



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Estabilización de subrasante incorporando ceniza de bagazo
de caña de azúcar en camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo
2022**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Llanos Chávez, Arnulfo (orcd.org/0000-0002-0666-9632)

Quispe Rodríguez, Fernando Raúl (orcd.org/0000-0001-7735-0269)

ASESOR:

Mg. Sánchez Nizama, Yefrain (orcd.org/0000-0001-8175-184X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEAS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

También dedicamos a nuestras familias por haber sido nuestro apoyo a lo largo de toda la carrera universitaria y a lo largo de cada una de nuestras vidas, aportando a nuestra formación tanto profesional y como seres humanos.

Agradecimiento

El presente trabajo agradezco a Dios por ser nuestra guía y acompañarnos en el transcurso de nuestras vidas, brindándonos paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

Agradecemos a nuestro asesor de tesis Ing. Yefrain Sánchez Nizama, quien, con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en la investigación.

Agradezco a todos docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarnos como personas y profesionales.

Y por supuesto a nuestra querida Universidad y a todas las autoridades, por permitirnos concluir con una etapa de nuestras vidas, gracias por la paciencia, orientación y guiarnos para culminar con éxito la meta propuesta.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras y Gráficos	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS	39
ANEXOS.....	45

Anexo 1. Matriz de consistencia	46
Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables	47
Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos	48
Anexo 4. Guía de observación de estabilización del suelo	53
Anexo 5. Validación de instrumentos	54
Anexo 6. Informe de ensayos de Laboratorio	60
Anexo 7. Mapa de ubicación	102
Anexo 8. Plano Topográfico	103
Anexo 9. Panel Fotográfico	104

Índice de tablas

Tabla 1. Tamices empleados para el análisis granulométrico	11
Tabla 2. Tabla de clasificación SUCS.....	12
Tabla 3. Muestras de suelo a ensayar.....	18
Tabla 4. Ensayos que se realizarán a cada diseño de mezcla	21
Tabla 5. Resultados granulométricos de las calicatas	23
Tabla 6. Resultados de análisis de plasticidad de la subrasante	24
Tabla 7. Resumen de ensayo Protor modificado del suelo patrón.....	25
Tabla 8. Resultados de granulometría incorporando CBCA	27
Tabla 9. Resultados de plasticidad del suelo con agregaciones de CBCA	28
Tabla 10. Ensayo Protor modificado con la incorporación de CBCA	28
Tabla 11. Calculo mínimo de incorporación de CBCA	35

Índice de figuras y Gráficos

Gráfico 1. Gráfico de compactación.....	25
Gráfico 2. Curva CBR - Densidad máxima seca.....	26
Gráfico 3. Curva CBR - Densidad con 5% de incorporación de CBCA.....	29
Gráfico 4. Curva CBR – Densidad con 10% CBCA	30
Gráfico 5. Curva CBR – Densidad con 15% de incorporación de CBCA.....	30
Gráfico 6. CBR vs % de incorporación mínimo de CBCA.....	35

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022. Investigación empírica, cuantitativa, explicativa, y de diseño experimental; como técnica de recolección de datos se utilizó la experimentación observable, usando fichas donde se plasma la información recolectada de los ensayos realizados; los instrumentos están normados por NTP además de ser validados por magister del área de civil. Se trabajo con 9 muestras, las mismas que se les realizan ensayos granulométricos, Protor modificado, CBR y plasticidad, con agregaciones del 0%, 5%, 10% 15% de CBCA. Resultados: El material de la subrasante se clasifica como una grava bien gradada con limo y plasticidad media de 3.52%, con CBR=5.54%; al incorporar la CBCA se incrementa el CBR del 5.54% - 12.64 – 50.79% - 98.63%, en cuanto a la plasticidad esta evidencio aumentos insignificanticos 2.13% - 2.16% - 3.49% (plasticidad baja); en referencia a su clasificación esta no se modifica. Conclusión: La incorporación de cenizas de bagazo de caña incide significativamente en la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022.

Palabras clave: Ceniza de bagazo de caña de azúcar, estabilización, subrasante, CBR, plasticidad.

Abstract

The objective of this research was to determine the effect of the incorporation of sugarcane bagasse ashes in the stabilization of the subgrade of the Simbal - Chual neighborhood road, Trujillo 2022. Empirical, quantitative, explanatory research, and experimental design; Observable experimentation was used as a data collection technique, using sheets where the information collected from the tests carried out is recorded; the instruments are regulated by NTP in addition to being validated by magister of the civil area. Work was carried out with 9 samples, the same ones that were carried out granulometric tests, modified Protor, CBR and plasticity, with aggregations of 0%, 5%, 10% and 15% of CBCA. Results: The subgrade material is classified as a well-graded gravel with silt and average plasticity of 3.52%, with CBR=5.54%; when incorporating the CBCA, the CBR increases from 5.54% - 12.64 - 50.79% - 98.63%, in terms of plasticity this showed insignificant increases 2.13% - 2.16% - 3.49% (low plasticity); in reference to its classification this is not modified. Conclusion: The incorporation of sugarcane bagasse ashes significantly affects the stabilization of the subgrade of the Simbal - Chual neighborhood road, Trujillo 2022.

Key words: Sugarcane bagasse ash, stabilization, subgrade, CBR, plasticity.

I. INTRODUCCIÓN

En ingeniería, el suelo es un elemento importante en la concepción de una obra, pues es el encargado de soportar el peso ejercido a causa de la misma, y los problemas que se producen debido a los suelos suaves son muchos, principalmente causar fallos en la estructura debido a que su capacidad de resistencia no es la adecuada para el peso de las infraestructuras que se asientan en ella. Estos problemas son importantes para el ingeniero civil, pues los estratos y las propiedades de un suelo son variables, y es por ello que como parte de los estudios de ingeniería también se incluyen los estudios de suelos, para determinar resistencia, plasticidad, y clasificación del suelo según su granulometría, ensayos que se deben realizar para luego plantear alternativas de solución para el buen diseño de la infraestructura vial (Obam y Nwaogu, 2017).

Aquellos suelos que no cumplan con las características mínimas normadas por el ente regulador de la construcción, como: capacidad de carga pobre, alta plasticidad, arcillas expansivas, entre otros, habrá que buscar una técnica adecuada y factible en lo técnico, económico y ambiental (Mwaipungu y Ahmed, 2019).

En el mundo el desarrollo de los pavimentos nace de la necesidad de transportar maquinas, cargas, productos del campo a la ciudad, entre otros, lo que deja en claro que son medios de comunicación que juegan un rol preponderante en el desarrollo económico de las naciones (Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018). Dada la importancia que tiene el desarrollo de la infraestructura pavimentaría para el desarrollo de los pueblos, la FAO los plantea y recomienda a las naciones sub desarrolladas como uno de los objetivos de desarrollo al 2030, en consecuencia, de que estas logren cerrar las brechas en el tema de infraestructura vial adecuada y segura.

El Perú tiene un desarrollo de red vial de 165,371 km, de los cuales solo están pavimentados 23,769 km, y la mayor parte sin pavimentar 141,603 km. El problema es más palpable en las zonas rurales, ya que aquí, solamente el 2% de la red vial esta pavimentada, lo cual limita el desarrollo sostenible de los pueblos asentados en estas zonas, que, por lo general, son los que presentan indicadores de pobreza alarmantes (Ovidio, 2019).

Según informe del instituto Nacional de defensa civil [INDECI], (2017), el ultimo fenómeno del niño afecto en particular a tres regiones de la zona norte entre ellas la Libertad. El informe del MTC (2017), pone en evidencia que en la Libertad 369 km de camino rurales resultaron destruidos y 22,338 km quedaron afectados, a los cuales se les ha ido mejorando y rehabilitando con asfalto y métodos básicos.

El distrito de Simbal está una distancia de 33.5 km de la capital Trujillana, distrito que cuenta con 390.6 Km² de territorio, siendo este uno de los distritos más grandes de Trujillo.

En lo que respecta al camino vecinal Simbal – Chual, este se ubica entre los Ríos y quebradas, los mismos que aumentan su caudal en épocas lluviosas, para el MTC (2017), clasifica a este camino como vía afirmada de terreno natural, lo que significa que no está permeabilizado, tipo de suelos que no soportaron las fuertes lluvias del fenómeno del niño (2017), lo cual ha ocasionado disgregación, polvaredas. En periodos lluviosos se tornan un poco intransitables, lo que hace suponer que el problema está en la capacidad de resistencia de los materiales de la subrasante, la cual puede ser mejorada mediante un método de estabilización, con el fin de mejorar las características mecánico – físicas, método el cual debe ser factible en lo técnico – económico – ambiental.

Ante esta necesidad, en el ámbito de ingeniería se han realizado trabajos de estabilizaciones con la finalidad de incrementar la capacidad de soporte, originándose el concepto de estabilizar los suelos mediante la incorporación de nuevos materiales tales como las cenizas de bagazo de caña de azúcar en adelante CBCA (Pérez y Cañar, 2017).

Ante la problemática expuesta es que se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña en la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022?

Para dar respuesta a la pregunta general de investigación se hizo necesario dar respuesta a las siguientes preguntas específicas: (i) ¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del suelo patrón de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022? (ii) ¿Qué efectos tiene la incorporación de cenizas de bagazo de caña en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022? (iii) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022?

La investigación se justificó en la medida, que, como entes comprometidos con el desarrollo de la ingeniería civil, se debe investigar y aportar a la sociedad académica, dejando un material de consulta relacionado con la incorporación de CBCA para mejorar la estabilidad de los terrenos de subrasantes. Teniendo como referente que la materia prima es de costo bajo y que variedad de estudios vienen mostrando la eficiencia y eficacia del uso de estos agregados.

Los estudios de campo - laboratorio realizados en la industria de la construcción han puesto en evidencia los beneficios que tienen las cenizas de los residuos de la agroindustria, entre los que destaca, la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), las mismas que gracias a sus altos porcentajes de sílice, viene siendo utilizado para mejorar las propiedades mecánicas de los materiales de la construcción, específicamente su capacidad de soporte, ellos en base a sus propiedades conglomerantes, cenizas que bien pueden ir reemplazando no del todo al cemento, el mismo que en su proceso producción genera gases contaminantes perjudicando de manera considerable al medio ambiente (Farfán y Pastor, 2018).

En lo social la investigación contribuye en la mejora del camino vecinal, que beneficia directamente a los pobladores que en su mayoría son agricultores, que salen con sus productos del campo a la ciudad, a menores costos y con menos polvaredas, que son factores que les generan gastos en transporte y salud, garantizando con la propuesta una mejora en la resistencia de soporte de la subrasante y por ende un desarrollo económico y social de los pobladores del entorno del estudio.

La investigación tuvo como objetivo general determinar el efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022. Para el logro del objetivo general se hizo necesario los siguientes objetivos específicos: (i) Determinar las propiedades físico- mecánicas del suelo patrón de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022. (ii) Determinar el efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña en las propiedades físico- mecánicas de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022. (iii) Determinar el porcentaje óptimo de incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022.

La hipótesis general investigativa fue: La incorporación de cenizas de bagazo de caña incide significativamente en la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022. Las hipótesis específicas fueron: (i) Las propiedades físico- mecánicas del suelo patrón de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo son deficientes. (ii) La incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar incide significativamente sobre las propiedades físico- mecánicas de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022. (iii) El porcentaje óptimo de incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022 será 10%.

II. MARCO TEÓRICO

Los estudios realizados empleando CBCA como agente estabilizador para subrasantes de baja capacidad portante, ha sido ampliamente estudiado tanto en el ámbito internacional, como nacional y local, para lo cual han servido al presente estudio como antecedentes de investigación. Los estudios internacionales citados fueron los siguientes:

Pérez et al. (2022) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar los efectos generados por la incorporación de CBCA a un grupo de muestras de suelo obtenidas de la subrasante de la vía Ibagué – Girardot. La metodología empleada en su estudio fue de enfoque cuantitativo con diseño experimental, y trabajaron con muestras de suelos extraídas de la subrasante de la mencionada vía, las cuales fueron ensayadas para conocer valores como granulometría, límites de consistencia, Proctor y CBR en suelo con porcentajes de 0%, 3%, 5% y 7% de incorporación de CBCA. Los resultados del estudio demostraron que el suelo se clasificó como SW o arenas bien graduadas, y que los resultados de CBR aumentaron progresivamente a medida que se aumentaba el porcentaje de incorporación de cenizas en las muestras ensayadas, lográndose obtener valores de 65.0 lbf/pulg² o de 4.57kg/cm² en su equivalente, afirmando a la incorporación del 7% como porcentaje óptimo. Concluyeron que la CBCA funciona como estabilizante para la subrasante, ya que mejoró las características técnicas mecánicas de este con el aumento de ceniza añadido a la mezcla, siendo 7% de ceniza el mayor aportante a la resistencia a la compresión del suelo.

Araujo y Rodríguez (2019) realizaron un estudio para evaluar como cambiaba el comportamiento geotécnico de un material granular cuando se le adiciona CBCA. La metodología empleada en su estudio fue de enfoque cuantitativo con diseño experimental y trabajaron con muestras de suelo natural y también con aquellas con CBCA incorporado al 3%, 5% y 7%. Los resultados mostraron una mejora en el comportamiento mecánico del suelo una vez que se le incorporó

CBCA, obteniéndose un CBR de 80 en el porcentaje de adición del 7%, casi el doble del valor obtenido de la muestra patrón que fue de 44 lo que confirma a este como el porcentaje óptimo; además hubo aumento en los valores de resistencia a la compresión a los 28 días de curado, siendo el porcentaje óptimo la mezcla del 5% de incorporación de CBCA. Concluyeron que emplear CBCA como aditivo estabilizador de suelos es totalmente factible técnica y económicamente hablando, lo que lo hace una alternativa sostenible pues le brinda una mejor disposición final a un residuo contaminante, aprovechando sus propiedades como agente estabilizador de subrasantes en proyectos viales.

Ojeda et al. (2018) realizaron un estudio con la finalidad de brindar una alternativa de estabilización de suelos arenosos, evaluando la influencia de la incorporación de CBCA como sustituto parcial de cemento. La metodología del estudio fue de enfoque cuantitativo y de diseño experimental, y trabajaron con 12 muestras de suelos a los que se les incorporó cemento portland en porcentajes del 3%, 5% y 7% y sobre esos porcentajes se sustituyó parte del cemento por CBCA en porcentajes del 25%, 50% y 100%, además de las muestras patrones o sin ninguna modificación, para poder realizar los ensayos de caracterización del suelo como grado de compactación, resistencia a la compresión y CBR. Los resultados del estudio mostraron que las muestras de suelo iban mejorando en sus características con la incorporación de este material mixto, e incluso se puede hablar de una reducción de hasta el 25% de consumo de cemento portland. Concluyeron que hay efectividad al mezclar cemento con cenizas e incorporarlas en el suelo, logrando incrementar sus propiedades de resistencia a la compresión y CBR.

En el ámbito nacional se encontraron los siguientes estudios relacionados:

Cheros y García (2021) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar como incide la incorporación de CBCA en la estabilización de suelos de la subrasante del centro poblado de Jíbito en el distrito de Miguel Checa, Sullana. La metodología de estudio fue de enfoque cuantitativo y de diseño experimental, y trabajaron con muestras de suelo de la subrasante del mencionado centro poblado, extraídas de dos calicatas, y a las cuales se les aplicaron ensayos para determinar su granulométrica, límites de consistencia, Proctor y CBR tanto para las muestras de suelos patrón como para las muestras con incorporación de CBCA en porcentajes del 10%, 15% y 20%. Los resultados evidenciaron un aumento considerable en las propiedades de los suelos identificados como GW y SM-SP, obteniéndose que el 15% de incorporación de cenizas logró aumentar el CBR en un 13.06% respecto a los valores originales del suelo GW, y del 9.90% en el suelo SM-SP, siendo este el porcentaje óptimo de incorporación de cenizas para ambas clases de suelos obtenidos. Los investigadores concluyeron que la incorporación de CBCA mejora las propiedades de suelos de clase GW y SM-SP.

Salas y Pinedo (2018) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar cómo influye la CBCA en la estabilización de subrasantes destinadas a obras de pavimentos flexibles. La investigación fue de tipo experimental y de enfoque cuantitativo, y se trabajó con muestras de suelos extraídas de 12 calicatas tanto en estado natural como con sus diferentes combinaciones: con CBCA del 5%, 10% y 15%, a los cuales se les aplicó los ensayos de granulometría, límites de consistencia, Proctor y CBR. Los resultados mostraron que las muestras de suelos en estado natural estudiadas corresponden al grupo SP o sea arenas mal graduadas, con contenido de humedad menor al 1%, y un CBR de 13.30%, valores que aumentaron a medida que se incluyó la CBCA en los porcentajes definidos, obteniéndose un mejor valor en el porcentaje del 10% de incorporación ya que el CBR aumentó a 30.40%. Concluyeron que el uso de CBCA es factible económicamente pues ayuda a mejorar las propiedades de un suelo de clase SP en estado natural.

Carrasco D (2017) realizó un estudio con el objetivo de evaluar si es posible emplear CBCA para estabilizar suelos arcillosos presentes en un tramo de carretera Moro - Virahuanca en el distrito de Moro, provincia de Santa, 2017. La metodología utilizada se basó en un estudio de enfoque cuantitativo y de diseño experimental, y se trabajó con muestras de suelos de tipo arcillosos sin estabilizar, a las cuales se les evaluó características como granulometría, límites de consistencia, Proctor y CBR, tanto a muestras de suelo inalteradas como aquellas en donde se les agregó CBCA en los porcentajes de 25%, 35% y 45%. Los resultados del estudio evidenciaron un incremento en las propiedades de CBR de las muestras con adición de CBCA, especialmente en el porcentaje del 35% en donde los valores se triplicaron respecto al original obtenido (de 4.5 a 15.39). Se concluyó que es posible utilizar las CBCA para estabilizar suelos arcillosos.

A nivel local se han encontrado los siguientes estudios relacionados con la investigación:

Florian y Jara (2021) realizaron un estudio con la finalidad de emplear CBCA activada alcalinamente para mejorar las propiedades de un suelo arenoso con alto contenido de grava y estabilizarlo y Así mismo evaluar su influencia. La metodología que empleó fue de enfoque cuantitativo y de diseño experimental, trabajo con muestras de suelo tanto natural cómo aquellas muestras a las que se les adicionó porcentajes de CBCA en un 5%, 10% y 15% y se evaluaron parámetros como la densidad máxima seca, resistencia a la compresión no confinada y CBR mediante ensayos de laboratorio. Los resultados indicaron que las propiedades del suelo mejoraron una vez que se le integró la CBCA con activación alcalina en un 10%, obteniendo valores 2.323 gr/cm³ de densidad máxima seca, 54 de CBR y 27.88 kg/cm² de resistencia a la compresión no confinada, afirmando que este porcentaje utilizado fue el más óptimo. Concluyeron que emplear CBCA es una alternativa económica y técnicamente justificable, de uso sostenible y con resultados positivos para estabilización de suelos arenosos.

Terrones (2018) realizó un estudio con el objetivo de evaluar estabilizar con CBCA un suelo conformado por arcilla y limo ubicado en el camino de ingreso al sector de Barraza en el distrito de Trujillo. La metodología del estudio fue de enfoque cuantitativo y de diseño experimental, y trabajó con muestras de suelos que fueron ensayadas para determinar valores como Proctor y CBR, tanto en las muestras de suelo patrón como en aquellas donde se incorporó CBCA en porcentajes del 5%, 10% y 15%. Los resultados evidenciaron que la incorporación del 15% de cenizas logró aumentar los valores de resistencia y de CBR de las muestras de suelos ensayados, lográndose cumplir con los valores mínimos exigidos por MTC, para ser considerados como aptos y ser utilizados en proyectos viales. Concluyó que es posible emplear CBCA como estabilizante de suelos, y recomienda su uso ya que reduce considerablemente los costos, mantenimiento e impacto ambiental.

Respecto a los párrafos anteriores se puede mencionar que hay una base sólida de estudios realizados en donde se ha trabajado con CBCA para fines de estabilización de suelos, donde se ha utilizado metodologías similares para poder obtener sus resultados, además es necesario reforzar el sustento teórico de este estudio citando teorías y conceptos. A continuación, se presentan las bases teóricas y los enfoques conceptuales en los que este estudio se sustenta:

El suelo puede definirse de muchas maneras, siendo una definición general la que lo describe como una serie de capas situadas en la superficie de la Tierra, compuesto principalmente de material mineral y/u orgánico y que se ven afectados por procesos físicos, químicos y biológicos (Van Es, 2017). La aplicación de las leyes mecánicas e hidráulica para resolver los problemas de ingeniería relativos a las masas no consolidadas de sedimentos y otras partículas sólidas resultantes de la descomposición mecánica y química de la roca, con o sin mezcla de componentes orgánicos, se denomina como mecánica de suelos (Carrasco, 2017).

En ingeniería, es importante que los suelos cumplan con los requisitos mínimos para soportar una estructura, y cuando no se cumple con estos parámetros se tiene que recurrir a técnicas de mejoramientos las cuales se dividen

básicamente en la modificación de los suelos y en la estabilización (Behak, 2017).

La estabilización de suelos según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú o MTC (2013) es la aplicación de procedimientos o técnicas para mejorar las propiedades físicas del suelo mediante técnicas mecánicas o químicas. La administración federal de carreteras de los Estados Unidos utiliza como un medio de estabilización de suelos y de mejoramiento de su resistencia el uso de cenizas, mencionando que esta es capaz de estabilizar bases, subrasantes y terraplenes y siendo un método ampliamente utilizado en muchos proyectos (U.S. Department of Transportation, 2021)

Las cenizas son un residuo mineral compuesto de sustancias inorgánicas no combustibles, de apariencia gris claro y en forma de polvo que son producto de la combustión de algo (Diccionario Actual, s/f) Respecto a las cenizas de bagazo de caña de azúcar o CBCA, esto es un material en forma de polvo producto de la combustión del material de desecho (bagazo) de la industria azucarera similar a las cenizas volantes, pero la forma de las partículas de estos dos materiales es diferente. Su color es generalmente negro debido al proceso de combustión y a la presencia de partículas de carbono sin quemar (Rafat y Rafik, 2022)

Las características de las cenizas dependen de la temperatura, el tiempo de combustión, el tiempo de enfriamiento y el tipo de combustión (Basha et al., 2005), pero la razón principal por la que las cenizas son capaces de mejorar las características de un suelo se debe principalmente a las reacciones puzolánicas que se generan en la mezcla suelo – cenizas, lo que implica el transporte de hidróxido de calcio por el agua para combinarse con minerales de arcilla de silicato y aluminato para formar hidrato de silicato de calcio (CSH) e hidrato de aluminato de calcio (CAH) (Renjith et al., 2021).

Como se ha mencionado antes, cuando un suelo no cumple con los requisitos mínimos exigidos en los diseños de ingeniería, se procede a hacer una estabilización para mejorar las propiedades o características de los suelos. Estas características de los suelos que los ingenieros deben conocer para

definir sus diseños han sido mencionadas por el MTC (2013). Se destacan el análisis granulométrico, los límites de consistencia, el Proctor modificado y el CBR; cada uno con su norma de procedimientos aplicativos de los cuales se proceden a definir a continuación:

Como primer punto se tiene el análisis granulométrico, el cual es el ensayo que determina la gradación de las partículas del suelo. En otras palabras, determinar los porcentajes de suelo que se quedan en los tamices. La norma que regula el procedimiento del ensayo es la ASTM D-422 o la MTC E107. El procedimiento utilizado es el siguiente: Primero se colocan las muestras en el horno a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. por un tiempo de 24 horas; pesar 3 muestras de agregado grueso de 2000 g; colocar los tamices en orden decreciente por tamaño de abertura (3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8 y N°16); luego hacer la operación de tamizado manual; finalmente, pesar la cantidad retenida de agregado en cada tamiz junto con el fondo, en una balanza analítica de 0.1 gramos, se realiza el procedimiento 3 veces.

Tabla 1.

Tamices empleados para el análisis granulométrico

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75, 000
2"	50, 800
1 1/2"	38, 100
1"	25, 400
3/4"	19, 000
3/8"	9, 500
N° 4	4, 760
N° 10	2, 000
N° 20	0, 840
N° 40	0, 425
N° 60	0, 260
N° 140	0, 106
N° 200	0, 075

Fuente: MTC, 2016

Con los resultados obtenidos de pasar la muestra por los diferentes tamices, se puede clasificar los suelos bajo el SUCS y bajo el AASHTO.

La clasificación ASHTOO de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes divide los suelos en 7 grupos, desde el A-1 hasta el A-7. Los clasificados A-1 – A-3, son de material granular, donde el número de partículas que pasa la malla N° 200 es menor de 35%, los suelos clasificados a partir de A-4, son particularmente arcillosos. Los suelos con un alto contenido en materia orgánica se incluyen en el grupo A-8 (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria [ULPGC], 2020).

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos conocido también por sus siglas como clasificación SUCS, es un tipo de clasificación ampliamente utilizado en ingeniería y geología, permite conocer la textura y el tamaño de las partículas que conforman a un suelo. En su procedimiento establece letras para clasificar a los suelos según el porcentaje de material que pasa por los diferentes tamices, donde cada letra tiene un significado, las que se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 2.

Tabla de clasificación SUCS

Divisiones mayores			Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos granulares gruesos el 50% o más se retuvo en el tamiz n°200 (0.075 mm)	Grava	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz N° 200	GW	grava bien graduada, grava fina a gruesa
	< 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4 (4.75 mm)		GP	grava pobremente graduada
		grava con más de 12% de finos pasantes	GM	grava limosa
			GC	grava arcillosa

		del tamiz N° 200		
	Arena	Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz N° 200	SW	Arena fina a gruesa.
	≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4	Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz N° 200	SP	Arena pobremente graduada
			SM	Arena limosa
			SC	Arena arcillosa
Suelos de grano fino	Limos y arcillas		ML	limo
		inorgánico	CL	arcilla
	límite líquido < 50	orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica
más del 50% de la muestra pasa el tamiz No.200 (0.075 mm)	Limos y arcillas	inorgánico	MH	limo de alta plasticidad, limo elástico
			CH	Arcilla de alta plasticidad
	límite líquido ≥ 50	orgánico	OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos			Pt	turba

Nota. Adaptado de Evett & Cheng (2007)

Como segundo punto se tiene a los límites de consistencia, otras de las características que el ingeniero debe conocer acerca del suelo, y sus procedimientos de ensayos se regulan con la ASTM D-4318 y con la MTC E110-E111. Con este ensayo se puede conocer el límite líquido LL y el límite plástico LP y también se determina el Índice de Plasticidad o IP.

El LL se define como la cantidad de humedad necesaria para unir la mitad de una mezcla de suelo de 1 cm de espesor de aproximadamente 12 mm de longitud, separándose las mitades en la parte inferior de la muestra y uniéndose después de un cierto número de golpes. La prueba requiere el uso de tierra seca que ha pasado por el tamiz N.º 40, una copa Casagrande y el equipo asociado, una balanza, ranurador, una capsula de porcelana, alquitrán y una espátula.

El LP es la humedad mínima a la que el suelo se comporta como plástico, es decir, se deforma sin destruirse. El procedimiento es el siguiente. Prepare una cierta cantidad y añada tierra seca hasta que el contenido de humedad de la pasta disminuya. La muestra se hace rodar a mano sobre una placa de vidrio hasta que un cilindro de 3 mm de diámetro comienza a resquebrajarse. El límite de plasticidad es la media de los dos valores de humedad. Si la diferencia entre los dos valores es superior a dos puntos, hay que repetir la prueba.

En tercer lugar, se tiene el ensayo de Proctor modificado, regulado por la ASTM D-1557 o la MTC – E115 y el cual mide la densidad en seco de varias muestras comprimidas en las mismas condiciones, pero con diferente contenido de humedad. Se determina la gravedad específica para cada contenido de humedad y estos valores se expresan en coordenadas cartesianas para obtener la curva Proctor.

Por último, el ensayo de CBR se usa para hacer el análisis de la resistencia portante de la subrasante, y los procedimientos del ensayo se regulan con la ASTM D-1883 o la MTC – E132. El valor de CBR se define como la relación que tiene la carga unitaria Kg/cm² requerida para obtener una determinada profundidad de penetración del pistón dentro del material compactado a una determinada humedad y densidad, que dependen de la carga unitaria patrón.

El procedimiento utilizado es el siguiente: Se pesan los moldes sin collares, se introducen los discos distanciadores en la base y se hacen tres probetas de cinco capas cada una: 12 veces por capa, 25 veces por capa y 56 veces por capa. Para cada molde, retire la base, el collar y el disco espaciador, pese el molde y la tierra compactada para determinar la gravedad específica del suelo,

coloque una placa perforada con un vástago ajustable sobre la tierra compactada y aplique suficiente peso para lograr el grado de solapamiento deseado. Sumergir el molde y las pesas en un recipiente con agua, asegurándose de que el agua entre en la parte superior e inferior de la muestra. Se fija el punto cero del dilatómetro y se registra el momento en que se inicia el ensayo; las mediciones se realizan después de 0, 24, 48, 72 y 96 horas y, después de 96 horas, se retira la muestra y se deja durante 15 minutos para que la superficie superior de la muestra se seque completamente antes de pesar la muestra sumergida en el molde. Por último, se tiene en cuenta la densidad o el peso específico para realizar los cálculos correspondientes; la densidad se calcula en función del peso del suelo antes de la inmersión y de su contenido de agua. Por último, para calcular el índice CBR, se traza una curva en relación con la presión (ordenadas) y la penetración (abscisas) y se observan los puntos de inflexión en esta curva.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Según el CONCYTEC (2021), la investigación puede ser básica o aplicada, de acuerdo a los siguientes conceptos: Será básica cuando la investigación esté concentrada a comprender los fenómenos, los hechos y relaciones existentes entre las partes estudiadas, y por tanto es un conocimiento mucho más complejo; en cambio será aplicada cuando mediante la aplicación de métodos que son producto del conocimiento científico existente, se pueden cubrir necesidades específicas. La investigación aquí presentada es aplicada, ya que ofrece una alternativa práctica para la estabilización de suelos inestables, dando una solución a un problema común de los suelos arcillosos.

Diseño de investigación: Corresponde al conjunto de herramientas, estrategias, procedimientos y metodologías establecidas para el desarrollo de la investigación, y que se dividen en diseños experimentales y no experimentales (S. Carrasco, 2019). Este estudio es de diseño experimental porque evalúa el efecto de la variable independiente sobre una variable dependiente y por tanto es de diseño Experimental, con lecturas pre y post aplicación del tratamiento, además es longitudinal, ya que se hace más de una medida para observar los cambios de las adicciones.

$$X \rightarrow Y$$

$$MX \rightarrow O1$$

$$MX \rightarrow O2$$

$$MX \rightarrow O3$$

Donde Mx: Muestra de suelo.

Y: Variable dependiente.

X: Variable independiente.

O1, O2 y O3: Porcentajes de cenizas.

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Estabilización de Subrasante

Definición conceptual: Procedimientos o técnicas aplicadas para mejorar las propiedades físicas del suelo mediante técnicas mecánicas o químicas como la incorporación de productos estabilizantes (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2013).

Dimensiones: Propiedades físico-mecánicas

Indicadores: Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor, CBR.

Escala de medición: Razón.

Variable independiente: Incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar

Definición conceptual: Es un material en forma de polvo negro producto de la combustión del material de desecho (bagazo) de la industria azucarera (Rafat & Rafik, 2022).

Dimensiones: % de incorporación de CBCA.

Indicadores: 5%, 10%, 15%

Escala de medición: Razón.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: La población de estudio es la delimitación de unidades de que pueden ser parte de la muestra y que se ubican en el ámbito espacial de la investigación (Carrasco, 2019). En este estudio se trabajó como población la superficie total de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022, el cual tiene una longitud total aproximada de 7.6 km.

Muestra: Corresponde a una parte de la población, al extracto con el que se trabajará y cuyo tamaño tiene que ser representativo con la finalidad de que los resultados obtenidos de cada muestra puedan generalizarse toda la población

(S. Carrasco, 2019). En este estudio el tamaño fue de 40 muestras de suelo de la subrasante que fueron obtenidas de 10 calicatas perforadas cada 500 mts de longitud.

Las muestras quedan establecidas de la siguiente manera:

Tabla 3.

Muestras de suelo a ensayar

Calicata	Ubicación	Muestras	
C-1	0+500	C1M0%	Patrón
		C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
C-2	1+000	C1M0%	Patrón
		C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
C-3	1+500	C1M0%	Patrón
		C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
C-4	2+000	C1M0%	Patrón
		C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
C-5	2+500	C1M0%	Patrón
		C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
C-6	3+000	C1M0%	Patrón
		C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
C-7	3+500	C1M0%	Patrón

Calicata	Ubicación	Muestras	
		C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
		C1M0%	Patrón
C-8	4+000	C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
		C1M0%	Patrón
C-9	4+500	C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
		C1M0%	Patrón
C-10	5+000	C1M5%	95% Suelo + 5% CBCA
		C1M10%	90% S + 10% CBCA
		C1M15%	85% S + 15% CBCA
		TOTAL	40

Muestreo: El muestreo es la técnica con la cual se seleccionará la muestra, y esta puede ser probabilística como no probabilística (S. Carrasco, 2019). Para este estudio se trabajó un muestreo no probabilístico y por conveniencia.

Unidad de análisis: Muestras de suelo de la subrasante.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos: Son aquellos procedimientos previamente ideados y detallados que permiten recopilar la información necesaria para la investigación (Arias, 2012). En este estudio se trabajó con la técnica de la observación debido a la naturaleza del estudio que es experimental, se observaran las diferentes reacciones con la finalidad de medirlas, que en este caso se observará como cambian las propiedades del suelo patrón una vez que

son incorporadas las cenizas de bagazo de caña de azúcar a los diferentes porcentajes establecidos.

Instrumentos de recolección de datos: Estas son las herramientas encargadas de registrar la información, y son diseñados de acuerdo a las dimensiones de la variable estudiada y a los objetivos esenciales del estudio (Borja, 2016). Este estudio empleará como instrumentos fichas estandarizadas de ensayos de laboratorio respecto a Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor y CBR. Además, se contará con una guía de observación a modo de registrar y ordenar los valores obtenidos de Proctor y CBR según cada muestra evaluada.

Validez

La validez es el grado de precisión que asegura que los resultados obtenidos por los instrumentos sean precisos y válidos (Arias, 2021). En este estudio, la validación de los instrumentos fue mediante juicio de (03) expertos.

Confiabilidad: Este concepto indica que los resultados obtenidos por los instrumentos en cada medición siempre serán los mismos (Hernández et al., 2014). Los instrumentos utilizados se encuentran estandarizados por las normas ASTM y los códigos del MTC, lo que ampara su confiabilidad.

3.5. Procedimientos

El procedimiento de recolección de datos fue el siguiente:

1. Coordinaciones previas: Primeramente, se realizaron las coordinaciones institucionales. Esto quiere decir que antes de realizar cualquier estudio se coordinó con el municipio encargado para que se brinde la autorización de ejecución de trabajos exploratorios, debido a que el presente estudio requirió de la excavación de calicatas este permiso fue necesario. Obtenido una vez el permiso, se coordinaron los días para las visitas de campo respectivas y para la perforación de las calicatas.
2. Trabajos de campo: En el día de la inspección, se localizaron los puntos estratégicos de donde se excavaron las calicatas, las cuales fueron de 1.00

m x 1.00 m en relación Ancho/Largo, y de 1.50 m de profundidad. Cada calicata tomó un tiempo aproximado de 20 minutos en perforarse y 10 minutos de extracción de muestra. Las muestras de suelos fueron debidamente codificadas en sacos plásticos previamente etiquetados, anotando información necesaria como el N° de Calicata, la fecha de extracción de la muestra, las coordenadas UTM 17S. Un total de 50 kg de muestra de suelo por calicata fue necesario extraerse. Respecto a las cenizas, estas se obtuvieron de los hornos industriales de las empresas cañaceras de la zona. Fueron almacenadas en sacos plásticos codificados y debidamente sellados con la finalidad de evitar alguna contaminación. La cantidad de ceniza que se requirió fue 25 kg.

3. Trabajos de laboratorio: Una vez realizados los trabajos de campo, se trasladaron las muestras al laboratorio con la finalidad de que se ejecuten los ensayos solicitados a cada una de las muestras indicadas a continuación:

Tabla 4.

Ensayos que se realizarán a cada diseño de mezcla

Diseño	Ensayos a realizar
0% (Suelo patrón)	Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422, MTC E107) Límites de Consistencia (ASTM D-4318, MTC E110-E111) Proctor Modificado (ASTM D-1557, MTC – E115) California Bearing Ratio (ASTM D-1883, MTC – E132)
Incorporación del 5% de CBCA	Proctor Modificado (ASTM D-1557, MTC – E115) California Bearing Ratio (ASTM D-1883, MTC – E132)
Incorporación del 10% de CBCA	Proctor Modificado (ASTM D-1557, MTC – E115) California Bearing Ratio (ASTM D-1883, MTC – E132)
Incorporación del 15% de CBCA	Proctor Modificado (ASTM D-1557, MTC – E115) California Bearing Ratio (ASTM D-1883, MTC – E132)

3.6. Método de análisis de datos

En este estudio la información fue ordenada en tablas descriptivas y representada en gráficos lineales (o de barras). Para evaluar las hipótesis se recurrió al análisis de varianzas. El software que se utilizará para tales fines fue el Microsoft Excel.

3.7. Aspectos éticos

Este estudio se rige por disposiciones que hacen hincapié en la ética de la investigación (Universidad Cesar Vallejo, 2017) como respetar la autoría de otros investigadores evitando el plagio, respetando la autonomía del trabajo intelectual del estudio, también respetar y garantizar la fiabilidad de los resultados. Toda la información bibliográfica, títulos, autores se mantienen citados correctamente en el estudio, y la investigación de campo realizada se reserva exclusivamente para este estudio. Además, durante la ejecución de los trabajos se tuvo el máximo cuidado de respeto del medio ambiente para generar las menores molestias posibles, además que no se buscó perjudicar a nadie.

IV. RESULTADOS

4.1 Determinación de las propiedades físico- mecánicas del suelo patrón de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022

Tabla 5.

Resultados granulométricos de las calicatas

Calicatas	% Grava	% Finos que pasa malla N° 200	% Arena	Clasificación	SUCS	AASTHO
C -01	65.25	11.22	23.53	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
C -02	72.77	11.41	15.82	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
C -03	57.71	11.55	30.74	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
C -04	53.86	18.47	27.67	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
C -05	59.3	9.37	31.33	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
C -06	68.38	9.88	21.74	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
C -07	63.25	10.53	26.22	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
C -08	70.89	10.75	18.36	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
C -09	64.7	12.14	23.16	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)

La tabla 5, muestra el análisis granulométrico de la subrasante (9 calicatas) analizadas. Si observamos el porcentaje de finos que pasa la malla N° 200 en todas las calicatas no supera el 19%, lo que significa que el porcentaje de partículas retenidas es mayor al 81%, lo que le da una clasificación de Grava bien Gradada con limo y arena, SUCS: GW-GM y AASTHO =A-1 - a (0).

Tabla 6.

Resultados de análisis de plasticidad de la subrasante

Descripción	L.L (%)	L.P (%)	Índice de Plasticidad (%)
C -01	24.18	22.77	1.41
C -02	24.7	20.89	3.81
C -03	26.07	20.89	5.18
C -04	24.07	20.24	3.83
C -05	26.29	21.9	4.39
C -06	24.75	21.49	3.26
C -07	23.91	22.03	1.88
C -08	24.15	20.4	3.75
C -09	25.97	21.82	4.15
Promedio	24.90	21.38	3.52

Como se puede observar en la tabla 6, el límite líquido y limite plástico promedio de todas las calicatas analizadas es de 24.90 y 21.38, dando como resultado un índice de plasticidad promedio de 3.52, menor al 7%, lo que indica que la subrasante es poco arcillosa y de plasticidad baja.

Gráfico 1.

Gráfico de compactación

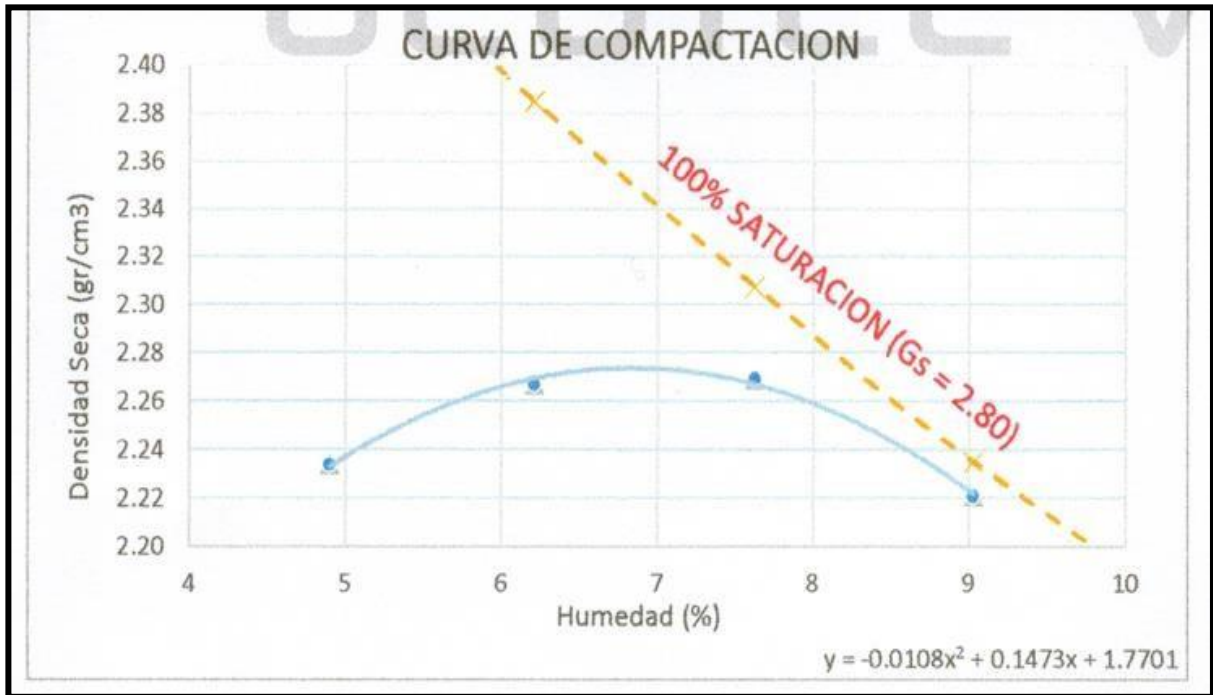


Tabla 7.

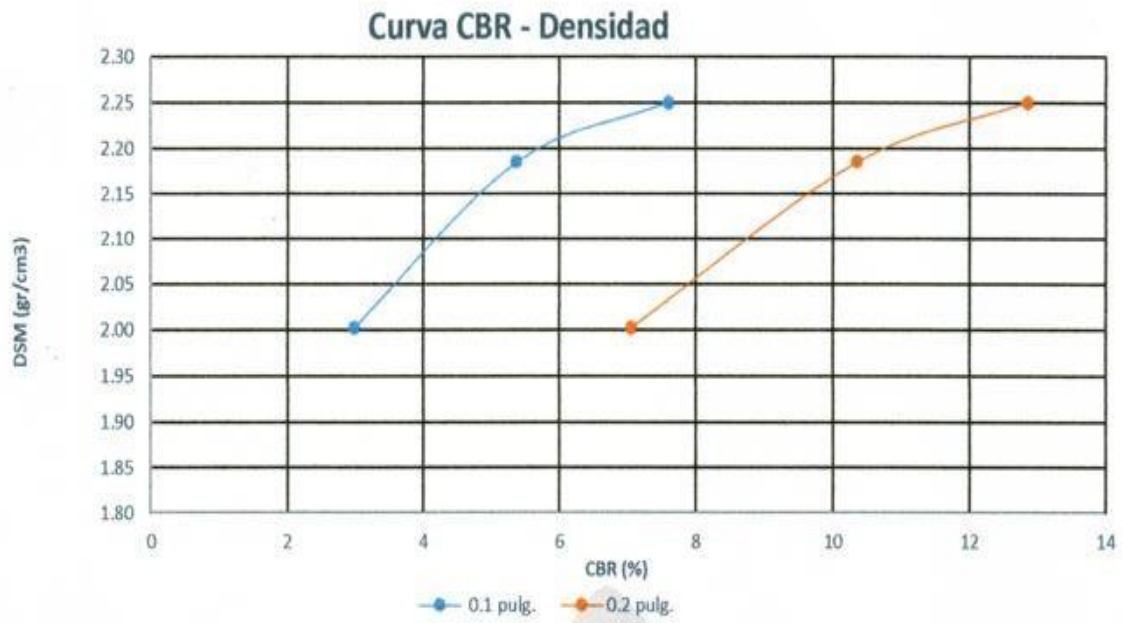
Resumen de ensayo Protor modificado del suelo patrón

Patrón Clasificación: Grava bien Gradada con limo y arena		
Densidad máxima seca		2.272 gr/cm ³
Humedad optima (%)		6.800%
95% DMS		2.158 gr/cm ³
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	7.64%	5.54%
(0.2")	13.01%	10.39%

La tabla 7, presenta el resumen del ensayo Protor modificado, como se puede observar el valor CBR del suelo patrón es de 5.54, con una densidad máxima seca de 2.272 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo de 6.8%, lo cual según norma técnica se ubica en la calificación de subrasante pobre.

Gráfico 2.

Curva CBR - Densidad máxima seca



La grafica 2, muestra la curva CBR – DMS, como se puede observar la línea azul que es a una décima pulgada de penetración, indica que al 100% de DMS, se obtiene un CBR= 7.64%, al 95% de DMS se obtiene un CBR=5.54%.

4.2 Determinar el efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022.

Tabla 8.

Resultados de granulometría incorporando CBCA

Calicatas	% Grava	% Finos que pasa N° 200	% Arena	Clasificación	SUCS	AASTH O
Patrón C-1	65.25	11.22	23.53	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
Patrón + 5% CBCA	61.99	12.11	25.9	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
Patrón + 10% CBCA	58.71	13.02	28.27	Grava bien Gradada con limo y arena	GW-GM	A-1 - a (0)
Patrón + 15% CBCA	55.46	18.11	26.43	Grava limo arcillosa con arena	GC-GM	A-1 -b (0)

La tabla 8, muestra los resultados de la granulometría con la incorporación de CBCA sobre el suelo – subrasante. Como se puede observar la incorporación de CBCA no afecta la clasificación del suelo, ni incide significativamente sobre él % de grava retenida en malla N° 200, lo que si se observa es un ligero incremento de porcentaje de finos que pasa la malla N° 200.

Tabla 9.**Resultados de plasticidad del suelo con agregaciones de CBCA**

Calicata	L.L	L.P	Índice de Plasticidad (%)
Patrón C-1	24.18	22.77	1.41
Patrón + 5% CBCA	32.46	30.33	2.13
Patrón + 10% CBCA	40.37	38.21	2.16
Patrón + 15% CBCA	45.66	42.17	3.49

La tabla 9, muestra los resultados de los ensayos de plasticidad del suelo con sus respectivas agregaciones. Como se observa la agregación incrementa ligeramente la plasticidad del suelo, pasando de 1.41 suelo patrón al 2.13% con el 5% de CBCA, a 2.16% con el 10% y 3.49% con el 15%, resultados que no salen de los parámetros de la calificación de subrasante con plasticidad baja.

Tabla 10.**Ensayo Protor modificado con la incorporación de CBCA**

Patrón C-1	Clasificación: Grava bien Gradada con limo y arena	
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	7.64%	5.54%
(0.2")	13.01%	10.39%
Patrón + 5% CBCA	Clasificación: Grava bien Gradada con limo y arena	
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	32.91%	12.63%
(0.2")	41.62%	30.03%
Patrón + 10 % CBCA	Clasificación: Grava bien Gradada con limo y arena	
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	65.74%	50.79%

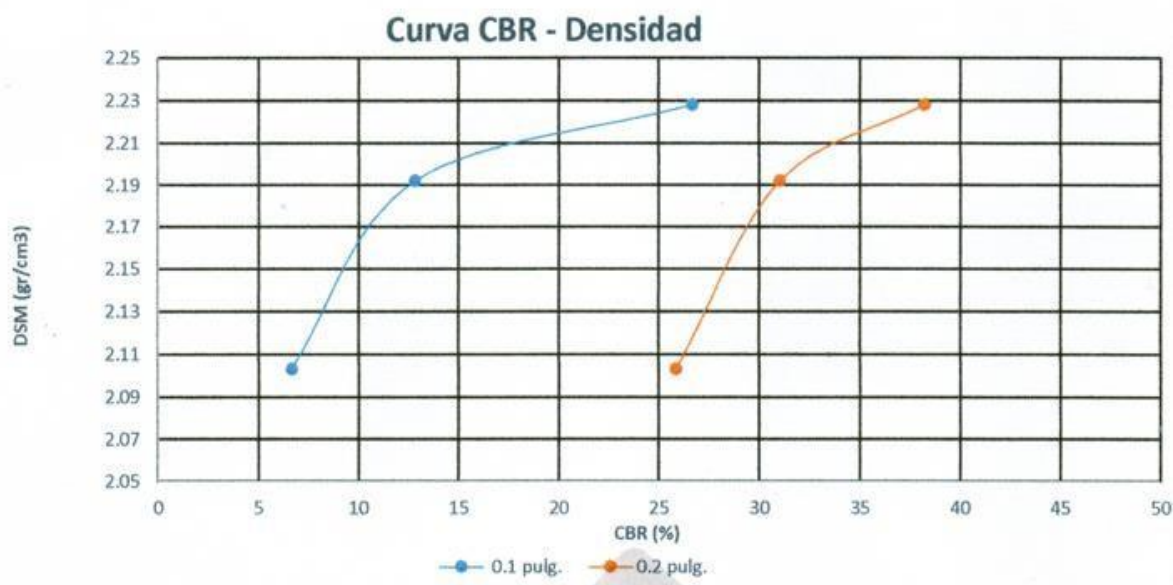
(0.2")	92.04%	68.86%
Patrón + 15% CBCA	Clasificación: Grava bien Gradada con limo y arena	
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	116.67%	98.63%
(0.2")	122.88%	105.93%

La tabla 10, es un resumen del análisis de Protor modificado con incorporación de CBCA. Como se puede observar al 5% de incorporación de CBCA la resistencia del material CBR al 100% de DMS es de 32.91% y al 95% de DMS que es lo que importa en subrasantes es del 12.63%; al aumentar la agregación a 10%, la resistencia del material CBR al 100% de DMS es de 65.74% y al 95% de DMS es de 50.79%; y con la agregación del 15% se llega a un CBR de 116.67% al 100% de DMS y al 98.63% de resistencia al 95% de DMS.

A continuación, presentamos las curvas CBR% relacionada con su respectiva densidad máxima seca (DMS), con las agregaciones de CBCA

Gráfico 3.

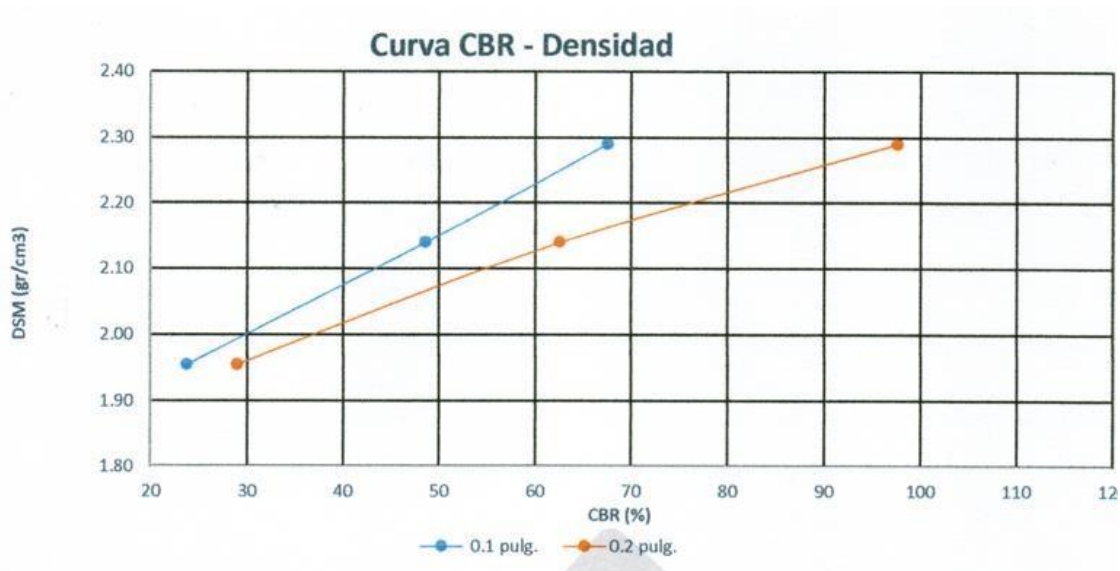
Curva CBR - Densidad con 5% de incorporación de CBCA



Como se puede observar en la gráfica 3, al 95% de DMS se obtiene un CBR=12.63%.

Gráfico 4.

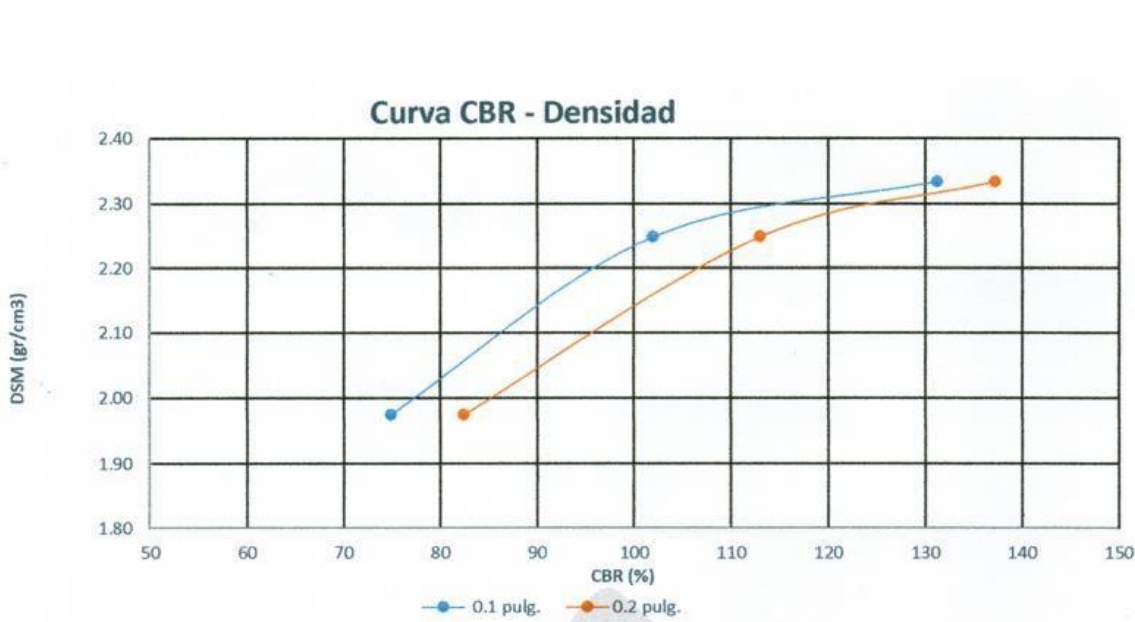
Curva CBR – Densidad con 10% CBCA



La grafica 4, evidencia que al 95% de DMS se obtiene un CBR=50.79%.

Gráfico 5.

Curva CBR – Densidad con 15% de incorporación de CBCA



La grafica 4, evidencia que al 95% de DMS se obtiene un CBR=98.63%.

4.3 Determinación del porcentaje óptimo de incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022.

En cuanto al porcentaje óptimo de agregación, tomando como referencia que la granulometría y plasticidad no se ven alteradas significativamente, y tomando como referencia el ensayo Protor modificado de la tabla 10, se puede determinar que el porcentaje óptimo de agregación de ceniza de bagazo de caña de azúcar es el del 15%, ya que con ello se obtienen los valores más elevados de CBR.

V. DISCUSIÓN

La subrasante es la base donde se asienta un pavimento, por lo que esta deberá cumplir ciertos requisitos mínimos, como lo son: granulometría adecuada, se recomienda que estos estén conformados por grava y arena y con un porcentaje de finos pasantes la malla N° 200 menor del 12%, además contar con una plasticidad baja y un CBR que supere el 10%, como lo resalta (Zavala, 2020).

Los estudios de suelos identifican las deficiencias en la capacidad portante de los materiales de la subrasante, lo que lleva a realizar ensayos de laboratorio con agregaciones de CBCA, entre estos ensayos tenemos: el análisis de granulometría, los ensayos de plasticidad y los ensayos de Protor modificado, y CBR (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria [ULPGC], 2020).

Par clasificar una subrasante en términos de calidad, se determina según normatividad técnica peruana mediante el sistema de clasificación AASHTO, el mismo que consta de 7 categorías (A-1, A-2,A-7), tomando como referencia su granulometría y plasticidad (Wikivia, 2020). En cuanto, la determinación de la resistencia del material esta se obtiene mediante ensayo Protor modificado, donde para subrasante importa la resistencia medida por su CBR al 95% de densidad máxima seca (DMS), lo recomendable es que este valor de CBR sea mayor al 10%.

En el proceso de mejora de las características mecánicas y físicas de subrasantes, se viene incorporando cenizas de residuos agroindustriales (ceniza de cascara de arroz, de bagazo de caña, de cascara de café, de carbón mineral, entre otras), las mismas que han hecho evidentes mejoras significativas en la resistencia de subrasantes, tal como lo demostró los estudios de la autoridad del transporte americano (Departamento de Transporte de los EEUU, 2021).

Actualmente la CBCA cuenta con un gran número de investigaciones en laboratorio, con orientación a la mejora de los materiales de la construcción, como sustituto del cemento, siendo un método reciente en la mejora de las características mecánico – físicas de los materiales del suelo, en base a que estas cenizas poseen altos contenidos de sílice, el mismo que tiene propiedades cementantes (Cordeiro y Kurtis, 2017).

Así mismo, estudios como el de Pérez et al. (2022); Cheros y García (2021), Araujo y Rodríguez (2019), Salas y Pinedo (2018), ponen en evidencia los beneficios que brinda la incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades mecánicas y físicas de los suelos inestables. Estudios que fueron realizados en laboratorios de reconocido prestigio logran determinar que agregaciones del 3%, 5% y 7% de CBCA llegan a incrementar el valor del CBR hasta en un 100%.

Resultados que aquí fueron contrastados mediante los ensayos en laboratorio GEOTEC VIAL, con la colaboración del Ing. jefe de laboratorio Robinson Tapia; se trabajó con muestras de suelo extraídas de 9 calicatas, con el objeto de evaluar las propiedades físico- mecánicas del suelo patrón y el elemento estabilizador (CBCA).

Los resultados de las propiedades de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, en Trujillo fueron: Granulometría, según clasificación AASHTO es de A-1-a (0), lo que significa que el suelo está constituido de grava y arena bien graduada, con baja cantidad de finos (no supera el 12% en suelo patrón). Una plasticidad baja, lo que es característico de suelos con poca arcilla.

En cuanto a la resistencia del material al 100% de densidad máxima seca (DMS) es de 7.64%, y al 95% de DMS fue de 5.54, hay que resaltar que para el caso de subrasante se toma en cuenta el valor CBR al 95% de CBR, según especificaciones técnicas de los especialistas (Zavala, 2020).

En laboratorio se evidencia una clasificación y índice de plasticidad óptimos, el problema está en la baja resistencia del material de la subrasante $CBR=5.54\%$ lo que le da una calificación de subrasante pobre ($CBR < 6\%$), la cual debe ser intervenida mediante la incorporación de CBCA, con la finalidad de mejorar este índice de resistencia del material de subrasante.

La incorporación no incide significativamente sobre la clasificación AASTHO, ya que esta permanece clasificando a la subrasante en A-1-a (0), así mismo, su plasticidad no pasa de 3.5% . Sin embargo, los resultados en la resistencia del material de esta subrasante si cambian significativamente, ya que al agregar 5% de CBCA aumenta el CBR a 12.63 , al 10% de incorporación el CBR llega a 50.79% y ante la incorporación del 15% se llega a un CBR óptimo de 98.63% , todos estos valores a una densidad máxima seca del 95% , lo cual deja en evidencia la factibilidad técnica de este agregado, que es derivado del sector agroindustrial.

En cuanto al porcentaje óptimo de incorporación de CBCA, el cual origina una mayor resistencia del material de la subrasante, es el del 15% , el cual evidencia la mayor resistencia del material de la subrasante. Con los resultados obtenidos podemos desarrollar el cálculo teórico mínimo de la incorporación de la CBCA en la subrasante para el cumplimiento de los estándares de soporte a nivel de subrasante, como lo especifica la normatividad técnica peruana, que sea mayor al 6% , tal cual como se evidencia en la tabla 11:

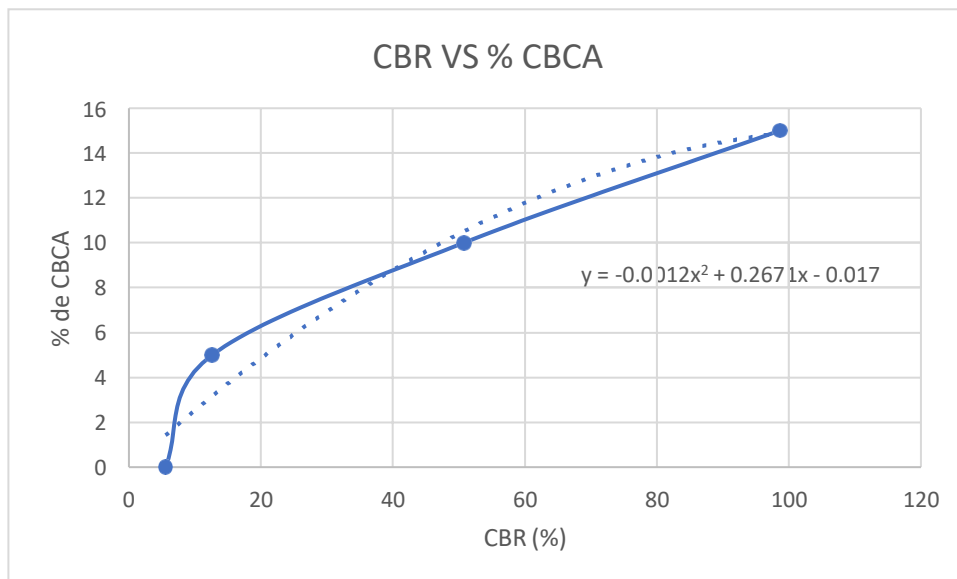
Tabla 11.

Calculo mínimo de incorporación de CBCA

MUESTRA	INCORPORACION DE CENIZA (%)	CBR (%)
Patrón	0	5.54
95% Suelo + 5% CBCA	5	12.62
90% S + 10% CBCA	10	50.79
85% S + 15% CBCA	15	98.63

Gráfico 6.

CBR vs % de incorporación mínimo de CBCA



Como se puede observar en la tabla 11, y grafica 6, el porcentaje mínimo de incorporación de CBCA que lleva que los materiales de la subrasante a obtener una resistencia calificada según norma técnica como buena ($6 \geq \text{CBR} \leq 20$), es solo con la incorporación del 5% de CBCA, ya que aquí se obtiene una

resistencia de los materiales de la subrasante de 12.63%, valor que ya es calificable como bueno.

Hay que tener en cuenta que el incremento de la plasticidad es directamente proporcional al incremento de incorporación de CBCA, por lo que se puede intuir que existirá un porcentaje máximo de incorporación de CBCA, dado que de sobrepasar el Límite Líquido de 50% perjudicaría la capacidad de soporte de la muestra patrón.

Hay que resaltar, que la aplicación de la CBCA es factible porque genera una reducción en los costos de un futuro proyecto vial, dado que ante el requerimiento normativo de un CBR de 40% (mínimo) para el material a utilizar como subbase granular o subbase de afirmado, y ante el resultado de CBR de 5.54% de la subrasante será requerida la colocación de una capa de material de préstamo. No obstante, la presente tesis ha demostrado que mediante la aplicación de un 10% de CBCA en el material de subrasante del Camino Vecinal Simbal-Chual, dicho material supera los requisitos normativos para subbase, abaratando los costos del mejoramiento de la transitabilidad de la vía con solo la incorporación de un 10% de CBCA a la subrasante.

Cabe indicarse también, que en cuanto a un impacto ambiental se encuentra la factibilidad por razones del uso de remanentes del proceso de fabricación de azúcar, evitando proliferación y polución del hollín.

Otro impacto ambiental indirecto del uso del CBCA como agente estabilizante es la conservación de canteras, porque al no requerirse material de préstamos se estaría evitando la degradación de las canteras naturales aledañas al proyecto.

VI. CONCLUSIONES

1. Las propiedades físico- mecánicas del suelo patrón de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo son: El suelo tiene una clasificación de grava bien gradada con limo y arena – SUCS GW-GM y AASSTHO A-1-a (0); con una plasticidad promedio de 3.52% (plasticidad media); con un CBR=5.54%, lo que según NTP la califica de subrasante pobre.

2. El efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022, fueron: La incorporación de CBCA mejora las propiedades físico – mecánicas de la subrasante, mucho más en su capacidad de soporte la cual pasa de 5.54% sin agregaciones, a 12.64% ante el 5% de incorporación, 50.79% ante el 10% de incorporación, y al 98.63% al incorporar el 15% de CBCA.

3. El porcentaje óptimo de incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo, fue de 15%, ya que con esta cantidad de agregado se logra un CBR=98.63% valor más elevado a comparación de las otras agregaciones menores. Pero el mínimo es de 5% de agregación, ya que con este porcentaje se pasa de una calificación de subrasante pobre a excelente.

4. La incorporación de las Cenizas de Bagazo de caña en el material de la subrasante podrá disminuir los costos de transporte, colocación y conformación para el mantenimiento del camino vecinal Simbal -Chual del Distrito de Simbal - provincia de Trujillo.

5. La incorporación de cenizas de bagazo de caña incide significativamente en la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo, ya que se ve incrementar en gran porcentaje su capacidad de soporte.

VII. RECOMENDACIONES

La subrasante del camino vecinal Simbal – Chual, en Trujillo tiene una calificación según ensayos de laboratorio de pobre, ya que su CBR es menor al 6%, por lo que se recomienda la agregación de CBCA para mejorar la resistencia del material de la subrasante.

Incorporar ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo, en una proporción del 5%, ya que con esta cantidad de agregado se logra un incremento significativo del CBR, logrando una calificación de subrasante buena.

Debido al bajo tránsito del camino vecinal Simbal-Chual del distrito de Simbal, los órganos estatales como la municipalidad distrital de Simbal y/o Provias descentralizado destinan montos bajos para su mantenimiento preventivo (Mantenimiento rutinario y periódico), por lo que en conformidad con los resultados obtenidos recomendamos aplicar como tecnología de estabilización la incorporación de CBCA a un 7% con la finalidad de reducir costos.

En líneas con la recomendación anterior, es preciso recomendar realizar un análisis comparativo o un expediente técnico donde se considere un mantenimiento vial tradicional vs un mantenimiento vial con la incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar en relación a la disminución de costos.

REFERENCIAS

1. Alanya, C. (2020). *Estabilización de suelos arcillosos incorporando cenizas de madera, originadas por ladrilleras artesanales, en la red vial vecinal Antarumi – Macachacra, Ayacucho*. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64764>
2. Alva, A., y Cruz, M. (2021). *“Mejoramiento de la carretera Simbal – Chual, Distrito Simbal, “Mejoramiento de la carretera Simbal – Chual, Distrito Simbal,.* Repositorio UCV: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/70292/Alva_CAJ-Cruz_OMN-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Araujo, J., y Rodriguez, C. (2019). *Evaluación de biomasa de ceniza de bagazo de caña como una alternativa sostenible para la estabilización de una base granular*. Universidad Cooperativa de Colombia: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14686/1/2019_evaluacion_biomasa_ceniza.pdf
4. ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA CARRETERA. (2014). *Importancia de la conservación de carreteras*. <https://www.piarc.org/es/pedido-de-publicacion/22252-es-Importancia%20de%20la%20conservaci%C3%B3n%20de%20carreteras>
5. Behak, L. (2017). *Soil Stabilization with Rice Husk Ash. En Rice - Technology and Production. InTech*. <https://doi.org/10.5772/66311>
6. Besoain, E. (1985). *Mineralogía de arcillas de suelos*. Repositorio IICA: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/12993>
7. Borja, M. (2016). *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. <https://studylib.es/doc/8929463/metodologia-de-investigacion-cientifica-para-ingenieros>
8. Carrasco, D. (2017). *Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa - 2017*. Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10223>

9. Carrasco, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación* (1ra ed.). Editorial San Marcos.
10. Casas, J. (2021). *Ceniza de Carbón Mineral para Estabilización de Suelos Cohesivos en Subrasante*. Repositorio de la UPLA: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2364>
11. Cheros, L., y García, C. (2021). *Utilización de ceniza de bagazo de caña de azúcar en estabilización de subrasantes, Jibito - Miguel Checa - Sullana 2021*. Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80853>
12. Chirinos, E., Rodríguez, E., y Muñoz, S. (2021). *MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA MEJORAR EL CBR CON FINES DE PAVIMENTACIÓN: UNA REVISIÓN LITERARIA*. Revista Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234912>
13. Chuzón, J. (2019). *PAVIMENTO UN FACTOR CLAVE PARA EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD*. <https://es.linkedin.com/pulse/pavimento-un-factor-clave-para-el-desarrollo-de-la-chuz%C3%B3n-villacorta>
14. Clavería, P., Triana, D., y Varon, Y. (2018). *CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS DE ORIGEN VOLCÁNICO ESTABILIZADO CON CENIZA DE ARROZ Y BAGAZO DE CAÑA COMO MATERIAL PARA SUBRASANTE*. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6314/1/2018_caracterizacion_comportamiento_geotecnico.pdf
15. CONCYTEC. (2021). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - Reglamento RENACYT*. <http://resoluciones.concytec.gob.pe/subidos/sintesis/RP-090-2021-CONCYT.pdf>
16. Cordeiro, G., y Kurtis, K. (2017). *Effect of mechanical processing on sugar cane bagasse ashpozzolanicity*. *Cement and Concrete Research, Volume 97, pp: 41-49*. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.03.008>

17. Cordova, R., y Sanchez, J. (2021). *EFFECTO DE LA MELAZA Y CARBÓN MOLIDO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN VÍA NO PAVIMENTADA, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO.* . Repositorio UCV: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86918>
18. Departamento de Transporte de los EEUU. (2021). *Fly Ash Facts for Highway Engineers.* <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/fafacts.pdf>
19. Evett, J., y Cheng, L. (2017). *Soils and Foundations.* Prentice Hall (ed.); 7ma ed.
20. Farfán, M., y Pastor, H. (2018). *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto.* UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura, vol. 7, núm. 3, pp. 25-31: <https://doi.org/10.18050/RevUCVHACER.v7n3a2>
21. Flórez, J. (2016). *Estabilización de suelos con biocemento.* <http://hdl.handle.net/1992/9048>
22. Florian, C., y Jara, C. (2021). *Influencia del porcentaje en la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar activada alcalinamente sobre la estabilización de la mezcla suelo – sedimento para uso en vías, Trujillo, 2021.* <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16850>
23. García, D., y Marquina, L. (2022). *Influencia del porcentaje de polímeros PET y cenizas de carbón con fines de estabilización de subrasante para un pavimento, aplicado en el sector Barraza, Laredo, Trujillo – La Libertad.* Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/8524>
24. Geotechnical. (2019). *Ensayo de CBR, California Bearing Ratio.* <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/cbr/>
25. Goñas, O. (2019). *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada.* REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS: <http://hdl.handle.net/20.500.14077/1801>

26. Gutiérrez, J., y Romero, J. (2022). *Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar en el distrito de Paján - Ascope - La Libertad - 2022*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96534>
27. Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill. Education 6ta, ed.
28. Hernández, R., Fernández, C., y Batista, M. (2016). *Metodología de la investigación*. Mexico: 7ta Ed. McGraw-Hill.
29. Juarez, B., y Rico, R. (2015). *Mecánica de Suelos Tomo 1*. Limusa.
30. Longa, K., y Sánchez, D. (2021). *Estabilización con cenizas de carbón para mejoramiento de subrasante del Asentamiento Humano, Ciudad del Niño, distrito de Castilla, Piura, 2021*. Repositorio de la UCV: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/80387>
31. Martínez, P., Domínguez, E., Rodrigué, I., y Leiva, J. (2017). *Caracterización físico química del bagazo de caña natural utilizado como biosorbente en la remoción de hidrocarburos en agua*. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251006.pdf>
32. Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). (2016). *Manual de ensayos de materiales RD N° 18 - 2016 - MTC/14*. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_5%20%20EM-2016.pdf
33. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2016). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotécnica y pavimentos*. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
34. Montejo, A. (2018). *Estabilización de suelos*. Ediciones Universitarias.
35. Mwaipungu, R., y Ahmed, S. (2019). *The Challenges posed by problem soils on the performance or road pavements: Review of a Tanzanian Manual for Pavement Design and Materials. Sustainable Development and Planning*, 226(9), 593–603. <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/SDP17/SDP17052FU1.pdf>
36. Obam, S., y Nwaogu, M. (2017). *Failure of Building Caused By Unstable Soil, a Case Study of Atanu Village, Nigeria*. . WWJMRD, 3(9), 282–286. :

- <http://wwjmr.com/upload/-failure-of-building-caused-by-unstable-soil-a-case-study-of-atanu-village-nigeria.pdf>
37. Ojeda, O., Baltazar, M., y Mendoza, J. (2018). *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*. Revista ALCONPAT, 8(2), 194–208.: <https://doi.org/10.21041/ra.v8i2.282>
 38. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Consistencia del suelo*. https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm
 39. Ovidio, C. (2019). *Pavimentos Rígidos VS Pavimentos Flexibles*. Conferencia del Colegio de Ingenieros del Perú: <https://www.youtube.com/watch?v=4qOLhHrFcrk>
 40. Pérez, F., Insuasty, L., y Buesaquillo, M. (2022). *Evaluación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para el mejoramiento de la subrasante en el sector de “El molino el Escobal” b/ Picaleña km 11 vía Ibagué – Girardot*. Repositorio de Universidad de Ibagué: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/45778>
 41. Pérez, R., y Cañar, E. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*. Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25266>
 42. Rafat, S., y Rafik, B. (2022). *Bagasse ash. En Sustainable Concrete Made with Ashes and Dust from . Different Sources* (pp. 177–233).: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/bagasse-ash>
 43. Real Academia de la Lengua. (2022). *Definición de ceniza*. <https://diccionarioactual.com/ceniza/>
 44. Renjith, R., Robert, D., Setunge, S., Costa, S., y Mohajerani, A. (2021). *Optimization of fly ash based soil stabilization using secondary admixtures for sustainable road construction*. Journal of Cleaner Production, 294, 126264.: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126264>

45. Rios, N., y Neyra, A. (2020). *INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CARBÓN MINERAL EN LAS PROPIEDADES DE UNA SUBRASANTE ARCILLOSA EN HUAMACHUCO, La Libertad, 2020*. Repositorio UCV: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59904>
46. Roca, G., Glauco, C., Olivares, E., y Barbosa, L. (2017). *CARACTERIZACIÓN DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR*. <http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/036.pdf>
47. Salas, E., y Pinedo, A. (2018). *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de sub rasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018*. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32320>
48. Terrones, A. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo - 2018*. Universidad Privada del Norte: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14971>
49. Universidad Cesar Vallejo. (2017). *Código de Ética*. <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/CÓDIGO DE ÉTICA.pdf>
50. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria [ULPGC]. (2020). *Clasificación del Suelo*. <https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/31/31448/suelos.pdf>
51. Van Es, H. (2017). *A New Definition of Soil*. *CSA News*, 62(10), 20–21. <https://doi.org/10.2134/csa2017.62.1016>
52. Wikivia. (2020). *Clasificación AASHTO*. http://www.wikivia.org/wikivia/index.php?title=Clasificaci%C3%B3n_AASHTO
53. Zavala, G. (2020). *Mecanica de suelos a subrasantes y pavimentos*. <https://www.youtube.com/watch?v=b6H-V3Vo9Nc>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Estabilización de subrasante incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar en camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
<p>GENERAL:</p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña en la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022.</p>	<p>GENERAL</p> <p>La incorporación de cenizas de bagazo de caña incide significativamente en la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022.</p>	<p>Vi: Incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar</p> <p>Vd.: Estabilización de suelos</p>
<p>ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas del suelo patrón de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022?</p> <p>¿Qué efectos tiene la incorporación de cenizas de bagazo de caña en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022?</p>	<p>ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar las propiedades físico- mecánicas del suelo patrón de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de cenizas de bagazo de caña en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022</p>	<p>ESPECÍFICAS</p> <p>Las propiedades físico- mecánicas del suelo patrón de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo son deficientes.</p> <p>La incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar incide significativamente sobre las propiedades físico-mecánicas de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022.</p>	<p>DIMENSIONES</p> <p>Incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporación de CBCA al 5% - Incorporación de CBCA al 10% - Incorporación de CBCA al 15% - Incorporación de CBCA al 20% <p>Estabilización de suelos</p>

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
¿Cuál es el porcentaje óptimo de incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022?	Determinar el porcentaje óptimo de incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022.	El porcentaje óptimo de incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de la subrasante del camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022 será 10%.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis granulométrico - Límites de consistencia - Ensayo de Proctor - Ensayo de CBR

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente	Es un material en forma de polvo negro producto de la combustión del material de desecho (bagazo) de la industria azucarera (Rafat & Rafik, 2022).	Se medirá de acuerdo a los porcentajes de incorporación de CBCA.	% de incorporación de CBCA	5%	Razón
Incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar				10%	
				15%	
				20%	

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable dependiente Estabilización de suelos	Procedimientos o técnicas aplicadas para mejorar las propiedades físicas del suelo mediante técnicas mecánicas o químicas como la incorporación de productos estabilizantes (MTC, 2018).	Se medirá de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas del suelo evaluado.	Propiedades físicas y mecánicas	Granulometría Límites de Atterberg Proctor modificado Ensayo CBR	Razón

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

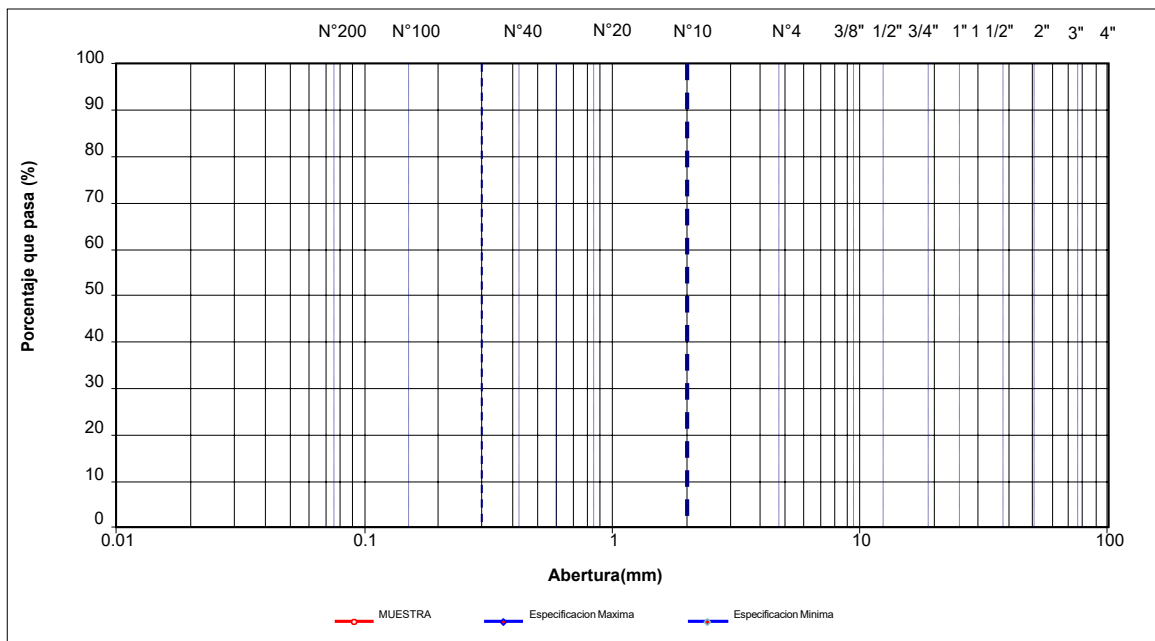
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

PROYECTO :	
MUESTRA :	
CALICATA :	

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTREO : M - 01	TAMAÑO MAXIMO : 3"
PROF. (m) : 0.00 - 1.50 m	Peso inicial seco : 0.0 g
	Peso lavado seco : 0 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUM ULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
4"	101.600						Contenido de Humedad (%) :
3"	76.200						Límite Líquido (LL) :
2"	50.800						Límite Plástico (LP) :
1 1/2"	38.100						Índice Plástico (IP) :
1"	25.400						Clasificación (SUCS) :
3/4"	19.000						Clasificación (AASHTO) :
1/2"	12.500						Índice de Grupo :
3/8"	9.500						Descripción (AASHTO) :
Nº 4	4.750						Descripción (SUCS) :
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000						Índice de Liquidez:
Nº 16	1.190						Estado del Suelo:
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia:
Nº 30	0.600						Estado del Suelo:
Nº 40	0.425						OBSERVACIONES :
Nº 50	0.300						Bolonería > 3" :
Nº 80	0.177						Grava 3" - Nº 4 :
Nº 100	0.150						Arena Nº4 - Nº 200 :
Nº 200	0.075						Finos < Nº 200 :
< Nº 200	FONDO						D50

CURVA GRANULOMETRICA



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

PROYECTO :	0
TRAMO :	
CALICATA :	

DATOS DE LA MUESTRA

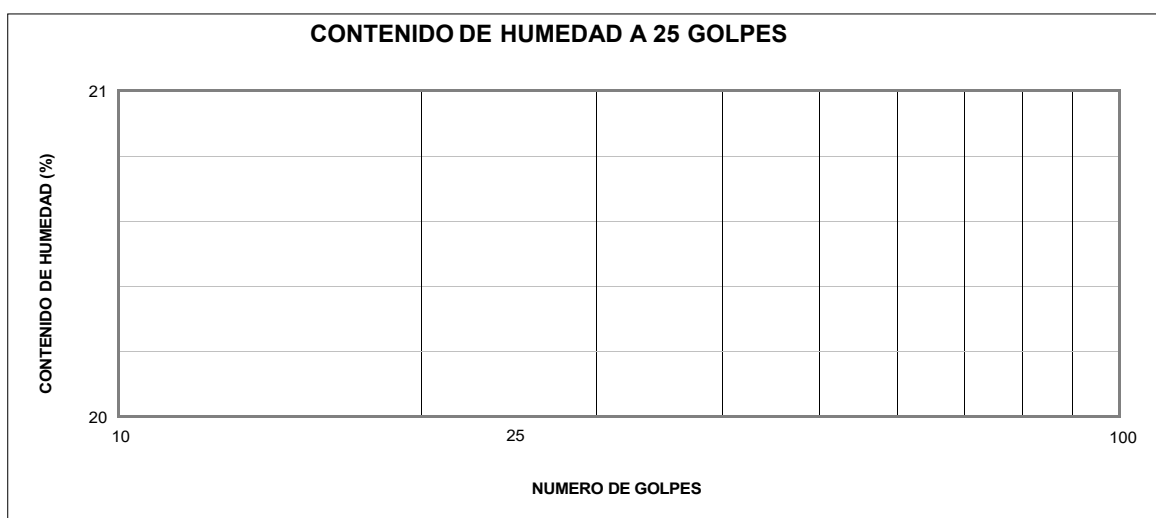
MUESTREO :	TAMANO MAXIMO : N° 40
PROF. (m) :	

LIMITE LIQUIDO

N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL TARRO	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES					

LIMITE PLASTICO

N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL TARRO	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)				



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	
LIMITE PLASTICO	
INDICE DE PLASTICIDAD	

OBSERVACIONES

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

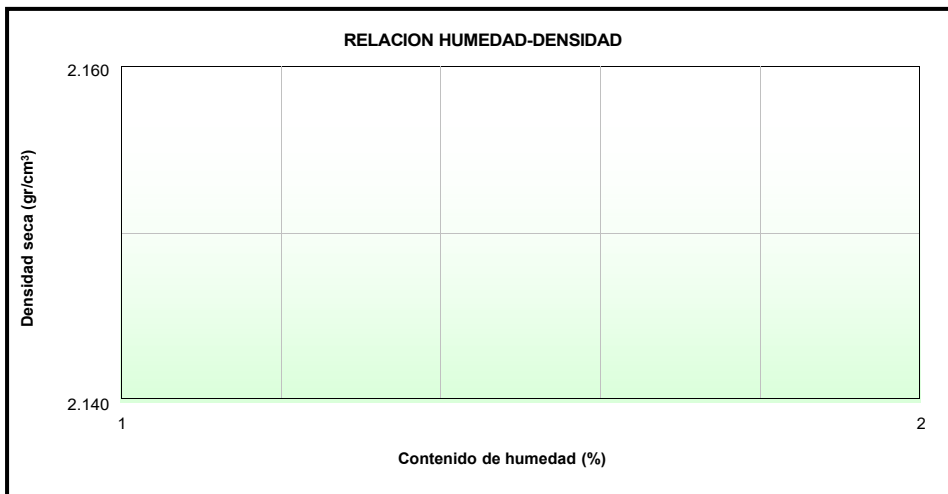
PROYECTO :	
TRAMO :	
CALICATA :	

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO :	CLASF. (SUCS) :
PROF. (m): :	CLASF. (AASHTO) :

METODO DE COMPACTACION :

Peso suelo + molde	gr					
Peso molde	gr					
Peso suelo húmedo compactado	gr					
Volumen del molde	cm ³					
Peso volumétrico húmedo	gr					
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr					
Peso del suelo seco + tara	gr					
Tara	gr					
Peso de agua	gr					
Peso del suelo seco	gr					
Contenido de agua	%					
Peso volumétrico seco	gr/cm ³					
						<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>
						<i>Humedad óptima (%)</i>

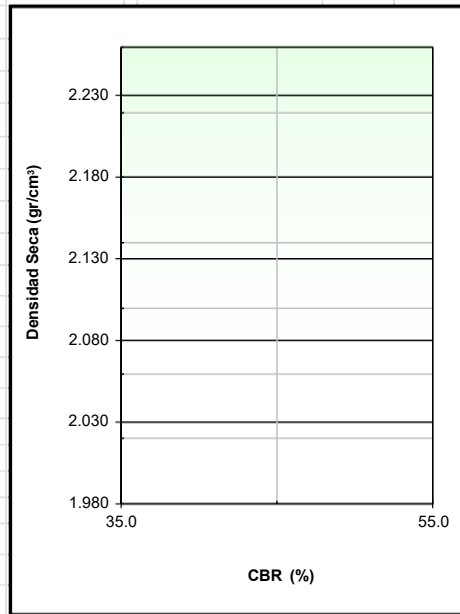


RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO :	
TRAMO :	
CALICATA:	

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTREO :	
PROF. (m):	



METODO DE COMPACTACION : ASTMD1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm 3) :

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)

C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = (%)

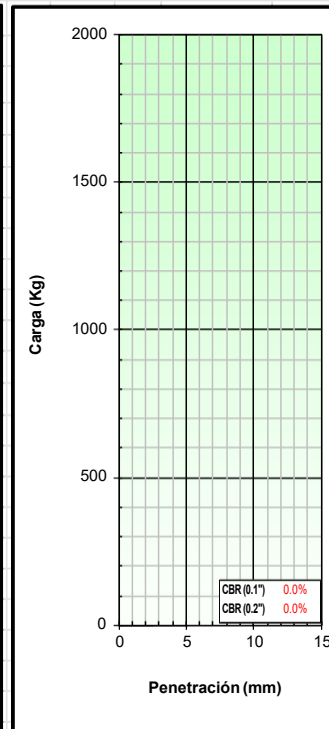
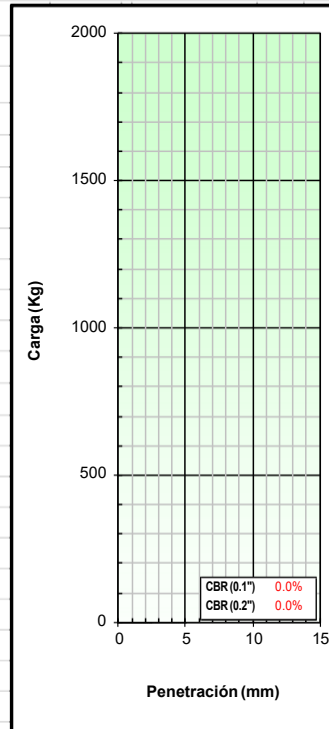
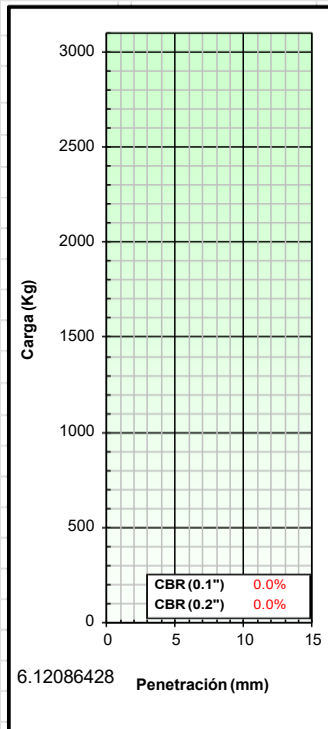
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = (%)

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Anexo 4. Guía de observación de estabilización del suelo

Evaluador : _____

Calicata : _____

Fecha : _____

Calicata N° _____		Diseños			
		+ 0% CBCA	+ 5% CBCA	+ 10% CBCA	+ 15% CBCA
Granulometría	SUCS				
	AASHTO				
Límites de consistencia	Límite Líquido				
	Límite Plástico				
	Índice de Plasticidad				
Proctor	Densidad máxima seca (gr/cm ³)				
	Humedad óptima (%)				
CBR	100% de la M.D.S. a 1"				
	95% de la M.D.S. a 1"				
	100% de la M.D.S. a 2"				
	95% de la M.D.S. a 2"				

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

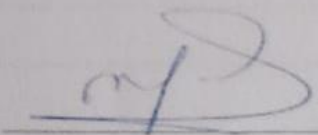
Anexo 5. Validación de instrumentos

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: CBCA

IV. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Pérez Borrero Juan Manuel							
1.2. DNI 03590598		Telf. Celular: 945732443		Email: ingjmpb@gmail.com			
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ing. Civil							
1.5 Cargo que desempeña: Ing. Suelos							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Municipalidad de Trujillo							
VII. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos de análisis de agregado.							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer la composición química del agregado CBCA							
2.3 Dirigido a: CBCA							
2.4. Autor del instrumento: Arnulfo Llanos Chávez y Fernando Quispe Rodríguez.							
2.5. Programa de posgrado:							
VIII. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					X
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 19 de octubre del 2022



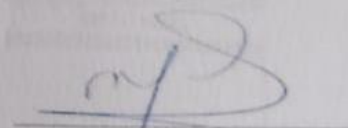
Mg. Ing. Juan Manuel Pérez Borrero
CIP. N° 69807

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: Estabilidad de subrasante

III. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Pérez Borrero Juan Manuel							
1.2. DNI 03590598		Telf. Celular: 945732443		Email: ingjmbp@gmail.com			
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ing. Civil							
1.5 Cargo que desempeña: Ing. Suelos							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Municipalidad de Trujillo							
V. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos. Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Ensayo Proctor modificado, Relación de soporte de california (C.B.R.)							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer las propiedades mecánico – físicas de suelos							
2.3 Dirigido a: Suelos							
2.4. Autor del instrumento: RNE							
2.5. Programa de posgrado:							
VI. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable				X	
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					X
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					X
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 19 de octubre del 2022

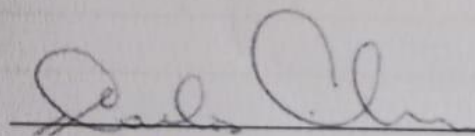

 Mg. Ing. Juan Manuel Pérez Borrero
 CIP. N° 69807

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: CBCA

II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: SILVA CASTILLO CARLOS JAVIER							
1.2. DNI 26723583		Telf. Celular: 992631260		Email: csilva@unp.edu.pe			
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ing. Civil							
1.5 Cargo que desempeña: Docente							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Nacional de Piura							
III. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos de análisis de agregado.							
2.2 Objetivo del Instrumento: Conocer la composición química del agregado CBCA							
2.3 Dirigido a: CBCA							
2.4. Autor del Instrumento: Arnulfo Llanos Chávez y Fernando Quispe Rodríguez.							
2.5. Programa de posgrado:							
IV. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					X
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					X
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 19 de octubre del 2022



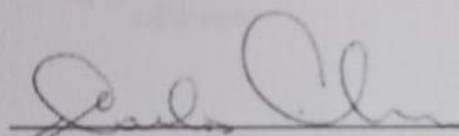
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 SCIP N° 118031
 DOC. UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: Estabilidad de subrasante

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: SILVA CASTILLO CARLOS JAVIER							
1.2. DNI 26723583		Telf. Celular: 992631260		Email: csilva@unp.edu.pe			
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ing. Civil							
1.5 Cargo que desempeña: Docente							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Nacional de Piura							
I. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos. Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Ensayo Proctor modificado, Relación de soporte de california (C.B.R.)							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer las propiedades mecánico – físicas de suelos							
2.3 Dirigido a: Suelos							
2.4. Autor del instrumento: RNE							
2.5. Programa de posgrado:							
II. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable				X	
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					X
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					X
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 19 de octubre del 2022



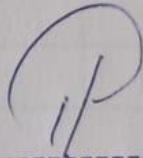
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 I.C.P. N° 218031
 DDC. UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: CBCA

VI. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Chumacero Córdova Rosario							
1.2. DNI 02794296		Telf. Celular: 962244260		Email: ccr_21@gmail.com			
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ing. Civil							
1.5 Cargo que desempeña: Planificadora							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Gob. Regional Piura							
XI. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos de análisis de agregado.							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer la composición química del agregado CBCA							
2.3 Dirigido a: CBCA							
2.4. Autor del instrumento: Arnulfo Llanos Chávez y Fernando Quispe Rodríguez.							
2.5. Programa de posgrado:							
XII. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable				X	
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					X
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					X
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 20 de octubre del 2022


 Mg. Ing. Rosario Chumacero Cordova
 CIP Nº 53290

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: Estabilidad de subrasante

V. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1 Apellidos y nombres del experto: Chumacero Córdova Rosario

1.2. DNI 02794296

Telf. Celular: 962244260

Email: ccr_21@gmail.com

1.3 Grado académico: Magister

1.4. Profesión: Ing. Civil

1.5 Cargo que desempeña: Planificadora

1.6 Universidad o Centro Laboral: Gob. Regional Piura

IX. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos. Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Ensayo Proctor modificado, Relación de soporte de california (C.B.R.)

2.2 Objetivo del instrumento: Conocer las propiedades mecánico – físicas de suelos

2.3 Dirigido a: Suelos

2.4. Autor del instrumento: RNE

2.5. Programa de posgrado:

X. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X	
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable				X	
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					X
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					X
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad: Aceptable

Trujillo, 20 de octubre del 2022



 Mg. Ing. Rosario Chumacero Cordova
 CIP N° 63290

Anexo 6. Informe de ensayos de Laboratorio



CERT N° 001102-2022

001

R.U.C. 20601362563

Estudios Geotécnicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos •
Materiales de Construcción •
Concreto •
Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica •

CERT. N° 01102-2022

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS:

“ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022”



SOLICITANTES:

BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO

BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

UBICACIÓN:

LUGAR : CAMINO VECINAL SIMBAL -CHUAL
DISTRITO : SIMBAL
PROVINCIA : TRUJILLO
REGIÓN : LA LIBERTAD

OCTUBRE- 2022

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP. N° 174365

ENSAYOS DE LABORATORIO

I. OBJETIVO

El presente reporte tiene por objetivo la acreditación y entrega de resultados de la caracterización de nueve (09) muestras de suelo extraídas a 1.50 m del camino vecinal Simbal-Chual, resultados de ensayos Proctor y CBR de Muestra Patrón y resultados de Granulometría, límites de plasticidad y CBR de muestras alteradas mediante la incorporación de 5%, 10% y 15% de ceniza de bagazo de caña de azúcar a la muestra patrón, dichos ensayos fueron realizados en las instalaciones del Laboratorio GEOTEC VIAL SAC por los señores: BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL para la elaboración de la Tesis: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022".

II. INVESTIGACIÓN Y EXPLORACION DE CAMPO

- Los testistas realizaron la extracción de cuatro (09) muestras del suelo (subrasante) del camino vecinal SIMBAL -CHUAL del Distrito de Simbal - Provincia de Trujillo- Departamento y Región La Libertad conforme al siguiente cuadro de coordenadas UTM WGS84:

DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ZONA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
C-01	742263.41 m E	9117576.78 m S	17 M	Km 00+ 700 ml	-1.50 m
C-02	742921.45 m E	9117682.64 m S	17 M	Km 01+ 400 ml	-1.50 m
C-03	743482.60 m E	9117933.64 m S	17 M	Km 02+ 100 ml	-1.50 m
C-04	744080.67 m E	9118227.71 m S	17 M	Km 02+ 800 ml	-1.50 m
C-05	744566.75 m E	9118710.70 m S	17 M	Km 03+ 500 ml	-1.50 m
C-06	745152.66 m E	9118894.79 m S	17 M	Km 04+ 200 ml	-1.50 m
C-07	745387.88 m E	9119212.29 m S	17 M	Km 04+ 900 ml	-1.50 m
C-08	745731.61 m E	9119795.40 m S	17 M	Km 05+ 600 ml	-1.50 m
C-09	746166.92 m E	9120336.15 m S	17 M	Km 06+ 300 ml	-1.50 m

III. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con la finalidad de determinar las características, propiedades y calidad del material, se tomó la muestra de la cantera y se realizaron ensayos de clasificación y de calidad, en el laboratorio, siguiendo los lineamientos de las normas técnicas vigentes, el cual se resume con las normas correspondientes:

- Análisis granulométrico NTP 400.012 /MTC E 204
- Límites de consistencia NTP 339.129 /ASTM D4318 - 17e1 /MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112
- Ensayo de Proctor Modificado NTP 339.141 / ASTM D 1557 / MTC E 115
- Clasificación SUCS ASTM-D-2487
- Clasificación AASTHO AASTHO-M-145
- Ensayo CBR ASTM D 1883 / MTC E 132

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

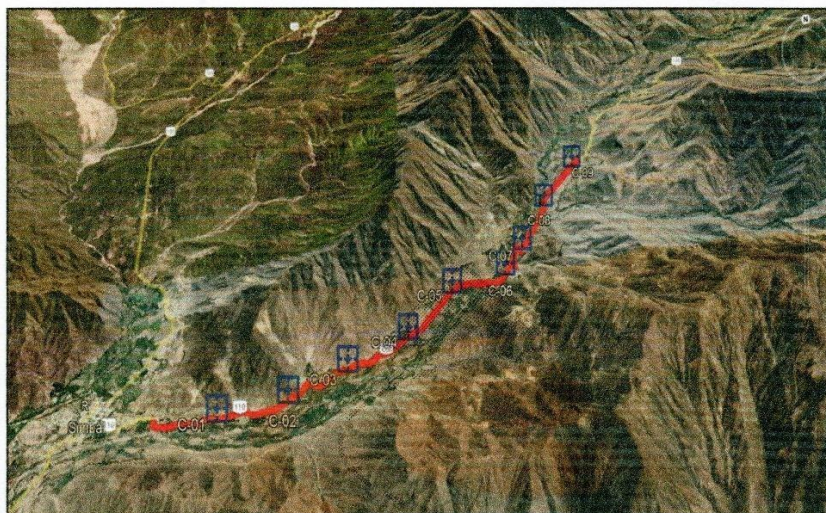
Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

IV. RESULTADOS DE LABORATORIO**IV.1. CARACTERIZACION DE MUESTRAS (09 CALICATAS)**

Las muestras fueron ensayadas para la obtención de su granulometría, plasticidad, clasificación de suelos SUCS y AASTHO, Proctor Modificado y CBR conforme se detalla en el acápite III.



Vista de las calicatas: Google Earth

En base a la información obtenida de los trabajos de campo y de los ensayos de laboratorio, se detalla a continuación el siguiente cuadro de resultados:

DESCRIPCION	PROGRESIVA	SUCS	AASTHO	L.L.	L.P.	I.P
C-01	Km 00+ 700 ml	GW-GM	A-1-a (0)	24.18	22.77	1.41
C-02	Km 01+ 400 ml	GW-GM	A-1-a (0)	24.70	20.89	3.81
C-03	Km 02+ 100 ml	GW-GM	A-1-a (0)	26.07	20.89	5.18
C-04	Km 02+ 800 ml	GW-GM	A-1-a (0)	24.07	20.24	3.83
C-05	Km 03+ 500 ml	GW-GM	A-1-a (0)	26.29	21.90	4.39
C-06	Km 04+ 200 ml	GW-GM	A-1-a (0)	24.75	21.49	3.26
C-07	Km 04+ 900 ml	GW-GM	A-1-a (0)	23.91	22.03	1.88
C-08	Km 05+ 600 ml	GW-GM	A-1-a (0)	24.15	20.40	3.75
C-09	Km 06+ 300 ml	GW-GM	A-1-a (0)	25.97	21.82	4.15

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP. N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

IV.2. OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRA PATRON Y MUESTRAS ALTERADAS.

Los ensayos de Proctor y Soporte CBR de la muestra Patrón fueron obtenidas de la calicata N°01, así mismo a continuación se detallarán los resultados de granulometría, límites y soporte CBR de las muestras alteradas para la elaboración de la tesis: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBALCHUAL, TRUJILLO 2022".

MUESTRAS	PATRON (C-01)	PATRON + 5% CENIZA	PATRON + 10% CENIZA	PATRON + 15% CENIZA
DSM (gr/cm3)	2.272	-	-	-
CHO (%)	6.80	-	-	-
CBR (%)	7.64	32.91	65.74	116.67
SUCS	GW-GM	GW-GM	GW-GM	GC-GM
AASTHO	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)	A-1-b (0)
% GRAVA	65.25	61.99	58.71	55.46
% FINOS	11.22	12.11	13.02	18.11
L.L.	24.18	32.46	40.37	45.66
L.P.	22.77	30.33	38.21	42.17
I.P	1.41	2.13	2.16	3.49

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- "MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES", Ministerio de Transportes y comunicaciones del Perú.
- "MANUAL DE CARRETERAS - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN (EG-2013)", Ministerio de Transportes y comunicaciones del Perú.
- "LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS", Universidad Nacional de Ingeniería
- "MECANICA DE SUELOS "Tomo I y II, Eulalio Juárez Badillo – Alfonso Rico Rodríguez

VI. ANEXOS

ANEXO A: Certificaciones de los ensayos de laboratorio

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

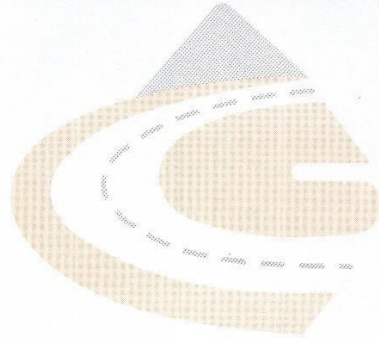
Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com



R.U.C. 20601362563

- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

ANEXO A: Certificaciones de los ensayos de laboratorio



GEOTEC VIAL
S.A.C.



Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



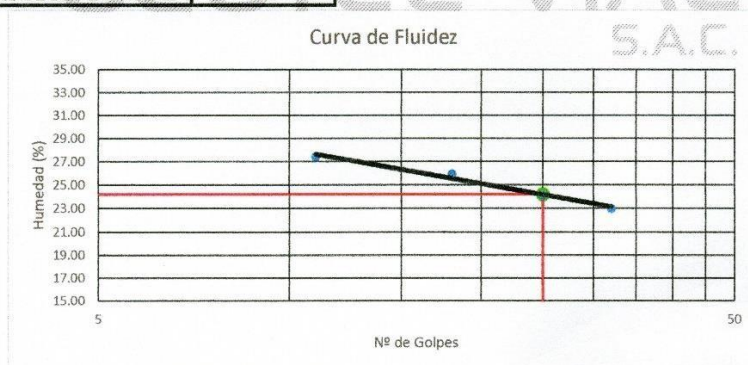
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-01
 CAPA : SUB RASANTE
 PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	A2	A16	A1	13A
N° DE GOLPES	11	18	25	32
Peso Tara (g)	11.80	11.58	11.95	9.50
Peso Tara + suelo Humedo (g)	38.84	37.80	38.56	39.15
Peso Tara + suelo seco (g)	33.02	32.40	33.38	33.61
Peso del agua (g)	5.82	5.40	5.18	5.54
Peso del suelo seco (g)	21.22	20.82	21.43	24.11
% DE HUMEDAD	27.43	25.94	24.17	22.98

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	A9	27A
Peso Tara (g)	12.07	9.81
Peso Tara + suelo Humedo (g)	17.78	18.34
Peso Tara + suelo seco (g)	16.72	16.76
Peso del agua (g)	1.06	1.58
Peso del suelo seco (g)	4.65	6.95
% DE HUMEDAD	22.80	22.73

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	24.18
LIMITE PASTICO :	22.77
INDICE DE PLASTICIDAD :	1.41



Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**MTC E 107**

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

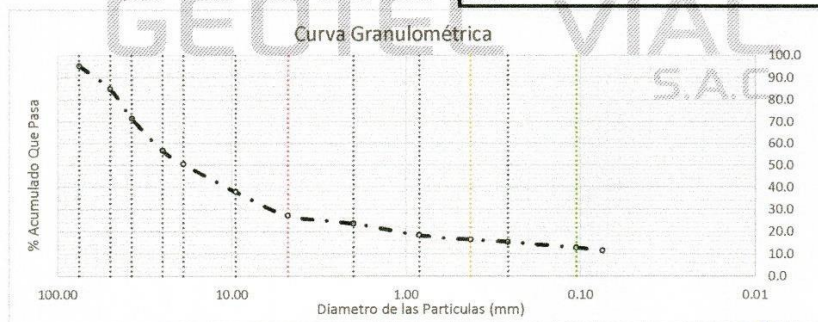
CALICATA : C-02 PRESTACION : 02 SACOS DE POLIETILENO
CAPA : SUB RASANTE CANTIDAD : 60 KG APROX. C/U
PROFUNDIDAD : -1.50 m

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	241.3	4.83	4.83	95.17
2"	50.000	515.8	10.32	15.15	84.85
1 1/2"	37.500	670.2	13.40	28.55	71.45
1"	25.000	741.5	14.83	43.38	56.62
3/4"	19.000	308.4	6.17	49.55	50.45
3/8"	9.500	629.6	12.59	62.14	37.86
N° 4	4.750	531.7	10.63	72.77	27.23
N° 10	2.000	22.16	3.66	76.43	23.57
N° 20	0.840	31.74	5.24	81.67	18.33
N° 40	0.425	12.16	2.01	83.68	16.32
N° 60	0.260	5.87	0.97	84.65	15.35
N° 140	0.106	15.62	2.58	87.23	12.77
N° 200	0.075	8.26	1.36	88.59	11.41
Plato		0.12		100.0	

Datos de la Muestra	
P _{inicial}	: 5,000.00 g. % Grava: 72.77
P _{traccion}	: 165.00 g. % Arena: 15.82
P _{perdida por lavado}	: 69.07 g. % Finos : 11.41

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 24.70 %
Limite Plastico	: 20.89 %
I.P.	: 3.81 %
D10 = 0.075 D30 = 5.99 D60 = 27.85	
CC = 17.178 CU = 371.333	

CLASIFICACION	
GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	
SUCS	: GW-GM
AASTHO	: A-1-a (0)



Nota: *El uso de esta información es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



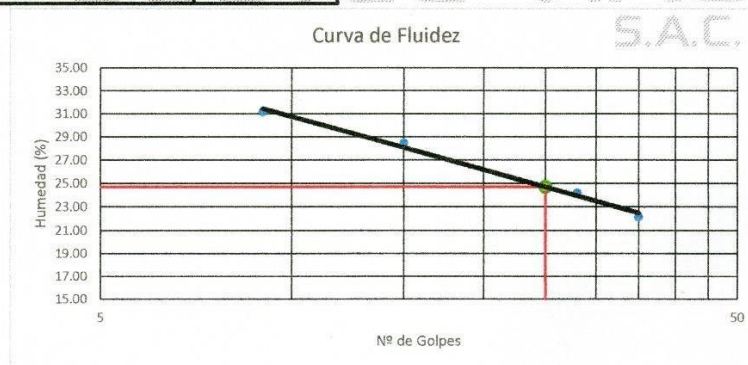
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-02
 CAPA : SUB RASANTE
 PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO					
RECIPIENTE N°		A7	A8	A9	A10
N° DE GOLPES		9	15	28	35
Peso Tara (g)		9.58	9.44	12.07	9.87
Peso Tara + suelo Humedo (g)		52.13	47.81	37.48	37.33
Peso Tara + suelo seco (g)		42.02	39.31	32.53	32.35
Peso del agua (g)		10.11	8.50	4.95	4.98
Peso del suelo seco (g)		32.44	29.87	20.46	22.48
% DE HUMEDAD		31.16	28.46	24.18	22.15

LIMITE PASTICO			
RECIPIENTE N°		A3	A4
Peso Tara (g)		10.50	10.34
Peso Tara + suelo Humedo (g)		20.69	18.68
Peso Tara + suelo seco (g)		18.96	17.21
Peso del agua (g)		1.73	1.47
Peso del suelo seco (g)		8.46	6.87
% DE HUMEDAD		20.45	21.33

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	24.70
LIMITE PASTICO :	20.89
INDICE DE PLASTICIDAD :	3.81



Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

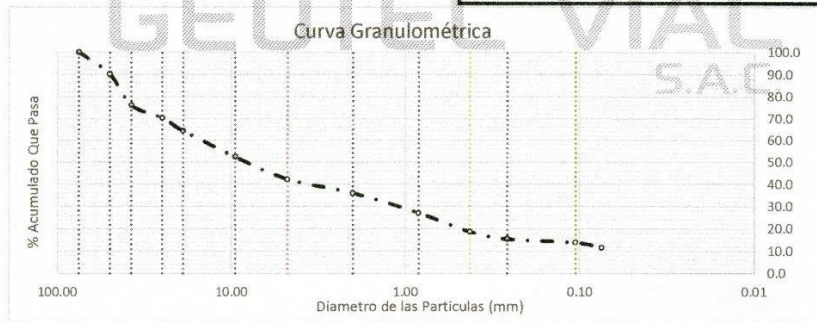
CALICATA : C-03 PRESTACION : 02 SACOS DE POLIETILENO
 CAPA : SUB RASANTE CANTIDAD : 60 KG APROX. C/U
 PROFUNDIDAD : -1.50 m

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	492.6	9.85	9.85	90.15
1 1/2"	37.500	698.5	13.97	23.82	76.18
1"	25.000	290.5	5.81	29.63	70.37
3/4"	19.000	294.5	5.89	35.52	64.48
3/8"	9.500	601.3	12.03	47.55	52.45
N° 4	4.750	507.8	10.16	57.71	42.29
N° 10	2.000	21.38	6.24	63.95	36.05
N° 20	0.840	30.62	8.93	72.88	27.12
N° 40	0.425	28.98	8.45	81.33	18.67
N° 60	0.260	11.10	3.24	84.57	15.43
N° 140	0.106	5.36	1.56	86.13	13.87
N° 200	0.075	7.97	2.32	88.45	11.55
Plato		0.12		100.0	

Datos de la Muestra	
P inicial	: 5,000.00 g. % Grava: 57.71
P fraccion	: 145.00 g. % Arena: 30.74
P perdida por lavado	: 39.47 g. % Finos : 11.55

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 26.07 %
Limite Plastico	: 20.89 %
I.P.	: 5.18 %
D10 = 0.075 D30 = 1.21 D60 = 15.46	
CC = 1.263 CU = 206.133	

CLASIFICACION	
GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	
SUCS	: GW-GM
AASHTO	: A-1-a (0)



Nota: *El uso de esta informacion es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapra Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



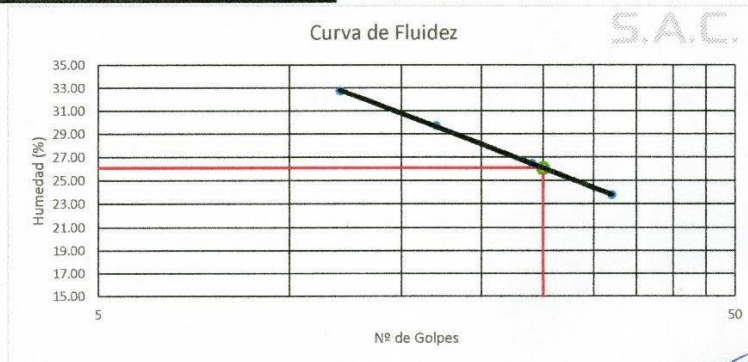
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRIGUEZ, FERNANDO R.
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-03
 CAPA : SUB RASANTE
 PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO					
RECIPIENTE N°		A17	A18	A19	A20
N° DE GOLPES		12	17	24	32
Peso Tara (g)		10.20	10.41	9.45	10.26
Peso Tara + suelo Humedo (g)		39.95	45.11	42.31	39.66
Peso Tara + suelo seco (g)		32.61	37.16	35.44	34.01
Peso del agua (g)		7.34	7.95	6.87	5.65
Peso del suelo seco (g)		22.41	26.75	25.99	23.75
% DE HUMEDAD		32.75	29.72	26.44	23.77

LIMITE PASTICO			
RECIPIENTE N°		A5	A6
Peso Tara (g)		10.24	10.39
Peso Tara + suelo Humedo (g)		22.86	25.36
Peso Tara + suelo seco (g)		20.72	22.73
Peso del agua (g)		2.14	2.63
Peso del suelo seco (g)		10.48	12.34
% DE HUMEDAD		20.45	21.33

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	26.07
LIMITE PASTICO :	20.89
INDICE DE PLASTICIDAD :	5.18



GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

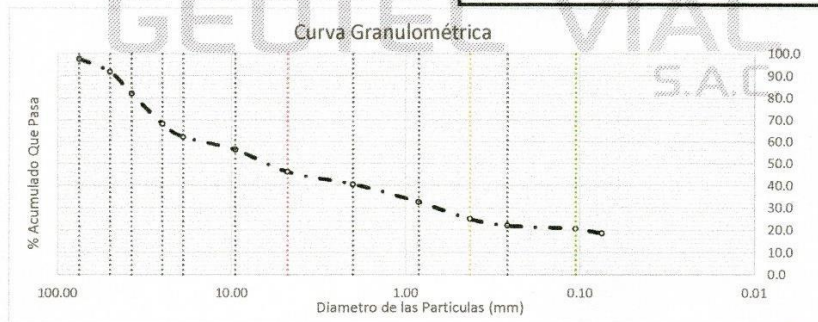
CALICATA	: C-04	PRESTACION	: 02 SACOS DE POLIETILENO
CAPA	: SUB RASANTE	CANTIDAD	: 50 KG APROX. C/U
PROFUNDIDAD	: -1.50 m		

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	133.2	2.56	2.56	97.44
2"	50.000	296.4	5.70	8.26	91.74
1 1/2"	37.500	507.4	9.76	18.02	81.98
1"	25.000	719.5	13.84	31.86	68.14
3/4"	19.000	308.2	5.93	37.79	62.21
3/8"	9.500	312.4	6.01	43.80	56.20
N° 4	4.750	523.0	10.06	53.86	46.14
N° 10	2.000	15.39	5.61	59.47	40.53
N° 20	0.840	22.05	8.04	67.51	32.49
N° 40	0.425	20.87	7.61	75.12	24.88
N° 60	0.260	7.99	2.91	78.03	21.97
N° 140	0.106	3.86	1.41	79.44	20.56
N° 200	0.075	5.74	2.09	81.53	18.47
Plato		0.09		100.0	

Datos de la Muestra	
P _{inicial}	: 5,200.00 g. % Grava: 53.86
P _{tracción}	: 126.50 g. % Arena: 27.67
P _{perdida por lavado}	: 50.51 g. % Finos: 18.47

Resultados de ensayos	
Limite Líquido	: 24.07 %
Limite Plástico	: 20.24 %
I.P.	: 3.83 %
D10 = 0.075	D30 = 0.7 D60 = 15.51
CC = 0.421	CU = 206.8

CLASIFICACION	
GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	
SUCS	: GW-GM
AASHTO	: A-1-a (0)



Nota: *El uso de esta información es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.

 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



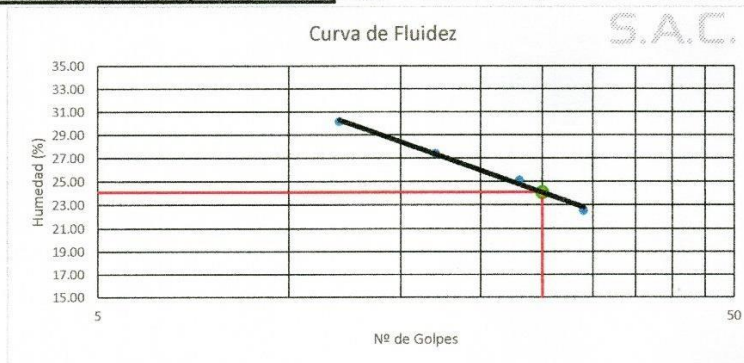
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-04
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	A11	A12	A14	A15
N° DE GOLPES	12	17	23	29
Peso Tara (g)	9.66	10.25	10.16	9.80
Peso Tara + suelo Humedo (g)	39.56	34.75	37.41	35.95
Peso Tara + suelo seco (g)	32.63	29.48	31.94	31.14
Peso del agua (g)	6.93	5.27	5.47	4.81
Peso del suelo seco (g)	22.97	19.23	21.78	21.34
% DE HUMEDAD	30.15	27.43	25.11	22.54

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	A21	A22
Peso Tara (g)	9.46	9.36
Peso Tara + suelo Humedo (g)	31.69	25.51
Peso Tara + suelo seco (g)	27.88	22.84
Peso del agua (g)	3.81	2.67
Peso del suelo seco (g)	18.42	13.48
% DE HUMEDAD	20.67	19.81

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	24.07
LIMITE PASTICO :	20.24
INDICE DE PLASTICIDAD :	3.83



Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. C. P. N° 174365

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



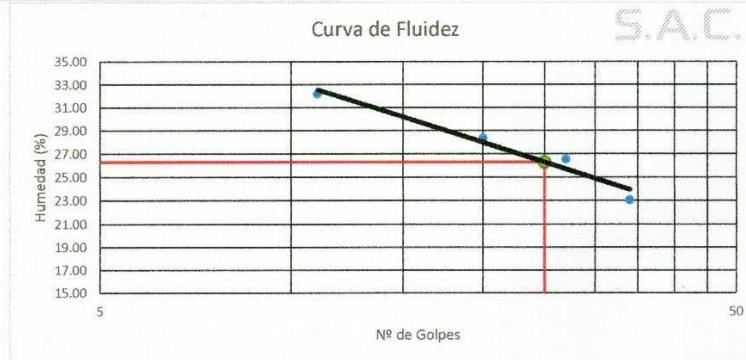
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-05
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	B1	B2	B3	B4
N° DE GOLPES	11	20	27	34
Peso Tara (g)	10.25	9.42	10.31	9.48
Peso Tara + suelo Humedo (g)	46.22	42.07	39.17	37.98
Peso Tara + suelo seco (g)	37.46	34.85	33.12	32.64
Peso del agua (g)	8.76	7.22	6.05	5.34
Peso del suelo seco (g)	27.21	25.43	22.81	23.16
% DE HUMEDAD	32.18	28.40	26.54	23.07

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B5	B6
Peso Tara (g)	9.87	10.15
Peso Tara + suelo Humedo (g)	21.38	28.91
Peso Tara + suelo seco (g)	19.35	25.47
Peso del agua (g)	2.03	3.44
Peso del suelo seco (g)	9.48	15.32
% DE HUMEDAD	21.37	22.43

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	26.29
LIMITE PASTICO :	21.90
INDICE DE PLASTICIDAD :	4.39



Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-06
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

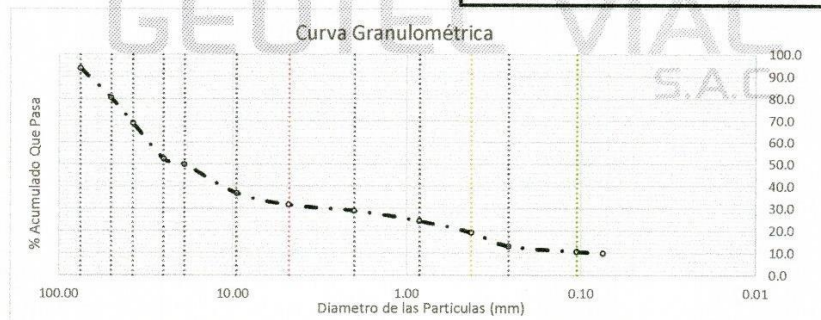
PRESTACION : 02 SACOS DE POLIETILENO
CANTIDAD : 55 KG APROX. CU

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	321.2	6.42	6.42	93.58
2"	50.000	663.7	13.27	19.69	80.31
1 1/2"	37.500	577.6	11.55	31.24	68.76
1"	25.000	819.2	16.38	47.62	52.38
3/4"	19.000	126.8	2.54	50.16	49.84
3/8"	9.500	649.2	12.98	63.14	36.86
N° 4	4.750	262.0	5.24	68.38	31.62
N° 10	2.000	17.56	2.64	71.02	28.98
N° 20	0.840	30.96	4.66	75.68	24.32
N° 40	0.425	34.61	5.21	80.89	19.11
N° 60	0.260	39.80	5.99	86.88	13.12
N° 140	0.106	16.54	2.49	89.37	10.63
N° 200	0.075	4.97	0.75	90.12	9.88
Plato		0.08		100.0	

Datos de la Muestra	
P inicial	: 5,000.00 g, % Grava: 68.38
P traccion	: 210.00 g, % Arena: 21.74
P perdida por lavado	: 65.48 g, % Finos : 9.88

Resultados de ensayos	
Límite Líquido	: 24.75 %
Límite Plástico	: 21.49 %
I.P.	: 3.26 %
D10 = 0.08 D30 = 3.07 D60 = 30.82	
CC = 3.823 CU = 385.25	

CLASIFICACION	
GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	
SUCS	: GW-GM
AASTHO	: A-1-a (0)



Nota: *El uso de esta informacion es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



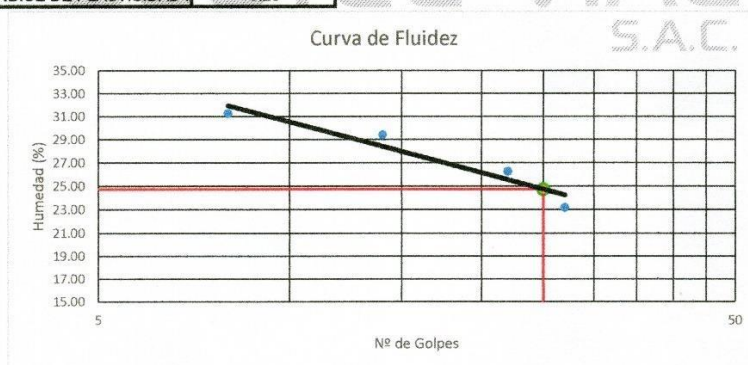
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-06
 CAPA : SUB RASANTE
 PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	B7	B8	B9	B19
N° DE GOLPES	8	14	22	27
Peso Tara (g)	11.46	11.31	10.07	9.11
Peso Tara + suelo Humedo (g)	37.79	39.09	35.30	38.04
Peso Tara + suelo seco (g)	31.52	32.78	30.05	32.59
Peso del agua (g)	6.27	6.31	5.25	5.45
Peso del suelo seco (g)	20.06	21.47	19.98	23.48
% DE HUMEDAD	31.26	29.41	26.29	23.19

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B20	B21
Peso Tara (g)	9.74	9.39
Peso Tara + suelo Humedo (g)	29.69	32.13
Peso Tara + suelo seco (g)	26.14	28.13
Peso del agua (g)	3.55	4.00
Peso del suelo seco (g)	16.40	18.74
% DE HUMEDAD	21.63	21.34

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	24.75
LIMITE PASTICO :	21.49
INDICE DE PLASTICIDAD :	3.26



Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-07
 CAPA : SUB RASANTE
 PROFUNDIDAD : -1.50 m

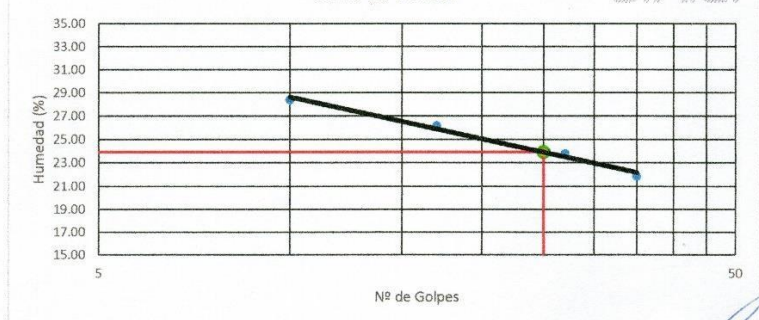
LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	B10	B11	B12	B13
N° DE GOLPES	10	17	27	35
Peso Tara (g)	9.91	9.82	9.96	9.18
Peso Tara + suelo Humedo (g)	38.68	42.22	33.91	38.62
Peso Tara + suelo seco (g)	32.32	35.50	29.31	33.34
Peso del agua (g)	6.36	6.72	4.60	5.28
Peso del suelo seco (g)	22.41	25.68	19.35	24.16
% DE HUMEDAD	28.40	26.18	23.77	21.85

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B14	B15
Peso Tara (g)	9.05	11.57
Peso Tara + suelo Humedo (g)	25.86	22.87
Peso Tara + suelo seco (g)	22.79	20.85
Peso del agua (g)	3.07	2.02
Peso del suelo seco (g)	13.74	9.28
% DE HUMEDAD	22.31	21.75

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	23.91
LIMITE PASTICO :	22.03
INDICE DE PLASTICIDAD :	1.88



Curva de Fluidez



GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



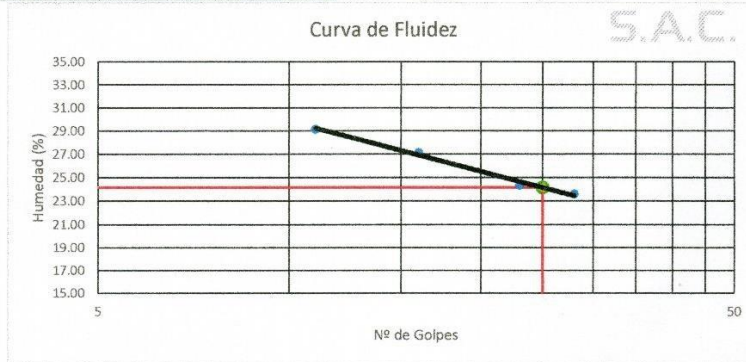
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-08
 CAPA : SUB RASANTE
 PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	B22	B23	B24	B16
N° DE GOLPES	11	16	23	28
Peso Tara (g)	11.1	9.78	9.98	9.46
Peso Tara + suelo Humedo (g)	36.35	36.92	35.74	39.10
Peso Tara + suelo seco (g)	30.65	31.12	30.70	33.44
Peso del agua (g)	5.70	5.80	5.04	5.66
Peso del suelo seco (g)	19.55	21.34	20.72	23.98
% DE HUMEDAD	29.15	27.16	24.34	23.61

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B17	B18
Peso Tara (g)	9.26	9.83
Peso Tara + suelo Humedo (g)	32.60	32.33
Peso Tara + suelo seco (g)	28.66	28.50
Peso del agua (g)	3.94	3.83
Peso del suelo seco (g)	19.40	18.67
% DE HUMEDAD	20.31	20.49

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	24.15
LIMITE PASTICO :	20.40
INDICE DE PLASTICIDAD :	3.75



Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO

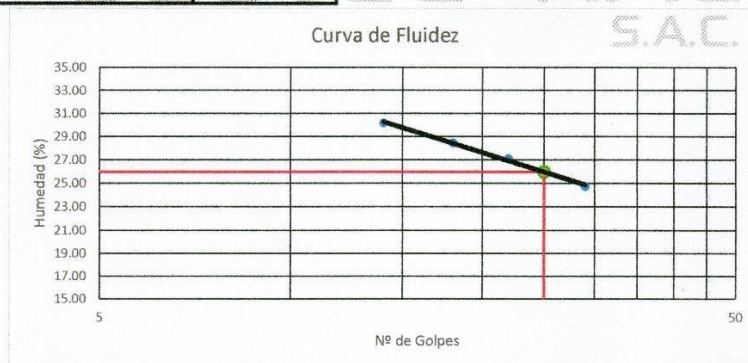
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

CALICATA : C-09
 CAPA : SUB RASANTE
 PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO					
RECIPIENTE N°		B23	B24	B25	B26
N° DE GOLPES		14	18	22	29
Peso Tara (g)		9.78	9.98	9.06	9.84
Peso Tara + suelo Humedo (g)		38.87	38.84	35.68	36.57
Peso Tara + suelo seco (g)		32.13	32.45	30.00	31.27
Peso del agua (g)		6.74	6.39	5.68	5.30
Peso del suelo seco (g)		22.35	22.47	20.94	21.43
% DE HUMEDAD		30.16	28.46	27.11	24.74

LIMITE PASTICO			
RECIPIENTE N°		B27	B28
Peso Tara (g)		9.07	8.97
Peso Tara + suelo Humedo (g)		28.35	33.54
Peso Tara + suelo seco (g)		24.94	29.08
Peso del agua (g)		3.41	4.46
Peso del suelo seco (g)		15.87	20.11
% DE HUMEDAD		21.48	22.16

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	25.97
LIMITE PASTICO :	21.82
INDICE DE PLASTICIDAD :	4.15



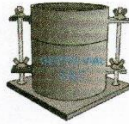
Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. C. P. N° 174365

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 339.185 / MTC E 115 / METODO "C"



Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE GENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL
Fecha de Entrega : Lunes, 10 de Octubre de 2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01
CAPA : SUB RASANTE
MATERIAL : GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA
Gs : 2.80

PRESENTACION: 02 SACOS DE POLIETILENO
CANTIDAD: 60 KG APROX. C/U

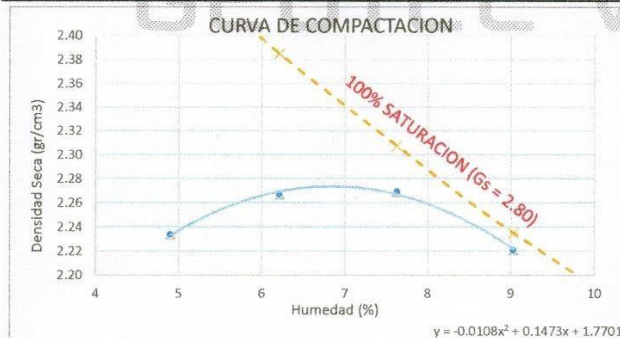
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11014	11150	11224	11185
Peso del Molde (gr.)	6044	6044	6044	6048
Volumen del molde (cc)	2121	2121	2121	2121
Peso del Suelo Humedo (gr.)	4970	5106	5180	5137
Densidad Suelo Humedo (gr/cc)	2.343	2.407	2.442	2.422

Tara N°	E4	D9	D12	D10
Peso de la Tara (gr.)	64.00	65.10	67.60	63.50
Muestra húmeda + Tara (gr.)	823.80	810.40	792.80	904.00
Muestra seca + Tara (gr.)	788.30	766.80	741.40	834.40
Peso del Agua (gr.)	35.50	43.60	51.40	69.60
Muestra Seca (gr.)	724.30	701.70	673.80	770.90
Contenido de Humedad Promedio(%)	4.90	6.21	7.63	9.03
DENSIDAD SECA (gr./cm³)	2.234	2.267	2.269	2.221

OBTENCION DE CURVA DE SATURACION

100% SATURACION (GS = 2.8)	2.462	2.385	2.307	2.235
----------------------------	-------	-------	-------	-------

**Resumen**

DSM: 2.272 gr/cm³
CHO: 6.80 %

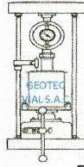
Método : "C"
N° de Capas : 5
N° de Golpes : 56

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com



RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON (C-01)
MATERIAL : GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

Estado	Sin Sumergir	Sumergido	Sin Sumergir	Sumergido	Sin Sumergir	Sumergido
Molde N°	C		B		A	
Número de Capas	5		5		5	
N° de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (gr.)	4530		4530		4530	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	13211	-	13320	-	12615	-
Peso del Molde (gr.)	8062	-	8304	-	7939	-
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	5149	-	5016	-	4676	-
Volúmen del Molde (cm ³)	2103	-	2108	-	2144	-
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.448	-	2.380	-	2.181	-

CONTENIDO DE HUMEDAD

	D12	-	E4	-	F8	-
Tara N°	67.7	-	64.0	-	65.10	-
Peso de la Tara gr.	975.2	-	789.8	-	815.20	-
Muestra húmeda + Tara gr.	901.7	-	730.5	-	753.70	-
Peso del Agua gr.	73.5	-	59.3	-	61.50	-
Muestra Seca gr.	834.0	-	666.5	-	688.60	-
Contenido de Humedad %	8.81	-	8.90	-	8.93	-
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.250	-	2.185	-	2.002	-

DATOS DE EXPANSION

Moide N°	C			B			A		
	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion	
Fecha/ Tiempo		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs.	0.0	0.000	-	0.0	0.000	-	0.0	0.000	-
24 hrs.	0.0	0.000	-	10.0	0.000	-	14.0	0.000	-
48 hrs.	0.0	0.000	-	13.0	0.000	-	19.0	0.000	-
72 hrs.	0.0	0.000	-	16.0	0.000	-	24.0	0.000	-
96 hrs.	0.0	0.000	-	19.0	0.000	-	27.0	0.000	-

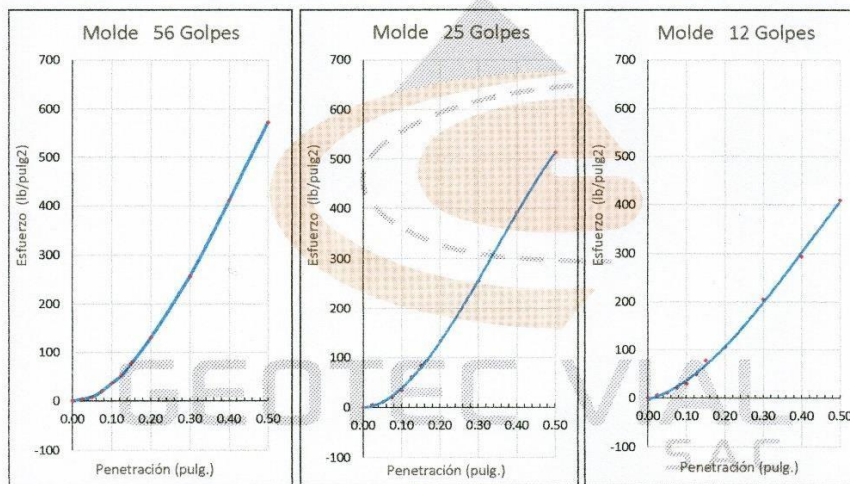
Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	0.025	12.3	4.10		12.2	4.07		18.6	6.20	
1.27	0.050	23.9	7.97		30.7	10.23		33.4	11.13	
1.90	0.075	60.5	20.17		59.2	19.73		62.1	20.70	
2.54	0.100	108.0	36.00	75.94	102.5	34.17	53.60	89.3	29.77	29.77
3.17	0.125	156.8	52.27		182.1	60.70		148.6	49.53	
3.81	0.150	229.8	76.60		249.5	83.17		233.8	77.93	
5.08	0.200	392.1	130.70	192.77	398.6	132.87	155.25	316.9	105.63	105.63
7.62	0.300	772.3	257.43		766.3	255.43		616.7	205.57	
10.16	0.400	1234.6	411.53		1176.2	392.07		882.4	294.13	
12.70	0.500	1718.3	572.77		1540.1	513.37		1227.3	409.10	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada lbs/pulg2	Presion Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.1 pulg.	75.94	1000	7.59	2.250
B	0.1 pulg.	53.60	1000	5.36	2.185
A	0.1 pulg.	29.77	1000	2.98	2.002

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada (lbs/pulg2)	Presion Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.2 pulg.	192.77	1500	12.85	2.250
B	0.2 pulg.	155.25	1500	10.35	2.185
A	0.2 pulg.	105.63	1500	7.04	2.002

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

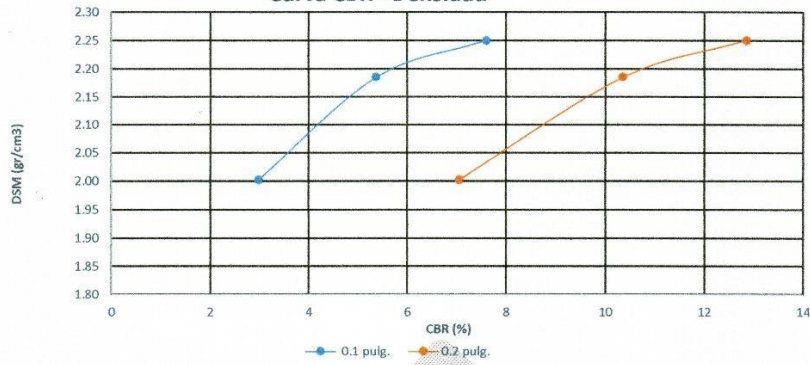
Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.
Robinson Tapia Medina
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.272 gr./cm³
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 6.800 %
 95% dsm (g.cm3) : 2.158 gr./cm³

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	7.64%	5.54%
(0.2")	13.01%	10.39%

CONCLUSIONES

C.B.R (%)	REQUERIDO	OPTENIDO	ANALISIS
C-01	40.00%	7.64%	NO CUMPLE PARA SUBBASE



GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107
 Referencia Normativa: ASTM D 422
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

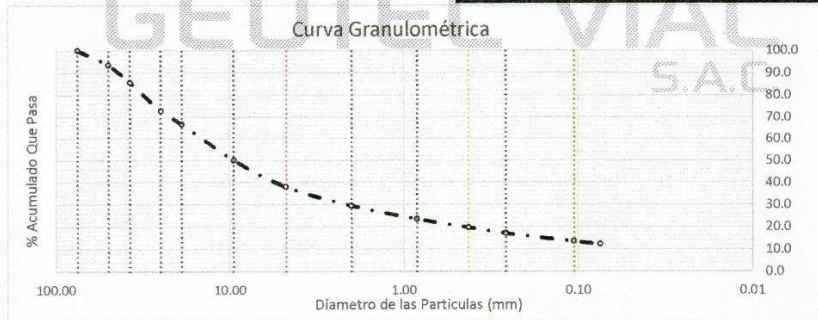
CALICATA : PATRON + 5% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	327.4	6.55	6.55	93.45
1 1/2"	37.500	387.6	7.75	14.30	85.70
1"	25.000	641.5	12.83	27.13	72.87
3/4"	19.000	305.3	6.11	33.24	66.76
3/8"	9.500	829.3	16.59	49.83	50.17
N° 4	4.750	608.2	12.16	61.99	38.01
N° 10	2.000	44.34	8.43	70.42	29.58
N° 20	0.840	31.91	6.06	76.48	23.52
N° 40	0.425	20.39	3.88	80.36	19.64
N° 60	0.260	13.66	2.60	82.96	17.04
N° 140	0.106	18.92	3.60	86.56	13.44
N° 200	0.075	6.99	1.33	87.89	12.11
Plato		0.16		100.0	

Datos de la Muestra	
P _{inicial}	: 5,000.00 g. % Grava: 61.99
P _{fraccion}	: 200.00 g. % Arena: 25.9
P _{pérdida por lavado}	: 63.63 g. % Finos : 12.11

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 32.46 %
Limite Plastico	: 30.33 %
I.P.	: 2.13 %
D10 = 0.075	D30 = 2.14 D60 = 15.13
CC = 4.036	CU = 201.733

CLASIFICACION	
GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	
SUCS	: GW-GM
AASTHO	: A-1-a (0)



Nota: *El uso de esta información es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



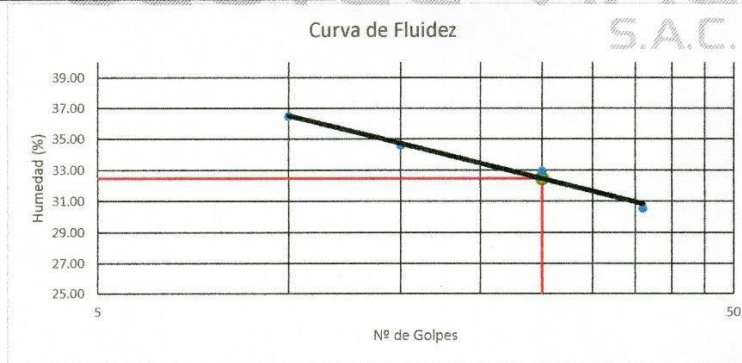
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

MUESTRA : PATRON + 5% CENIZA

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	C12	C18	C6	C16
N° DE GOLPES	36	25	15	10
Peso Tara (g)	11.73	11.01	10.61	9.68
Peso Tara + suelo Humedo (g)	46.57	47.09	41.85	41.98
Peso Tara + suelo seco (g)	38.42	38.15	33.82	33.35
Peso del agua (g)	8.15	8.94	8.03	8.63
Peso del suelo seco (g)	26.69	27.14	23.21	23.67
% DE HUMEDAD	30.54	32.94	34.60	36.46

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	C18	C10
Peso Tara (g)	9.82	12.08
Peso Tara + suelo Humedo (g)	21.55	20.37
Peso Tara + suelo seco (g)	18.85	18.42
Peso del agua (g)	2.70	1.95
Peso del suelo seco (g)	9.03	6.34
% DE HUMEDAD	29.90	30.76

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	32.46
LIMITE PASTICO :	30.33
INDICE DE PLASTICIDAD :	2.13

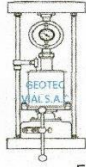


GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO Y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON + 5% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

MATERIAL : GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA + 5% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

Estado	Sin Sumergir	Sumergido	Sin Sumergir	Sumergido	Sin Sumergir	Sumergido
Molde N°	C		B		A	
Número de Capas	5		5		5	
N° de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (gr.)	4530		4530		4530	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	13081	-	13266	-	12795	-
Peso del Molde (gr.)	8062	-	8304	-	7939	-
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	5019	-	4962	-	4856	-
Volumen del Molde (cm3)	2103	-	2108	-	2144	-
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.387	-	2.354	-	2.265	-

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara N°	E1	-	D10	-	A15	-
Peso de la Tara gr.	63.7	-	65.1	-	84.3	-
Muestra húmeda + Tara gr.	835.0	-	853.7	-	806.9	-
Muestra seca + Tara gr.	783.7	-	799.6	-	755.2	-
Peso del Agua gr.	51.3	-	54.1	-	51.7	-
Muestra Seca gr.	720.0	-	734.5	-	670.9	-
Contenido de Humedad %	7.12	-	7.37	-	7.71	-
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.228	-	2.192	-	2.103	-

DATOS DE EXPANSION

Molde N°	C				B			A		
	Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion	
			mm	%		mm	%		mm	%
	0 hrs.	0.0	0.000	-	0.0	0.000	-	0.0	0.000	-
	24 hrs.	0.0	0.000	-	10.0	0.000	-	14.0	0.000	-
	48 hrs.	0.0	0.000	-	13.0	0.000	-	19.0	0.000	-
	72 hrs.	0.0	0.000	-	16.0	0.000	-	24.0	0.000	-
	96 hrs.	0.0	0.000	-	19.0	0.000	-	27.0	0.000	-

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

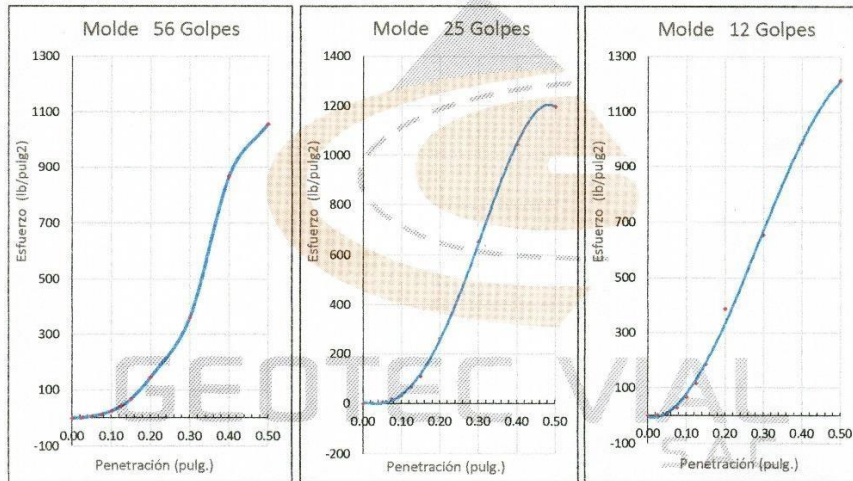
Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	0.025	5.2	1.73		9.3	3.10		6.7	2.23	
1.27	0.050	19.9	6.63		24.2	8.07		30.7	10.23	
1.90	0.075	38.8	12.93		51.2	17.07		85.7	28.57	
2.54	0.100	74.4	24.80	266.54	96.1	32.03	128.06	199.8	66.60	66.60
3.17	0.125	129.1	43.03		199.9	66.63		347.0	115.67	
3.81	0.150	201.3	67.10		326.8	108.93		557.6	185.87	
5.08	0.200	436.0	145.33	573.06	785.6	261.87	465.22	1163.0	387.67	387.67
7.62	0.300	1081.6	360.53		1956.6	652.20		1960.2	653.40	
10.16	0.400	2602.8	867.60		3136.6	1045.53		2954.0	984.67	
12.70	0.500	3164.6	1054.87		3590.3	1196.77		3641.9	1213.97	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada lbs/pulg2	Presion Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.1 pulg.	266.54	1000	26.65	2.228
B	0.1 pulg.	128.06	1000	12.81	2.192
A	0.1 pulg.	66.60	1000	6.66	2.103

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada (lbs/pulg2)	Presion Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.2 pulg.	573.06	1500	38.20	2.228
B	0.2 pulg.	465.22	1500	31.01	2.192
A	0.2 pulg.	387.67	1500	25.84	2.103

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP. N° 174365

- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.272 gr./cm³
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 6.80 %
 95% dsm (g.cm³) : 2.158 gr./cm³

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	32.91%	12.63%
(0.2")	41.62%	30.03%

CONCLUSIONES

C.B.R (%)	REQUERIDO	OPTENIDO	ANALISIS
C-01	40.00%	32.91%	NO CUMPLE PARA SUBBASE



GEOTEC VIAL


GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R/OIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

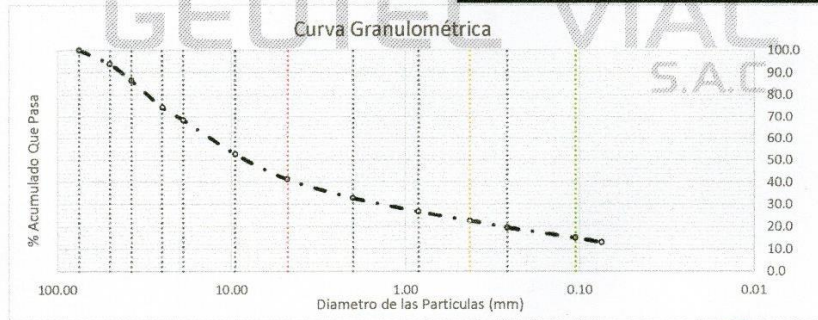
CALICATA : PATRON + 10% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	310.2	6.20	6.20	93.80
1 1/2"	37.500	367.2	7.34	13.54	86.46
1"	25.000	607.8	12.16	25.70	74.30
3/4"	19.000	289.2	5.78	31.48	68.52
3/8"	9.500	785.7	15.71	47.19	52.81
N° 4	4.750	576.2	11.52	58.71	41.29
N° 10	2.000	50.83	8.40	67.11	32.89
N° 20	0.840	37.23	6.15	73.26	26.74
N° 40	0.425	25.04	4.14	77.40	22.60
N° 60	0.260	18.30	3.02	80.42	19.58
N° 140	0.106	28.28	4.67	85.09	14.91
N° 200	0.075	11.43	1.89	86.98	13.02
Plato		0.20		100.0	

Datos de la Muestra	
P inicial	: 5,000.00 g. % Grava: 58.71
P fraccion	: 250.00 g % Arena: 28.27
P perdida por lavado	: 78.69 g. % Finos : 13.02

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 40.37 %
Limite Plastico	: 38.21 %
I.P.	: 2.16 %
D10 = 0.075 D30 = 1.45 D60 = 13.85	
CC = 2.024 CU = 184.667	

CLASIFICACION	
GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	
SUCS	: GW-GM
AASTHO	: A-1-a (0)



Nota: *El uso de esta información es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO

MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.

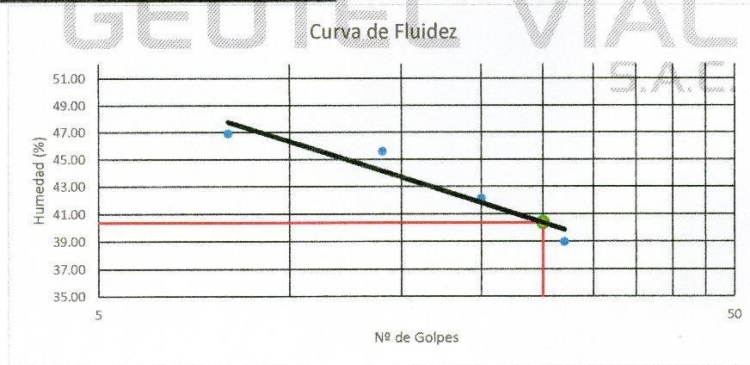
Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

MUESTRA : PATRON + 10% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	C28	C7	C23	C15
N° DE GOLPES	27	20	14	8
Peso Tara (g)	9.71	11.74	11.62	11.47
Peso Tara + suelo Humedo (g)	32.82	37.31	36.73	33.80
Peso Tara + suelo seco (g)	26.34	29.73	28.87	26.67
Peso del agua (g)	6.48	7.58	7.86	7.13
Peso del suelo seco (g)	16.63	17.99	17.25	15.20
% DE HUMEDAD	38.97	42.13	45.67	46.91

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	C26	C8
Peso Tara (g)	9.95	11.58
Peso Tara + suelo Humedo (g)	21.76	21.88
Peso Tara + suelo seco (g)	18.51	19.02
Peso del agua (g)	3.25	2.86
Peso del suelo seco (g)	8.56	7.44
% DE HUMEDAD	37.97	38.44

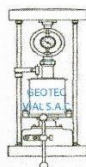
RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	40.37
LIMITE PASTICO :	38.21
INDICE DE PLASTICIDAD :	2.16




GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapra Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON + 10% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

MATERIAL : GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA + 10% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

Estado	Sin Sumergir		Sumergido		Sin Sumergir		Sumergido	
	C	B	A					
Molde N°	5		5		5			
Número de Capas	56		25		12			
N° de golpes por capas	4530		4530		4530			
Sobrecarga (gr.)	13279		13194		12482			
Muestra húmeda + Molde (gr.)	8062		8304		7939			
Peso del Molde (gr.)	5217		4890		4543			
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	2103		2108		2144			
Volúmen del Molde (cm3)	2.481		2.320		2.119			
Densidad húmeda (gr/cm3)								

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara N°	D3		D5		F9	
Peso de la Tara gr.	65.5	-	65.9	-	64.0	-
Muestra húmeda + Tara gr.	534.5	-	530.7	-	609.3	-
Muestra seca + Tara gr.	498.5	-	494.7	-	567.0	-
Peso del Agua gr.	36.0	-	36.0	-	42.3	-
Muestra Seca gr.	433.0	-	428.8	-	503.0	-
Contenido de Humedad %	8.31	-	8.40	-	8.41	-
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.290	-	2.140	-	1.955	-

DATOS DE EXPANSION

Molde N°	C				B				A			
	Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion			
			mm	%		mm	%		mm	%		
	0 hrs.	0.0	0.000	-	0.0	0.000	-	0.0	0.000	-		
	24 hrs.	0.0	0.000	-	10.0	0.000	-	14.0	0.000	-		
	48 hrs.	0.0	0.000	-	13.0	0.000	-	19.0	0.000	-		
	72 hrs.	0.0	0.000	-	16.0	0.000	-	24.0	0.000	-		
	96 hrs.	0.0	0.000	-	19.0	0.000	-	27.0	0.000	-		



GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

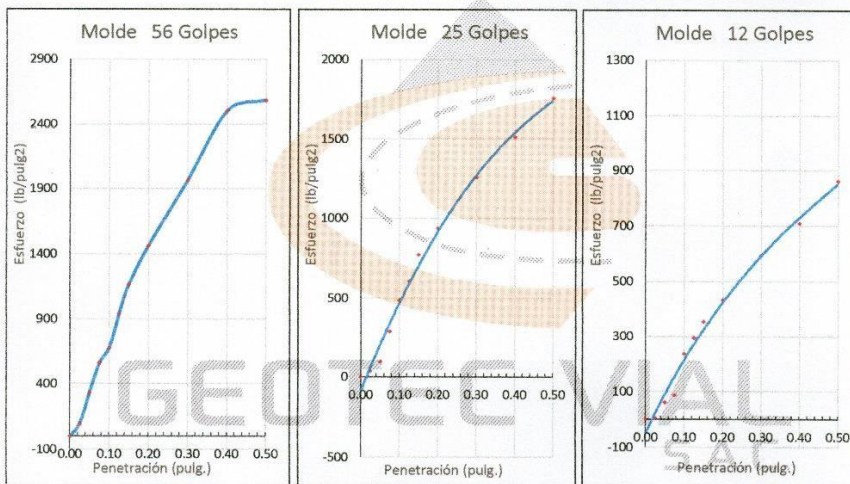
Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

ENSAYO CARGA - PENETRACION										
Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	0.025	278.4	92.80		112.5	37.50		16.9	5.63	
1.27	0.050	985.7	328.57		289.0	96.33		179.2	59.73	
1.90	0.075	1676.8	558.93		863.8	287.93		261.1	87.03	
2.54	0.100	2024.9	674.97	674.97	1457.0	485.67	485.67	711.3	237.10	237.10
3.17	0.125	2832.6	944.20		1817.2	605.73		885.7	295.23	
3.81	0.150	3508.4	1169.47		2314.6	771.53		1062.8	354.27	
5.08	0.200	4390.1	1463.37	1463.37	2813.4	937.80	937.80	1302.7	434.23	434.23
7.62	0.300	5892.6	1964.20		3769.8	1256.60		1777.0	592.33	
10.16	0.400	7508.4	2502.80		4539.9	1513.30		2128.2	709.40	
12.70	0.500	7759.2	2586.40		5279.7	1759.90		2583.1	861.03	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

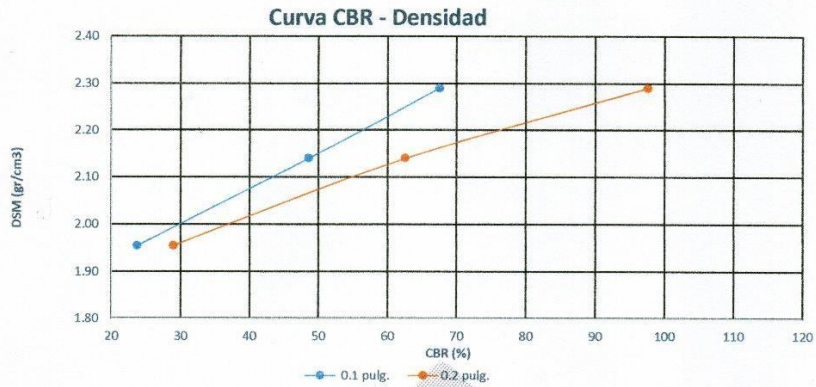
MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada lbs/pulg2	Presion Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.1 pulg.	674.97	1000	67.5	2.290
B	0.1 pulg.	485.67	1000	48.57	2.140
A	0.1 pulg.	237.10	1000	23.71	1.955

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada (lbs/pulg2)	Presion Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.2 pulg.	1463.37	1500	97.56	2.290
B	0.2 pulg.	937.80	1500	62.52	2.140
A	0.2 pulg.	434.23	1500	28.95	1.955

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.272 gr./cm³
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 6.800 %
 95% dsm (g.cm³) : 2.158 gr./cm³

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	65.74%	50.79%
(0.2")	92.04%	68.88%

CONCLUSIONES

C.B.R (%)	REQUERIDO	OPTENIDO	ANALISIS
C-01	40.00%	65.74%	CUMPLE PARA SUBBASE

GEOTEC VIAL


GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R CIP N° 174365



Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

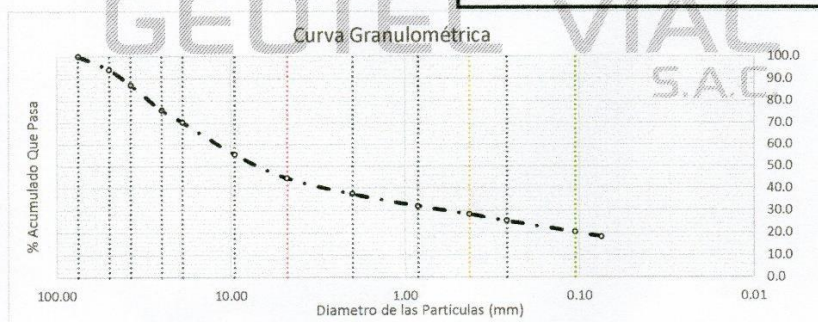
CALICATA : PATRON + 15% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	293.0	5.86	5.86	94.14
1 1/2"	37.500	346.8	6.94	12.80	87.20
1"	25.000	574.0	11.48	24.28	75.72
3/4"	19.000	273.2	5.46	29.74	70.26
3/8"	9.500	742.0	14.84	44.58	55.42
N° 4	4.750	544.2	10.88	55.46	44.54
N° 10	2.000	40.69	7.25	62.71	37.29
N° 20	0.840	30.29	5.40	68.11	31.89
N° 40	0.425	21.30	3.79	71.90	28.10
N° 60	0.260	16.65	2.97	74.87	25.13
N° 140	0.106	27.66	4.93	79.80	20.20
N° 200	0.075	11.75	2.09	81.89	18.11
Plato		0.15		100.0	

Datos de la Muestra	
P inicial	: 5,000.00 g. % Grava: 55.46
P fraccion	: 250.00 g. % Arena: 26.43
P perdida por lavado	: 101.51 g. % Finos : 18.11

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 45.66 %
Limite Plastico	: 42.17 %
I.P.	: 3.49 %
D10 = 0.075 D30 = 0.63 D60 = 12.43	
CC = 0.426 CU = 165.733	

CLASIFICACION	
GRAVA-LIMO ARCILLOSA CON ARENA	
SUCS	: GC-GM
AASHTO	: A-1-b (0)



Nota: *El uso de esta informacion es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos
- Materiales de Construcción
- Concreto
- Asfalto y Análisis Químico de Agua e Hidráulica

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



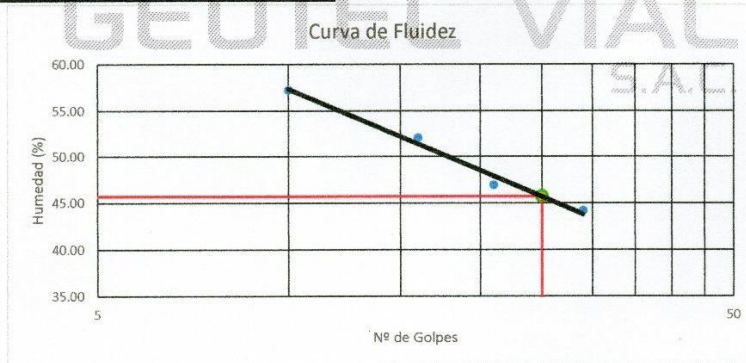
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
 Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022
 Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD
 Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO R.
 Fecha de Entrega : lunes, 10 de Octubre de 2022

MUESTRA : PATRON + 15% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	C6	C11	C14	C9
N° DE GOLPES	29	21	16	10
Peso Tara (g)	10.26	9.64	12.07	12.09
Peso Tara + suelo Humedo (g)	32.81	36.65	40.32	37.52
Peso Tara + suelo seco (g)	25.90	28.03	30.65	28.26
Peso del agua (g)	6.91	8.62	9.67	9.26
Peso del suelo seco (g)	15.64	18.39	18.58	16.17
% DE HUMEDAD	44.18	46.87	52.05	57.27

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	C4	C5
Peso Tara (g)	10.23	11.84
Peso Tara + suelo Humedo (g)	27.77	24.26
Peso Tara + suelo seco (g)	22.62	20.54
Peso del agua (g)	5.15	3.72
Peso del suelo seco (g)	12.39	8.70
% DE HUMEDAD	41.57	42.76

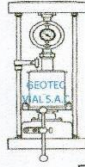
RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	45.66
LIMITE PASTICO :	42.17
INDICE DE PLASTICIDAD :	3.49



GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE LA INCORPORACION DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR DEL CAMINO VECINAL SIMBAL-CHUAL, TRUJILLO 2022

Ubicación : C.V. SIMBAL-CHUAL, DIT. SIMBAL, PROV. TRUJILLO, DPTO LA LIBERTAD

Solicitante : BR. LLANOS CHÁVEZ, ARNULFO y BR. QUISPE RODRÍGUEZ, FERNANDO RAÚL

Fecha de Entrega : Lunes, 10 de Octubre de 2022

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON + 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

MATERIAL : GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA + 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

Estado	Sin Sumergir		Sumergido		Sin Sumergir		Sumergido	
Molde N°	C		B		A			
Número de Capas	5		5		5			
N° de golpes por capas	56		25		12			
Sobrecarga (gr.)	2266		2267		2269			
Muestra húmeda + Molde (gr.)	13316	-	13424	-	12536	-		
Peso del Molde (gr.)	8062	-	8304	-	7939	-		
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	5254	-	5120	-	4597	-		
Volúmen del Molde (cm3)	2103	-	2108	-	2144	-		
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.498	-	2.429	-	2.144	-		

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara N°	E1		E2		E3	
Peso de la Tara gr.	64.2	-	63.8	-	65.4	-
Muestra húmeda + Tara gr.	582.3	-	533.1	-	563.7	-
Muestra seca + Tara gr.	548.3	-	498.3	-	524.4	-
Peso del Agua gr.	34.0	-	34.8	-	39.3	-
Muestra Seca gr.	484.1	-	434.5	-	459.0	-
Contenido de Humedad %	7.02	-	8.01	-	8.56	-
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.334	-	2.249	-	1.975	-

DATOS DE EXPANSION

Molde N°	C				B				A			
	Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion			
			mm	%		mm	%		mm	%		
	0 hrs.	0.0	0.000	-	0.0	0.000	-	0.0	0.000	-		
	24 hrs.	0.0	0.000	-	10.0	0.000	-	14.0	0.000	-		
	48 hrs.	0.0	0.000	-	13.0	0.000	-	19.0	0.000	-		
	72 hrs.	0.0	0.000	-	16.0	0.000	-	24.0	0.000	-		
	96 hrs.	0.0	0.000	-	19.0	0.000	-	27.0	0.000	-		

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP. N° 174365

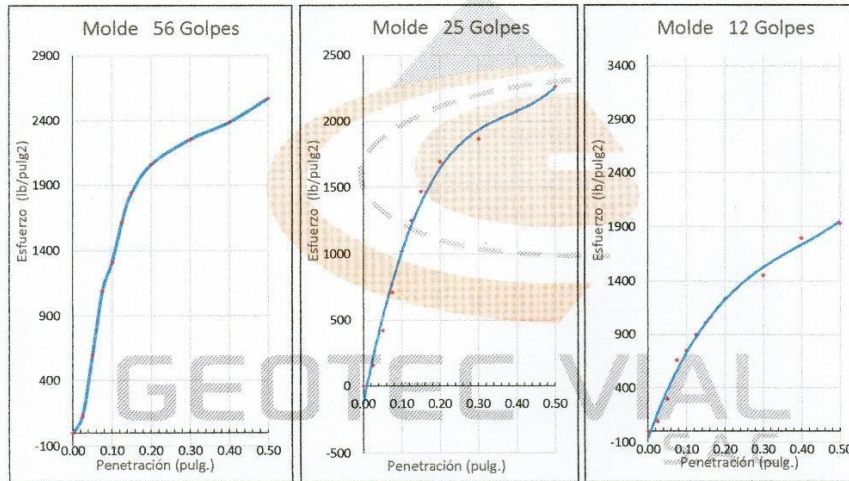
Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	0.025	386.7	128.90		466.8	155.60		273.2	91.07	
1.27	0.050	1783.4	594.47		1262.5	420.83		904.0	301.33	
1.90	0.075	3279.2	1093.07		2142.2	714.07		1968.8	656.27	
2.54	0.100	3936.3	1312.10	1312.10	3056.8	1018.93	1018.93	2245.9	748.63	748.63
3.17	0.125	4850.3	1616.77		3752.4	1250.80		2688.7	896.23	
3.81	0.150	5523.4	1841.13		4406.5	1468.83		3031.8	1010.60	
5.08	0.200	6174.1	2058.03	2058.03	5082.4	1694.13	1694.13	3707.0	1235.67	1235.67
7.62	0.300	6766.6	2255.53		5599.6	1866.53		4355.7	1451.90	
10.16	0.400	7157.4	2385.80		6234.4	2078.13		5396.4	1798.80	
12.70	0.500	7714.7	2571.57		6798.6	2266.20		5808.4	1936.13	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada lbs/pulg2	Presion Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.1 pulg.	1312.10	1000	131.21	2.334
B	0.1 pulg.	1018.93	1000	101.89	2.249
A	0.1 pulg.	748.63	1000	74.86	1.975

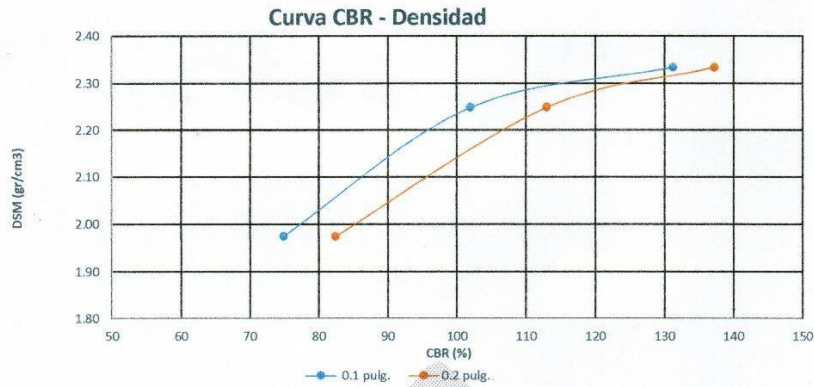
MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada (lbs/pulg2)	Presion Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.2 pulg.	2058.03	1500	137.20	2.334
B	0.2 pulg.	1694.13	1500	112.94	2.249
A	0.2 pulg.	1235.67	1500	82.38	1.975

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
E-mail: geotec.vial@hotmail.com

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD SECA MAXIMA 2.272 gr./cm³
 HUMEDAD OPTIMA (%) 6.800 %
 95% dsm (g.cm³) 2.158 gr./cm³

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	116.67%	98.63%
(0.2")	122.88%	105.93%

CONCLUSIONES

C.B.R (%)	REQUERIDO	OPTENIDO	ANALISIS
C-01	80.00%	116.67%	CUMPLE CBR PARA BASE



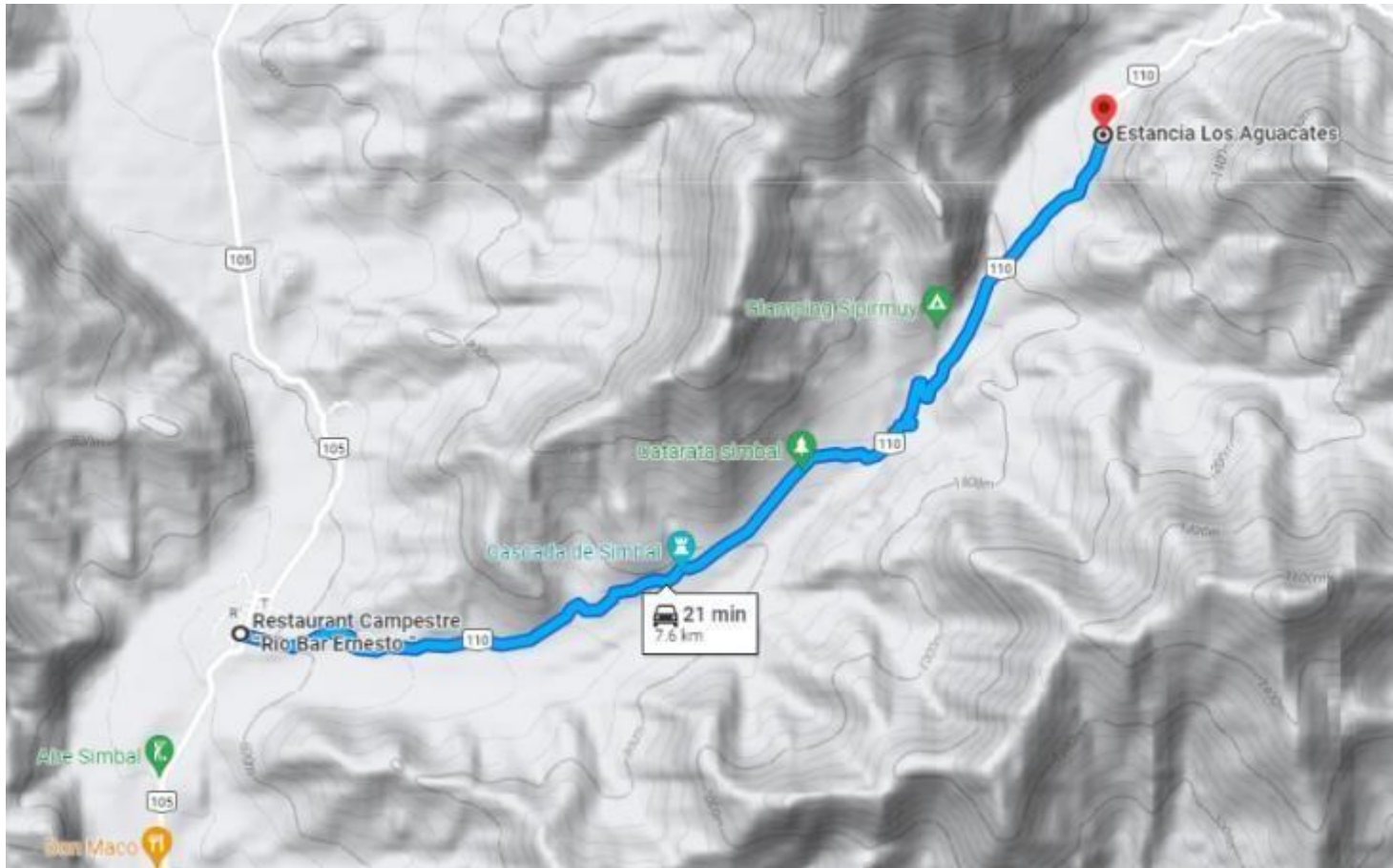
GEOTEC VIAL
S.A.C.


Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

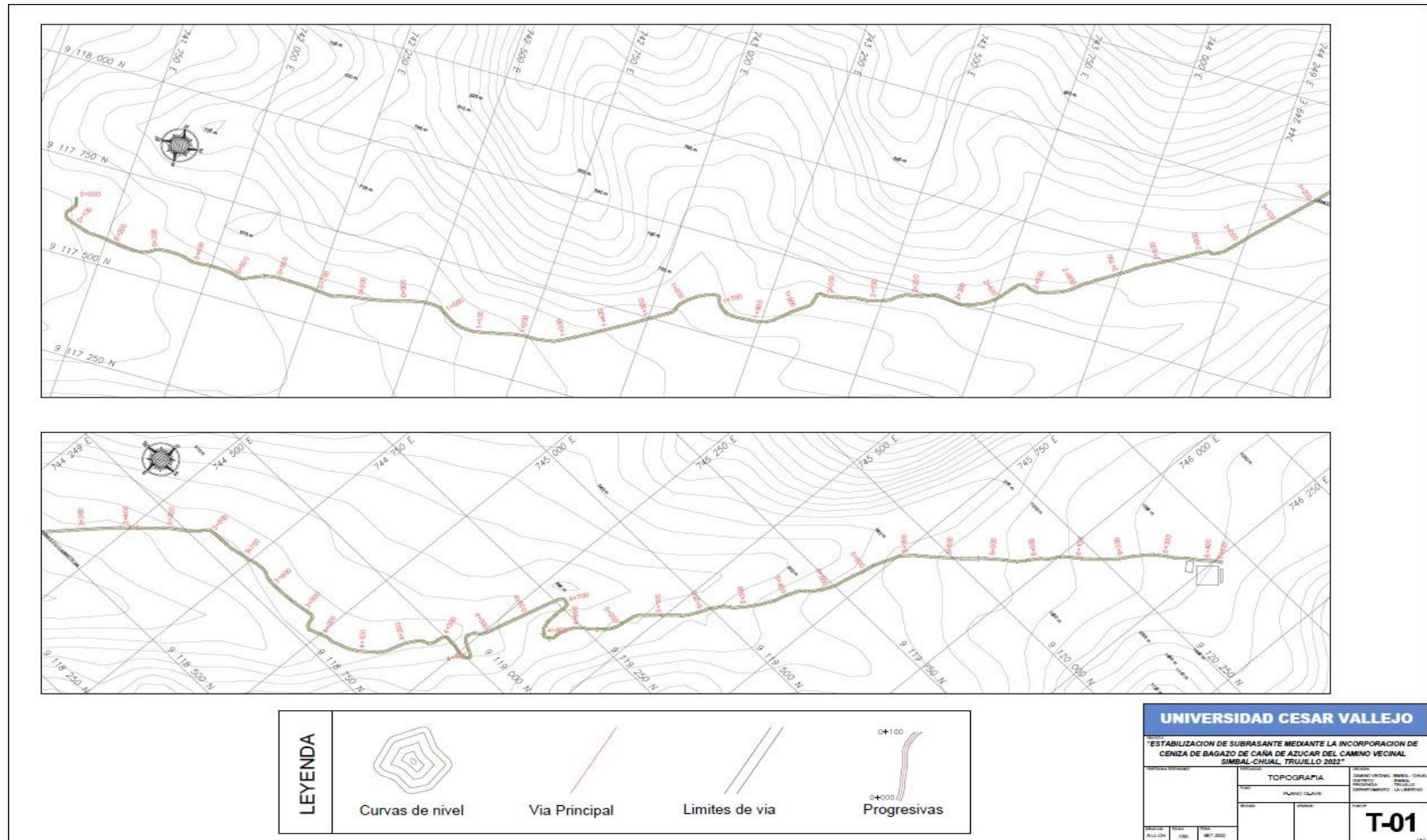
Mza. "F" - Lote: "13" - Urb. La Esmeralda - Trujillo Cel.: 976338404
 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

Anexo 7. Mapa de ubicación



<https://www.google.com/maps/dir/Restaurant+Campestre+%E2%80%9CRio+Bar+Ernesto+%E2%80%9CEstancia+Los+Aguacates,+Chual,+Simbal/@-7.9657967,-78.7855905,14z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x0:0xb49fedf1d095df7a!2m2!1d-78.8141458!2d-7.9764122!1m5!1m1!1s0x91ad73155c30780b:0x3f6103f1bd489fa9!2m2!1d-78.7638513!2d-7.9475899!3e0!5m1!1e4>

Anexo 8. Plano Topográfico



Anexo 9. Panel Fotográfico





































UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, YEFRAIN YOEL SANCHEZ NIZAMA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Estabilización de subrasante incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar en camino vecinal Simbal - Chual, Trujillo 2022", cuyos autores son QUISPE RODRIGUEZ FERNANDO RAUL, LLANOS CHAVEZ ARNULFO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, 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 Completa 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.

TRUJILLO, 02 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
YEFRAIN YOEL SANCHEZ NIZAMA DNI: 42784461 ORCID: 0000-0001-8175-184X	Firmado electrónicamente por: YSANCHEZNI el 23- 12-2022 23:20:56

Código documento Trilce: TRI - 0469347