el uso de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar para estabilizar la base de la trocha plantea el objetivo general de determinar la diferencia de las medidas de acuerdo a los tratamientos para mejorar el suelo el cual permite la estabilización del suelo, asimismo la metodología de la investigación posee un diseño experimental de tipo cuantitativo realizado en un periodo de tiempo corto por ser transversal y de nivel aplicado donde la población y muestra es el tramo de acuerdo a las progresivas para estabilizar, los resultados fueron positivos porque mediante el ensayo de CBR se logra un 3% de SCBA logra eficazmente la estabilidad, para ello el análisis estadístico permite confirmar la hipótesis planteada mediante la prueba de Kruskal-Wallis comprobando la existencia significativa con el valor-P = 0.016 el cual es menor que el nivel de significancia de 5%.¹³

Artículo científico tenemos, según Castro, Rodríguez & Vega-posada (2021) en su artículo científico refiere a un estudio netamente de bioprecipitación induciendo material orgánico mejorando estructuralmente los bloques de tierra comprimida motivo por el cual plantea el objetivo principal pretendiendo esclarecer la mejora luego de la adición de al cachaza de la caña de azúcar entonces la metodología de la investigación posee un diseño experimental de tipo cuantitativo con nivel de aplicado de al manera que la población y muestra es finita puesto que est

plasmado en progresivas de camino vecinal, los resultados fueron de 74,6 Kpa en las probetas efectuadas, en otras probetas mejoraron las resistencias en 36,7% referente al control o patrón sin embargo evidencian los beneficios de usar las proporciones variables para llegar a obtener la mejor estabilización de suelos. ¹⁴

Según Millones, Muñoz & Villanueva (2023), en su artículo científico donde refiere el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para estabilizar el suelo es un tema innovador por ello plantea el objetivo principal de evaluar resultados sistemáticamente de manera que la aplicación del producto mejore las etapas y optimice el porcentaje de estabilización para una posterior pavimentación, el método usado es un análisis específico por ello el diseño es experimental de tipo cuantitativo realizado en un periodo de tiempo por ello es transaccional, la población y muestra de la investigación fueron las progresivas puesto que en cada intervalos realizaban las pruebas de CBR, los resultados fueron basados en estudios críticos por ello usó el método de estabilización donde se mejora considerablemente específicamente el suelo arcilloso obteniendo una compactación necesaria para la ejecución de pavimentación. ¹⁵ Según Córdova et al. (2018), con su artículo científico donde propone el uso de la ceniza de bagazo para aumentar la resistencia a la compresión del concreto donde la evaluación de las muestras determina las proporciones de adición, la metodología es experimental de tipo cuantitativa – transversal y el nivel es aplicado, el resultado de la investigación fue positivo porque alcanzó la resistencia del concreto de 210 kg/cm² en proporciones de 20 y 40 por ciento, asimismo el concreto con 20 por ciento de CBCA tuvo un mejor comportamiento en la resistencia de compresión a los 28 días, pero estuvieron por debajo de 59% puesto que el estándar es mayor. ¹⁶

Definición de la cachaza de caña de azúcar, según Segura (2021), “El producto es el residuo del proceso de una adecuada fabricación del azúcar a partir de su caña, por ello el remanente del tallo es extraído luego de escurrir el jugo azucarado la cual contiene glucosa, fosfato y otros químicos importantes para el consumo humano” así mismo el producto “cachaza” es usado de varias modalidades de acuerdo a la necesidad, cubriendo factores de supervivencia en algunos casos. (p.

34). ^[17] Según Salazar (2019), “Es aquel residuo de la materia prima quedando como desperdicio luego de la extracción del jugo de la caña de azúcar, este resto

contempla una variedad de fibras las cuales se usan en diversos productos de acuerdo a las necesidades en ocasiones para producir papel, siendo así que los países lo usan diariamente en grandes proporciones, en Argentina el uso de este producto es sumamente importante debido a la producción masiva de la industria textil y productos de usos cotidianos". Es importante enfatizar el producto también es utilizado como combustible para algunas calderas o en industrial de quema para funcionamiento de equipos con combustión a fuego abierto. (p. 54). [18]

Propiedades de la cachaza de caña de azúcar, la cachaza posee un alto contenido de fuente de energía la cual es llamada también carbono, nitrógeno, fósforo y varios nutrientes principales para las plantas, motivo por el cual se procesa una producción diferente manteniendo propiedades básicas para compostajes, sin embargo en la industria de la construcción se ejerce para mantener la firmeza de una estructura o recursos que conlleven mayor resistencia, teniendo como ejemplo; los adobes, tapias, quinchas, techos entre otros, puesto que son productos de fibra y mantiene adherencia en la composición de la fabricación cambien mantiene una estabilidad básica al momento de trabajar el producto. (p. 110) [19] También presenta alta absorción de residuos hídricos por su textura de esponjamiento o filtración, compone las acciones básicas para realizar filtraciones permitiendo mantener estable al solido que se procesa, además de ser un residuo industrial de azucareras son residuos de bajo costo o presupuesto por su alto valor calorífico pudiendo ser aprovechado hasta como consumo de algunos animales vacunos rumiantes, de otro modo también enfatizan en la generación de energía por su fácil combustión y en algunos procesos son usados para las limpiezas de aguas aceitosas o derrame de productos sobre aguas destinadas para otros usos. (p. 87) [20] Especificaciones básicas; es aquel detalle de cada producto donde de manera continua o disperso mantiene una orientación aleatoria, el porcentaje de absorción de humedad se encuentra en 78,5% y contenido de humedad de 12,1%, de resistencia posee 196.4 Mpa, así mismo el módulo de elasticidad es de 16,9 Gpa y una resistencia a la adherencia de 0,84 Mpa, los cuales incentiva a realizar pruebas en otros usos que favorezca o complementen el mejoramiento o mejora continua del proceso. (p. 123)

[21]

Propiedades físicas – químicas; son aquellas que resaltan para el uso en cualquier elemento necesario para la continuidad de operaciones y cuanto mejor propuesta mantenga será la más adecuada para el uso constante por ello evidencia una densidad de 0.12 g/cc, el porcentaje de humedad de 4%, 1,26% de ceniza, el rango de carbón fijo es de 28,7% y 30,7%, carbón 48,58%, hidrógeno 5,97%, oxígeno 38,94%, y nitrógeno 0,20%. Los cuales conforman las características para encaminar los procesos continuos de elaboración de algún producto puesto que la cachaza servirá de insumo o materia prima. (p. 67) [22]

Composición nutricional; es aquel espacio que proporciona servicios de valor agregado ofreciendo las herramientas donde los recursos e informaciones son clasificados; por ello en materia seca posee 95.5% de bagazo, materia orgánica 94,1%, proteínas 2,63%, calcio 5,6% y otros que complementen el porcentaje nutricional para los animales que consumen el producto. La caña de azúcar crece en un clima templado y cálido motivo por el cual las fábricas azucareras se encuentran situadas en zonas estratégicas para viabilizar la producción de siembra y procesamiento a la vez (p. 38) [23]

Variable dependiente: Trocha carrozable, la trocha carrozable es una vía principal para los pobladores porque unen ciudades, no necesariamente alcanza características geométricas de una carretería de gran magnitud pero permite la transpirabilidad vehicular para facilitar el transporte de productos agrícolas, o personas el cual contribuye al desarrollo económicos con la finalidad afianzar nexos comerciales accesibles y precios módicos en los mercados de abastos (p. 59) [24]

Asimismo se define también como el camino con menor proporción de medida a nivel de ancho o calzada de una carretera apertura da, en gran mayoría carece de señaléticas, los mantenimientos y también las reparaciones productos de averías causadas por el cambio del clima trayendo consigo derrumbes o desastres naturales que afecten la vía e impiden el transito regular de vehículos y personas son realizados por los pobladores de la zona, por ello mediante el apoyos de maquinarias organizándose proceden a intervenir de manera que la autoridad local se siente comprometido con el desarrollo económico de su pueblo. (p. 92) [25]

En los caminos vecinales o trocha carrozable se mide un área de influencia la cual corresponde al estudio por ello corresponde a un área geográfica de todo el

proyecto también incluye los anexos cercanos al pueblo donde se conectará con el distrito cercano y el uso del camino vecinal ser fluido y constante. (p. 103) ^[26] Realiza estudio de tráfico; para ello es necesario encuestar a los conductores y contar los vehículos que frecuentan la zona, así mismo se analiza la demanda actual y demanda proyectada con el objetivo de cumplir con las las necesidades y optimizar la fluencia de vehicular. El trazo de la trocha carrozable son realizados mediante progresivas para saber la distancia y avanzar los trabajos por tramos de igual manera se realiza los cálculos de pendientes apoyados de planos de perfil y sección, todo el sustento de costos se encuentra en el expediente técnico, sin embargo la mayoría de las obras pequeñas no cuentan con estudios y son realizados empíricamente trayendo consigo problemas futuros puesto que las curvas tienen un radio de giro demasiado cerrado o la pendiente es mayor a lo permitido, finalmente la reevaluación generan costos adicionales que perjudican a los pobladores porque el uso se encuentra restringido. Durante la ejecución del proyecto genera un impacto al medio ambiente porque se detalla el trazo y en ocasiones existen plantaciones agrícolas o silvestres las cuales no podrán ser renovadas porque la vía se encuentra en tránsito, también la contaminación del suelo por derrames de aceites y combustibles. (p. 74) ^[27]

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación, de acuerdo Monje (2017) contextualiza; la mayoría de los estudios es aplicada porque tiene con cumplir información a través de conocimientos a base de variables para detectar la problemática de la entidad. El tipo de investigación que se emplea fue aplicado ^[28] El estudio del proyecto a desarrollar es de tipo aplicada, porque busca que los conocimientos adquiridos durante la formación se pongan en práctica en el mejoramiento de subrasante con adición de cachaza de caña de azúcar, en base a los antecedentes se recopiló información con la finalidad de tomar decisiones adecuadas donde la compactación de la subrasante adicionado con porcentajes diferentes de cachaza, basado en los resultados que se obtendrán del laboratorio el cual se ajusta al incremento del CBR mitigando el contenido de humedad.

3.1.2. Diseño de investigación, según Hernández (2014) nos dice; La investigación presentó objetivos de la investigación donde el aspecto considera el problema planteado, donde las preguntas de investigación pretenden demostrar el cumplimiento del objetivo planteado, porque consiste en la observancia del grupo de estudio establecido y descubre los pasos para realizar y las ventajas que proporciona ^[29] En tal sentido, el proyecto consideró el diseño cuasiexperimental porque se manipulan intencionalmente las cantidades de la cachaza de caña de azúcar (10%, 20% y 30%) en la subrasante, con el fin de analizar minuciosamente las propiedades físicas y mecánicas, así mismo afirmamos que el tipo de terreno es limoso (arcilla) el cual se predefine por el investigador por ello se realizó el estudio de suelo con la finalidad de corroborar estos resultados y en cantidades específicas.

3.2. Variable y operacionalización

Variable Dependiente: cachaza de caña de azúcar

Definición conceptual, el producto es el residuo del proceso de una adecuada fabricación del azúcar a partir de su caña, por ello el remanente del tallo se extrajo luego de escurrir el jugo azucarado la cual contiene glucosa, fosfato y otros químicos importantes para el consumo humano (Segura, 2021, p.34) ^[30]

Definición operacional, es aquel residuo de la caña de azúcar luego de exprimir el jugo, en la propuesta se pretendió medir la dosificación, el CBR y también el índice de plasticidad puesto que se adiciona al material natural del suelo.

Dimensiones: Proctor Modificado, CBR, Índice de plasticidad

Indicadores de la dimensión 1: 10%, 20% y 30% Cachaza de caña de azúcar,

Indicadores de la dimensión 2: Contenido de humedad del suelo en estado natural.

Indicadores de la dimensión 3: límite de líquido y límite de plástico

Escala de Medición del indicador 1: Ensayo de Proctor modificado.

Escala de Medición del indicador 2: Ensayo de CBR.

Escala de Medición del indicador 3: Ensayo índice de plasticidad.

Variable Dependiente: trocha carrozable

Definición conceptual

La trocha carrozable es una vía principal para los pobladores porque unen ciudades, no necesariamente alcanza características geométricas de una carretería de gran magnitud, pero permite la transpirabilidad vehicular para facilitar el transporte de productos agrícolas o personas. (Meneses, 2020, p.

59) ^[31]

Definición operacional

Es una vía importante que conecta 2 pueblos para incrementar la comunicación y económica local por ello se inició trazando las progresivas de la trocha y el material ligante que se adiciona para la compactación.

Dimensiones: Progresivas de trocha, Material ligante (arcilla)

Indicadores de la dimensión 1: Cantidad de metros (0+000 a 0+020)

Indicadores de la dimensión 2: Volumen

Escala de Medición del indicador 1 y 2: Hojas de cálculo y planos

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población. Según Saavedra (2015) nos indica que, población se define mediante parámetros para mostrar la evidencia de resultados, por esto, es de suma interés determinar si la población es finita ^[32] (p. 26). Mejoramiento de la subrasante porque resalta el tipo de carretera o trocha carrozable esta carretera es de 3era clase, con un IMD<400 veh/día y el ancho mínimo de carril es de 3 m para cada carril. La población se encontró compuesta por un tramo de 3 km mínimo de subrasante, el cual contiene una calicata de 1.50 mt de profundidad para saber los resultados de los ensayos en base a las propiedades físicas y mecánicas el cual complementa el CBR de manera que se enfocara para hallar la capacidad portante y contenido de humedad el cual resulta de los distintos porcentajes de adición de la cachaza de caña de azúcar el cual es aplicado en la subrasante.

3.3.2 Muestra. Según Saavedra (2015) hace una mención que Se denomina muestra a un subconjunto de la población que representa todo el rango de la población. Esto también depende de si la población es finita. ^[33] Mejoramiento de Subrasante. Resaltamos que el tipo de carretera al ser de 3era clase posee un IMD<400 veh/día y el ancho mínimo de ambos carriles es de 6 según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), en el Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos indica la excavación de 06 calicatas en 2 km con una altura de 1.5m del nivel de subrasante así mismo es necesario realizar 01 ensayo de CBR por cada 1.5 km como mínimo ^[34] . Por lo tanto, la muestra será

de 2 km de subrasante de la trocha carrozable Jr. Virgen de Guadalupe ubicado de la ciudad de Pucallpa también se realizarán 04 ensayos de compresión, 04 CBR, ahí se realizará la clasificación de suelos de manera que se relaza los ensayos 04 Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico), de manera que se define las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Figura 1. Imagen Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

El cuadro se elige la calicata más desfavorable donde resultaría 100% arcilla.

Tabla 1 ver en anexo 5

Tipo de Carretera	Nº Mr 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 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr 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 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr 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"> • Cada 1 km se realizará un CBR
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 de Bajo Volumen de Tránsito: 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 2. Imagen de Número de Ensayos CBR

Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Tabla 2. Escala de medición para la muestra del estudio (VER TABLA EN ANEXO 5)

La muestra será de 2 km de subrasante en ello se realizarán las adiciones de la cachaza de caña de azúcar para realizar 01 Ensayo de Proctor modificado, 01 CBR y 01 Ensayo IP.

3.3.3. Muestreo. De acuerdo a Hernández et al., (2014) reforzar el concepto de muestreo mencionando, el cual es una relación de selección o selección que no es probabilística porque la selección de unidades se basa en los criterios de decisión de la tesis según la conveniencia o decisión conveniente de continuar con el procesamiento. ³⁵ El tipo de muestreo esta referido a un adecuado método de selección de la muestra motivo por el cual el muestreo en no probabilístico porque no depende de una determinada formula especifica de la estadística, sino de una alternativa del tesista por ello contempla el tipo de trocha carrozable y la conveniencia de la investigación el cual deriva de un desarrollo la cual depende únicamente del propio tesista.

3.3.4. Unidad de análisis. Se encuentran referidos a los elementos que poseen una característica en común los cuales son seleccionados de la población con el fin de conformar la muestra. Para la presente investigación abordada se encuentra conformada por aquellos ensayos de compresión, CBR y ensayo de plasticidad (Atterberg) donde se ha adicionado la cachaza de caña de azúcar en porcentajes de 10%, 20% y 30%.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de instrumentos de recolección de datos, según Sanchez (2017) nos dice que; con la ayuda de una correcta toma de decisiones, es posible elegir la adecuada tecnología para cumplir con los objetivos establecidos, sosteniendo siempre el vínculo con la naturaleza del objeto de la investigación, para ello el investigador desarrolla una teoría lógica.³⁶

La observación, al ser un método apropiado para la obtención de información, se basa en las principales cuestiones específicas identificadas, así mismo como las pruebas de hipótesis se desarrollan a través de pruebas específicas sustentadas en las normas y leyes aplicables para el ensayo de compactación o protector modificado NTP 339.141 Proctor Modificado (Rev 2014), CBR (NTP 339.145-CBR) y Límites de Atterberg NTP 339.129.1998 (revisada el 2019).

Instrumentos de recolección de datos. De acuerdo a, Hernández et al., (2014) afirma que es una medida adecuada para registrar datos observables los cuales son representativos de conceptos, luego el equipo que recopila los datos de campo cumple 2 requisitos principales de: confiabilidad y validez. (p. 44) ³⁷

Para la investigación planteada se realizan ensayo con la finalidad de obtener los resultados para es necesario lo siguiente:

- Observación
- Fichas de Laboratorio (Ver anexo)
- Ensayo

Confiabilidad, la confiabilidad desde un punto de vista positivista, es natural que las investigaciones proporcionen información más precisa y consistente recopilada por instrumentos, lo cual es necesario para hacer generalizaciones de los hallazgos resultantes del análisis de las variables de la investigación. Hurtado, (2012). Hernández et al., (2014) habla que el grado de precisión de una medición en el sentido de que si obtiene el mismo resultado cuando el instrumento se aplica repetidamente al mismo sujeto. (Pág. 262). En este estudio, la confiabilidad se refiere a la aplicación continua de la prueba bajo la investigación, que arroja resultados similares en proporciones de (10%, 20% y 30% de cachaza de caña de azúcar) brindando así la confiabilidad, los resultados se documentan con los certificados del laboratorio. Para ello los equipos no deben calibrarse durante 6 meses y el personal debe estar calificado por ingenieros civiles colegiados.

Validez, según Hernández et al., (2014) dice que; La validez se habla del grado en que se miden ciertas variables utilizadas en un estudio, así como a los métodos técnicos de medición definidos para su uso en instrumentos válidos. 38 Hurtado, (2012) se refiere a la capacidad neta de un dispositivo para cuantificar o dar cuenta de manera significativa y adecuada de una función para la medición precisa prevista. El motivo de validar el dispositivo es que fue diseñado para brindar una cuantificación importante de los valores encontrados, con un diseño básico que permite una medición adecuada, el cual debe ser validado por expertos con experiencia que al menos publiquen artículos científicos publicados. 39

En nuestra investigación la validez está respaldado por los equipos utilizados y verificados por de expertos en el ámbito de la infraestructura vial netamente en carreteras, donde la principal responsabilidad ser de aprobar el contenido del instrumento (10%, 20%, 30%) a usar en la investigación, manteniéndose sujeta por las normas ASTM y NTP adecuadas para los ensayo.

3.5 Procedimientos.

La excavación de las calicatas a realizar para extraer muestras de suelo son realizados en el lugar a intervenir, estas calicatas se mantendrán en la profundidad de 1.5 m del sin el de subrasante con la finalidad de mantener una adecuada evaluación de los resultados, de esa manera se pone como prioridad los números de ensayos y la cantidad de calicatas a realizarse en la toma de muestra de los estratos significativos, luego esta muestra serán transportados a una laboratorio de suelos de tal manera que la mezcla de muestra patrón N y las adiciones (10%, 20% y 30% de cachaza de caña de azúcar). en proporciones se encontrarán sometidos a ensayos Ensayo índice de plasticidad. (Atterberg), Ensayo de Clasificación de Suelos, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo de CBR, según ASTM y las NTP.

3.6 Método de análisis de datos.

De acuerdo a Rodríguez (2021), define que es aquella elección de los datos que se llevará acabo basado en la observación directa mediante ello se señalarán los puntos adecuados, necesarios para encontrar resultados y realizar las hipótesis. Para la selección de datos, se llevará a cabo mediante una observación directa de las fosas ya que esto permitirá al evaluador analizar cada prueba de suelo ensayado en el laboratorio, tomando las notas correspondientes a los resultados necesarios para realizar las hipótesis, contrastar y cumplir con los objetivos específicos.

3.7 Aspectos éticos.

En nuestra investigación se presta especial atención a los principios éticos de los profesionales a través de las normas éticas que firman como profesionales, y al mismo tiempo a las normas éticas de la institución. En esta parte se exponen todas las prácticas donde se ubican los principios de la investigación, el principio de ética, el principio de confiabilidad y también el principio de autenticidad, debido a que la bibliografía utilizada son fuentes confiables, por lo que se aplican a través de autores de apoyo. fundamentos teóricos; La información recopilada no será divulgada porque sólo será utilizada para el siguiente proyecto de investigación, que está avalado por la Ley de Datos Personales 29733, que afirma la información industrial confidencial.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Influencia de la cachaza de caña de azúcar en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023

Ubicación:

Departamento : Ucayali Provincia : Coronel Portillo

Distrito : Callería

Ubicación : Jr. Virgen de Guadalupe



Figura N°03: MapadelPerú

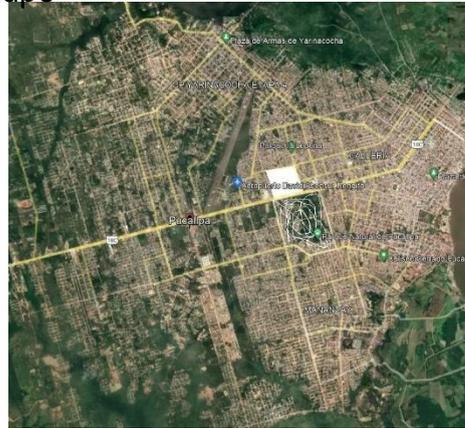


Figura N°04: Mapa de la ciudad de

Pucallpa

Fuente: Google Earth.

Fuente: Google Earth

Ubicación:



Figura N° 05: Ubicación del Jr. Virgen de Guadalupe,

Pucallpa

Fuente: Google Maps.

El ensayo se hizo en el Jr. Virgen de Guadalupe, donde se realizó 3 calicatas en las ubicaciones siguientes:

Datos: Calicata -1:

Progresiva: 6 + 500 kilómetros

Altura: 1.50 m

Medidas: 1 x 1.00 m

Lado: Izquierdo



Figura 06: Calicata -1

Fuente: Elaboración propia

Datos: Calicata -2:

Progresiva: 7 + 000 kilómetros

Altura: 1.50 m

Medidas: 1 x 0.90 m

Lado: Izquierdo



Figura 07: Calicata -2

Fuente: Elaboración propia.

Datos Calicata -3

Progresiva: 7+500

kilómetros

Altura: 1.50 m

Medidas 1.00 x 0.90 m

Lado: izquierda



Figura 08: Calicata -3

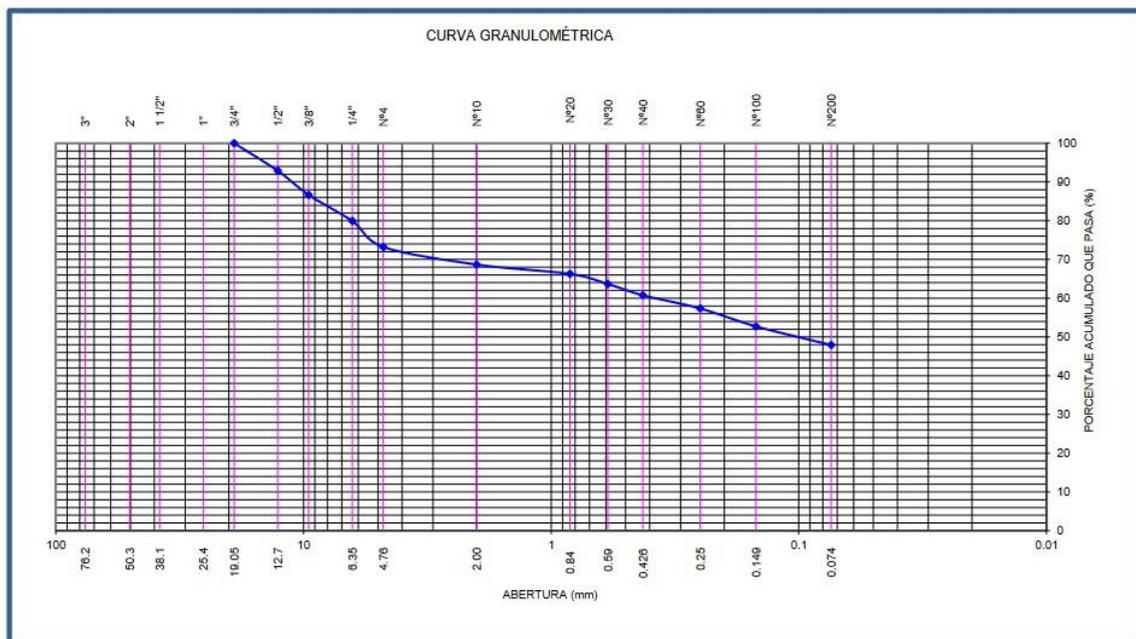
Fuente: Elaboración

Propia.

Ensayos en Laboratorio

Se hizo 3 calicatas en distintas progresivas, puesto que el Manual de Carretera en la sección de suelos y pavimentos, nos menciona que la trocha posee una baja transitibilidad, por ende se realiza tres calicatas por cada km, por ello que, se prosiguió a realizar tres ensayos de granulometría para detectar el terreno más dañado y de esa manera llevar a cabo los ensayos para su progreso con los biopolímeros.

Figura N° 09 Ensayo Granulométrico por tamizado de la calicata-
1.



Fuente: Elaboración propia.

Luego de la prueba de tamizado granulométrico podemos observar que el 47.9% paso del material obtenido con la calicata 1 pasa por el tamiz no. 200. Es un material que contiene una pequeña cantidad de polvo fino y un 25.3% pasa por el tamiz No. 200 se considera material arenoso y este último tiene un 26.8% de grava. Basado en la muestra de la trocha del Jr. Virgen de Guadalupe la muestra se puede comprobar que es Limo arcilloso de baja plasticidad (GM) según la clasificación SUCS del laboratorio (GEOTEC JSB SAC) y es parte del grupo A-6-3 según la clasificación AASHTO.

EN CONCLUSIÓN, Según la tabla N° 4 del Anexo 5 nos indica que los efectos de los ensayos de calicatas ejecutadas en el Jr. Virgen de Guadalupe, la calicata 1 es la más prospera. Estas calicatas se sometieron a los ensayos de IP, obtenidos por Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, llevando dentro del suelo natural.

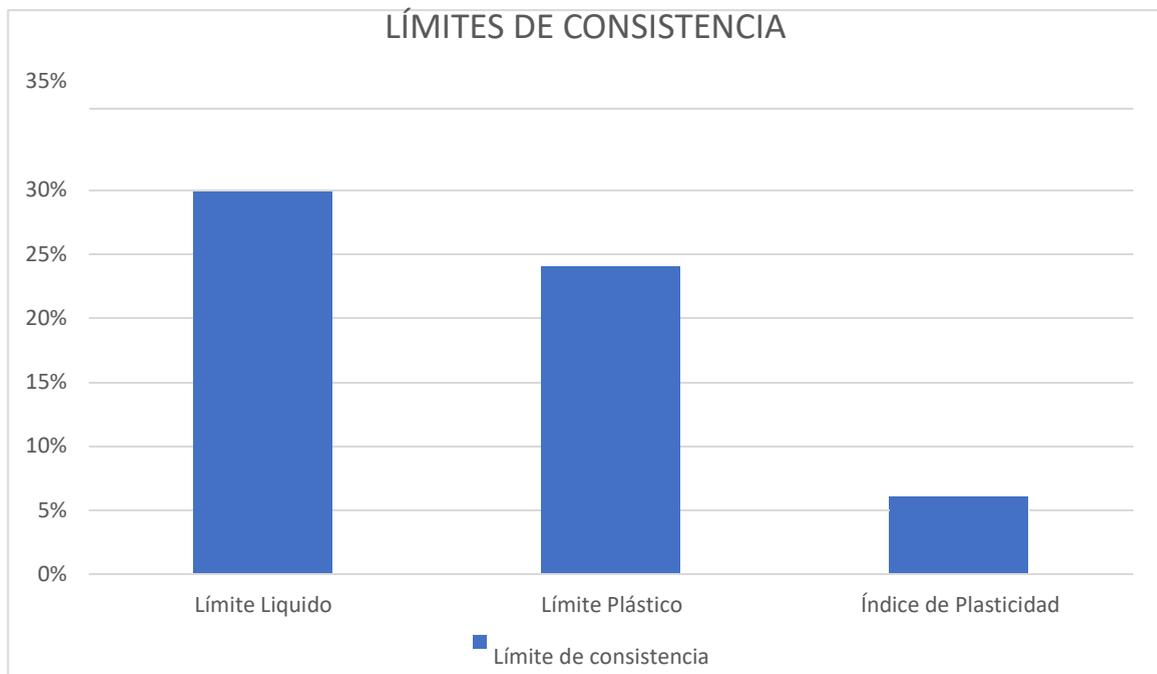
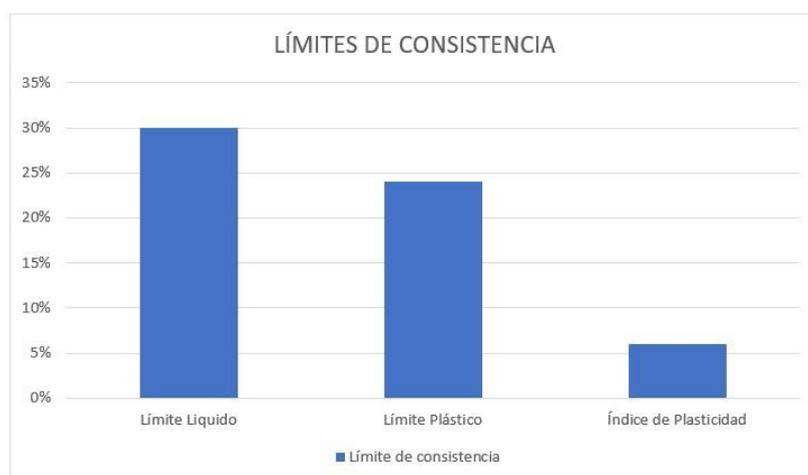


Figura N° 10. Gráfico del límite de consistencia de la muestra natural.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - Según las observaciones, el C.H de la calicata N° 01 de la muestra natural es de 5.4 %, un L.L de 30.0%, L.P es de 24.00 % y un Índice de plasticidad es del 6.0%.

Muestra del suelo natural es limo arcilloso de baja plasticidad confirmado como resultado de la prueba que se realizó, ya que el límite líquido es menos de 50 %, esto debido al alto porcentaje de humedad, por que al estar en el horno con la temperatura de 110 +/- 5°C la muestra presentó una gran variedad.

Figura N° 11. Gráfico de Óptimo Contenido de Humedad inicial



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - La muestra natural se sometió a realizar el ensayo de Proctor modificado y dio como resultado un contenido de humedad del 14.8%

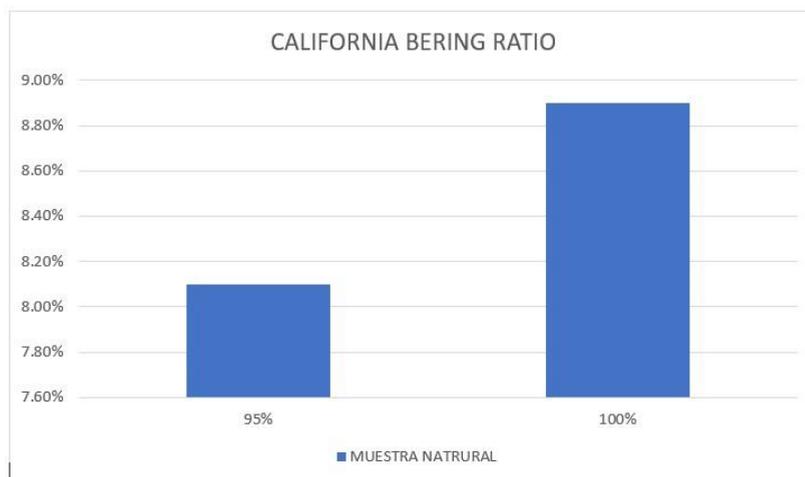
Figura N° 12. Gráfico de Máxima Densidad Seca de la muestra inicial



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - La MDS de la muestra natural se logró mediante una prueba de proctor modificado, midiendo un 1.709 gr/cm³

Figura N°15: Gráfico del (CBR) de la muestra Natural



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación. – El (CBR) se realizó a una muestra de suelo natural con una densidad de 1,609 g/cm³ y un contenido de humedad del 14.8%. La saturación de la muestra del patrón nos permitió medir su resistencia a 0.1" de penetración, indicando un CBR de 95% un 8.1% y un CBR de 100% un 8.9%. Como

resultado, la base del camino es un suelo muy pobre.

1er Objetivo

Determinar la influencia de las cenizas de caña **en un 10%, 20%, 30% para evaluar** en el Proctor Modificado de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.

Reseña 2: PROCTOR MODIFICADO

El ensayo de Proctor Modificado consiste en hallar el Óptimo Contenido de Humedad (OPH) y la Máxima Densidad Seca (MDS) para poder hallar la curva Proctor y así poder tener una determinada energía de compactación. Este ensayo tiene tres beneficios, el primero es que reduce la compresibilidad, el segundo es la resistencia al corte y por último disminuye la permeabilidad, este ensayo de compactación se realiza en Suelo Natural (SN) y luego con la combinación del SN +10%, 20% y 30% de Cachaza de caña de azúcar y poder determinar la influencia de estos biopolímeros.

Figura N° 13: Ensayo de Proctor modificado incorporación de la cachaza de caña de azúcar



Fuente: Elaboración propia

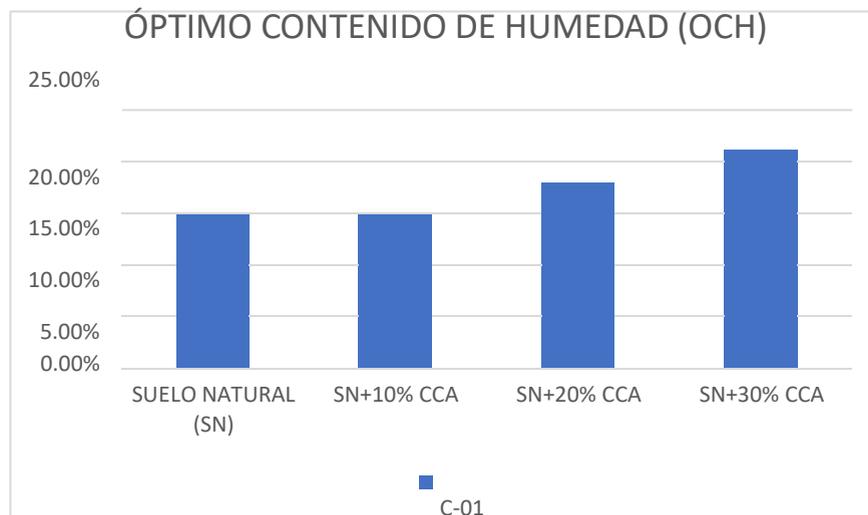
Figura N° 14: Ensayo de Proctor modificado.



Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N° 02, el (OCH) y (MDS), nos indica que al añadir la cachaza de caña de azúcar, así mismo se tiene los resultados siguientes que se puede ver en el gráfico.

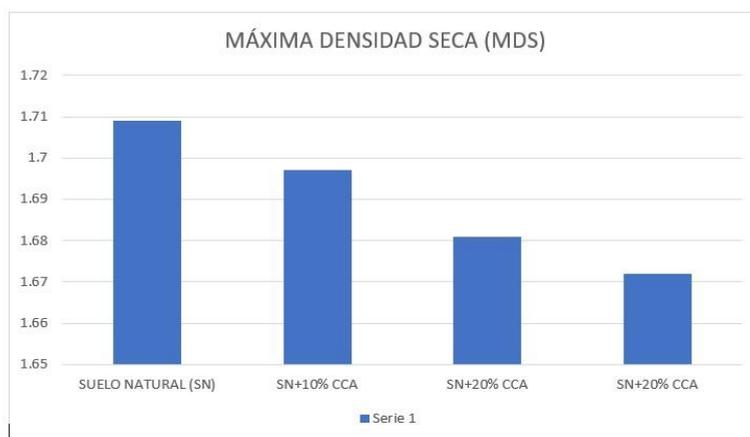
Figura N° 15: Gráfico del óptimo CH con la incorporación de CCA



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. El contenido de humedad, que muestra el suelo natural llega a tiene un OCH de 14.80%, los ensayos realizados con a la incorporación la cachaza de caña de azúcar, mostró un resultado que al adicionar un porcentaje mayor cantidad de agua que se adiciona al SN+30% Cachaza de caña de azúcar se observa que obtiene una aumenta un 21%.

Figura N° 16 Grafico de la MDS con la incorporación de CCA.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. La Máxima Densidad Seca al adicionar el biopolímero al suelo

natural, de un 1.709g/cm³ va descendiendo, como se logra visualizar en el gráfico, al adicionar SN+30% CMM su resultado será de 1.672g/cm³, resultado es menor valor de la Máxima Densidad Seca inicial.

Objetivo 2:

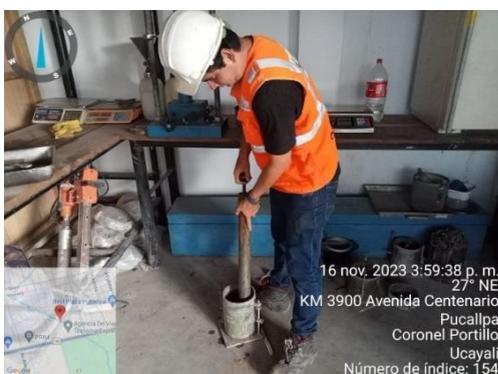
Determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en un 10%, 20%, 30% para evaluar el CBR de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023 .

Reseña 3: RESISTENCIA DE SUELOS (CBR)

El ensayo de California Bearing Ratio (CBR) tiene la finalidad de cuantificar la capacidad portante de la subrasante, para esto la humedad de mezclado es la humedad óptima del Proctor modificado ya encontrada en el ensayo anterior, el resultado de este es una gráfica representando los tres especímenes con las energías de compactación de 12, 25 y 56 golpes por capa. este ensayo de compactación se realiza en Suelo Natural (SN) y luego con la combinación del SN + 10%, 20% y 30% de Cachaza de caña de azúcar poder determinar la influencia de estos biopolímeros.

Figura N° 17: Ensayo de CBR con adición de CCA

Figura N°18 Ensayo de CBR con la adición de CCA

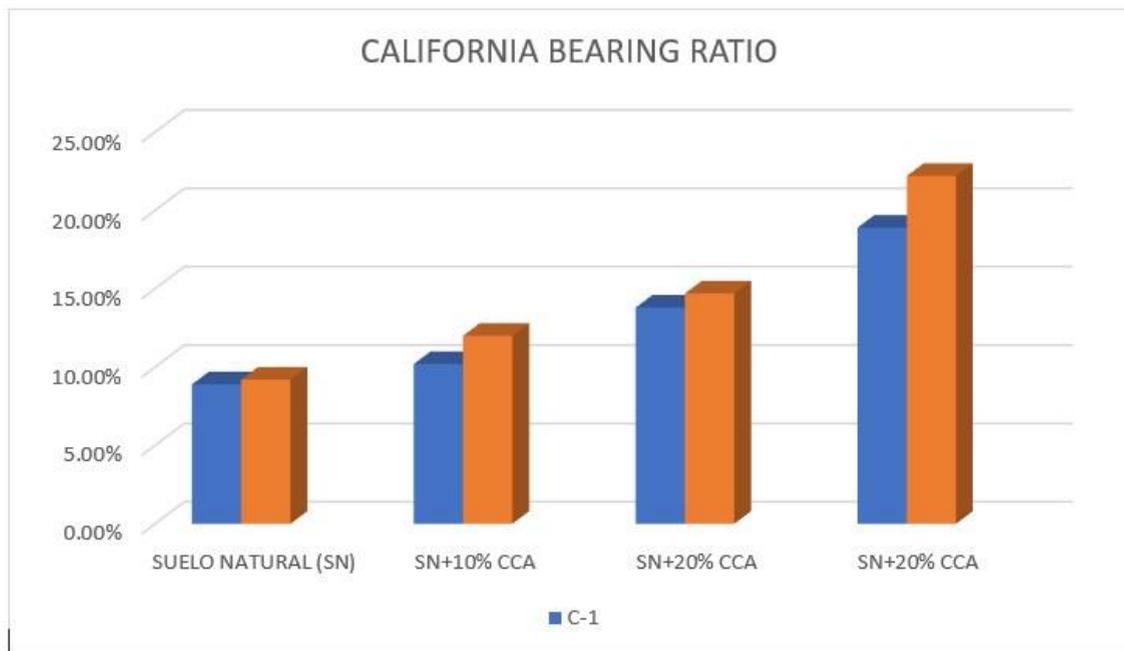


Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N° 5, nos indica que el *Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)* con la incorporación de la cachaza de caña de azúcar, así mismo se tiene los resultados siguientes que se puede ver en el gráfico.

Figura N° 19. Gráfico del Ensayo de CBR con la incorporación de CCA



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: el ensayo de CBR se pudo visualizar que los resultados en el suelo Limo de baja plasticidad, al adicionar el biopolímero del CBR al 95%, se tiene un SN de 8.90% y finaliza con un 18.9 %, al adicionar al suelo natural al SN+10% CCA, SN+20% CCA y al SN+30% CCA.

Objetivo 3

Determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en un 10%, 20%, 30% para determinar el índice de plasticidad de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.

Reseña Ensayo de Límite de Consistencia

El ensayo de Límites de Atterberg, límite de plasticidad o límite de consistencia, se basa en medir la cohesión del terreno y el contenido de humedad del suelo, para poder determinar el Índice de Plasticidad (IP) se debe hallar primero el Límite Líquido (LL) y el Límite Plástico (LP), restando esto se puede encontrar el IP, primero se realiza el ensayo en Suelo Natural (SN) y luego con la combinación del SN + 10%, 20% y 30% de Cachaza de caña de azúcar y poder determinar la influencia de estos biopolímeros.

Figura N° 20: Ensayo de análisis granulométrico



Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N° 6, nos indica que el *Ensayo de Atterberg con la incorporación de cachaza de caña de azúcar*, así mismo se tiene los resultados siguientes que se puede ver en el gráfico.

Figura N° 21: Gráfico del Ensayo de Atterberg con la incorporación de CCA.



Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas de límite de consistencia con la incorporación de la cachaza de caña de azúcar, mostraron resultados óptimos, mostrando los siguientes resultados del IP natural de 7% disminuyó a 5% con un porcentaje que del SN+10%CCA, al adicionar, esto quiere indicar que a mayor porcentaje quita el IP del suelo natural.

IV. DISCUSION.

Objetivo 1: Determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en un 10%, 20% y 30% de Proctor modificado en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.

Antecedentes: según Almeida (2022), en su tesis del análisis de estabilización de suelos utilizando hormigón con mezcla de asfalto reciclado y ceniza del bagazo de caña del azúcar, plantea el objetivo analizar la estabilización de los suelos, los resultados obtenidos de la investigación es cumplir con el análisis para ello se clasificó los suelos expansivos el Proctor y CBR de manera que se obtuvo un resultado favorable al resultar menor al 4% no es considerado como material expansivo, en el tamiz 200 refiere a un 94% con densidad de 1,402kg/m³ con expansión de 6,5%.

Resultados: En la siguiente investigación se realizó los ensayos de estabilización, obteniendo un 2.2% de estabilización mientras se va aumentando la Cantidad de cachaza comienza a ver una mayor estabilización de suelo llegando a un 12% en la edición de 10%, en la siguiente medición de estabilización con un 20% de cachaza agrega un resultado que aumenta a un 16% mientras que al agregar 30% esta disminuye a un 12%. Obteniendo una óptima estabilización al agregar 20% de cachaza de caña de azúcar.

Comparación: Con la cachaza de caña de azúcar se obtuvieron resultados semejantes a los antecedentes ya que se llegó a disminuir la estabilización del suelo.

Objetivo 2: Encontrar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en un 10%, 20% y 30% mediante el CBR de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.

Antecedentes: Según Castillo (2022), con su tesis propuesto el uso de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar para estabilizar la base de la trocha plantea el objetivo general de determinar la diferencia de las medidas de acuerdo a los tratamientos para mejorar el suelo el cual permite la estabilización del suelo, los resultados fueron positivos porque mediante el ensayo de CBR se logra un 3%

de SCBA logra eficazmente la estabilidad significativa con el valor- $P = 0.016$ el cual es menor que el nivel de significancia de 5%.

Resultados: En la presente investigación, al efectuar los ensayos de CBR en los se logró observar que en la muestra patrón nos arrojó un CBR de $P=0.9$, mientras que con el $P+10 = 0.012$ siendo un valor significativo mientras que con $P+20= 0.013$ el cual es un valor que es mejor que el anterior, mientras que disminuye con el $P+30 = 0.012$ el cual es menor que el nivel de significancia que es de 4% Teniendo encuentra con el valor mas optimo esto si cumple aumentando su CBR.

Comparación: Con la incorporación de la cachaza de caña de azúcar se obtuvieron resultados semejantes al antecedente el CBR si cumple el antecedente ya que aumento con la adición en un 10%.

Objetivo 3: Determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en un 10%, 20% y 30% en el índice de plasticidad de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023

Antecedentes: Según Ojeda, Mendoza & Baltazar (2019), en su tesis refiere que la influencia de adición de la ceniza del bagazo de caña de azúcar que permite medir la nueva resistencia y la plasticidad a la compactación de un tipo de material granular, para ello plantea el objetivo principal es determinar la adecuada influencia en el 25% de sustitución de CPC por CBCA establecido para suelo granular específicamente arenoso porque presento un adecuado desempeño en los ensayos de compactación, el comportamiento fue similar al cemento portland al 100% por ello mejora las propiedades mecánicas.

Resultados: En la presente investigación, al efectuar los ensayos de plasticidad en la trocha se logró determinar que el patrón nos arrojó una plasticidad menor de $P=0.9$, mientras que con el $P+10 = 0.012$ siendo un valor significativo mientras que con $P+20= 0.013$ el cual es un valor que es mejor que el anterior, mientras que disminuye con el $P+30 = 0.012$ dado que tiene un valor menor ala significancia que es de 4% Teniendo encuentra con el valor más optimo esto si cumple disminuyendo su plasticidad.

Comparación: Con la incorporación de la cachaza de caña de azúcar se

obtuvieron resultados semejantes al antecedente el CBR si cumple los objetivos del antecedente puesto que la plasticidad bajó a un 12%.

V. CONCLUSIONES:

Evaluar cuánto es la Influencia de la cachaza de caña de azúcar en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.

Objetivo general, se evaluó que, la adición en la trocha carrozable con cachaza de caña de azúcar mejore su estabilidad, CBR y índice de plasticidad. 1) Al aumentar el porcentaje de Proctor modificado 2) Al disminuir el CBR y 3) Al aumentar la plasticidad en la trocha carrozable.

Objetivo específico 1.- Al incorporar cachaza de caña de azúcar se logró aumentar el porcentaje de compactación, sin embargo, no se obtuvo buenos resultados en la MDS, a través del ensayo de Proctor Modificado de la trocha carrozable. Los resultados desfavorables porque disminuye mientras se adiciona más cachaza de caña de azúcar. Por lo que se puede determinar que la MDS disminuye con la incorporación de la cachaza de caña de azúcar, lo cual queda analizado.

Objetivo específico 2.- Los resultados del laboratorio nos muestra una cierta dependencia de los porcentajes de cachaza de caña de azúcar en la trocha carrozable, puesto que se inició con un CBR de 8.9% y con la adición del material se llegó hasta un 22.2% con el 30% de cachaza de caña de azúcar, consiguiendo mejorías respecto a la trocha carrozable.

Objetivo específico 3.- Al incorporar cecina de caña de azúcar al suelo natural, se llegó a la conclusión que se logró reducir su (IP) de la trocha carrozable, puesto que, al adicionar un mayor porcentaje de cachaza, influyó positivamente teniendo resultados beneficiosos. De un 6% del suelo natural a tener resultados no plástico (IP=0) empleando un 30% de cachaza de caña de azúcar.

VI. RECOMENDACIONES

Objetivo específico 1.- En el siguiente estudio después de incorporar distintos porcentajes de Cachaza de caña de azúcar tales como 10%, 20% y 30%, los resultados del (OCH) aumentan de un 14.8% a 21% con 30% de cachaza de caña de azúcar y (MDS) disminuyó de un 1.709 gr/cm³ a un 1.672 gr/cm³, por lo que se recomienda aumentar la MDS disminuyendo el porcentaje menor al 10% hasta conseguir el óptimo.

Objetivo específico 2.- En esta investigación después de incorporar distintos porcentajes de cachaza de caña de azúcar desde un 10%, 20% y 30%, hay un aumento significativo del CBR comparándolo con el CBR inicial que es de 8.9 %, por lo que se recomienda usar el porcentaje de adición más alto que es 30% dando un resultado de 22.2% en el CBR al 95% y encontrar el óptimo.

Objetivo específico 3.- En la siguiente investigación después de incorporar distintos porcentajes de cachaza de caña de azúcar desde un 10%, 20% y 30%, se observa que el índice de plasticidad disminuye con el porcentaje que más resaltó siendo este de 30%, debido a esto se recomienda usar el 10%, 20% y 30% de la cachaza de caña de azúcar ya que se observa disminución del IP teniendo resultados satisfactorios.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, D., 2022. *Análisis de la estabilización de suelos expansivos utilizando hormigón asfalto reciclado, ceniza del bagazo de caña de azúcar para la sub rasante de los pavimentos*. S.l.: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- ALTAMIRANO, E., 2020. La Cachaza de caña posee fibra en abundancia. *Revista de mercado de azúcar - comunidad azucarera*, vol. 2, no. 5447922,
- BARDALES, M., PRIFICACIÓN, L. y BENITES, J., 2021. *Incremento del valor de soporte del suelo adicionando eco estabilizante basado en cenizas de cascara de café arábica*. S.l.: Sociedad Colombiana de la Ciencias del Suelo.
- CASTILLO, R., 2022. *Uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de base en la carretera Santiago de Cao - Huanchaco, 2021*. S.l.: Universidad Ricardo Palma.
- CASTRO, V.I., RODRÍGUEZ, D.C. y VEGA-POSADA, C.A., 2021. Bioprecipitación inducida con cachaza de caña de azúcar como mecanismo potenciador para el mejoramiento estructural de bloques de tierra comprimida. *Revista EIA*, vol. 1,
- CÓRDOVA, F., GASTÓN, M., SIMÓN, P. y HERNANDO, H., 2021. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. *UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura*, vol. 7, no. 2414-8695,
- DANGLAD, J., MARFISI, S., COVA, A. y LINERO, G., 2018. Propiedades de la cachaza de caña de azúcar. *Revista de industrias de materia orgánica*, vol. 25, no. 2349876,
- GARCIA, R., RIOS, E. y MATÍNEZ, A., 2017. Uso de cachaza y bagaso de caña de azúcar en la remoción de hidrocarburos en suelo contaminado. , vol. 2, no. 12134455,
- HÉRNADEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, L., 2014. *Metodología de la investigación*. Miembro de. Mexico D.F.: s.n. ISBN ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- HERNÁNDEZ, R., 2014. *Sesión 6 Hernández Sampieri Metodología de la investigación 5ta Edición*. Mc Grw Hil. Mexico D.F.: s.n. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- HURTADO, J., 2012. *Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia (4a. ed.)*. Bogotá-Caracas: Ciea-Sypal y Quirón,
- LEÓN, E., TAMARA, S., DOPÍCO, W. y HERNÁNDEZ, T., 2018. Derivados de la caña de azúcar. *Instituto cubano de investigaciones de los derivados de la caña de azúcar*, vol. 4, no. 01386204,
- MENESES, W., 2020. Vía de tránsito de camino vecinal. *Revista de construcción de vías*, vol. 3, no. 234567543,
- MILLONES, M., MUÑOZ, S. y VILLANUEVA, C., 2023. La Ceniza de bagazo de caña de azúcar como aditivo estabilizador en suelos arcillosos con fines de pavimentación. *Revista Científica y Tecnológica de ingeniería y competitividad*, vol. 3, no. 23456321,
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, M., 2015. Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos. *Dirección General de Caminos y Ferrocarriles*, vol. 1, no. ICG-Instituto de la Construcción y Gerencia,
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, M., 2018. Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. *Ministerio de Transportes y Comunicaciones [en línea]*, vol. 2, Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/385208/fal1de1.pdf?sequence=1>.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, M., 2020. Mantenimiento Rutinario Caminos Vecinales. *Dirección general de caminos y ferrocarriles*, vol. 1, no. 234531,

- OJEDA, O., MENDOZA, J. y BALTAZAR, M., 2019. *Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante*. S.I.: Universidad Autónoma de Veracruz.
- PALOMINO, E., 2019. *Camino vecinal*. *Revista de pavimento y carreteras*, vol. 2, no. 5432322,
- RESANO, D. y GUILLÉN, O.W., 2022. *Propiedades físicoquímica del bagazo de caña de azúcar industrial y como material de construcción*. *Revista de información tecnológica*, vol. 33, no. 2,
- RICRA, C., 2022. *Adición de ceniza de caña de azúcar en la estabilización de suelos tropicales en el centro poblado Naranja, Selva Central - 2021*. S.I.: Universidad Continental.
- RODRÍGUEZ, C., 2021. *Método de análisis de datos*. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, vol. XV, no. ISSN: 1405-3543,
- RONCEROS, D., 2019. *Ficha Técnica de Caña de Azúcar*. *Revista de agricultores de caña de azúcar*, vol. 3, no. 2345522,
- SAAVEDRA, R., 2015. *Planificación del desarrollo*. ,
- SALAZAR, M., 2019. *Uso de cachaza en diferentes fuentes con porcentajes de sustitución*. *Manejo de Suelos y estudios mecánicos*, vol. 1, no. 234545555,
- SANCHEZ, A., 2017. *Técnicas e instrumentos de recopilación de datos Técnicas*. ,
- SEGURA, G., 2021. *Extacción de hemiculosa de la cachaza de la caña de azúcar*. *Residuos de la caña de azúcar para producir derivados o adicionar a otros productos*., vol. 2, no. 233144553,
- SPERATTI, A., ROMANYÁ, J., GARCIA, J. y MARK, S., 2021. *Determining the Stability of Sugarcane Filtercake Biochar in Soils with Contrasting Levels of Organic Matter*. S.I.: Institute for Resources, Environment and Sustainability.
- TALEKAR, S. y JOSHI, S.R., 2022. *Soil Stabilization Using Waste Material Sugarcane Baggash Ash*. S.I.: International Conference on Contents, Computing & Communication (.
- VÁSQUEZ, A., 2019. *Guía de caminos vecinales*. *Revista de camino vecinal*, vol. 3, no. 3245675,
- ZAMBRANO, F., 2022. *Análisis comparativo de la capacidad de soporte a nivel de subrasante en suelos arcillosos incorporando ceniza de Saccharum Officinarum y activador alcalino en la trocha carrozable Sahuanay – Umaccata Tamburco Abancay 2021*. S.I.: Universidad Tecnológica de los Andes.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

TÍTULO Influencia de la cachaza de caña de azúcar en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa- 2023

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE					
CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR	El producto es el residuo del proceso de una adecuada fabricación del azúcar a partir de su caña, por ello el remanente del tallo es extraído luego de escurrir el jugo azucarado la cual contiene glucosa, fosfato y otros químico importantes para el consumo humano (Segura, 2021, p.34)	Es aquel residuo de la caña de azúcar luego de exprimir el jugo, en la propuesta se pretende medir la dosificación, el CBR y también el índice de plasticidad puesto que se adiciona al material natural del suelo.	DOSIFICACIÓN Adicionar Por peso del material	10% 20% 30%	RAZON
DEPENDIENTE					
TROCHA CARROAZBLE	La trocha carrozable es una vía principal para los pobladores porque unen ciudades, no necesariamente alcanza características geométricas de una carretera de gran magnitud, pero permite la transitabilidad vehicular para facilitar el transporte de productos agrícolas o personas. (Meneses, 2020, p59).	Es una vía importante que conecta 2 pueblos para incrementar la comunicación y económica local por ello se inicia trazando las progresivas de la trocha y el material ligante que se adiciona para la compactación.	PROPIEDADES MECANICAS	Ensayo de Proctor Modificado (Kg/cm2) Ensayo CBR (Kg/cm2) Ensayo de Índice de Plasticidad (Kg/cm2)	RAZON RAZON RAZON

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA- 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE				
¿De qué manera la cachaza de caña de azúcar influye en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023?	Evaluar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en las propiedades de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.	La incorporación de la cachaza de caña de azúcar en 10%, 20% y 30% mejora la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.	Cachaza de caña de azúcar	Adicionar DOSIFICACIÓN Reemplazar Por Peso del Material	10%	Ficha Recolección de Datos Anezo 4-A	Método: Científico Tipo de investigación: Tipo: Aplicada Nivel de Investigación: Explicativa (Causa efecto) Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi) Enfoque: Cuantitativo Población: Todas las muestras ensayadas en el laboratorio Muestra: Muestras CBR Muestras I.P Muestras Proctor Mod. Muestreo: No Probabiístico Técnica Observación Directa Instrumentos de la Investigación: Ficha de recolección de datos Ficha de Resultados de Laboratorio Según NTP-ASTM
					20%	Ficha Recolección de Datos Anezo 4-A	
					30%	Ficha Recolección de Datos Anezo 4-A	
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE				
¿Cuánto influye la dosificación de la cachaza de caña de azúcar en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023?	Determinar la influencia de la dosificación de la cachaza de caña de azúcar de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.	La dosificación de la cachaza de caña de azúcar influye en la estabilización de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.		PROPIEDADES MECÁNICAS	CBR (%)	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 399.129 Anezo 4-B	
¿Cuanto contribuye la cachaza de caña de azúcar mediante el CBR de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023?	Determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar mediante el CBR de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.	La cachaza de caña de azúcar incrementa el CBR evalúa la compactación de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.	Trocha Carrozable		INDICE DE PLASTICIDAD (%)	Ficha Resultado de Laboratorio según ASTM D-1883 Anezo 4-C	
¿Cuanto influye la cachaza de caña de azúcar en el índice de plasticidad de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023?	Determinar la influencia de la cachaza de caña de azúcar en el índice de plasticidad de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.	La cachaza de caña de azúcar disminuye el índice de plasticidad de la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe, Pucallpa, 2023.			ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (Kgt/cm ²)	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 339.153 Anezo 4-D	

ANEXO 3: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Cachaza de caña de azúcar

Influencia de la cachaza de caña de azúcar en la trocha carrozable del Jr. Virgen de Guadalupe-Pucallpa, 2023

Parte A: Datos generales

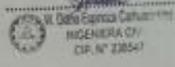
Tesista 01: Jean Pool Rios Porfocarrero
Fecha: Lima, JUNIO 2023

Parte B: Cachaza de Caña de Azúcar

10%	OK
20%	OK
30%	OK

Tesis: Bardales, Prifación y Benitez (2021) Cáscara de café arábica: 10%, 15%, 28%
Tesis: Hidalgo (2023) Ceniza de Cáscara de Arroz: 5%, 7.5% 10%

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Apellidos <i>Espinoza Carhuacrista</i>	Apellidos: <i>MIRANDA RUCOBA</i>	Apellidos: <i>Núñez González</i>
Nombre: <i>WENDY BIANA</i>	Nombre: <i>RICHARD ALEXIS</i>	Nombre: <i>Joseph Agustín</i>
Título: <i>INGENIERO CIVIL</i>	Título: <i>INGENIERO CIVIL</i>	Título: <i>Ingeniero Civil</i>
Grado: <i>Magister</i>	Grado: <i>Magister</i>	Grado: <i>Bachiller / TITULADO</i>
N° Reg. CIP: <i>238542</i>	N° Reg. CIP: <i>238713</i>	N° Reg. CIP: <i>281357</i>
Firma: 	Firma: 	Firma: 
 R. Dato Espinoza Carhuacrista INGENIERO CIVIL CIP N° 238542	RICHARD ALEXIS MIRANDA RUCOBA Ingeniero Civil CIP N° 238713	JOSEPH AGUSTIN NUÑEZ GONZALES Ingeniero Civil CIP N° 281357

ANEXO 4: FICHAS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

PROCTOR MODIFICADO- SUELO NATURAL



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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

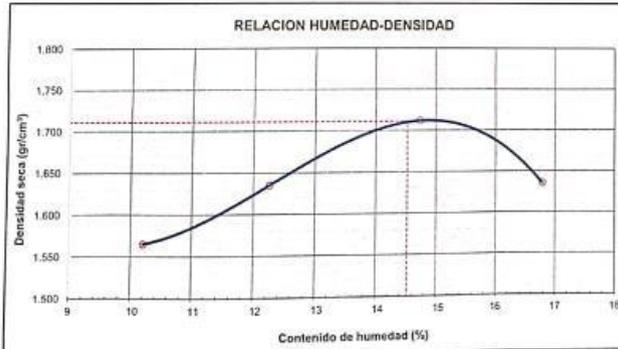
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA, 2023
 SOLICITA : JEAN POOL RIOS PORTOCARRERO
 UBICACION : CALLERIA - CORONEL PORTELLO - UCAYALI
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 FECHA : NOVIEMBRE 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01 CLASF. (SUCS) : MG CLASF. (AASHTO) : A-4-(3)

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	9650.0	9890.0	10170.0	10282.0
Peso molde	gr	5410.0	5410.0	5410.0	5410.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	4240.0	4480.0	4760.0	4872.0
Volumen del molde	cm ³	2103.0	2103.0	2103.0	2103.0
Peso volumétrico húmedo	gr	2.016	2.130	2.263	2.222
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	570.00	560.00	544.00	452.00
Peso del suelo seco + tara	gr	499.00	527.00	500.30	408.00
Tara	gr				
Peso de agua	gr	21.00	33.00	43.70	44.00
Peso del suelo seco	gr	499.00	527.00	500.30	408.00
Contenido de agua	%	10.01	12.30	14.8	16.83
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.553	1.643	1.709	1.839
				Densidad máxima (gr/cm ³)	1.709
				Humedad óptima (%)	14.80



Observaciones:

Av. Union 754 Pucallpa, Dist. Calleria - Cel : 920819979 - Email: jsalasb@uni.pe - web: www.geotecjsb.com



Escaneado con CamScanner

PROCTOR MODIFICADO- SUELO NATURAL+10% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR



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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA, 2023.

SOLICITA: JEAN POOL RÍOS PORTOCARRERO

UBICACIÓN: CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

MATERIAL: SUELO NATURAL+10% DE CACHAZA

FECHA: NOVIEMBRE 2023

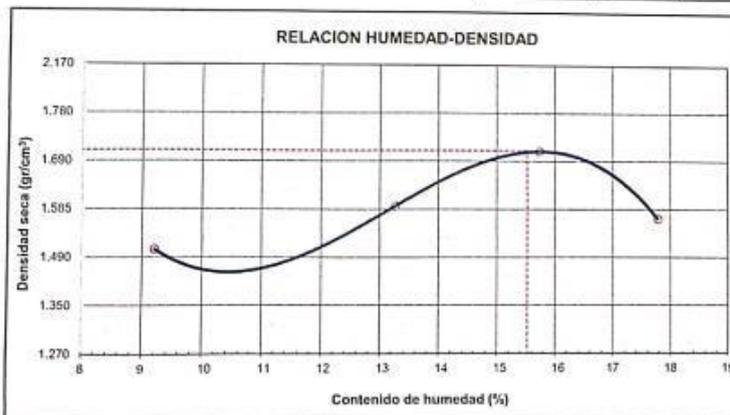
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: M-01

CLASF. (SUCS): **MG**
CLASF. (AASHTO): **A-4 (3)**

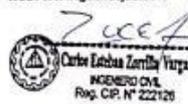
METODO DE COMPACTACION : **C**

Peso suelo + molde	gr	9541.0	8890.0	10170.0	10082.0
Peso molde	gr	5410.0	5410.0	5410.0	5410.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	4231.0	4480.0	4760.0	4672.0
Volumen del molde	cm ³	2103.0	2103.0	2103.0	2103.0
Peso volumétrico húmedo	gr	2.012	2.130	2.263	2.222
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	510.00	560.00	544.00	492.00
Peso del suelo seco + tara	gr	499.00	527.00	500.30	408.00
Tara	gr				
Peso de agua	gr	11.00	33.00	43.70	44.00
Peso del suelo seco	gr	499.00	527.00	500.30	408.00
Contenido de agua	%	9.8	13.30	15.2	17.78
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.484	1.586	1.697	1.575
Densidad máxima (gr/cm ³)					1.697
Humedad óptima (%)					15.2



Observaciones:

Av. Union 754 Pucallpa, Dist. Calleria - Cel : 920819979 - Email: jsalasb@uni.pe - web: www.geotecjsb.com



Escaneado con CamScanner

PROCTOR MODIFICADO- SUELO NATURAL+20% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR



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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA, 2023
SOLICITA	JUAN POOL RIOS PORTOCARRERO
UBICACIÓN	: CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI
MATERIAL	SUELO NATURAL+20% BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
FECHA	: NOVIEMBRE 2023

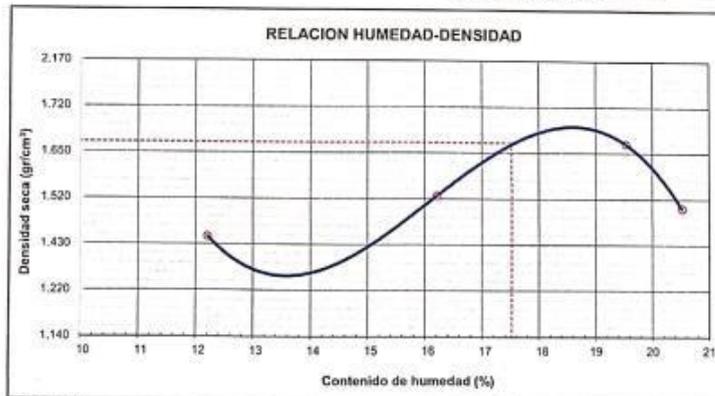
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA :	M-01	CLASF. (SUCS) :	MG
		CLASF. (AASHTO):	A-4 (3)

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	9841.0	9890.0	10170.0	10082.0
Peso molde	gr	5410.0	5410.0	5410.0	5410.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	4231.0	4480.0	4760.0	4672.0
Volumen del molde	cm ³	2103.0	2103.0	2103.0	2103.0
Peso volumétrico húmedo	gr	2.012	2.130	2.263	2.222
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	515.00	565.00	553.00	455.00
Peso del suelo seco + tara	gr	499.00	527.00	500.30	408.00
Tara	gr				
Peso de agua	gr	16.00	38.00	52.70	47.00
Peso del suelo seco	gr	499.00	527.00	500.30	408.00
Contenido de agua	%	12.21	16.10	17.9	21.4
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.435	1.523	1.661	1.489

Densidad máxima (gr/cm³) 1.681
 Humedad óptima (%) 17.9



Observaciones:

Av. Union 754 Pucallpa, Dist. Calleria - Cel : 920819979 - Email: jsalasb@uni.pe - web: www.geotecjsb.com



PROCTOR MODIFICADO- SUELO NATURAL+30% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR



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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

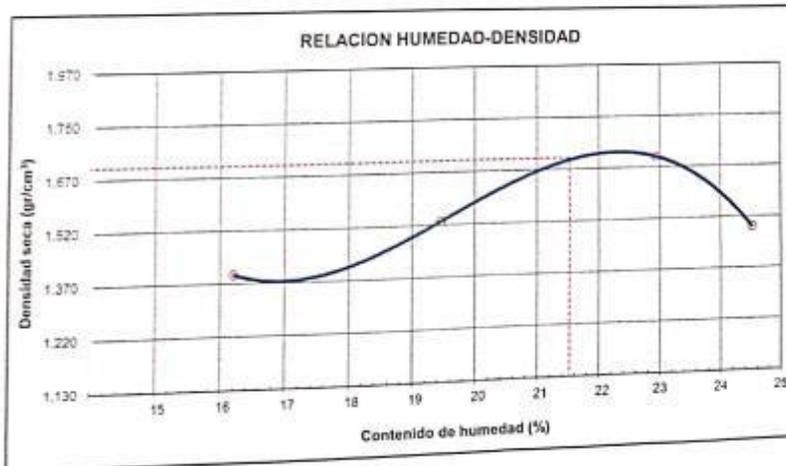
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA, 2023
SOLICITA	JEAN POOL RIOS PORTOCARRERO
UBICACIÓN	CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI
MATERIAL	SUELO NATURAL+30% BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
FECHA	NOVIEMBRE 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA :	M-01	CLASF. (SUCS) :	MG
		CLASF. (AASHTO) :	A-4 (3)

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	9541.0	9780.0	10270.0	10085.0	
Peso molde	gr	5410.0	5410.0	5410.0	5410.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4131.0	4380.0	4860.0	4675.0	
Volumen del molde	cm ³	2103.0	2103.0	2103.0	2103.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.964	2.083	2.311	2.223	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	515.00	561.00	550.00	455.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	499.00	527.00	500.30	408.00	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	16.00	34.00	49.70	47.00	
Peso del suelo seco	gr	499.00	527.00	500.30	408.00	
Contenido de agua	%	16.20	19.5	21.5	24.5	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.372	1.521	1.672	1.490	
				Densidad máxima (gr/cm ³)		1.672
				Humedad óptima (%)		21.5



Observaciones:

Av. Union 754 Pucallpa, Dist. Calleria - Cel : 920819979 - Email: jsalasb@uni.pe - web: www.geotecjsb.com



Escaneado con CamScanner

CBR- SUELO NATURAL



GEOTEC JSB E.I.R.L.
INGENIERIA Y PROYECTOS

ENTIDAD : GEOTEC JSB E.I.R.L.
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA 2023
 : CALLERÍA- CORONEL PORTILLO- UCAYALI
 FECHA : NOVIEMBRE 2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-91 (A

Calicata : C-1
 Muestra : M-2 (SUELO NATURAL)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (A)-91
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.709
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 14.80

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.675	1.599	1.515
Contenido de Humedad	14.80	14.80	14.80

c).- Cuadro C.B.R. Para 0,1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	98	1000	9.8
II	0.1	82	1000	8.2
III	0.1	52	1000	5.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 9.8 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 8.9 %

d).- Expansión(%) : 3.3

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Av. Unión 754 - Calleria - Cel: 920819979 - Email: geotecjsb@gmail.com - jsalatsb@uni.pe



Escaneado con CamScanner

CBR- SUELO NATURAL+10% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR



ENTIDAD : GEOTEC JSB E.I.R.L.
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA 2023
 : CALLERÍA- CORONEL PORTILLO- UCAYALI
 FECHA : NOVIEMBRE 2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-91 (A

Calicata : C-1
 Muestra : M-2 (SUELO NATURAL+10% DE CACHAZA DE CAÑA ED AZÚCAR)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (A)-91
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.697
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 15.20

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	58	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.685	1.629	1.510
Contenido de Humedad	15.20	15.20	15.20

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	120	1000	12
II	0.1	100	1000	10
III	0.1	82	1000	8.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 12 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 10.2 %

d).- Expansión(%) : 5.3

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Av. Unión 754 - Calleria - Col: 920819979 - Email: geotecjsb@gmail.com - jsalaz@uni.pe



Escaneado con CamScanner

CBR- SUELO NATURAL+20% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR



ENTIDAD : GEOTEC JSB E.I.R.L.
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA 2023
 FECHA : CALLEJÓN- CORONEL PORTILLO- UCAYALI
 : NOVIEMBRE 2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-91 (A

Calicata : C-1
 Muestra : M-2 (SUELO NATURAL+20% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (A)-91
 Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.681
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 17.90

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	1.675	1.635	1.520
Contenido de Humedad	17.90	17.90	17.90

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	147	1000	14.7
II	0.1	135	1000	13.5
III	0.1	62	1000	8.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 14.7 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 13.8 %

d).- Expansión(%) : 4.8

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.



CBR- SUELO NATURAL+30% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR



ENTIDAD : GEOTEC JSB E.I.R.L.
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA 2023
 FECHA : CALLERÍA- CORONEL PORTILLO- UCAYALI
 : NOVIEMBRE 2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

II. ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883-91 (A

Calicata : C-1
 Muestra : M-2 (SUELO NATURAL+30% DE CACHAZA DE CAÑA ED AZÚCAR)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (A)-91
 Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.672
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 21.50

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.695	1.655	1.540
Contenido de Humedad	21.5	21.5	21.5

c).- Cuadro C.B.R. Para 0,1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	220	1000	22.2
II	0.1	185	1000	18.9
III	0.1	82	1000	8.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 22.2 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 18.9 %

d).- Expansión(%) : 6.3

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.



ÍNDICE DE PLASTICIDAD- SUELO NATURAL



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA, 2023		
SOLICITA	JEAN PODL RIOS PORTOCARRERO	TÉCNICO	: V. RUIZ
MATERIAL	SUELO NATURAL	FECHA	NOVIEMBRE 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	SUELO NATURAL	TAMAÑO MAXIMO	N° 40
PROF. (m)	:		

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO	5	9	12
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	31.4	32.00	29.70
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	26.6	27.48	25.77
PESO DE AGUA (gr)	4.80	4.52	3.93
PESO DEL TARRO (gr)	12.63	13.20	11.85
PESO DEL SUELO SECO (gr)	13.97	14.28	13.92
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	34.36	31.65	28.23
NUMERO DE GOLPES	19	24	27

LIMITE PLASTICO

N° TARRO	2	8
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	27.17	27.10
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	25.10	25.40
PESO DE AGUA (gr)	2.07	1.70
PESO DEL TARRO (gr)	14.15	16.80
PESO DEL SUELO SECO (gr)	10.95	8.60
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	18.00	30.00

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	30.00
LIMITE PLASTICO	24.00
INDICE DE PLASTICIDAD	6.00

OBSERVACIONES

Material Pasante de Tamiz N° 40

ÍNDICE DE PLASTICIDAD- SUELO NATURAL+10% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TRÓCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA, 2023			
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TRÓCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA, 2023		
SOLICITA	JEAN POOL RIOS PORTOCARRERO		
MATERIAL	SUELO NATURAL+10% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR	TECNICO	: V. RUIZ
		FECHA	NOVIEMBRE 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA SUELO NATURAL+10% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR TAMANO MAXIMO N° 40
 PROF. (m) :

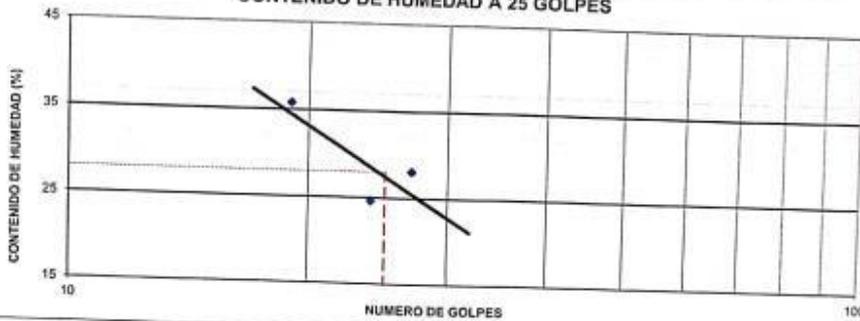
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO	5	9	12	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	32	31.00	29.70	
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	26.9	27.48	25.79	
PESO DE AGUA (gr)	5.10	3.52	3.91	
PESO DEL TARRO (gr)	12.63	13.20	11.85	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	14.27	14.28		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.74	24.63	13.94	28.05
NUMERO DE GOLPES	19	24	27	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO	2	6		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	30.00	27.10		
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	25.10	25.40		
PESO DE AGUA (gr)	4.90	1.70		
PESO DEL TARRO (gr)	14.15	16.80		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	10.95	8.60		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	23.00	23.00		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	28.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES

Material Pasante de Tamiz N° 40

ÍNDICE DE PLASTICIDAD- SUELO NATURAL+20% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DEL JR. VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA, 2023		
SOLICITA	JÉAN POOL RÍOS PORTOCARRERO	TÉCNICO	: V. RUIZ
MATERIAL	SUELO NATURAL+30% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR	FECHA	NOVIEMBRE 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	SUELO NATURAL+30% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR	TAMAÑO MÁXIMO	N° 40
PROF. (m)			

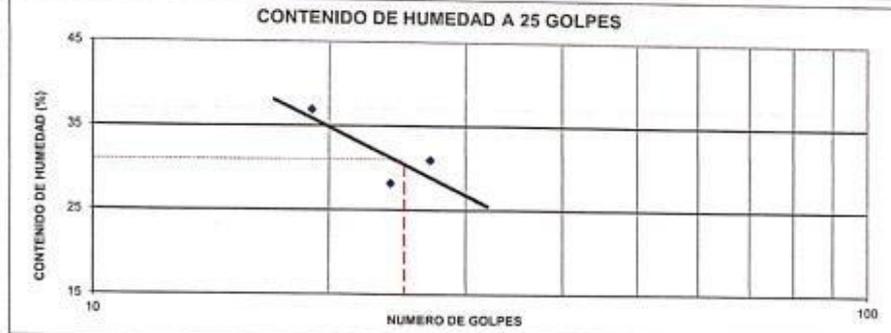
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO	5	9	12
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	32.3	32.00	30.10
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	27	27.67	25.79
PESO DE AGUA (gr)	5.30	4.13	4.31
PESO DEL TARRO (gr)	12.63	13.20	11.85
PESO DEL SUELO SECO (gr)	14.37	14.67	13.94
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.88	28.15	30.92
NUMERO DE GOLPES	19	24	27

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO	2	6
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	30.20	27.10
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	25.20	25.71
PESO DE AGUA (gr)	5.00	1.39
PESO DEL TARRO (gr)	14.15	16.80
PESO DEL SUELO SECO (gr)	11.05	8.91
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	31.00	25.00

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	28.00
LÍMITE PLÁSTICO	28.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	0.00

OBSERVACIONES
Material Pasante de Tamiz N° 40



ÍNDICE DE PLASTICIDAD- SUELO NATURAL+30% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-99, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA TROCHA CARROZABLE DE JR VIRGEN DE GUADALUPE, PUCALLPA 2023		
SOLICITA	JÉAN POOL RIOS PORTOCARRERO	TECNICO	: V. RUIZ
MATERIAL	SUELO NATURAL+20% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR	FECHA	NOVIEMBRE 2023

DATOS DE LA MUESTRA		
MUESTRA	SUELO NATURAL+20% DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR	TAMANO MAXIMO N° 40
PROF. (m)		

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		5	9	12
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)		31.4	32.00	29.70
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)		25.6	27.48	25.77
PESO DE AGUA (gr)		4.80	4.52	3.93
PESO DEL TARRO (gr)		12.63	13.20	11.85
PESO DEL SUELO SECO (gr)		13.97	14.28	13.92
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		34.36	31.65	28.23
NUMERO DE GOLPES		19	24	27

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		2	6	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)		27.17	27.10	
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)		25.00	25.60	
PESO DE AGUA (gr)		2.17	1.50	
PESO DEL TARRO (gr)		14.15	16.80	
PESO DEL SUELO SECO (gr)		10.85	9.00	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		25.00	21.00	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	27.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	4.00

OBSERVACIONES
Material Pasante de Tamiz N° 40



ANEXO 5: TABLAS

Tabla 1. *Cuadro de calicatas con resultados más desfavorables.*

Calicatas	Profundidad	Resultado
Cal 1	h=1.5 mt	Arcilla arenosa
Cal 2	h=1.5 mt	Arcilla arenosa
Cal 3	h=1.5 mt	Arcilla

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. *Escala de medición para la muestra del estudio*

Muestra	Ensayo de Proctor Modificado.	Ensayo de CBR.	Ensayo índice de plasticidad.
N	1	1	1
N+10%	1	1	1
N+20%	1	1	1
N+30%	1	1	1
TOTAL	04	04	04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. *Tabla de clasificación de suelos de calicata-1* _____

ENSAYOS		CALICATA N°01
CONTENIDO DE HUMEDAD		5.4 %
LÍMITES DE ATTERBERG	Límite líquido	30.0%
	Límite plástico	24.0%
	Índice de plasticidad	6.00%
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	MG – LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD
	AASHTO	A-4 (3)
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	14.8 %
	Densidad Máxima Seca (DMS)	1.709 g/cm ³
California Bearing Ratio (CBR)		8.9 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 05: Proctor modificado

PROCTOR MODIFICADO			
MEZCLAS		Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
C - 01	SUELO NATURAL (SN)	14.80%	1.709 g/cm ³
	SN+10% CCA	15.20%	1.697 g/cm ³
	SN+20% CCA	17.90%	1.681 g/cm ³
	SN+30% CCA	21.50%	1.672 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°6 California Bearing Ratio

CALIFORNIA BEARING RATIO			
MEZCLAS		California Bearing Ratio (CBR) al 95%	California Bearing Ratio (CBR) al 100%
C - 01	SUELO NATURAL (SN)	8.9%	9.2%
	SN+10% CCA	10.2%	12.0%
	SN+20% CCA	13.8%	14.7%
	SN+30% CCA	18.9%	22.2%

Tabla N° 7 Límites de consistencia.

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
MEZCLAS		Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
C - 01	SUELO NATURAL (SN)	30%	24%	6%
	SN+10% CCA	28%	23%	5%
	SN+20% CCA	27%	23%	4%
	SN+30% CCA	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES ESAL				
TIPO DE VEHICULO	IMDA 2023	CARGA DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE A27M)	F.IMDA
AUTOS CAMIONETAS	105	1	0.000527017	0.06
Y MICRO	105	1	0.000527017	0.06
B2	20	7	1.265366749	25.00
	20	11	3.238286961	63.98
B4-1	14	7	1.265366749	17.48
	14	7	1.265366749	17.48
	14	16	1.365944548	18.87
C4	9	7	1.265366749	11.95
	9	23	1.508183597	14.24
C2RB2	20	7	1.265366749	25.22
	20	11	3.238286961	64.54
	20	18	2.019213454	40.25
C3	2	7	1.265366749	3.10
	2	18	2.019213454	4.94
C3RB2	4	7	1.265366749	5.31
	4	18	2.019213454	8.47
	4	18	2.019213454	8.47
T2S1	18	7	1.265366749	22.34
	18	11	3.238286961	57.18
	18	11	3.238286961	57.18
T2S2	3	7	1.265366749	4.20
	3	11	3.238286961	10.76
	3	18	2.019213454	6.71
T2S3	5	7	1.265366749	5.97
	5	11	3.238286961	15.29
	5	25	1.706026248	8.05
T3Se2	3	7	1.265366749	3.76
	3	18	2.019213454	6.00
	3	11	3.238286961	9.62
	3	11	3.238286961	9.62
T3Se3	1	7	1.265366749	0.66
	1	18	2.019213454	1.06
	1	11	3.238286961	1.70
	1	18	2.019213454	1.06
T3S2S2	4	7	1.265366749	4.87
	4	18	2.019213454	7.77
	4	18	2.019213454	7.77
	4	18	2.019213454	7.77
Σ F. IMDA				579

Cuadro 6.3
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)
Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{A27M})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{1.0}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{1.0}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{T1X1})	EE _{T1X1} = [P / 14.8] ^{1.0}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{T2})	EE _{T2} = [P / 15.1] ^{1.0}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{T1X1})	EE _{T1X1} = [P / 20.7] ^{1.0}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{T2})	EE _{T2} = [P / 21.8] ^{1.0}

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AAS-110-93

Número de sentido: 1

Número de carriles por sentido: 1

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado (Fd x Fc para carril de diseño)
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)
1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Fuente: Elaboración propia

Etapas de diseño (n): 15 años

Tasa de crecimiento (r): 3%

Acumulado (Fca)
18.60

Cuadro 6.2
Factores de Crecimiento Acumulado (Fca)
Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)								
		2	3	4	5	6	7	8	10	
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10	
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31	
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64	
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11	
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72	
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49	
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44	
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58	
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94	
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53	
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38	
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52	
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97	
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77	
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95	
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55	
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60	
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16	
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28	

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DE ESAL

$$ESAL = (EF \cdot IMDA) \cdot 365 \cdot DD \cdot DL \cdot \left(\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right)$$

<i>EF.IMDA</i>	579
<i>Fd =</i>	1.00
<i>Fc =</i>	1.00
<i>r =</i>	0.03
<i>n (años) =</i>	15
<i>Fca</i>	18.60

Entonces:

ESAL =	3929139.27	<i>EE</i>
ESAL =	3,929,139.27	<i>EE</i>

Fuente: Elaboración propia

Módulo de Resiliencia (Mr)

CBR patrón es de 9%

Cuadro 12.5
Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPA)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Se opta por calcular nuestro (Mr) con la siguiente formula:

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64}$$

<i>Mr =</i>	10426.00
-------------	-----------------

CONFIABILIDAD (%R)

Cuadro 12.6
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

$\%R =$ **85%**

COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)

Cuadro 12.8
Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)
Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años)
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Desviación Estándar Normal (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10,000,000	-1.282
	TP10	10,000,001	12,500,000	-1.282
	TP11	12,500,001	15,000,000	-1.282
	TP12	15,000,001	20,000,000	-1.645
	TP13	20,000,001	25,000,000	-1.645
	TP14	25,000,001	30,000,000	-1.645
	TP15		> 30,000,000	-1.645

$Zr =$ **-1.036**

a 1

DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (S_o)

La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente Manual se adopta para los diseños recomendados el valor de **0.45**.

SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)

Cuadro 12.10

Índice de Serviciabilidad Inicial (P_i)
Según Rango de Tráfico

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (P_i)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	3.80
	T_{P2}	300,001	500,000	3.80
	T_{P3}	500,001	750,000	3.80
	T_{P4}	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T_{P9}	7,500,001	10,000,000	4.00
	T_{P10}	10,000,001	12,500,000	4.00
	T_{P11}	12,500,001	15,000,000	4.00
	T_{P12}	15,000,001	20,000,000	4.20
	T_{P13}	20,000,001	25,000,000	4.20
	T_{P14}	25,000,001	30,000,000	4.20
	T_{P15}	> 30,000,000		4.20

$P_i =$ 4.00

SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (P_t)

Cuadro 12.11

Índice de Serviciabilidad Final (P_t)
Según Rango de Tráfico

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad Final (P_t)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	2.00
	T_{P2}	300,001	500,000	2.00
	T_{P3}	500,001	750,000	2.00
	T_{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T_{P9}	7,500,001	10,000,000	2.50
	T_{P10}	10,000,001	12,500,000	2.50
	T_{P11}	12,500,001	15,000,000	2.50
	T_{P12}	15,000,001	20,000,000	3.00
	T_{P13}	20,000,001	25,000,000	3.00
	T_{P14}	25,000,001	30,000,000	3.00
	T_{P15}	> 30,000,000		3.00

$P_t =$ 2.50

VARIACIÓN DE SIRVIACIBILIDAD

Cuadro 12. 12

**Índice de Serviciabilidad Final (Pt)
Según Rango de Tráfico**

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	1.50
	TP9	7,500,001	10,000,000	1.50
	TP10	10,000,001	12,500,000	1.50
	TP11	12,500,001	15,000,000	1.50
	TP12	15,000,001	20,000,000	1.20
	TP13	20,000,001	25,000,000	1.20
	TP14	25,000,001	30,000,000	1.20
	TP15	> 30,000,000		1.20

$\Delta Psi =$	1.50
----------------	-------------

Posterior a estos valores, solo resta saber el valor de SN

ESAL	3,929,139.27
TIPO	TP7
CBR	9.00%
MR	10426.00
CONFIABILIDAD	85%
Zr	-1.036
So	0.45
Pi	4.00
Pt	2.50
Δpsi	1.50
SN	6.52

Reemplazando valores obtenidos en la fórmula AAShto obtenemos el valor de número estructural (SN)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

$$\log_{10}(2,245,380.72) = -1.036 * 0.45 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{1.50}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(21556) - 8.07$$

Con los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

En nuestro problema:

$$SN = 6.52 \text{ cmts.} = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3 .$$

Remplazando en la formula del Numero Estructural Requerido (SNR) :

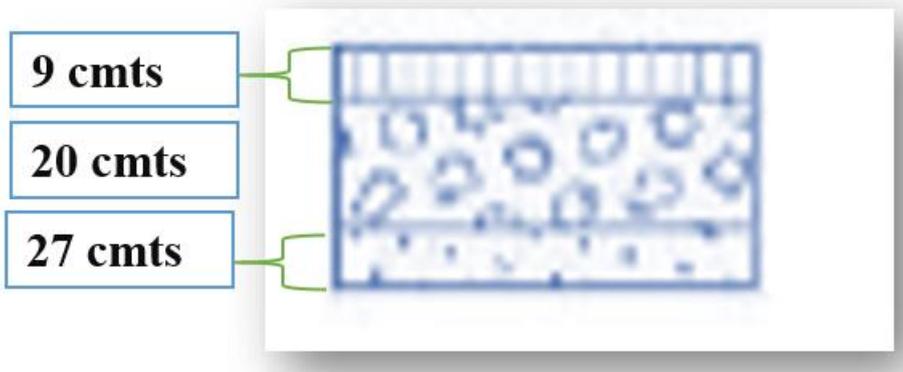
$$SN = 6.52 \text{ cmts.} = 0.170 \times 9 + 0.115 \times 20 \times 1.40 + 0.047 \times d_3 \times 1.40$$

DATOS :

$a_1 =$	0.17	$a_2 =$	0.115	$a_3 =$	0.047
$d_1 =$	9	$d_2 =$	20	$d_3 =$	27
		$m_2 =$	1.40	$m_3 =$	1.40

$d_{3x} =$	26.90
------------	--------------

Considerando los siguientes datos, hallamos el diseño de pavimento flexible



ANEXO 8: FOTOS

ADICION DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR PARA ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



TAMIZANDO MUESTRAS DE CALICATA PARA ENSAYO GRANULOMÉTRICO



REALIZANDO EL APISONAMIENTO EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



REALIZANDO GOLPES PARA EL ENSAYO DE CBR

