



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña,
adicionando cemento WP y cenizas de bagazo de caña de azúcar,
Chimbote – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Oliveros Paz, Leslie Pierina (orcid.org/0000-0002-5660-1062)

Silva Trujillo, Diego Jeanpier (orcid.org/0000-0003-4226-8526)

ASESORA:

Mgr. Alvarez Asto, Luz Esther (orcid.org/0000-0001-9050-7611)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE - PERÚ

2022

DEDICATORIA

La presente tesis, está dedicado en primer lugar a Dios. También a mi madre Lucrecia, que siempre estuvo conmigo dándome fuerzas y no dejándome caer, con el amor y ánimos necesarios para poder salir adelante. A mis ángeles, que desde el cielo siento que están aquí conmigo y sé que están orgullosos de mí, voy a hacer lo posible para cumplir todo lo prometido.

A mis hermanos, sobrinos y mi pareja, por estar siempre pendientes de mí, dándome las fuerzas necesarias y siendo mi soporte en todo lo que hago. A mi hija, que es mi mayor motor para poder culminar con todas mis metas.

Silva Trujillo, Diego Jeanpier

La presente tesis fruto de mi constancia y esfuerzo va dedicado con mucho amor a mi padre Cesar Félix Oliveros Basauri que es mi pilar más importante y por demostrarme su apoyo incondicional en todo mi procedimiento de formación, a mi madre Mónica Paz Zapata que sembró en mí el deseo de triunfar y superarme. Me inculcaron los hábitos y valores los cuales me motivaron a seguir adelante en mi vida profesional. A mis maestros y familia, por el apoyo y aliento que me brindaron para lograr ser un profesional de éxito.

Oliveros Paz, Leslie Pierina

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento total a todos los ingenieros que me enseñaron en este camino que es la ingeniería civil.

Al Ing. Oliveros Basauri, Cesar Felix por haber confiado en mi capacidad educativa y brindarme la ayuda en el momento que más lo necesitaba.

A mi familia, que siempre estuvo conmigo dándome ese apoyo incondicional y confiando a todo dar de mi capacidad.

A mi pareja e hija, por haberme fortalecido y darme los ánimos necesarios para llegar a la meta.

Silva Trujillo, Diego Jeanpier

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme poder llevar a cabo este proyecto tan importante para mi formación profesional, gracias a la Universidad Cesar Vallejo por permitirme convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona.

Finalmente, agradezco a todos mis maestros de la licenciatura de ingeniería civil que me enseñaron tanto de la profesión como de la vida, impulsándome siempre a seguir adelante.

Oliveros Paz, Leslie Pierina

Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	vi
Índice de gráficos	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo.	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	40
3.7. Aspectos éticos	41
IV. RESULTADOS	42
V. DISCUSIÓN.....	82
VI. CONCLUSIONES.....	86
VII. RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Composición química del cemento WP.	8
Tabla 2: Diseño de grupo de control.....	12
Tabla 3: Diseño de grupo experimental.....	12
Tabla 4: Matriz de la muestra	17
Tabla 5: Ensayos de laboratorio	20
Tabla 6: Cantidades de insumos en kg.....	39
Tabla 7: Composición química expresada como óxidos.....	44
Tabla 8: Análisis granulométrico de la CBCA	45
Tabla 9: Propiedades físicas de la calicata 1.....	46
Tabla 10: Propiedades físicas de la calicata 2.....	47
Tabla 11: Propiedades físicas de la calicata 3.....	48
Tabla 12: Análisis granulométrico de las muestras C-1, C-2 y C-3.....	49
Tabla 13: Características de la muestra C-01, C-02 y C-03	50
Tabla 14: Número de golpes y contenido de humedad de la M.P	51
Tabla 15: Contenido de humedad de la M.P	53
Tabla 16: Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la M.P	53
Tabla 17: Relación de soporte california – contenido de humedad y expansión en la C-1.....	55
Tabla 18: Penetración en la C-1	55
Tabla 19: Relación de soporte california – contenido de humedad y expansión en la C-2.....	57
Tabla 20: Penetración en la C-2	58
Tabla 21: Relación de soporte california – contenido de humedad y expansión en la C-3.....	60
Tabla 22: Penetración en la C-3	61
Tabla 23: Cambios físicos en la combinación 1, 2 y 3 comparado con la C-3.....	63

Tabla 24: Análisis granulométrico de la M.P. (C-3) y COMB. 1, 2 y 3	66
Tabla 25: Características de la MP y las Combinaciones	67
Tabla 26: Límites de Atterberg de la M.P. y las combinaciones.	68
Tabla 27: Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la M.P	69
Tabla 28: CBR de la M.P. y las Combinaciones	71
Tabla 29: Expansión en la C-3 con las combinaciones	72
Tabla 30: Prueba Shapiro-Wilk normality (H-2)	74
Tabla 31: Prueba Levene test (H-2).....	75
Tabla 32: Resultados de las pruebas de normalidad y Homocedasticidad (H-2). 76	
Tabla 33: Welch's Heteroscedastic F Test with Trimmed Means and Winsorized Variances (H-2)	76
Tabla 34: Método de Games-Howell (H-2)	77
Tabla 35: Pruebas simultáneas de Games-Howell (H-2).....	77
Tabla 36: Prueba Shapiro-Wilk normality (H-3)	78
Tabla 37: Prueba Levene test (H-3).....	79
Tabla 38: Resultados de las pruebas de normalidad y Homocedasticidad (H-3). 79	
Tabla 39: Welch's Heteroscedastic F Test with Trimmed Means and Winsorized Variances (H-3)	80
Tabla 40: Método de Games-Howell (H-3)	80
Tabla 41: Pruebas simultáneas de Games-Howell (H-3).....	81

Índice de figuras

Figura 1: Identificación de lugar	21
Figura 2: Realización de calicatas.....	21
Figura 3: Ensayos de mecánica de suelos	22
Figura 4: Obtención del bagazo de caña de azúcar, en Nepeña.....	23
Figura 5: Calcinación del BCA.....	23
Figura 6: Recojo y envío de la muestra.....	24
Figura 7: Equipo del Análisis térmico DSC.....	24
Figura 8: Equipo del Análisis térmico DSC.....	24
Figura 9: Equipo de fluorescencia de rayos X	25
Figura 10: Calicata 1 (C-01)	26
Figura 11: Estratos de la calicata 1 (C-01)	26
Figura 12: Calicata 2 (C-02)	26
Figura 13: Estratos de la calicata 2 (C-02)	27
Figura 14: Calicata 3 (C-03)	27
Figura 15: Estratos de la calicata 3 (C-03)	28
Figura 16: Tamices para el agregado grueso.....	29
Figura 17: Muestra agitada en el tamiz del agregado grueso	29
Figura 18: Lavado de agregado fino para eliminación de arcillas y limos	30
Figura 19: Colocación de la muestra en el plato Casagrande.....	31
Figura 20: Ranura realizada a la muestra en el plato Casagrande	31
Figura 21: Número de golpes en el plato Casagrande.	32
Figura 22: Preparación de muestra.	33
Figura 23: Separación de especímenes de 6000 gr.....	33
Figura 24: Toma de medidas del molde de 6” para el ensayo de Proctor Modificado.....	34
Figura 25: Golpes con el martillo manual	34

Figura 26: Secado de material compactado en estufa para contenido de humedad	35
Figura 27: Toma de medidas a los moldes de CBR	35
Figura 28: Compactación con martillo manual para CBR.....	36
Figura 29: Muestra más molde en balanza y colocación de las placas con vástago en los moldes	36
Figura 30: Toma de expansión.....	37
Figura 31: Ensayo de penetración mecánica para CBR.....	37
Figura 32: Recolección de 100 kg de bagazo de caña de azúcar	38
Figura 33: Ceniza de bagazo de caña de azúcar	38

Índice de gráficos

Gráfico 1: Termograma de DSC del bagazo de caña de azúcar.....	42
Gráfico 2: Diagrama TGA del bagazo de caña de azúcar	43
Gráfico 3: Composición química del bagazo de caña de azúcar por frxde	44
Gráfico 4: Curva granulométrica de la CBCA.....	45
Gráfico 5: Curva granulométrica de las muestras C-01, C-02 y C-03	50
Gráfico 6: Curva de fluidez de la M.P.....	52
Gráfico 7: Curva de compactación de la C-1.....	53
Gráfico 8: Curva de compactación de la C-2.....	54
Gráfico 9: Curva de compactación de la C-3.....	54
Gráfico 10: Corrección de cargas en la C-1	56
Gráfico 11: Curva CBR vs densidad seca en la C-1	57
Gráfico 12: Corrección de cargas en la C-2	59
Gráfico 13: Curva CBR vs densidad seca en la C-2	59
Gráfico 14: Curva CBR vs densidad seca en la C-3	61
Gráfico 15: Curva CBR vs densidad seca en la C-3	62

Gráfico 16: CBR de las muestras patrón.....	62
Gráfico 17: Curva granulométrica de la M.P. (C-3) y las combinaciones.	67
Gráfico 18: Curva de fluidez de la M.P. y las combinaciones.	68
Gráfico 19: Curva de compactación de la M.P. (C-3).....	70
Gráfico 20: Curva de compactación de la COMB. 1.....	70
Gráfico 21: Curva de compactación de la COMB. 2.....	70
Gráfico 22: Curva de compactación de la COMB. 3.....	71
Gráfico 23: CBR al 95% MDS	73

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo principal, determinar el mejoramiento de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, con la adición de cemento WP y las CBCA. La metodología utilizada fue de tipo aplicada ya que es una investigación empírica, de tipo experimental siendo un proceso sistemático, cuasi-experimental. Con un procedimiento de recolección de datos descriptiva e inferencial. En cuanto a los resultados obtenidos, la COMB. 1 tuvo un valor de 1.716 gr/cm³ con un CBR de 42.20 %, en la COMB. 2 se obtuvo una MDS de 1.707 gr/cm³ con un CBR de 61.50 % y en la COMB. 3 se obtuvo una MDS de 1.696 gr/cm³ con un CBR de 82.00 %. Y como conclusión, se tiene que en la combinación 1 con respecto a las demás, tiene ventaja, ya que reduce la expansión de la M.P. de 0.94 % a 0.18%, el cual hace que el suelo tenga una mejor compactación reduciendo los vacíos, y también llevándolo al ámbito económico, se va a tener menos gastos para la obtención de los insumos, teniendo como resultado un CBR=42.20 % que según la EG-2013 la subrasante con un CBR mayor al 30% es un suelo excelente.

Palabras clave: Mejoramiento de suelos, cemento WP y CBCA.

ABSTRACT

The main objective of this research work was to determine the improvement of the subgrade in the Nepeña carriageway, with the addition of WP cement and the CBCA. The methodology used was of an applied type since it is an empirical investigation, of an experimental type, being a systematic, quasi-experimental process. With a descriptive and inferential data collection procedure. Regarding the results obtained, the COMB. 1 had a value of 1.716 gr/cm³ with a CBR of 42.20%, in the COMB. 2, an MDS of 1.707 gr/cm³ was obtained with a CBR of 61.50% and in the COMB. 3, an MDS of 1,696 gr/cm³ with a CBR of 82.00% was obtained. And as a conclusion, it is found that in combination 1 with respect to the others, it has an advantage, since it reduces the expansion of the M.P. from 0.94% to 0.18%, which makes the soil have a better compaction reducing the voids, and also taking it to the economic field, there will be less expenses to obtain the inputs, resulting in a CBR = 42.20% that According to EG-2013, the subgrade with a CBR greater than 30% is an excellent soil.

Keywords: Soil improvement, WP cement and CBCA.

I. INTRODUCCIÓN

Se tiene conocimiento, que los suelos no presentan las mejores características para usos en la ingeniería civil, presentando una deficiente resistencia, deformación y desgaste. Así, si la subrasante no llega a ser la adecuada, genera una inestabilidad y no asegura la durabilidad del elemento a ejecutar.

Es así, que (Ojeda, Mendoza y Baltazar, 2018, pp. 195), dijeron que, en los proyectos de infraestructura vial, los suelos son usados como materiales principales empleados para terraplenes, entonces es importante para la vida de servicio en cualquier estructura. Los suelos empleados en obra deben de cumplir requisitos de calidad con normativa internacional, si por el contrario estas no cumplen, se debe recurrir a método de mejoramiento, en su volumen y resistencia.

Por otro lado, (ASOCEM, 2018), afirmó que, el uso de cemento para mejorar suelo, como es el caso de Sudáfrica y Australia, donde se da una amplia aplicación de la tecnología con experiencias destacables. Se han intervenido vías, como la aplicación de base granular y el aplanamiento con los aparatos de la máquina, pero los rendimientos de esta modalidad son delimitados, por las lluvias. Lo cual lleva a alternativas de menor costo, como el suelo-cemento, que se adiciona un tanto por ciento de cemento al suelo, para beneficiar sus características, convirtiéndola más estable. (párr. 3)

Por lo que, (Mansaneira, Shwantes, Barreto y Martins. 2017. Párr. 3) informaron que; un promedio que genera el residuo de bagazo, se dispone que por tonelada de caña de azúcar se puede producir 270-290 kg de bagazo, y por cada tonelada de bagazo produce 23.8 kg CBCA, estos residuos de procesos agrícolas tienen una desventaja desde la vista ambiental al impacto ecológico.

En consecuencia (López, Bolio, Veleza, Solórzano, Acosta, Hernández, Salgado, Córdova, 2016, p.2) dijeron que; se tiene anualmente una producción de 234 millones de toneladas de bagazo de caña de azúcar. Es una actividad de alta demanda por ello se cultivan 27,041 anualmente de caña de azúcar, y esta representa el 4% de la producción nacional. El BCA a diferencia de otras fuentes de la industria azucarera se considera un desecho importante ya que por cada tonelada de azúcar se produce dos de bagazo.

Los tramos no pavimentados, del distrito de Nepeña, tiene una demanda de transitividad y confort, ya que tiene agricultores dedicados al sembrado de la caña de azúcar, este es directamente beneficiados en su centro de trabajo, y así, poder exportar su producto, en vehículos de carga pesada. A su vez, la producción de caña de azúcar tiene gran importancia nacional e internacional, lo cual produce desechos en abundancia de bagazo proveniente de la misma, causando una contaminación al aire y a la población aledaña. Se pretende solucionar este problema, con nuevos materiales para el mejoramiento de suelos, como la reutilización de BCA y el cemento Wan Peng (WP), que es de procedencia China, aunque ya llegó al Perú, no es muy conocida, a pesar de tener buenas características en cuanto a resistencia y costos.

Considerando lo mencionado, la justificación de la tesis, es que en el Perú los suelos de pobre calidad predominan en el país, siendo necesario proponer insumos capaces de mejorar las propiedades del suelo, como también se debe tener beneficios económicos y medioambientales. El propósito de tener un suelo óptimo y estable, es alterar su condición física mejorando su plasticidad e incrementando la resistencia y durabilidad con el único fin de obtener un material en óptimas condiciones.

Para determinar en qué porcentaje mejoró la subrasante, es preciso conocer el tipo de suelo predominante, ya que así se determinó todo aquel que no cumpla con los requerimientos físico-mecánicos, y así determinar que ensayos serán necesarios aplicar según la normativa vigente. En el Perú, es necesario enfrentar al impacto ambiental, principalmente cuando se trata del apropiado uso de residuos sólidos, siendo este el origen de múltiples enfermedades, para vigorizar la calidad de vida de los habitantes. Basándonos en los ensayos de Laboratorio, cuyo resultado nos señala en qué medida mejorará la Sub rasante, aplicando el Cemento WP y las cenizas de bagazo de azúcar en diferentes porcentajes, escogiendo el óptimo comportamiento, llevándolo a un énfasis económico y práctico, al momento de ejecutar vías.

Por lo antes expuesto, la pregunta de la tesis, es ¿Cuánto mejorará la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, al adicionar cemento WP y las CBCA? En cuanto a las específicas, se formula lo siguiente: ¿Cuáles serán los resultados del análisis químico y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del

BCA y el cemento WP?, ¿Cuáles serán los resultados de las propiedades físico-mecánicas, con la muestra patrón en la subrasante de la trocha carrozable de Nepeña? Y, por último, ¿Cuáles serán los resultados de las propiedades físico-mecánicas, añadiéndole cemento WP (5%,10% y 15%) y las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%) en la subrasante de la trocha carrozable de Nepeña?

Es así, que se plantea el siguiente objetivo general: Determinar el mejoramiento de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, con la adición de cemento WP y las CBCA. Y como objetivos específicos, se tiene: a) Identificar la composición química y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del bagazo de caña de azúcar y el cemento WP. b) Realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, proctor modificado y CBR, para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, con la muestra patrón en la trocha carrozable de Nepeña. c) Realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, proctor modificado y CBR, para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, añadiéndole cemento WP (5%,10% y 15%) y las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%) en la trocha carrozable de Nepeña.

Finalmente, se formula la hipótesis general: El cemento WP y las cenizas de BCA mejoran la resistencia de la subrasante en trocha carrozable de Nepeña. Asimismo, se plasma la hipótesis nula: El cemento WP y las cenizas de BCA no mejoran la resistencia de la subrasante en trocha carrozable de Nepeña. Es así, que se tienen las siguientes hipótesis específicas: a) La composición química y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del BCA y el cemento WP, identificará los componentes químicos de cada insumo. b) Al realizar correctamente los ensayos de mecánica de suelos, de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, se podrá identificar la calicata más desfavorable. c) Al realizar correctamente los ensayos de mecánica de suelos, añadiéndole CBCA y cemento WP, se identificará la combinación (%), en la cual se mejore la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña.

II. MARCO TEÓRICO

Según los antecedentes internacionales, tenemos a, Alhassam y Mohamed (2015), en el artículo científico: "Improving Poor Soils in Nigeria Using Bagasse Ash: A Review", tuvieron como objetivo realizar estudios con el aprovechamiento del BCA para la mejora de suelos en Nigeria. Tuvieron una metodología exploratoria en su artículo de investigación. Teniendo como resultados, que el suelo fue modificado con hasta 4% de cal y 8% de cenizas de bagazo, obteniendo particulares más grandes que disminuye la compactación de energía. También incrementar el contenido de humedad y disminuye la máx. densidad seca. Se observó una mejora en la durabilidad del suelo tratado, recomendando 2% de cemento y 6% ceniza de Bagazo. Como conclusión se tuvo que la densidad bajo cuando se trató con 1% de cal y 6% de bagazo de caña de azúcar de 1.79 a 1.76 Mg/m³, y el óptimo contenido de humedad aumentó de 16.25 a 18.40%.

En ese contexto, Hasan et al. (2016), en el artículo científico: "Remediation of Expansive Soils Using Agricultural Waste Bagasse Ash", el objetivo fue, el empleo de materiales con resistencia aceptable, con un precio barato y ambiental, demostrando la capacidad de la CBCA. Su metodología fue exploratoria. En los resultados, el CBR con muestras tratadas y sin tratar tuvieron un periodo de 3, 7 y 28 días, demostrando que la utilización de ceniza de bagazo como una mejoría en su resistencia. La conclusión de su artículo científico, es que la ceniza de bagazo al suelo expansivo disminuye su expansión, ya que no son material de plástico. (p. 5)

Dentro de este marco, Ojeda, Mendoza y Zamora (2018), en el artículo científico titulado, "Influence of sugar cane bagasse ash inclusion on compacting, cbr and unconfined compressive strength of a subgrade granular material", lo cual tuvieron como objetivo, delimitar la influencia de la CBCA, como reemplazo del cemento Portland (CPC). Tuvieron como metodología descriptiva en su artículo de investigación. Obtuvieron los resultados, que el suelo de 3,5 y 7% con 75% CPC y 25 % CBCA presentaron un buen desempeño en el CBR con el 95%. Y como conclusión, fue que el uso de CPC como material que mejora suelos granulares aumenta la resistencia en condición confinada, como en el CBR, alcanza valores del 5% y 7% satisfaciendo el material base.

Vinculado a esto, Serrano y Padilla (2019), en el artículo científico: “Análisis de los de las propiedades de material en la subrasante con la adición de material reciclado”, tuvieron como objetivo recolectar las fundamentales informaciones acerca de las variaciones de las propiedades de subrasante con la adición de fibras naturales y sintéticas. Tuvieron como metodología experimental en su artículo de investigación. Teniendo como resultados, al realizar el ensayo de proctor modificado con muestra de material granular más el 3% de cemento se obtuvo un 6,2% de humedad óptima y una densidad máxima de 2.229 kg/m³; También, al realizar ensayo de resistencia a la compresión con la muestra de material granular más el 3% de cemento, con la condición de siete días en cuarto de curado más cuatro horas en inmersión se obtuvo una resistencia de 17,4 kg/cm². Como conclusión, acerca de las muestras de los ensayos, el cemento portland asegura un aporte elocuente en técnica de soporte y resistencia a la compresión sobre el suelo y no evidencia perdida cuando esta está sometida a situaciones de inmersión a comparación de las muestras que tienen agregación del producto químico.

Según los antecedentes nacionales, tenemos a, Marín y Cieza (2020), en la tesis: “Comportamiento de los suelos tropicales, estabilizados con cemento portland”, tuvieron como objetivo determinar cómo influye la adición del cemento Portland como estabilizador del suelo para desarrollar el afirmado del pavimento flexible. Tuvieron una metodología experimental en su tesis. Teniendo como resultados, que hicieron 6 calicatas de las cuales según su clasificación SUCS todas son CL y según AASHTO son de tipo A-6, además en el límite líquido tiene un promedio de 34.18 %, en el límite plástico tiene un promedio de 18 % y en el índice de plasticidad, tiene un promedio de 18.7 %. En cuanto a la calicata con el CBR más desfavorable, la calicata 4 tuvo una DSM 1.88 con un óptimo contenido de humedad de 11.9 % y un CBR de 3.4%. Es así, que al añadirle cemento al 4%, tuvo un LL de 25.11 %, LP de 17% y IP de 8.11 %, con una DSM de 1.92 con un óptimo contenido de humedad al 11.9 % y un CBR=9.4%. Al 8 % de cemento se obtuvo LL= 26.14 %, LP= 20.3 % y IP= 5.84 %. Con una DSM de 1.96 y OCH= 11%. El CBR fue de 24.6 % mostrando una mejoría. Por último, se añadió 12% de cemento, obteniendo LL= 23.01%, LP= 21.12 % y IP= 1.92%, con una DSM=2.18 y OCH= 10.7. se obtuvo un CBR de 33.8%. Como conclusión, al añadir por ciento

de 4, 8 y 12 de cemento Portland; la densidad seca aumenta y el contenido de humedad disminuye, entonces es provechoso para que así no haya apariencia de suelos cohesivos o viscosos. Se concluye que una buena o aceptable subrasante se alcanza con una estabilización de 4% de adición de cemento.

A partir de esto, Urcia (2017), en la tesis: “Estabilización del suelo Cemento portland para la mejora de la carretera a nivel de afirmado”, tuvo como objetivo determinar cómo influye el cemento portland como estabilizante de suelos para mejorar la carretera a nivel de afirmado. Tuvo una metodología experimental en su tesis. Teniendo como resultados, se obtuvo una mejoría en la estabilización suelos con el cemento portland I a base de los ensayos que fueron el C.B.R, Proctor modificado, y óptimo contenido de humedad. Como conclusión de acuerdo al ensayo del Proctor modificado, con cemento se tuvo el óptimo contenido de humedad 5.4 % y la máxima densidad seca de 2.240 gr/cm³ y sin cemento la máxima densidad seca fue 2.123 gr/cm³ y el óptimo contenido de humedad fue 8.4 %, entonces al aplicar el cemento; de acuerdo al ensayo de CBR al 95% MDS, con cemento al 51.0%, y sin cemento para el 95% de la MDS al 17.2%, entonces el cemento como estabilizador incrementó la resistencia al esfuerzo cortante por sus beneficios funcionales.

De este modo, Rodríguez y Silva (2019), en la tesis: “Estabilización de suelos al añadir cemento Portland más cal hidratada en vías afirmadas”, tuvieron como objetivo estabilizar los suelos añadiendo el cemento portland tipo I con cal hidratada. Tuvieron una metodología descriptiva en su tesis. Teniendo como resultado, después de realizar los ensayos para que así se pueda utilizar el material con porcentaje adecuado en el afirmado, se tuvo un LL de 26,20%, el L.P de 20.30%, el I.P del 5.9% y en el CBR al 95% no cumple, ya que se tuvo un 37%. Como conclusión al aplicar 30% de cemento portland y 70% de cal hidratada, obteniendo el resultado de la MDS es de 2.223 g/cm³ y obteniendo un óptimo contenido de humedad de 7.07 %. En el ensayo de CBR al 95 % de su Densidad máxima Seca en un 66.50 %.

Además, Salas (2017), en la tesis: “Estabilización de suelos al añadir cemento y aditivo terrasil para mejorar la base de la carretera Puno”, tuvieron como objetivo estabilizar los suelos de la cantera con cemento y aditivo Terrasil para el mejoramiento de la base. Tuvieron una metodología experimental en su tesis.

Teniendo como resultado, en la adición de 2% de cemento el valor de la MDS del suelo es de 1.94 gr/cm³, en el CBR al 100% es de 44.17% y en el índice plástico es de 7.75%. Como conclusión el cemento disminuye la sensibilidad del suelo al agua y genera una capacidad de soporte, son trabajables; los ensayos fueron realizados adicionando el 2% de cemento de acuerdo al peso del suelo variado.

Y como último antecedente, Castro y Navarro (2019), en la tesis: "Análisis de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de cemento Portland", tuvieron como objetivo deducir las propiedades del suelo al tratar de suelos expansivos mediante la adición de cemento portland I. Tuvieron una metodología experimental en su tesis. Teniendo como resultado de acuerdo al sistema SUCS fue una arcilla plasticidad (CH), y de acuerdo al AASHTO un suelo tipo A-7-6 (45) en el suelo natural, que su límite líquido es de 66.10%, su límite plástico es de 26,90%, su índice plástico es de 39.20% y su contenido de humedad de 29.37%; Al realizar los ensayos en el suelo natural se obtuvo que el proctor modificado tiene un contenido de humedad de 14.30% y que el ensayo del CBR en el transcurso de 4 días es igual a 3.30%; Sin embargo, en la muestra del suelo con cemento del 10% el contenido de humedad fue de 14.6% y una densidad seca de 1.831 gr/cm³, en la muestra del 15% se obtuvo un contenido de humedad de 15% y una densidad seca de 1.832 gr/cm³, en la muestra del suelo con cemento del 20% se tiene un contenido de humedad de 15.20% y una alta densidad seca de 1.833 gr/cm³.

Es de suma importancia describir los conceptos de la presente tesis, es así que; los pavimentos flexibles están compuestos de una a varias capas de material granular, de los cuales se construyen sobre el terreno natural, del cual se mezcla con material asfáltico para mejorar la resistencia en las superficies de rodaje. (Valdés y Alonso, 2017, p.2) Asimismo, se componen de capas asfálticas que son el revestimiento y la base, sobre la subrasante mejorada, estabilizada o por tres capas de suelos compactados. Diseñado para 20 años de vida útil, por clase de vía. (Massenlli y Paiva, 2019, párr. 7)

En esta etapa se procedió a presentar los enfoques conceptuales de la tesis, el cual se divide en dos variables. Como primera variable independiente, se tiene al cemento WP y las CBCA. El proceso de los tipos de cemento, como por ejemplo el Portland, considerado como el material de construcción por excelencia, debido

a su buena calidad y precios. Estos materiales proceden de la arcilla, y subproductos industriales, como las cenizas volantes. Lo cual se diferencia por presentar bajo calor de hidratación, y una buena durabilidad frente a diferentes agentes químicos/físicos. (Carrasco y Puertas, 2017, p.1) El cemento Wan Peng es un cemento especial, para producir concreto estructural, en todo tipo de estructuras. La composición química utilizada en la fabricación del cemento WP, cumple lo especificado por la normativa NTP-334.009-2016 / ASTM C-150. (Girón y Mejía, 2021, p. 27) Es así, que el análisis químico del cemento, es realizado en un acelerador Pelletron NEC, la muestra se coloca a dos detectores, el primero de Si(Li), para los ligeros y LEGe, para pesados. Lo cual se procesa mediante el software de AXIL, mediante los rayos X. (Flores, Barceló, Bucio, Arenas y Ruvalcaba, 2016, p.2)

Tabla 1: Composición química del cemento WP.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CEMENTO WP	REQUISITOS NTP-334.009-2016 / ASTM C-150
Óxido de magnesio (Mgo)	%	1.80	Máx 6.0
Trióxido de Azufre (SO ₃)	%	2.43	Máx 3.0
Pérdida por ignición	%	3.08	Máx 3.5
Residuo Insoluble	%	0.28	Máx 1.5
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	%	4.60	NE
Óxido Férrico (Fe ₂ O ₃)	%	3.24	NE

Por otro lado, la CBCA genera anualmente grandes porcentajes. El proceso de extracción del BCA se genera como un residuo, utilizando un 95% como combustible para generar electricidad en calderas de vapor, proceso que es contaminante, lo que libera gases contaminantes como es el bióxido de carbono, por lo que cuya dispersión contamina el aire y afecta a la salud. (Felipe, Peñaranda, Fuentes, Semprun, 2020, p.3) Se estima que alrededor de 54 millones de toneladas secas de bagazo se producen anualmente en todo el mundo. Al utilizar el bagazo de azúcar es un proceso que desarrolla algunos compuestos tóxicos, lo que lo haría un proceso costoso que al finalizar se deben usar métodos de purificación. (Cueva, Hormaza, Merino, 2017, p.2)

Asimismo, esta variable independiente tiene la siguiente dimensión, que es el análisis químico del BCA, según (Ojeda, Mendoza, Baltazar, 2018, p.6) el total de óxidos primordiales (SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃) es 73.069 %, observando que está por

encima del 70% de acuerdo a la norma de las puzolanas y su composición química de la CBCA es ($\text{SiO}_2 = 62.66\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5.20\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5.19\%$, $\text{TiO}_2 = 0.64\%$, $\text{CaO} = 4.87\%$, $\text{MgO} = 2.19\%$, $\text{SO}_3 = 0.30\%$, $\text{K}_2\text{O} = 13.93\%$, $\text{Na}_2\text{O} = 0.56\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 = 3.36\%$) Además, la actividad puzolánica, es la capacidad de reaccionar con el hidróxido de calcio, formando compuestos hidráulicos parecidos a los que genera el clíncker del cemento, según la norma ASTM C618. Dicha norma, clasifica las puzolanas naturales, según la composición química, para las clases N y F ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \geq 70\%$) y para la clase C ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \geq 50\%$). (Ospina y Molina, 2018, p.15) Esta dimensión, también incluye al análisis térmico diferencial, que es la técnica en la que se determina los cambios físicos en función de la temperatura analizando sus reacciones entre la muestra y la sustancia de referencia en la investigación, el resultado se plasmó en una curva de análisis térmico. Por otro lado, el análisis termo gravimétrico es la técnica en la que se evalúa las propiedades físicas y químicas de la masa de la muestra, esta se calcula de acuerdo a la temperatura del ambiente controlada de manera precisa. (Pickering, 2021, p. 68)

La variable dependiente, viene a ser el mejoramiento de la subrasante en la trocha carrozable. La subrasante es fundamental de sí misma, ya que, si se destruye, el pavimento de igual forma colapsa. Si la subrasante mejora sus propiedades mecánicas (soporte a la flexión, compresión y cortante), se reduce el grosor de la estructura del pavimento. (Ospina, Chaves, Jiménez, 2020, p.2) Por lo que, en las obras de infraestructura vial, las propiedades de la subrasante son variables importantes para realizar el diseño de las infraestructuras de pavimento. El suelo-cemento conforma un material duradero a medida que se va hidratando y desarrollando mayor fuerza, ya que llena vacíos entre las partículas del suelo, por consiguiente, el cemento reacciona al agua y se endurece, aumentando la resistencia y capacidad de carga. Además, con respecto a las propiedades físicas del suelo, ayuda a disminuir el LL y aumenta el índice de plasticidad y trabajabilidad de los suelos arcillosos. Los suelos mejorados con el cemento, tienen las siguientes propiedades: disminuye la cohesión (plasticidad), disminuye la expansión del volumen y aumenta la fuerza. Por otro lado, las cenizas volantes reaccionan químicamente formando cementaciones que contribuye a la mejora de la resistencia del suelo blando. (Afrin, 2017, párr. 15) Asimismo, las propiedades

mecánicas del suelo, se verá reflejado en el ensayo del CBR, ya que se le denomina, a la capacidad de resistencia de la subrasante en el estado más crítico, con el cual se obtendrá porcentajes óptimas de humedad y densidad del suelo. (Macgregor, Gallarda, Yulady, 2019, p.2) Es así, que es importante la realización de los ensayos en el laboratorio, para delimitar las propiedades mecánicas, químicas y físicas del suelo natural y dosificado en diversos porcentajes para determinar una mezcla óptima que cumpla con el CBR. (Ormeño, Rivas, Duran, Soto, 2020, p.4)

Además, esta variable presenta las siguientes dimensiones. Las calicatas, para caracterizar la subrasante, son pozos exploratorios de 1.50 m de profundidad mínima, según el tipo de carretera, que para la investigación será de bajo volumen de tránsito y se realizará 1 calicata por kilómetro. (Manual de carreteras,2014, p. 28) Por consiguiente, la granulometría, representa la distribución de tamaños que posee las partículas del suelo, mediante el tamizado según las especificaciones del MTC E 107, teniendo la finalidad de determinar las proporciones de sus elementos, clasificados por su tamaño. (Manual de carreteras,2014, p. 33) Además, el proctor modificado, se utiliza para determinar el contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo y así, proceder a verificarlos en la Curva de compactación, con una energía de compactación de 2700 KN-m/m³. (MTC, 2014, p.91) También está el CBR en Laboratorio, se determina con un índice de resistencia de los suelos, el cual es realizado en laboratorio, en condiciones de humedad y densidad. Se emplea para evaluar la resistencia de las capas del pavimento flexible. Se determinan las relaciones de Peso Unitario – Humedad. (MTC, 2014, p.248) Además, el índice de plasticidad, depende de cuanto de arcilla existe en el suelo dando una compresibilidad del suelo. Con respecto al mejoramiento añadiendo cenizas volantes, la plasticidad disminuye a medida que aumenta el contenido de cenizas. (Zimar, Zhou y Giostozzi, 2022, párr. 20) Por lo que, el contenido de humedad en la subrasante es variante, ya que el agua existente conducirá una presión intersticial positiva, lo que reduce las cargas transportadas por el suelo. En consecuencia, la capacidad de carga estructural disminuye y el agua acelera ese deterioro de los cimientos en estructuras de pavimento. (Xuan,2020, párr. 10)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación, fue de tipo aplicada, ya que es una investigación empírica, la cual se identifica con la búsqueda de la aplicación de los conocimientos en los resultados de forma organizada y sistemática para conocer la realidad. (Castillo, Lopez, Sauco y Sanz, 2018, p.4) En relación a la definición anterior, se consideró este tipo de investigación, ya que la resistencia en los suelos es un problema para la sociedad, pudiendo causar daños irreparables, es así que se buscará insumos con el cual se puedan mejorar la resistencia de estos suelos.

3.1.2. Diseño de investigación

La presente tesis, fue experimental, la misma que se caracteriza por su metodología, ya que es un proceso sistemático, esta investigación fue de carácter prospectivo, ya que recolecta datos para compararlos con las variables constantes. En esta información, es fundamental de forma comparativa en la intervención de una o más variables. (Manterola, Quiroz, Salazar, Garcia, 2018, p.2) Es así, que la investigación experimental, fue de tipo cuasi – experimental, según (Manterola y Otzen, 2015, p.1), afirmaron que los estudios cuasi experimentales se identifican porque lleva implícito la recolección de datos y el seguimiento del tiempo hacia el futuro. Se evalúan de forma especial, ya que se busca el efecto de una o más intervenciones de manera comparativa con otra, ya que se decide que variables van a recibir la intervención en el estudio. Es así, que este método fue el aplicado, en la tesis, ya que se manipularon las variables para verificar el efecto entre ellas.

El esquema es el siguiente:

Tabla 2: Diseño de grupo de control.

Muestra Patrón C-1	Grupo de Control (G.C. 01)	O1 (Observación antes de los ensayos de mecánica de suelos)	X1 (Ensayos de mecánica de suelos: granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR)	O4 (Observación después de los ensayos de mecánica de suelos)
Muestra Patrón C-2	Grupo de Control (G.C. 02)	O2 (Observación antes de los ensayos de mecánica de suelos)		O5 (Observación después de los ensayos de mecánica de suelos)
Muestra Patrón C-3	Grupo de Control (G.C. 03)	O3 (Observación antes de los ensayos de mecánica de suelos)		O6 (Observación después de los ensayos de mecánica de suelos)

Donde:

G.C.: Grupo de control.

G.C. 01: Grupo de control en la calicata 1.

G.C. 02: Grupo de control en la calicata 2.

G.C. 03: Grupo de control en la calicata 3.

X1: Ensayos de mecánica de suelos: granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR.

O1, O2 y O3: Observación antes de los ensayos de mecánica de suelos.

O4, O5 y O6: Observación después de los ensayos de mecánica de suelos.

Tabla 3: Diseño de grupo experimental.

Muestra patrón con adición de 5% CWP y 2.5% CBCA	Grupo experimental (G.E. 01)	O7 (Observación antes de adición de insumos)	X2 (Ensayos de mecánica de suelos: límites de Atterberg, Proctor)	O10 (Observación después de adición de insumos)
---	-------------------------------------	---	--	--

Muestra patrón con adición de 10% CWP y 5% CBCA	Grupo experimental (G.E. 02)	O8 (Observación antes de adición de insumos)	modificado y CBR)	O11 (Observación después de adición de insumos)
Muestra patrón con adición de 15% CWP y 7.5% CBCA	Grupo experimental (G.E. 03)	O9 (Observación antes de adición de insumos)		O12 (Observación después de adición de insumos)

Donde:

G.E.: Grupo experimental.

G.E. 01: Grupo experimental con adición de 5% CWP y 2.5% CBCA.

G.E. 02: Grupo experimental con adición de 10% CWP y 5% CBCA.

G.E. 03: Grupo experimental con adición de 15% CWP y 7.5% CBCA.

X2: Ensayos de mecánica de suelos: límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR.

O7, O8 y O9: Observación antes de adición de insumos.

O10, O11 y O12: Observación después de adición de insumos.

3.2. Variables y operacionalización

La variable es una cualidad que puede tener alteraciones ya que es parte del control de una investigación. Las variables son una parte fundamental en la investigación ya que a través de ellas se hacen válidos los aportes científicos, esto las hace indispensables en el proceso de investigación. Desde el principio el investigador se encargó de identificar las variables, estas fueron parte del análisis, validez y confiabilidad de la investigación. (Rodríguez, Breña, y Esenarro, 2021, p. 35)

3.2.1. Variables

- Variable independiente: Cemento WP y CBCA.

- Variable dependiente: El mejoramiento de la subrasante en la trocha carrozable.

3.2.2. Operacionalización de variable

En la presente investigación, se identificó dos variables, de las cuales, el cemento WP y las CBCA fueron las variables independientes y el mejoramiento de la subrasante en la trocha carrozable, estará como la variable dependiente.

Variable independiente: Cemento WP y las CBCA.

La operacionalización de estas variables, se determinó de la siguiente manera:

- Definición conceptual
El proceso de los tipos de cemento, procede de la arcilla, y de subproductos industriales, como las cenizas volantes. (Carrasco y Puertas, 2017, p.1) Por otro lado, la CBCA genera anualmente grandes porcentajes. El proceso de extracción del BCA se genera como un residuo, utilizando un 95% como combustible.
- Definición operacional
Con los ensayos de la norma del ASTM, se desarrollaron las características químicas y físicas del BCA y cemento WP.
- Dimensiones
Componentes químicos y caracterización de propiedades térmicas del Cemento WP y las CBCA.
- Indicadores
Los indicadores a usar para estas variables, fue la composición química, DSC y TGA, de los insumos y el análisis granulométrico de la CBCA obtenidas en el laboratorio químico.
- Escala
La escala de medición que fue usada en esta variable es el intervalo.

Variable dependiente: El mejoramiento de la subrasante en la trocha carrozable.

La operacionalización de esta variable, se determinó de la siguiente manera:

- **Definición conceptual**
La subrasante es fundamental de sí misma, ya que, si se destruye, el pavimento de igual forma colapsa. Por lo que dependerá de la resistencia a la deformación por esfuerzo cortante, en la condición de las cargas de los vehículos que pasan por las vías. (Ospina, Chaves, Jiménez, 2020, p.2)
- **Definición operacional**
Con los ensayos del MTC, se determinaron las normas con los procedimientos y cálculos de los ensayos para el mejoramiento de la trocha carrozable.
- **Dimensiones**
Estudios de mecánica de suelos.
- **Indicadores**
Los indicadores a usar para estas variables, se determinaron mediante los siguientes ensayos de laboratorio: Granulometría, Límites de Atterberg, Contenido de humedad, Proctor Modificado y CBR.
- **Escala**
La escala de medición que fueron usados en esta variable fue el intervalo.

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población

La población estaba conformada por elementos que tienen un patrón de características comunes. Puede ser el total de un conjunto de elementos, individuos, objetos y acontecimientos que tienen un criterio parecido, estos deben ser de interés para el área que será estudiada, por lo mismo estos están involucrados en la investigación (Sánchez, Reyes, Mejía, 2018, p.102). Es así, que la población a estudiar, abarcó las calicatas a realizarse en el tramo de 3 km de Nepeña, de los cuales por norma del MTC y la C.E. 010 Pavimentos urbanos, por cada kilómetro se realizará 1 calicata a estudiar, es así que la población será

un total de tres calicatas. Las cuales tendrán una profundidad de 1.50 m. Mediante los procesos de inclusión y exclusión, se podrá determinar el tamaño de muestra.

A) Criterios de inclusión:

Las calicatas consideradas en la investigación, pasaron por ensayos de laboratorio: Granulometría por tamizado (ASTM G 6913), Límites de Atterberg (MTC E 110 y 111), Contenido de humedad (ASTM D2216), Proctor modificado (ASTM D 1557) y CBR (ASTM 1883). Siendo así que la calicata que tuvo presencia de arenas limo-arcillosa, presentó el CBR más desfavorable (%), es así que fue la elegida, para adicionar los insumos de Cemento WP y CBCA.

B) Criterios de exclusión:

Las calicatas que presentaban un mayor CBR, al aplicarle los ensayos de laboratorio, fueron eliminadas de la muestra patrón.

3.3.2. Muestra

La muestra es una parte de una población, pero cabe recalcar que la población es un contexto amplio y costoso por ende se necesita identificar los componentes de la muestra y hablar en general acerca de la población. Podemos comprender que la muestra es una pequeña fracción de la población, que concederá entender los datos específicos de la misma. Se toma en cuenta que la muestra es para comprender los datos de una forma sintética y sin tener altos gastos. (Cabezas, Andrade, Torres, 2018, p. 93) Es así, que se procedió a determinar la muestra de investigación, del cual ya escogida la calicata que presenta menor CBR (%), se procedió a realizar los ensayos de laboratorio, siendo estos; el Análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg, Proctor modificado y el CBR. De los cuales, se realizó añadiendo porcentajes de CBCA y cemento WP. La primera combinación fue de 5% CWP y 2.5% CBCA; la segunda combinación de 10% CWP y 5% CBCA y por último de 15% CWP y 7.5% CBCA. De manera que se adicionará cada porcentaje a los 6000 gr de muestra patrón que se tendrá, y así poder cumplir con lo estipulado en la norma del MTC.

Tabla 4: Matriz de la muestra

TROCHA CARROZABLE	NÚMERO DE ENSAYOS				
	GRANULOMETRÍA	LÍMITES DE ATTERBERG	PROCTOR MODIFICADO	CBR	TOTAL
C-01	1	1	1	1	4
C-02	1	1	1	1	4
C-03	1	1	1	1	4
Muestra patrón + 5% CWP + 2.5% CBCA	1	1	1	1	4
Muestra patrón + 10% CWP + 5% CBCA	1	1	1	1	4
Muestra patrón + 15% CWP + 7.5% CBCA	1	1	1	1	4
TOTAL	6	6	6	6	24

3.3.3. Muestreo

El muestreo es el proceso por el cual los que conforman la población, fueron interpretados como representantes de la población total. La principal ventaja de este es que nos ayuda a conocer acerca de la población sin tantos gastos, de una manera razonable. (Baena, 2017, p. 35) Por ello, el tipo de muestreo a utilizar, fue el no probabilístico, por conveniencia, ya que las calicatas de muestra, tuvieron los mismos ensayos según la normativa del MTC, pero se seleccionó el menos favorable en el ensayo del CBR.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis se identificó por los atributos que se diferencian entre ellas de forma parcial, estas son de acuerdo al objeto de interés de una investigación. (Sánchez, Reyes, Mejía, 2018, p.123) Siendo así, que la unidad de análisis de la tesis, fueron las 3 calicatas, del cual se añadirá CBCA y Cemento WP, en 3 distintos porcentajes.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos que se utilizó fue la observación experimental o de laboratorio, es el tipo de observación, en el que el investigador maneja y domina las variables para estudiar y analizar su reacción en el fenómeno. (Sánchez, Reyes, Mejía, 2018, p.98), con la intención de que el investigador identifique los aspectos físicos necesarios de la muestra, siendo este el medio por el cual se identificarán los cambios físicos del suelo con las combinaciones respectivas que se realizaron.

También se utilizó el análisis de laboratorio, ya que nos brinda la información necesaria a través de informes y resultados obtenidos con los ensayos respectivos, cada uno con su normativa vigente.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos, que se realizó en la tesis, se realizaron de la siguiente manera, con respecto a cada objetivo.

3.4.2.1. Identificar la composición química y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del bagazo de caña de azúcar y el cemento WP.

Para las variables independientes, se realizó el análisis químico, los cual permitirá determinar sus componentes con la finalidad de verificar que los insumos mejoren la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña. Es así, que se plasmará en las tablas otorgadas por el laboratorio. (Ver anexo 1) Según la normativa vigente, para el TGA (termogravimetría) es la ASTM E1131 y para la determinación de descomposición química, fue por el espectro de fluorescencia de rayos X (FRXDE)

3.4.2.2. Realizar los ensayos de laboratorio, para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, con la muestra patrón en la trocha carrozable de Nepeña.

La ficha de observación, fue el instrumento necesario para identificar aspectos de la muestra patrón. (Ver anexo 2) Es así, que serán necesarios los formatos para la recolección de datos proporcionado por el laboratorio, en el cual se especificarán los gráficos relacionando los datos, para así obtener los resultados de forma precisa y coherente, según la normativa del MTC para los ensayos de mecánica de suelos, el análisis granulométrico por tamizado (ASTM D6913 – MTC E 107), límites de Atterberg (MTC E 110 y 111 – NTP 339.129) (Ver anexo 3), Proctor modificado (MTC E 115, ASTM D 1557 y NTP 339.141) y por último el ensayo del CBR (ASTM 1883 y MTC E 132) (Ver anexo 4).

3.4.2.3. Realizar los ensayos de laboratorio, para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, añadiéndole cemento WP (5%,10% y 15%) y las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%) en la trocha carrozable de Nepeña.

La ficha de observación, fue el instrumento necesario para identificar aspectos de la muestra patrón. (Ver anexo 2) Es así, que serán necesarios los formatos para la recolección de datos proporcionado por el laboratorio, en el cual se especificarán los gráficos relacionando los datos, para así obtener los resultados de forma precisa y coherente, según la normativa del MTC para los ensayos de mecánica de suelos, el análisis granulométrico por tamizado (ASTM D6913 – MTC E 107), límites de Atterberg (MTC E 110 y 111 – NTP 339.129) (Ver anexo 3), Proctor modificado (MTC E 115, ASTM D 1557 y NTP 339.141) y por último el ensayo del CBR (ASTM 1883 y MTC E 132) (Ver anexo 4).

3.4.3. Validez y confiabilidad

La validez, es una manera en que la técnica se desempeña para calcular con certeza lo que se requiere o necesita. En este método se verá obtenido a través de la aplicación del instrumento, probando con efectividad que se supone que se necesita medir. (Sánchez, Reyes, Mejía, 2018, p.124) La investigación tuvo instrumentos que fueron usados para la recolección de datos, siendo certificados por el

laboratorio según la normativa vigente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC 2016) y la ficha de observación, que será validada por dos especialistas en mecánica de suelos, por el juicio de expertos, que es el método de validación para comprobar su confiabilidad de una investigación, ya que se define en comentarios de expertos en el tema. Tras utilizar un instrumento, este debe tener dos criterios de calidad que son validez y confiabilidad. Se denomina esta labor primordial a descartar aspectos que son irrelevantes, incluir los imprescindibles y/o corregir los que sean necesarios. (Robles, Rojas, 2015, p.2) Lo cual permitió seguir ciertos procedimientos de la norma vigente. (Ver anexo 5 y 6)

Tabla 5: Ensayos de laboratorio

ENSAYOS	NORMAS
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CBCA	Espectroscopia de fluorescencia de rayos X
CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES TÉRMICAS (DSC y TGA)	ASTM D3418 ASTM E1131
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	MTC E 107
	ASTM D 6913
LÍMITES DE ATTERBERG	MTC E 110 - 111
	NTP 339.129
PROCTOR MODIFICADO	MTC E 115
	ASTM D 1557
	NTP 339.141
CBR DE LABORATORIO	ASTM 1883
	MTC E 132

La confiabilidad, tiene la técnica de acuerdo a los resultados que cuando es aplicada por segunda vez tiende a ser lo más parecida que la principal. Esta es expresada de manera correccional. (Sánchez, Reyes, Mejía, 2018, p.124) Siendo así, que la confiabilidad se rigió en que los equipos y herramientas del laboratorio, fueron debidamente calibrados y certificados para los ensayos. (Ver anexo 7,8,9,10 y 11)

3.5. Procedimientos

Los procedimientos usados en la tesis, se realizaron conforme a los objetivos planteados, teniendo lo siguiente.

3.5.1. Determinar el mejoramiento de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, con la adición de cemento WP y las CBCA.

- Se identificó la zona a intervenir, que fue en un desvío de la entrada a Nepeña, conformado por 3 km de recorrido.

Figura 1: Identificación de lugar



- Se tuvo que realizar 3 calicatas en el tramo de 3 km de la trocha carrozable de Nepeña, las cuales tuvieron como mínimo 1.5 m de profundidad, determinando los estratos que se encuentren en la subrasante, posterior a ellos se procedió a llevar sacos para muestra de calicata.

Figura 2: Realización de calicatas



- Realización de ensayos de mecánica de suelos, según la MTC, NTP y ASTM, para la muestra patrón (calicata con el CBR desfavorable).

Figura 3: Ensayos de mecánica de suelos



- Se obtuvo el residuo de bagazo de caña de azúcar.

Figura 4: Obtención del bagazo de caña de azúcar, en Nepeña



- Se realizó los ensayos respectivos para obtener las cenizas del BCA y su composición química.

Figura 5: Calcinación del BCA



- Posterior a ello, se compró el cemento Wan Peng, y se tuvo los insumos listos para añadir a la muestra patrón.
- Se añadió a la muestra patrón, en el cemento WP (5%,10% y 15%) y en las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%).
- Luego se realizaron los ensayos de mecánica de suelos y se verificó con la normativa, para ver si la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, mejoró.

3.5.2. Identificar la composición química y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del bagazo de caña de azúcar y el cemento WP.

- Nos trasladamos a campo, en Nepeña, para la recolección de la muestra (1000 g de BCA) que se envió al laboratorio químico: “Slab laboratorio de ensayo e investigación.”

Figura 6: Recojo y envío de la muestra



- Luego de ello, la muestra pasa por el ensayo del Análisis Termogravimétrico (TGA) con el equipo de análisis térmico DSC, hasta alcanzar la temperatura final del ensayo.

Figura 7: Equipo del Análisis térmico DSC



- El bagazo de caña de azúcar pasó por un proceso de incineración, con la mufla usada para una calcinación controlada.

Figura 8: Equipo del Análisis térmico DSC



- Luego de que la muestra se hiciera cenizas, se procedió a la realización de la composición química expresada en óxidos, con el equipo de fluorescencia de rayos X.

Figura 9: *Equipo de fluorescencia de rayos X*



- 3.5.3. Realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, proctor modificado y CBR, para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, con la muestra patrón en la trocha carrozable de Nepeña.**
- Exploración de suelos
 - Se realizó una tercera visita a campo, para la realización de las calicatas, se empezó en la progresiva (0+00), empezando por la C-01, la cual se excavo a una profundidad de 1.50 m a nivel de terreno natural.

Figura 10: Calicata 1 (C-01)



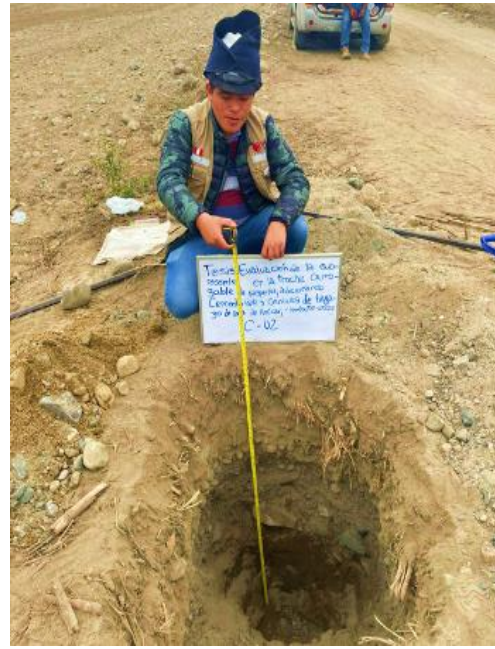
- Obteniéndose, los estratos de la C-01.

Figura 11: Estratos de la calicata 1 (C-01)



- Posterior a ello, se realizó la calicata 2, de igual forma con 1.50 m de profundidad estipulado por la MTC y CE 010- Pavimentos urbanos.

Figura 12: Calicata 2 (C-02)



- Es así, que se obtuvo los estratos de la C-02.

Figura 13: Estratos de la calicata 2 (C-02)



- Además, se realizó una tercera calicata, según lo estipulado en la normativa vigente, que por cada km se realice una calicata, siendo este a una profundidad de 1.50 m, a nivel de terreno natural.

Figura 14: Calicata 3 (C-03)



- Obteniéndose así, los estratos de la calicata 3.

Figura 15: Estratos de la calicata 3 (C-03)



- Granulometría
 - Se tomó una muestra del material (las calicatas), en la cual sea aproximado de 3000 – 5000 gr.
 - Se secó la muestra en la estufa.

- Se clasificó las mallas para el agregado grueso (3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N° 4).

Figura 16: Tamices para el agregado grueso



- Procediendo a echar la muestra, para agitar los tamices en distintas formas.

Figura 17: Muestra agitada en el tamiz del agregado grueso



- Se tomaron los pesos correspondientes en cada malla para el apunte correspondiente.

- El material que pasa por la malla N° 4, se pesó en la balanza 0.01 gr y se completó hasta llegar a 500 gr.
- Se procede a lavar el material que queda retenido en la malla N° 200, luego se secó en la estufa la muestra.

Figura 18: Lavado de agregado fino para eliminación de arcillas y limos



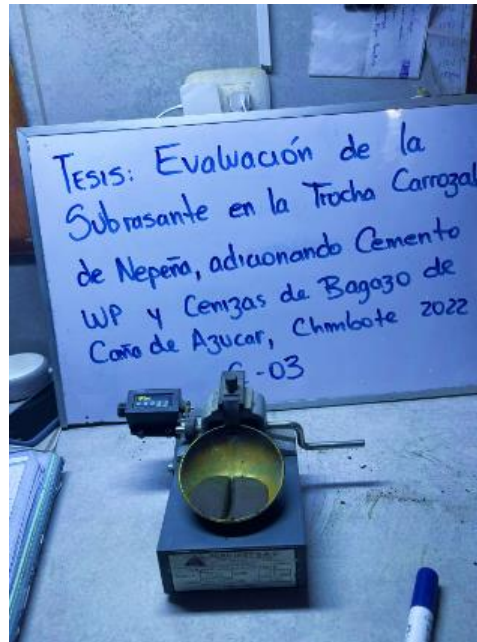
- Posterior a ello, se clasificó las mallas para el tamizado del agregado fino: 8, 16, 30, 50, 200 y Cz.
- Se procedió a echar el material seco, para luego tamizar por las mallas correspondientes.
- Por último, se pesó en la balanza el material retenido en cada malla.
- Límite líquido
 - Se obtiene una muestra equivalente a 150 – 200 gr, de material pasante del tamiz N° 40.
 - Luego, se colocó una porción del suelo preparado, en el punto de la copa de Casagrande, presionando y espaciando hasta una profundidad de 10 mm, formando una superficie horizontal, con el debido cuidado de no dejar burbujas.

Figura 19: Colocación de la muestra en el plato Casagrande



- Utilizando el acanalador, se dividió la muestra, haciendo una ranura uniendo el punto más alto hacia el más bajo.

Figura 20: Ranura realizada a la muestra en el plato Casagrande

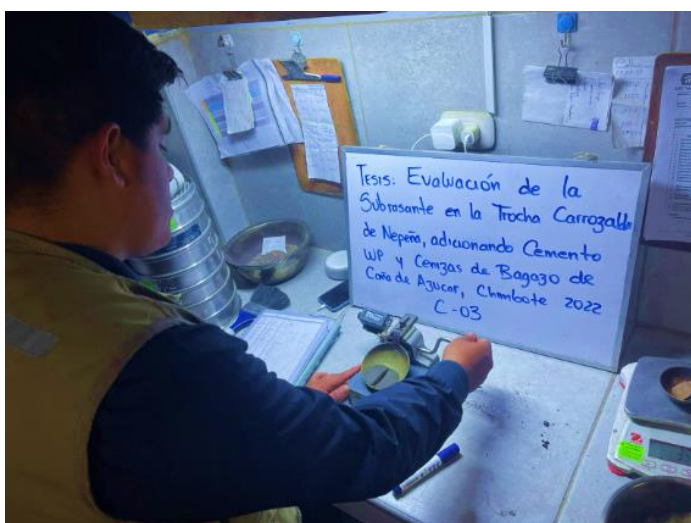


- Se registró el número de golpes, necesario para cerrar la ranura. Asimismo, se tomó una tajada del suelo, extendiéndose de de extremo

a extremo en ángulos rectos, para luego colocar un recipiente de peso conocido y pesarlo.

- Al mezclar nuevamente todo el espécimen del plato, añadiéndole mayor agua destilada, aumentando el contenido de humedad y disminuyendo el número de golpes, que cerro la ranura. Repetir el procedimiento para al menos dos pruebas adicionales con golpes más bajos para cerrar la ranura. El intervalo de golpes usado, fue de 25-35 golpes, 20 y 30 golpes, y una prueba que requiera 15-25 golpes.

Figura 21: Número de golpes en el plato Casagrande.



- Límite plástico
 - Se toma aproximadamente 20 g de la muestra que pasa por el tamiz N° 40, preparado en el límite líquido. Con el agua destilada se amasa, hasta formar una esfera con la masa del suelo.
 - Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide, se rueda con los dedos sobre una superficie lisa, formando cilindros.
 - Tratar de llegar al cilindro, a un diámetro de 3.2 mm (1/8"), si este no se desmorona, se repite el proceso, hasta encontrar el diámetro requerido.
 - Las porciones obtenidas, se colocan en vidrio de reloj o pesa de filtros tarados, se continua el proceso hasta reunir aprox. 6 g de suelo, y luego se determina la humedad.
 - Se repite con la otra mitad de la masa, el proceso explicado.

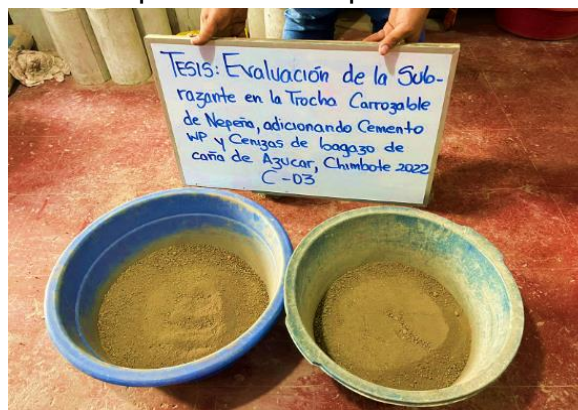
- Proctor modificado para CBR
- La muestra fue preparada con los especímenes siguiendo los procedimientos de la NTP 339.142 para compactarse en un molde de 152,4 mm (6”), excepto por:
Si todo el material pasó por el tamiz $\frac{3}{4}$ ”, toda la graduación deberá usarse en el ensayo sin modificar. (C-03) Si, por el contrario, existe material retenido en la malla $\frac{3}{4}$ ”, este material se elimina y se reemplaza por una cantidad igual que pasa por el tamiz $\frac{3}{4}$ y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de la muestra. (C-02 y C-01)

Figura 22: Preparación de muestra.



- Luego se prepara 3 recipientes, que servirán para el Proctor modificado para CBR, y 3 recipientes para el ensayo del CBR (para determinar el porcentaje de humedad óptimo para el ensayo del CBR).
- Se anotan los pesos obtenidos, para hacer una mezcla de los agregados en un total de 6000 g.

Figura 23: Separación de especímenes de 6000 gr.



- Se tomó las medidas del molde (6") en mm, el diámetro y altura.

Figura 24: Toma de medidas del molde de 6" para el ensayo de Proctor Modificado.



- Se procedió a colocar en el plato el molde para luego ajustarlo con las arandelas planas y mariposas.
- Se fue echando cada 2% de 6 kg, en las porciones del material.
- Se mezcló el material con el cucharón, hasta tener una mezcla homogénea.
- Luego el material homogenizado, se echó en 5 capas iguales, en el molde.
- Se procedió a compactar con el martillo, cada capa con 56 golpes alrededor de todo el molde.

Figura 25: Golpes con el martillo manual



- Posterior a ello, se sacó el anillo que va encima del molde, para poder enrasarlo.
- Luego pesa el molde con el material compactado y enrasado.
- Se procede a sacar contenido de humedad.

Figura 26: *Secado de material compactado en estufa para contenido de humedad*



- Se repite el proceso hasta que el peso del molde + muestra baje o por el contrario, empiece a saturar mucho al compactarse.
- CBR de suelos (Laboratorio)
- Para el ensayo del CBR, se tomó las medidas de los 3 moldes, para tomar nota de ellos. Luego se colocaron los moldes en sus platos correspondientes, en la parte baja se coloca una pesa con los moldes y se procede a ajustar las arandelas planas y mariposas.

Figura 27: *Toma de medidas a los moldes de CBR*



- Se procedió a echar el agua en ml determinado en el Proctor modificado, para remover el material hasta homogeneizar.
- Se compacta con el martillo el material en el molde, en 5 capas, dando 56 golpes (molde 1), 25 golpes (molde 2) y 10 golpes (molde 3).

Figura 28: Compactación con martillo manual para CBR



- Se enrasa la muestra de manera que quede lisa y homogénea sin ningún vacío.
- Luego, se levanta el molde + la muestra con cuidado, para retirar la pesa que esta debajo, y así colocar de nuevo el molde de forma invertida, para pesarlo en la balanza. Luego se colocarán la placa con vástago y pesas con orificios en el centro, para el ensayo de penetración.

Figura 29: Muestra más molde en balanza y colocación de las placas con vástago en los moldes



- Se procedió, a tomar las medidas de expansión (con el deformímetro). Siendo la inicial el día que se sumerge en el agua y el final después de 4 días, donde se ensayará la muestra penetrada por el pistón mecánico.

Figura 30: Toma de expansión



- Luego de retirar los moldes del agua, se pesan estos en la balanza, para tener el peso de la muestra saturada. Posterior a ellos se deja escurrir el agua unos 15 minutos para proceder con la penetración de la muestra.
- Por último, se colocó correctamente el molde de forma que el orificio de la pesa, esté centrado y se verifica que no choque con el pistón, para tener el dial colocado sobre la muestra y este comience a marcar desde el 0.00 hasta el 5.00 en pulgadas, a cada 0.25" pulgadas se tomará los apuntes de las cargas marcadas en el equipo de penetración (lb).

Figura 31: Ensayo de penetración mecánica para CBR



3.5.4. Realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, proctor modificado y CBR, para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, añadiéndole cemento WP (5%,10% y 15%) y las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%) en la trocha carrozable de Nepeña.

- Con los ensayos del DSC y TGA del bagazo de caña de azúcar, se obtuvo que, por cada 100 gr de bagazo de caña de azúcar, se tendrá 8 gr de cenizas de bagazo de caña de azúcar.
- Por ello, se procedió a recolectar 100 kg de bagazo de caña de azúcar.

Figura 32: *Recolección de 100 kg de bagazo de caña de azúcar*



- Es así, que se obtuvo el bagazo de caña de azúcar para la adición de los insumos y las combinaciones respectivas.

Figura 33: *Ceniza de bagazo de caña de azúcar*



- Por otro lado, el Cemento WP, no es muy conocido en el territorio peruano, por su reciente aparición en el mercado, además de que

presenta muy buenas referencias en cuanto a resistencia y durabilidad, este fue usado de la forma en la que está fabricado, que es en polvo.

- Estos insumos pasarán por procesos químicos que determinarán sus componentes y como estos son esenciales para la mejora de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña.

Tabla 6: *Cantidades de insumos en kg*

COMBINACIONES	ENSAYOS	g	g
		CWP	CBCA
MUESTRA PATRÓN	GRANULOMETRÍA	-	-
	LÍMITES DE ATTERBEG	-	-
	PROCTOR MODIFICADO	-	-
	CBR	-	-
M.P. + 5% CWP + 2.5% CBCA	GRANULOMETRÍA	50	25
	LÍMITES DE ATTERBEG	30	15
	PROCTOR MODIFICADO	1200	600
	CBR	900	450
M.P. + 10% CWP + 5% CBCA	GRANULOMETRÍA	100	50
	LÍMITES DE ATTERBEG	60	30
	PROCTOR MODIFICADO	2400	1200
	CBR	1800	900
M.P. + 15% CWP + 7.5% CBCA	GRANULOMETRÍA	150	75
	LÍMITES DE ATTERBEG	90	45
	PROCTOR MODIFICADO	3600	1800
	CBR	2700	1350
TOTAL		13080	6540
TOTAL		13.08	6.54

Esta tabla 6 indica, las cantidades a usar de las CBCA que serán 8 kg, y en el Cemento se usarán 13.08 kg, lo cual indica colocar 01 bolsa de cemento, ya que está contiene 42.5 kg.

- Ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio

Las muestras fueron llevadas al laboratorio, las cuales se tendrán que someter a ensayos de mecánica de suelos, que son granulometría por tamizado, límites de Atterberg, Proctor modificado y California Bearing Rate (CBR). Lo instrumentos y herramientas a usarse en el laboratorio, fueron debidamente calibrados según lo estipulado en la norma. Siendo así, de las 3 muestras, el que tenga el CBR (%) más bajo o desfavorable, se procedió a combinar con las CBCA y el cemento WP.

De esta manera, se determinaron los porcentajes a aplicar que son; en el cemento WP (5%,10% y 15%) y en las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%), a la muestra patrón obtenida.

Asimismo, se volvieron a ejecutar los ensayos de mecánica de suelos, que fueron la granulometría, límites de Atterberg, proctor modificado y el CBR. Por último, se definió, cual combinación es la que mejoró la resistencia del suelo, siguiendo las indicaciones de la norma MTC y CE 010 – Pavimentos urbanos.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis estadístico es el procedimiento que se emplea para planificar, especificar y observar los datos cuantitativos de una investigación. Este entiende el manejo y empleo de la estadística descriptiva e inferencial, como se tiene conocimiento la inferencial puede ser paramétrica o no paramétrica. (Sánchez, Reyes, Mejía, 2018, p.18)

La estadística descriptiva es la estadística primordial o de primer nivel, siendo un ámbito que desempeña en la descripción de los datos en análisis, se explica en los patrones de medidas y operaciones, teniendo como finalidad mostrar al leyente una partida organizada y sintética de las relaciones que los datos que abarca, su estructura, rango y formato de presentación. (Sánchez, Reyes, Mejía, 2018, p.63)

La estadística inferencial es la estadística de segundo nivel, esta es utilizada para estimar las relaciones entre las semejanzas y las diferencias en el ámbito de las poblaciones, a partir de las muestras de la investigación. (Sánchez, Reyes, Mejía, 2018, p.63)

Los resultados que se obtuvieron con los ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio, los cuales fueron presentados mediante gráficos y tablas, de acuerdo a la muestra patrón y las combinaciones determinadas en la investigación.

En la estadística inferencial, se elaboró por el método de contraste de hipótesis, ya que, según los datos obtenidos y procesados por los cálculos brindados en el Laboratorio de suelos, se relacionaron con la hipótesis

general planteada, así pues, se determinó si al añadirle CBCA y Cemento WP, va a mejorar la resistencia en la subrasante de la trocha carrozable de Nepeña, y así descartar la hipótesis nula.

3.7. Aspectos éticos

La ética de la investigación es actualmente una de las éticas aplicadas más conocidas en el colectivo del conocimiento. En comparación con otras éticas aplicadas que puede simular o afectar a otros ámbitos particulares o algunas actividades profesionales, esta actividad de investigación es aquella que define su era: el conocimiento y su sentido o valor para la globalización. (Domingo, 2018, p.1) Para ello, se tuvo como referencia el código de ética que ha proporcionado la Universidad Cesar Vallejo.

Los aspectos éticos que se llevaron a cabo en la presente tesis, son:

- La presente tesis, fue elaborado con total compromiso y sinceridad con la información demostrada.
- Se garantizó que la tesis no contenga plagio o copia, ya que estará debidamente citado por los autores correspondientes.
- La tesis ayudó al cuidado del medioambiente, ya que se reutilizó el bagazo de caña de azúcar que normalmente es residuo sólido y contamina al ambiente.
- Esta tesis va a beneficiar tanto a los pobladores aledaños en Nepeña, ya que es una opción en reducir la contaminación y además puede usarse a futuro para la pavimentación en dichos tramos, que los principales beneficiados son los agricultores de la zona.
- La presente tesis se proyectó en el programa de turnitin, siendo así transparente y autentico.
- Se cumplió los procedimientos estipulados en la normativa vigente, del MTC, NTP y CE 010 – Pavimentos urbanos.

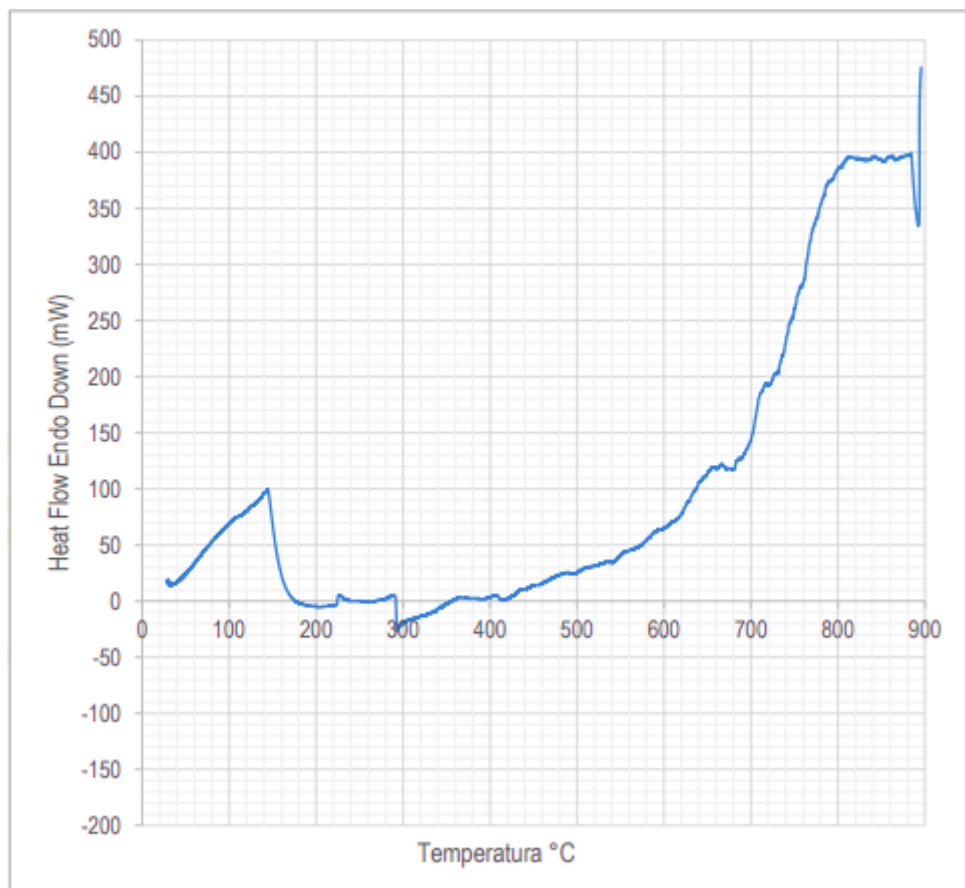
IV. RESULTADOS

4.1. Composición química y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del bagazo de caña de azúcar y el cemento WP.

4.1.1. Análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC).

- Rango de temperatura: 35.00 °C – 900.00 °C. Atmósfera de Nitrógeno.
- Rampa: 35.00 °C a 900 °C a 20 °C/min
- Peso de prueba: 14.784 mg.

Gráfico 1: Termograma de DSC del bagazo de caña de azúcar

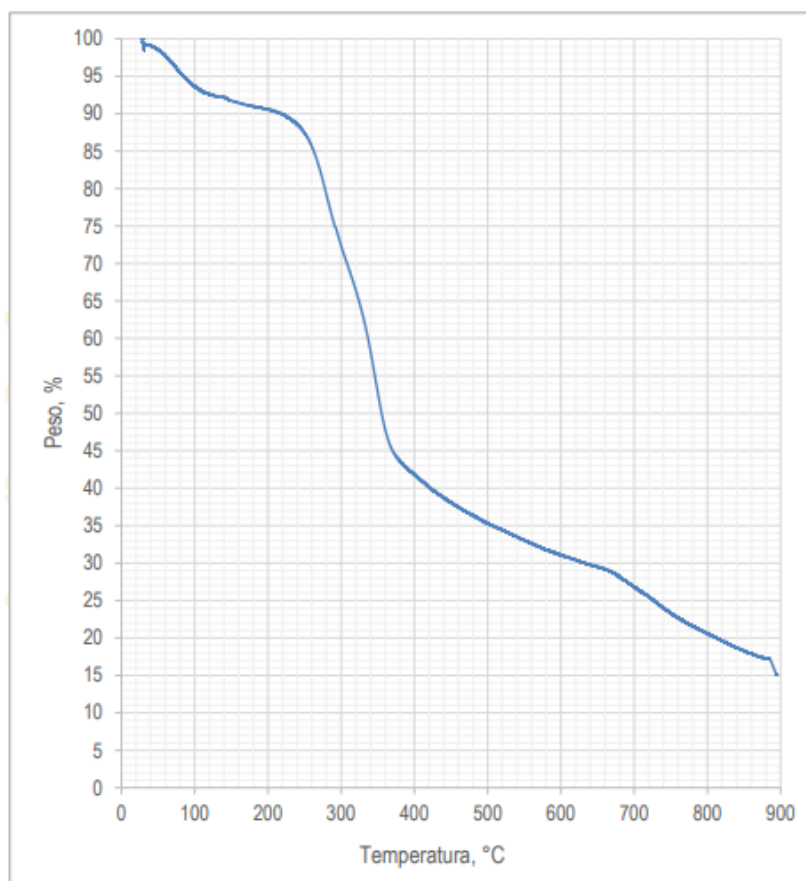


Interpretación: Los resultados obtenidos en el gráfico 1, del análisis de calorimetría diferencial de barrido, indicaron que a los 100 °C se muestra una pequeña región endotérmica. Posterior a ello, se evidenció un pico grande de absorción térmica alrededor de los 750 °C, determinando la temperatura de calcinación, con un porcentaje de cenizas de 8%.

4.1.2. Análisis termogravimétrico (TGA)

- Rango de temperatura: 35.00 °C – 900.00 °C. Atmósfera de Nitrógeno.
- Rampa: 35.00 °C a 900 °C a 20 °C/min
- Peso de prueba: 14.784 mg.

Gráfico 2: *Diagrama TGA del bagazo de caña de azúcar*



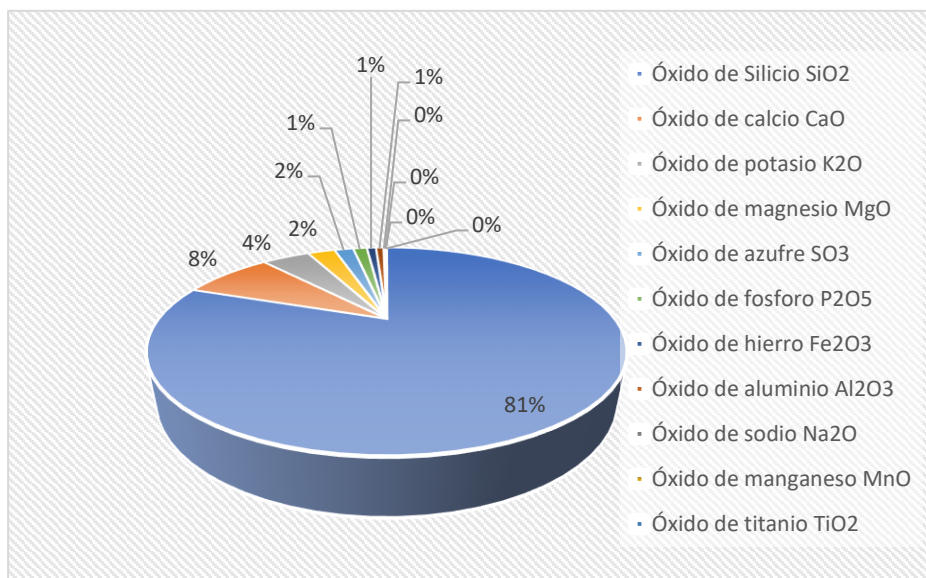
Interpretación: Los resultados obtenidos del gráfico 2, en el análisis termogravimétrico, evidenciaron una estabilidad de la muestra hasta los 225 °C, a partir de esta temperatura inicia su descomposición y pérdida constante de masa, hasta la obtención de un remanente de 15.185 % aprox. De la masa inicial al alcanzar la temperatura final del ensayo.

4.1.3. Composición química del bagazo de caña de azúcar.

Tabla 7: Composición química expresada como óxidos

Muestra	Parámetro	Unidad	Resultados
CBCA	Contenido de Cenizas	%	8.14
	(Condiciones: 750 °C por 2 hrs)		
	Composición química (expresado como óxidos)	Unidad	Resultados
	Óxido de Silicio SiO ₂	%	80.537
	Óxido de calcio CaO		7.898
	Óxido de potasio K ₂ O		4.275
	Óxido de magnesio MgO		2.476
	Óxido de azufre SO ₃		1.715
	Óxido de fósforo P ₂ O ₅		1.25
	Óxido de hierro Fe ₂ O ₃		0.837
	Óxido de aluminio Al ₂ O ₃		0.692
	Óxido de sodio Na ₂ O		0.131
	Óxido de manganeso MnO		0.102
	Óxido de titanio TiO ₂		0.044
	Óxido de zinc ZnO		0.042

Gráfico 3: Composición química del bagazo de caña de azúcar por frxde



Interpretación: Los resultados obtenidos en el gráfico 3 de la composición química, fueron los siguiente: con un SiO₂=80.537%, Al₂O₃=0.692%, Fe₂O₃=0.837%, está por encima del 70 % de acuerdo a la norma de

puzolana, formando compuestos hidráulicos parecidos a los que genera el clínker del cemento, según la norma ASTM C618. Asimismo, de la figura 34, se observa los porcentajes de la composición del bagazo, teniendo CaO=7.898%,K2O=4.275%,MgO=2.476%,SO3=1.715%,P2O5=1.25%,Na2O=0.131%,MnO=0.102%,TiO2=0.044% y ZnO=0.042.

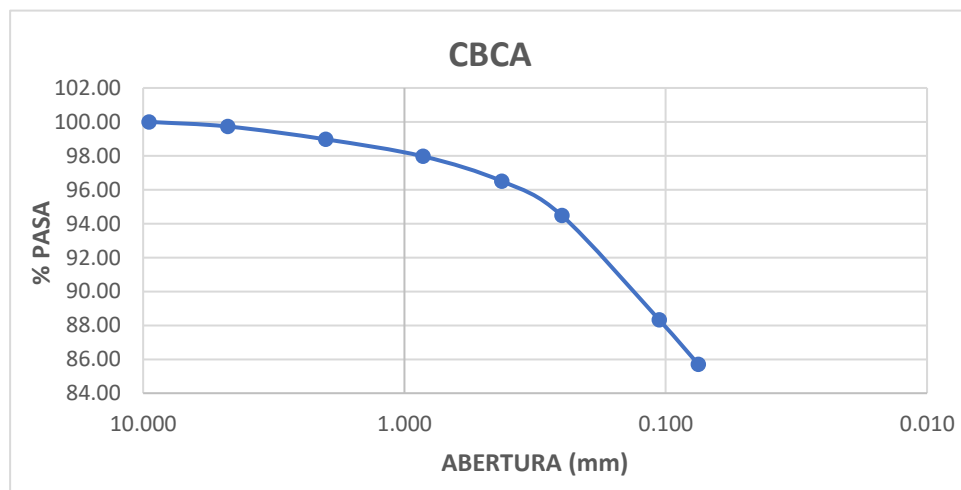
4.1.4. Análisis granulométrico por tamizado de la CBCA

Tabla 8: Análisis granulométrico de la CBCA

CALICATA/ COMB.		CBCA	
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	PASA %
75.000	3"	-	0.00
50.000	2"	-	0.00
37.500	1 1/2"	-	0.00
25.000	1"	-	0.00
19.000	3/4"	-	0.00
12.500	1/2"	-	0.00
9.500	3/8"	0.00	100.00
4.750	N° 4	0.80	99.73
2.000	N° 10	2.30	98.97
0.850	N° 20	3.00	97.97
0.425	N° 40	4.40	96.51
0.250	N° 60	6.10	94.48
0.106	N° 140	18.50	88.33
0.075	N° 200	7.90	85.70
	FONDO	257.90	

Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 8, indicaron que en la CBCA, existe gran presencia de arena al 99.73 % pasante de la malla N° 04, con un 85.70 % de finos, siendo una arena limosa muy fina.

Gráfico 4: Curva granulométrica de la CBCA



Interpretación: Los datos obtenidos en la gráfica 4, según SUCS es limo (ML), ya que más de la mitad del material pasó en el tamiz N° 200 (85.70%). Según AASHTO, es un suelo limoso (A-5 (10)), ya que más del 85.70% pasa por el tamiz N° 200, y su índice de grupo es 10, teniendo una característica de suelo aceptable a malo.

4.2. Propiedades físico-mecánicas de la subrasante, con la muestra patrón en la trocha carrozable de Nepeña.

4.2.1. Propiedades físicas de la subrasante.

- Calicata 1 (C- 01)

Tabla 9: Propiedades físicas de la calicata 1

MUESTRA		DESCRIPCIÓN	
CALICATA/COMB.		C-01	
COLOR		BEIGE/MARRÓN OSCURO	
TEXTURA		ARENA C/ GRAVA Y LIMO	
HUMEDAD		SEMI HÚMEDO	
LL		SI PRESENTA	
LP		NP	
EXPANSIÓN		SI PRESENTA	
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO		X	
DESCRIPCIÓN DE ESTRATOS			
El primer estrato de calicata fue de la cota 0.00 - 0.60 m , la cual tenía suelo GP y GM (arena, grava y limo)			
El segundo estrato (0.60 - 1.10 m) , la cual tenía un suelo SP, arena con grava, semihúmedo - no plástico.			
El tercer estrato (1.10 - 1.50 m) , la cual tenía un suelo GP y GM, arena con grava y limo, semi humedo, denso.			
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)			
La muestra absorbe menos contenido de humedad, por lo que es un suelo arenoso con grava.			
La muestra no saturó al realizar el ensayo, lo cual en el porcentaje de 13%, el peso del molde+muestra bajó.			
El peso retenido en el tamiz 3/4"=2920 kg, en el tamiz 3/8"=2255 kg, en el N° 04= 2704 kg y el la Cz=25906 kg.			

Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 9, indicaron que en la calicata 1, es un suelo arenoso de color beige/marrón, teniendo

presencia de Limos, si contiene contenido de humedad natural, de las cuales presenta limite líquido, mas no limite plástico. Se encontró 3 estratos a lo alto de la calicata que fue de 1.50m, en el primer estrato se encontró un suelo GP y GM que contiene arena grava y limo (0.00 – 0.60 m), en el segundo estrato se encontró un suelo SP con arena y grava, semi húmedo no plástico (0.60 – 1.10 m), y por último se encontró un suelo GP y GM, arena con grava y limo en el tercer estrato (1.10 – 1.50 m). Asimismo, en el ensayo de proctor modificado, la muestra no llego a saturar y bajó su peso en un 13% de agua.

- Calicata 2 (C-02)

Tabla 10: Propiedades físicas de la calicata 2

MUESTRA		DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.		C-02		
COLOR		GRIS CLARO		
TEXTURA		ARENA C/ GRAVA		
HUMEDAD		SEMI HÚMEDO		
LL		NO PRESENTA		
LP		NP		
EXPANSIÓN		NO PRESENTA		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO	
TIPO DE SUELO		X		
DESCRIPCIÓN DE ESTRATOS				
El primer estrato de calicata fue de la cota 0.00 - 0.15 m , la cual tenía paja, basura, color gris.				
El segundo estrato (0.15 - 1.00 m) , la cual tenía un suelo GP, arena con grava, seco, suelto - no plástico, over.				
El tercer estrato (1.00 - 1.50 m) , la cual tenía un suelo GP, arena con grava, color marrón, semi húmedo, denso.				
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)				
La muestra absorbe menos contenido de humedad, por lo que es un suelo arenoso con grava.				
La muestra se saturó al realizar el ensayo, con un 8 y 10 % de humedad, lo cual ya no lograba compactar.				
El peso retenido en el tamiz 3/4"=9909 kg, en el tamiz 3/8"=5297 kg, en el N° 04= 4651 kg y el la Cz=21790 kg.				

Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 10, indicaron que en la calicata 2, es un suelo arenoso de color gris claro, si contiene contenido de humedad natural, de las cuales no presenta limite líquido, ni limite plástico. Se encontró 3 estratos a lo alto de la calicata que fue de 1.50m, en el primer estrato se encontró un suelo que contiene paja y basura (0.00 – 0.15 m), en el segundo estrato se encontró un suelo GP con arena y grava, seco (0.10 – 1.10 m), y por último se encontró un suelo GP, arena con grava en el tercer estrato (1.10 – 1.50 m). Asimismo, en el ensayo de proctor modificado, la muestra llegó a saturar con 8 y 10% de humedad.

- Calicata 3 (C-03)

Tabla 11: Propiedades físicas de la calicata 3

MUESTRA		DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.		C-03		
COLOR		MARRÓN OSCURO		
TEXTURA		ARENA LIMOSA		
HUMEDAD		SEMI HÚMEDO		
LL		SI PRESENTA		
LP		NP		
EXPANSIÓN		SI PRESENTA		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO	
TIPO DE SUELO			X	
DESCRIPCIÓN DE ESTRATOS				
El primer estrato de calicata fue de la cota 0.00 - 0.60 m , la cual tenía suelo GP (grava y arenas).				
El segundo estrato (0.60 - 1.50 m) , la cual tenía un suelo con arena limosa.				
La muestra fue encontrada con humedad natural y semidensa				
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)				
La muestra absorbe mayor humedad debido a que es un material limoso.				

La muestra no saturó al realizar el ensayo, con un 15% de humedad.

Con el último recipiente, se dispuso que la muestra ya no compactaba, solo se expandía.

Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 11, indicaron que en la calicata 3, es un suelo arenoso con limo de color marrón oscuro, si contiene contenido de humedad natural, de las cuales si presenta limite líquido, pero no limite plástico. Se encontró 2 estratos a lo alto de la calicata que fue de 1.50m, en el primer estrato se encontró un suelo GP que contiene grava y arena (0.00 – 0.60 m), en el segundo estrato se encontró un suelo con arena limosa, (0.60 – 1.50 m). Asimismo, en el ensayo de proctor modificado, la muestra no llego a saturar con un 15 % de humedad, la muestra por tener contenido limoso absorbe mayor humedad.

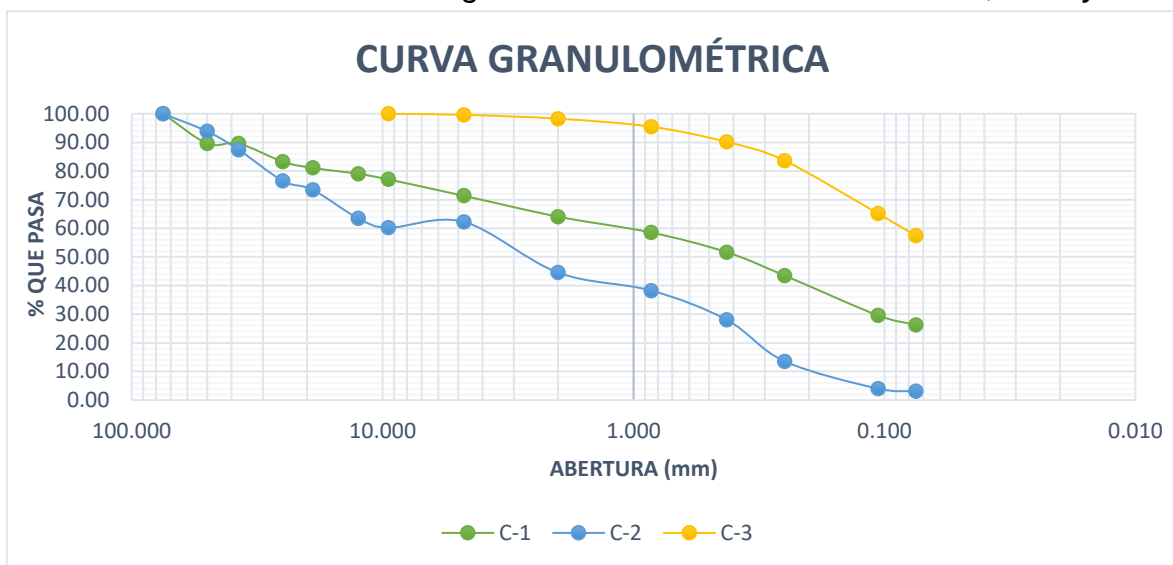
- Granulometría por tamizado (ASTM D6913 – MTC E 107)

Tabla 12: *Análisis granulométrico de las muestras C-1, C-2 y C-3*

CALICATA		C-01		C-02		C-03	
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	PASA %	PESO RETENIDO (gr)	PASA %	PESO RETENIDO (gr)	PASA %
75.000	3"	0.00	100.00	0.00	100.00	-	0.00
50.000	2"	324.80	89.60	284.40	93.82	-	0.00
37.500	1 1/2"	0.00	89.60	294.10	87.43	-	0.00
25.000	1"	198.30	83.25	501.50	76.53	-	0.00
19.000	3/4"	67.70	81.08	141.80	73.45	-	0.00
12.500	1/2"	64.10	79.03	461.50	63.42	-	0.00
9.500	3/8"	60.80	77.08	149.10	60.18	0.00	100.00
4.750	N° 4	179.10	71.35	364.90	62.25	3.90	99.61
2.000	N° 10	51.10	64.06	74.00	44.52	6.70	98.28
0.850	N° 20	38.80	58.52	60.00	38.25	14.10	95.47
0.425	N° 40	48.20	51.64	97.90	28.02	26.70	90.15
0.250	N° 60	57.10	43.49	138.60	13.54	32.80	83.62
0.106	N° 140	97.60	29.56	91.40	3.99	92.90	65.11
0.075	N° 200	23.20	26.25	9.00	3.05	38.50	57.44
	FONDO	184.00		29.10		288.30	

Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 12, indicaron que en la C-01, existe gran presencia de arena al 71.35 % pasante de la malla N° 04 con presencia de grava, con un 26.25 % de finos, siendo una arena limosa con grava. En la C-02, también tiene mayor presencia de arena 62.25 % pasante de la malla N° 04, con grava y poco porcentaje de finos 3.05 %, siendo una arena mal graduada con grava. Por último, la C-03, predomina la mayor parte la arena con 99.61% pasante de la malla N° 04, con un bajo % de contenido de grava al 0.39, pero con 57.44 % de finos, lo cual indica que se tiene un suelo limoso.

Gráfico 5: Curva granulométrica de las muestras C-01, C-02 y C-03



Interpretación: Los resultados obtenidos en el gráfico 5, indicaron que la calicata 1 y 2 tiene arena con gravas ya que la curva empieza desde el tamiz N° 2" con un 89.60 % pasante en la C-01 y con un 93.82 % pasante en la C-02. Asimismo, en la calicata 3, la curvatura indicó un material de arena limosa sin ningún porcentaje de grava, ya que por el tamiz N° 4, tiene un 99.61 % de material que pasa, indicando que casi el total de la muestra es arena, además tiene un 57.44 % de material pasante en la malla N° 200, lo cual indica un gran porcentaje de limos.

- Características de la muestra patrón

Tabla 13: Características de la muestra C-01, C-02 y C-03

DESCRIPCIÓN	C-01	C-02	C-03
CLASIFICACIÓN SUCS	SM	SP	ML
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-2-4 (0)	A-1-a (0)	A-4 (4)
GRAVA (Nro 4 < diam <3") (%)	28.65	47.75	0.39
ARENA (Nro 200 < diam <Nro 4) (%)	45.10	49.20	42.17
FINOS (diam <Nro 200) (%)	26.25	3.05	57.44
D60 (mm)	1.07	9.35	0.08
D30 (mm)	0.11	0.49	-
D10 (mm)	-	0.18	-
Cu	-	51.94	-
Cc	-	0.14	-

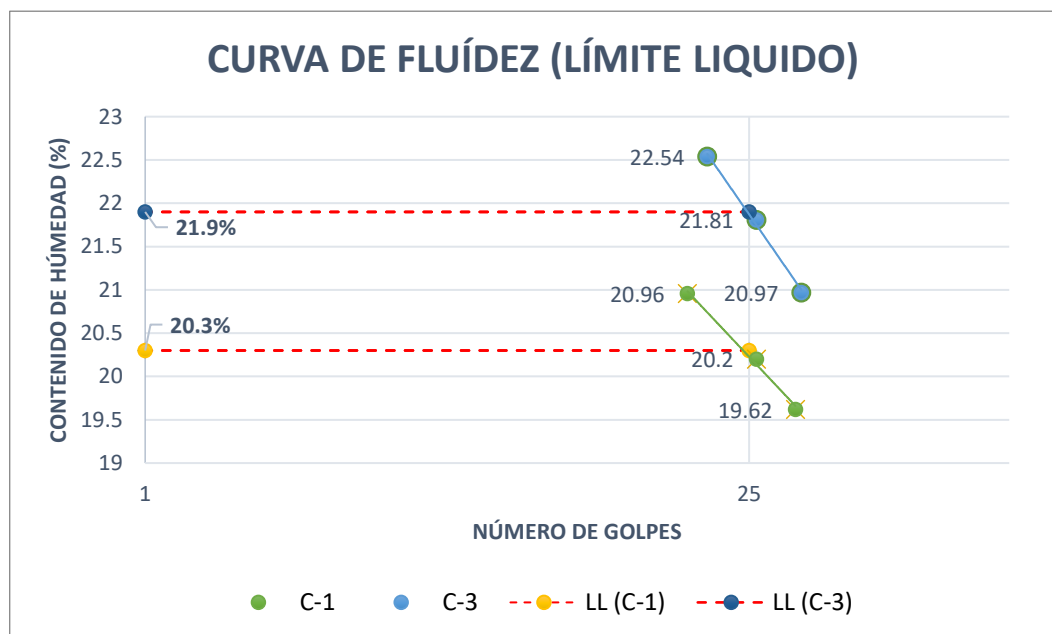
Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 13, indicaron que la calicata 01 según SUCS es una arena limosa con grava (SM), ya que más de la mitad del material fue retenido en el tamiz N° 200 (73.75%), siendo así que más de la mitad de la muestra pasó por el tamiz N° 04 (71.35 %), además que el Limite liquido está por debajo de la línea A (20.3%). Según AASHTO, es una grava y arena arcillosa y limosa (A-2-4 (0)), ya que el 35 % o menos pasa por el tamiz N° 200, y su índice de grupo es 0. Asimismo, en la C-02, según SUCS es una arena mal graduada con grava (SP), ya que más de la mitad del material fue retenido en el tamiz N° 200 (96.95%), siendo así que más de la mitad de la muestra pasó por el tamiz N° 04 (62.25 %), el Coeficiente de uniformidad es mayor a 6 pero el Coeficiente de curvatura es menor a 1, por lo tanto, se elige un material SP. Según AASHTO, es una arena mal graduada con grava (A-1-a (0)), ya que el 35 % o menos pasa por el tamiz N° 200, y su índice de grupo es 0. Además, en el tamiz N° 10 pasa el 44.52 %, en el tamiz N° 40 pasa el 28.02 % y el tamiz N° 200 pasa el 3.05 %. Lo cual cumple con los requisitos según la normativa, teniendo una tipología de fragmentos de piedra, grava y arena. Por último, en la C-03, según SUCS es limo arenoso (ML), ya que más de la mitad del material pasó en el tamiz N° 200 (57.44%), además que el Limite liquido menor a 50%. Según AASHTO, es un suelo limoso (A-4 (4)), ya que más del 35% pasa por el tamiz N° 200, su LL es 21.9% y su índice de grupo es 4, teniendo una característica de suelo pobre a malo.

- Límites de Atterberg

Tabla 14: Número de golpes y contenido de humedad de la M.P

M.P.	N° GOLPES	% HÚMEDAD	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P.
C-01	18	20.96	20.3	N.P.	N.P.
	26	20.2			
	32	19.62			
C-02	-	-	N.P.	N.P.	N.P.
	-	-			
	-	-			
C-03	20	22.54	21.9	N.P.	N.P.
	26	21.81			
	33	20.97			

Gráfico 6: Curva de fluidez de la M.P



Interpretación: Los resultados obtenidos en tabla 14, indicaron que la calicata 1 y 3 si poseen límite líquido, siendo para la C-1 un número de golpes de 18, 26 y 32 de los cuales se sacó su contenido de humedad de 20.96 %, 20.20 % y 19.62 % respectivamente. En la C-02 no contiene ni LL ni LP. Además, en la C-3 se obtuvo el LL a partir de 20, 26 y 36 golpes con un contenido de humedad de 22.54%, 21.81 % y 20.97 % respectivamente, éste último no contiene L.P. Asimismo, se observa que en el gráfico 6, se determinó los límites líquidos a partir de los 25 golpes que se intersecan con ambas curvas, del cual en la C-1 tiene 20.3 % y en la C-3 tiene 21.9 %. Es así, que se determinó que la C-1 tiene mayor límite líquido por lo que es un suelo arenoso, el cual tiende a tener mayor

límite líquido que los suelos arcillosos(C-3), ya que tienen una mayor permeabilidad generando ductos por el cual ingresa el agua hacia la ranura, disminuyendo la resistencia al corte del suelo.

- Contenido de humedad

Tabla 15: *Contenido de humedad de la M.P*

M.P.	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)
C-1	6.27
C-2	1.34
C-3	22.30

Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 15, indicaron que la C-2 tiene un bajo contenido de humedad promedio de 1.34 %, posterior a ello, en la C-1 presenta un contenido de humedad natural de 6.27%. Finalmente, la C-3 presenta un contenido de humedad de 22.30%, el cual tiene el mayor porcentaje de humedad de las 3 calicatas estudiadas.

- Proctor modificado

Tabla 16: *Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la M.P*

M.P.	C-1	C-2	C-3
Densidad seca máx. (gr/cm ³)	2.033	2.211	1.826
Humedad Óptima (%)	10.10	7.65	12.50

Gráfico 7: *Curva de compactación de la C-1*

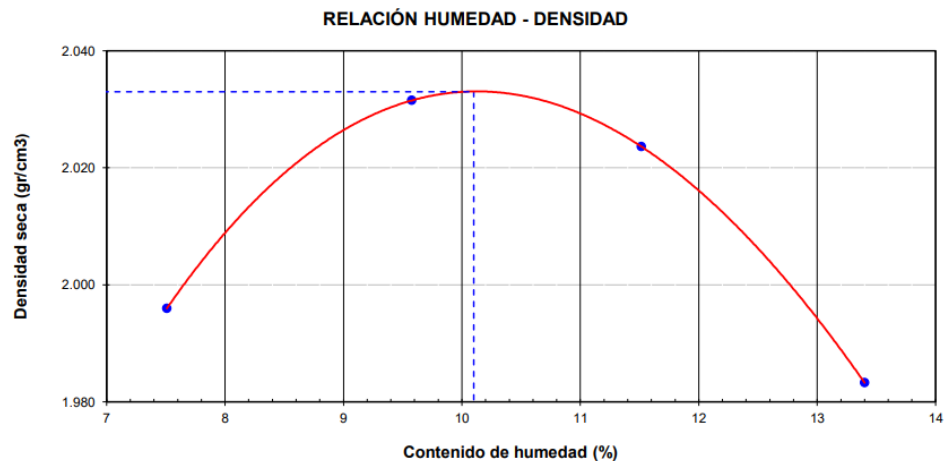


Gráfico 8: Curva de compactación de la C-2

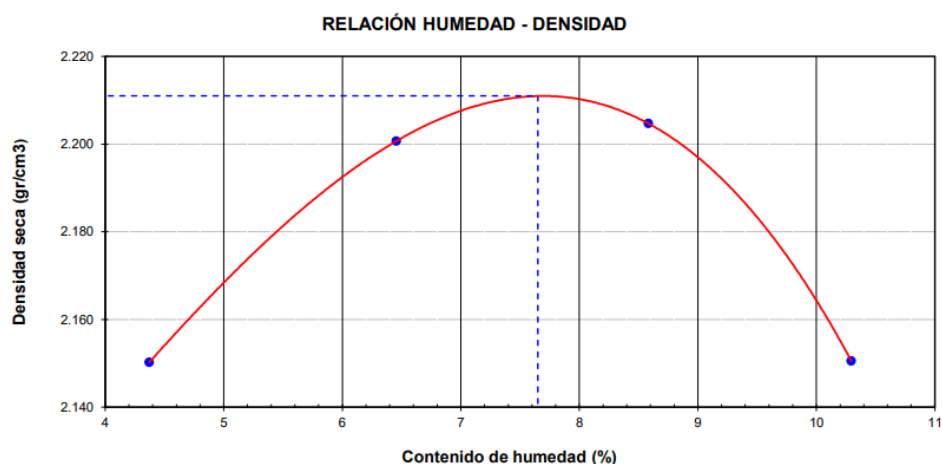
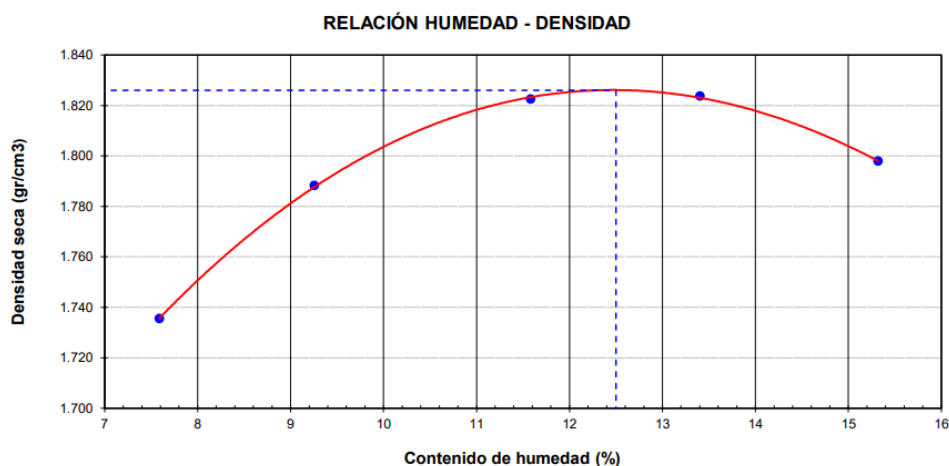


Gráfico 9: Curva de compactación de la C-3



Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 16, indica que en la C-1 tiene una DSM de 2.033 gr/cm³ con OCH de 10.10%. Además, la C-2 tiene una mayor densidad con 2.211 gr/cm³ con OCH de 7.65%. Y por último la C-3 tiene un mayor porcentaje de humedad con un OCH de 12.50 % y una DSM de 1.826 gr/cm³. Según gráfico 7 y 8, representan las curvas de compactación para la C-1 y C-2, las cuales tienen el contenido de humedad que varían desde 7 – 11 %, con una curva más pronunciada, y estos suelos no son tan sensibles a los cambios de humedad. Por el contrario, la C-3 del gráfico 9, representa un contenido de humedad con porcentaje más alto, esto es por el tipo de suelo que contiene limos y genera una mayor absorción, el mismo que representa una curva de compactación más plana.

4.2.2. Propiedades mecánicas de la subrasante

- CBR en el laboratorio.
 - CBR en la C-1.

Tabla 17: *Relación de soporte californiana – contenido de humedad y expansión en la C-1*

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		2		3	
N° golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Densidad humedad (gr/cm3)	2.238	2.262	2.139	2.183	2.003	2.067
Densidad seca (gr/cm3)	2.034	2.034	1.945	1.945	1.820	1.820
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Humedad (%)	10.03	11.19	10.01	12.29	10.05	13.58
EXPANSIÓN						
Díal 0.01 "	Inicial-Final	%	Inicial-Final	%	Inicial-Final	%
	0.00-0.011	0.22	0.00-0.047	0.93	0.00-0.054	1.08

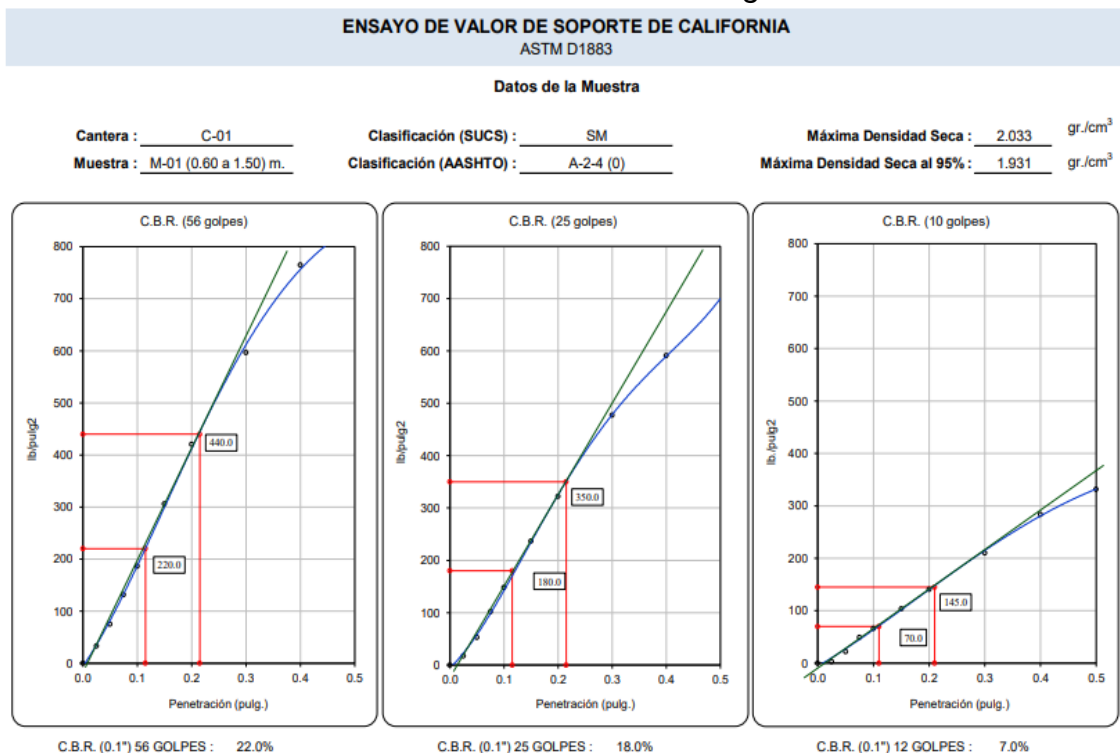
Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 17, indica que para el molde 1 de 56 golpes se tuvo una DSM de 2.034, para el molde 2 de 25 golpes, se tuvo una DSM de 1.945 y por último en el molde 3 de 10 golpes, se tuvo una DSM de 1.820, además se tiene la expansión del molde 1 con 0.22%, molde 2 con 0.93% y el molde 3 con 1.08%, los cuales tienen un porcentaje bajo por lo mismo que es un material arenoso con presencia de limo.

Tabla 18: *Penetración en la C-1*

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg2)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		102	33.2			52	17.1			9	3.0		
0.050		230	75.3			162	52.8			67	22.0		
0.075		403	131.9			311	101.7			150	49.2		
0.100	1000	570	186.6	220.0	22.0	453	148.3	180.0	18.0	203	66.5	70.0	7.0
0.150		936	306.1			724	236.9			317	103.6		
0.200	1500	1286	420.7	440.0	29.3	986	322.5	350.0	23.3	431	141.1	145.0	9.7
0.300		1824	596.5			1460	477.7			643	210.4		
0.400		2339	765.2			1808	591.3			868	283.9		
0.500		2563	838.4			2140	699.8			1013	331.4		

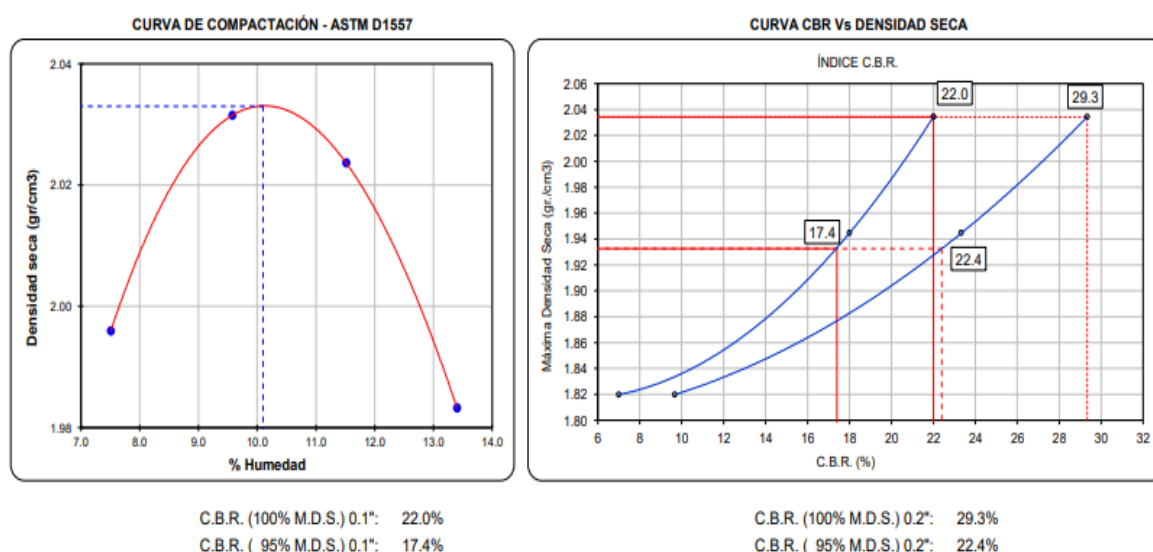
Interpretación: En la tabla 18, se determinó la carga de cada molde, los cuales se tuvieron que para el molde 1 una carga de 570 lb con una penetración de 0.1" y de 1286 lb para 0.2", en el molde 2 se tuvo una carga de 453 lb con una penetración de 0.1" y de 986 lb para 0.2" y en el molde 3, una carga de 203 lb con una penetración de 0.1" y de 431 lb para 0.2", lo cual indica que se tuvo un correcto moldeo, ya que el molde 1 tiene una mayor carga por lo mismo que tiene mayor número de golpes y por lo tanto una mayor energía de 2700 kN-m/m3.

Gráfico 10: Corrección de cargas en la C-1



Interpretación: En el gráfico 10, se interseco una pendiente para corregir las cargas, en el molde de 56 golpes, para 0.1" se corrigió a 220 y para 0.2" se corrigió a 440, en el molde de 25 golpes, para 0.1" se corrigió a 180 y para 0.2" se corrigió a 350 y para el molde de 10 golpes, para 0.1" se corrigió a 70 y para 0.2" se corrigió a 145. Los cuales según la normativa del MTC, se tiene que dividir entre 1000 (0.1") y 1500 (0.2"), obteniéndose los valores para el CBR 0.1" de 56 golpes a 22%, 0.1" de 25 golpes a 18 % y por último 0.1" de 10 golpes a 7%. Estos datos servirán para la curva del CBR vs densidad seca.

Gráfico 11: Curva CBR vs densidad seca en la C-1



Interpretación: En el gráfico 11, se evidenció las curvas para 0.1" y 0.2" de penetración con las cargas corregidas, las cuales el CBR (100% M.D.S. 2.033 gr/cm³) 0.1" es de 22% y para el CBR (100% M.D.S. 2.033 gr/cm³) 0.2" es de 29.3 %. La cual indica que el ensayo esta realizado correctamente ya que la penetración a 0.2" tiene que ser mayor a la de 0.1", por el contrario, se volvería a realizar el ensayo. Por último, para determinar la resistencia del suelo en la C-1, se saca al 95% de la MDS de 1.931 gr/cm³, las cuales se obtienen al intersecar esta densidad con las curvas de 0.1" y 0.2" de penetración, obteniendo el valor de CBR (95% M.D.S.) de 17.4 % al 0.1" y 22.4 % al 0.2".

- CBR en la C-2.

Tabla 19: Relación de soporte california – contenido de humedad y expansión en la C-2.

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		2		3	
N° golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.380	2.392	2.275	2.313	2.216	2.271
Densidad seca (gr/cm ³)	2.211	2.211	2.113	2.113	2.059	2.059
CONTENIDO DE HUMEDAD						

Humedad (%)	7.64	8.21	7.67	9.50	7.64	10.34
EXPANSIÓN						
Díal 0.01"	NO PRESENTA					

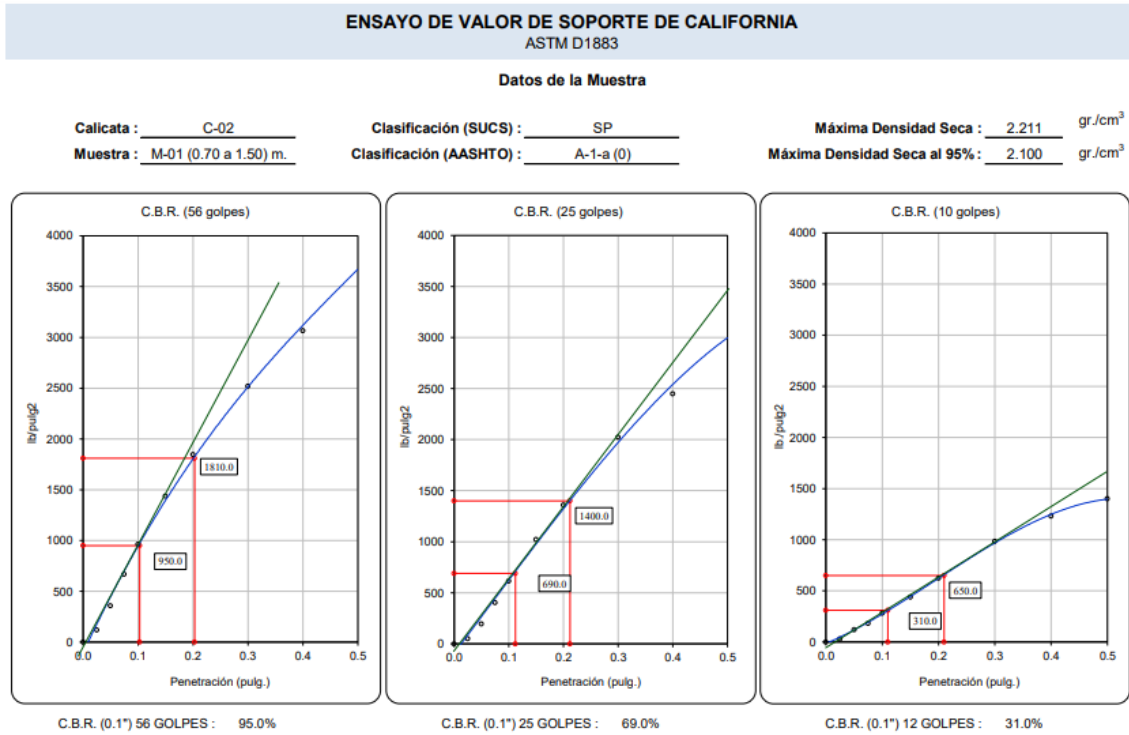
Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 19, indica que para el molde 1 de 56 golpes se tuvo una DSM de 2.211, para el molde 2 de 25 golpes, se tuvo una DSM de 2.113 y por último en el molde 3 de 10 golpes, se tuvo una DSM de 2.059, además se determinó que no presenta expansión en la C-2, por lo mismo que es un suelo arenoso, en el cual se caracteriza por ser un suelo no cohesivo con mayor porcentaje de vacíos entre sus partículas.

Tabla 20: Penetración en la C-2

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		366	119.7			157	51.4			96	31.3		
0.050		1095	358.1			593	193.9			365	119.4		
0.075		2048	669.8			1232	403.0			560	183.2		
0.100	1000	2948	964.2	950.0	95.0	1878	614.4	690.0	69.0	862	281.8	310.0	31.0
0.150		4399	1438.7			3123	1021.3			1342	439.1		
0.200	1500	5643	1845.6	1810.0	120.7	4158	1360.1	1400.0	93.3	1911	625.0	650.0	43.3
0.300		7708	2521.2			6191	2025.0			3011	984.9		
0.400		9375	3066.4			7487	2448.7			3762	1230.5		
0.500		11293	3693.6			9265	3030.5			4288	1402.5		

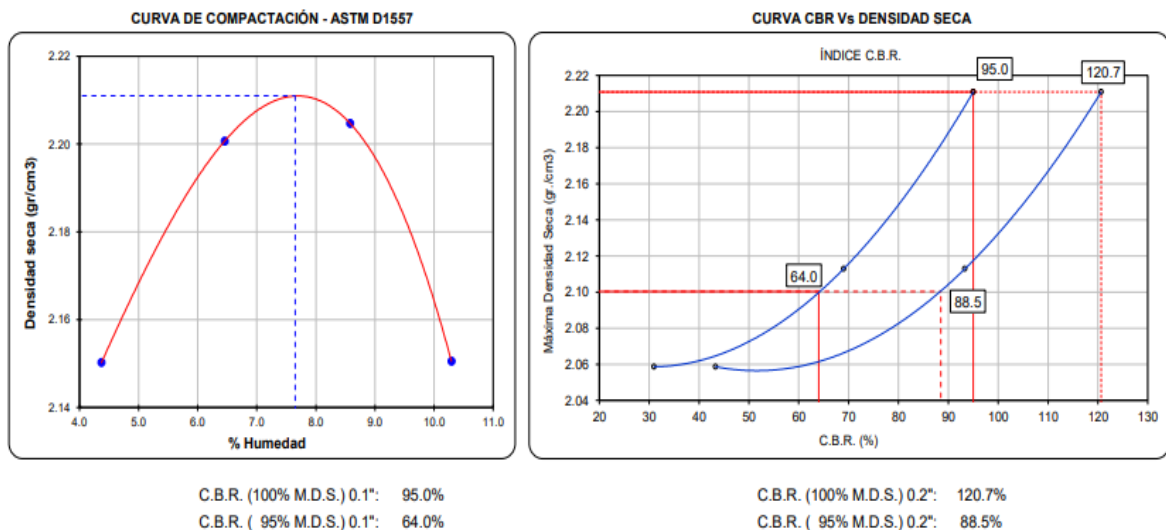
Interpretación: En la tabla 20, se determinó la carga de cada molde, los cuales se tuvieron que para el molde 1 una carga de 2948 lb con una penetración de 0.1" y de 5643 lb para 0.2", en el molde 2 se tuvo una carga de 950 lb con una penetración de 0.1" y de 1810 lb para 0.2" y en el molde 3, una carga de 690 lb con una penetración de 0.1" y de 1400 lb para 0.2", lo cual indica que se tuvo un correcto moldeo, ya que el molde 1 tiene una mayor carga por lo mismo que tiene mayor número de golpes y por lo tanto una mayor energía de 2700 kN-m/m³.

Gráfico 12: Corrección de cargas en la C-2



Interpretación: En el gráfico 12, se interseco una pendiente para corregir las cargas, en el molde de 56 golpes, para 0.1" se corrigió a 950 y para 0.2" se corrigió a 1810, en el molde de 25 golpes, para 0.1" se corrigió a 690 y para 0.2" se corrigió a 1400 y para el molde de 10 golpes, para 0.1" se corrigió a 310 y para 0.2" se corrigió a 650. Los cuales según la normativa del MTC, se tiene que dividir entre 1000 (0.1") y 1500 (0.2"), obteniéndose los valores para el CBR 0.1" de 56 golpes a 95%, 0.1" de 25 golpes a 69% y por último 0.1" de 10 golpes 31%. Estos datos servirán para la curva del CBR vs densidad seca.

Gráfico 13: Curva CBR vs densidad seca en la C-2



Interpretación: En el gráfico 13, se evidenció las curvas para 0.1" y 0.2" de penetración con las cargas corregidas, las cuales el CBR (100% M.D.S. 2.211 gr/cm³) 0.1" es de 95% y para el CBR (100% M.D.S. 2.211 gr/cm³) 0.2" es de 120.7 %. La cual indica que el ensayo esta realizado correctamente ya que la penetración a 0.2" tiene que ser mayor a la de 0.1", por el contrario, se volvería a realizar el ensayo. Por último, para determinar la resistencia del suelo en la C-2, se saca al 95% de la MDS de 2.100 gr/cm³, las cuales se obtienen al intersecar esta densidad con las curvas de 0.1" y 0.2" de penetración, obteniendo el valor de CBR (95% M.D.S.) de 64 % al 0.1" y 88.5 % al 0.2", el cual hace asemejarse dicho material a un afirmado, por su alto porcentaje en el CBR.

- CBR en la C-3.

Tabla 21: Relación de soporte california – contenido de humedad y expansión en la C-3

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		2		3	
N° golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.054	2.070	1.967	2.007	1.865	1.927
Densidad seca (gr/cm ³)	1.826	1.826	1.748	1.748	1.658	1.658
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Humedad (%)	12.51	13.36	12.53	14.84	12.48	16.18
EXPANSIÓN						
Díal 0.01"	Inicial-Final	%	Inicial-Final	%	Inicial-Final	%
	0.00-0.047	0.94	0.00-0.056	1.12	0.00-0.043	0.86

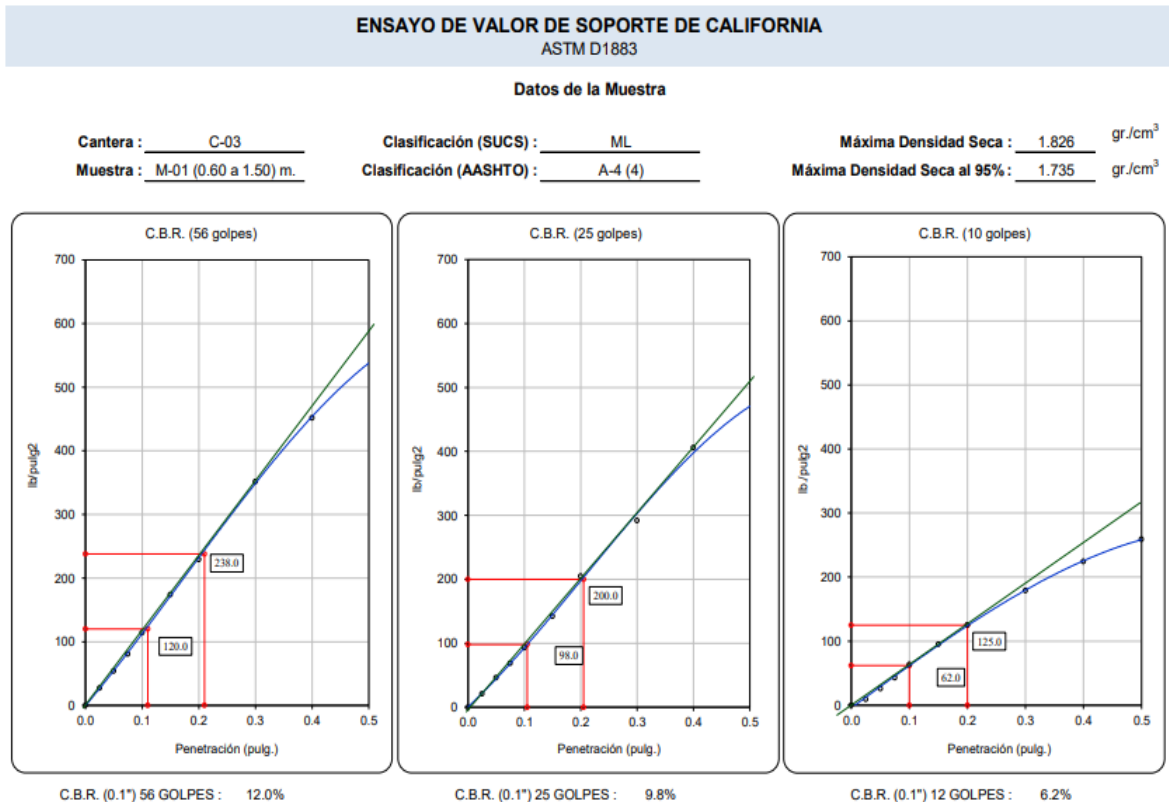
Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 21, indica que para el molde 1 de 56 golpes se tuvo una DSM de 1.826, para el molde 2 de 25 golpes, se tuvo una DSM de 1.748 y por último en el molde 3 de 10 golpes, se tuvo una DSM de 1.658, además se tiene la expansión del molde 1 con 0.94%, molde 2 con 1.12% y el molde 3 con 0.86%, los cuales presentan expansión por la presencia de limos.

Tabla 22: Penetración en la C-3

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		84	27.4			64	20.9			29	9.4		
0.050		165	53.9			142	46.4			80	26.2		
0.075		247	80.7			210	68.6			133	43.4		
0.100	1000	350	114.4	120.0	12.0	285	93.3	98.0	9.8	195	63.8	62.0	6.2
0.150		532	174.0			435	142.2			291	95.2		
0.200	1500	701	229.3	238.0	15.9	626	204.9	200.0	13.3	384	125.6	125.0	8.3
0.300		1075	351.8			893	292.1			548	179.2		
0.400		1382	452.0			1241	406.0			686	224.4		
0.500		1646	538.4			1432	468.3			792	259.1		

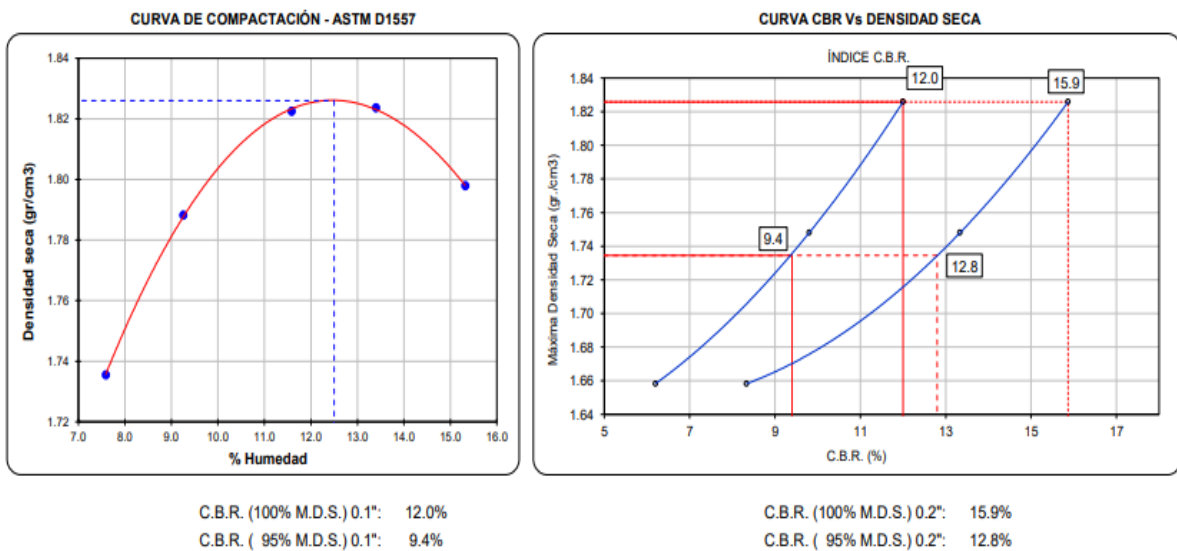
Interpretación: En la tabla 22, se determinó la carga de cada molde, los cuales se tuvieron que para el molde 1 una carga de 350 lb con una penetración de 0.1” y de 701 lb para 0.2”, en el molde 2 se tuvo una carga de 285 lb con una penetración de 0.1” y de 626 lb para 0.2” y en el molde 3, una carga de 195 lb con una penetración de 0.1” y de 384 lb para 0.2”, lo cual indica que se tuvo un correcto moldeo, ya que el molde 1 tiene una mayor carga por lo mismo que tiene mayor número de golpes y por lo tanto una mayor energía de 2700 kN-m/m³.

Gráfico 14: Curva CBR vs densidad seca en la C-3



Interpretación: En el gráfico 14, se interseco una pendiente para corregir las cargas, en el molde de 56 golpes, para 0.1” se corrigió a 120 y para 0.2” se corrigió a 238, en el molde de 25 golpes, para 0.1” se corrigió a 98 y para 0.2” se corrigió a 200 y para el molde de 10 golpes, para 0.1” se corrigió a 62 y para 0.2” se corrigió a 125. Los cuales según la normativa del MTC, se tiene que dividir entre 1000 (0.1”) y 1500 (0.2”), obteniéndose los valores para el CBR 0.1” de 56 golpes a 12%, 0.1” de 25 golpes a 9.8% y por último 0.1” de 10 golpes 6.2%. Estos datos servirán para la curva del CBR vs densidad seca.

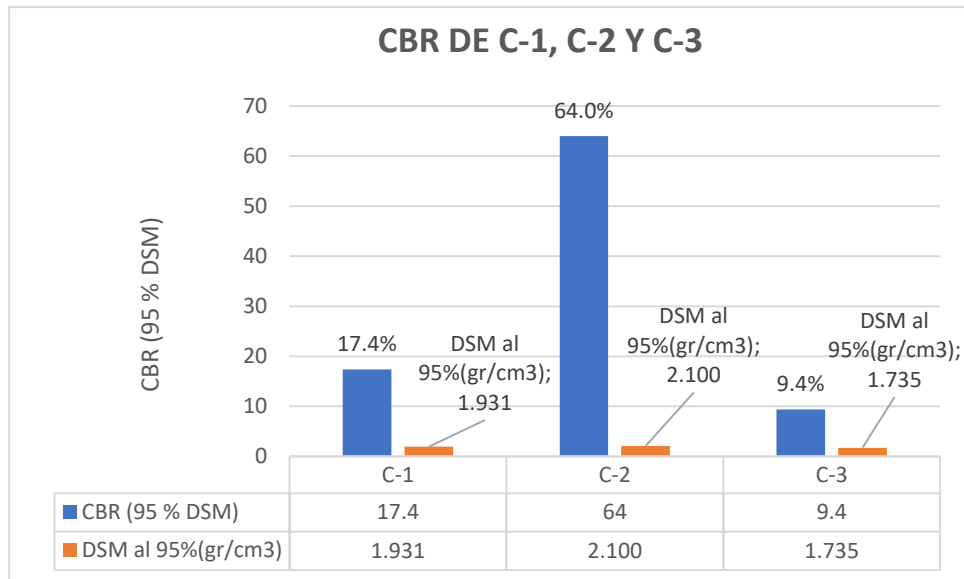
Gráfico 15: Curva CBR vs densidad seca en la C-3



Interpretación: En el gráfico 15, se evidenció las curvas para 0.1” y 0.2” de penetración con las cargas corregidas, las cuales el CBR (100% M.D.S. 1.826 gr/cm³) 0.1” es de 12% y para el CBR (100% M.D.S. 1.826 gr/cm³) 0.2” es de 15.9 %. La cual indica que el ensayo está realizado correctamente ya que la penetración a 0.2” tiene que ser mayor a la de 0.1”, por el contrario, se volvería a realizar el ensayo. Por último, para determinar la resistencia del suelo en la C-3, se saca al 95% de la MDS de 1.735 gr/cm³, las cuales se obtienen al intersecar esta densidad con las curvas de 0.1” y 0.2” de penetración, obteniendo el valor de CBR (95% M.D.S.) de 9.4 % al 0.1” y 12.8 % al 0.2”.

- Resistencia del suelo para determinar la muestra patrón

Gráfico 16: CBR de las muestras patrón



Interpretación: En el gráfico 16, nos indicó que la C-2 tiene una mayor resistencia con 64 % de CBR (95% DSM), el cual hace referencia a un afirmado, ya que se encuentra entre los rangos de un $CBR \geq 30\%$, como subrasante excelente, el cual no necesitaría ningún tipo de intervención y además tiene una DSM de 2.100 gr/cm³, en la C-1, se obtuvo un valor de CBR (95% DSM) con 17.40%, el cual se encuentra entre los rangos de $10\% \leq CBR \leq 20\%$ clasificado como una subrasante buena según la EG-2013, además que tiene una DSM de 1.931 gr/cm³. Por último, la C-3 nos indicó, que tiene una menor resistencia con 9.4 % de CBR (95% DSM), calificado como una subrasante regular entre los rangos de $6\% \leq CBR \leq 10\%$, es por ello que, si va a necesitar una intervención para poder mejorar este material, y será usado como muestra patrón para añadirle las distintas combinaciones.

4.3. Propiedades físico-mecánicas de la subrasante, añadiéndole cemento WP (5%,10% y 15%) y las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%) en la trocha carrozable de Nepeña.

4.3.1 Propiedades físicas de la subrasante añadiéndole cemento WP y las CBCA.

- Combinación 1, 2 y 3.

Tabla 23: Cambios físicos en la combinación 1, 2 y 3 comparado con la C-3

COMB. 1	COMB. 2	COMB.3
	M.P. + 10% CWP + 5%	M.P. + 15% CWP + 7.5% CBCA

M.P. + 5% CWP + 2.5% CBCA	CBCA	
Ensayo: Proctor modificado		
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA	CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA	CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA
<i>La muestra absorbió mayor humedad debido a que es un material limoso y además se añadió cemento y cenizas de bagazo.</i>	La muestra absorbió mayor humedad debido a que es un material limoso y además se añadió cemento y cenizas de bagazo.	La muestra absorbió menor humedad con respecto a las demás combinaciones.
<i>La muestra no saturó al realizar el ensayo, con un 19% de humedad.</i>	La muestra no saturó al realizar el ensayo, con un 18% de humedad.	La muestra no saturó al realizar el ensayo, con un 18.5% de humedad.
<i>Con el último recipiente, se dispuso que la muestra ya no compactaba, solo se expandía.</i>	Con el último recipiente, se dispuso que la muestra ya no compactaba, solo se expandía.	Con el último recipiente, se dispuso que la muestra bajo en el peso compactado húmedo.
Ensayo: Límite líquido y límite plástico		
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA	CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA	CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA
<i>La muestra no presentó Límites de plasticidad, por lo mismo no tiene Índice de plasticidad.</i>	La muestra si presento LP, ya que se formaron elipsoides de 3 mm, a una humedad promedio de 24.59%	La muestra si presento LP, ya que se formaron elipsoides de 3 mm, a una humedad promedio de 27.20%
<i>Se obtuvo el Límite líquido, a los 18,22 y 31 golpes, logrando cerrar la ranura en el equipo de Casagrande.</i>	Se obtuvo el Límite líquido, a los 19,23 y 29 golpes, logrando cerrar la ranura en el equipo de Casagrande.	Se obtuvo el Límite líquido, a los 19,23 y 29 golpes, logrando cerrar la ranura en el equipo de Casagrande.
<i>Se le añadió humedad para poder determinar el LP, pero la muestra no llegaba a formarse el elipsoide de 3 mm.</i>	Se determinó el IP, con la diferencia entre el LL y LP.	Se determinó el IP, con la diferencia entre el LL y LP.
Ensayo: Expansión en el CBR		
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA	CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA	CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA
<i>La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.009" marcados en el dial, a las 96 horas.</i>	La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.012" marcados en el dial, a las 96 horas.	La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.015" marcados en el dial, a las 96 horas.
<i>La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.013" marcados en el dial, a las 96 horas.</i>	La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.017" marcados en el dial, a las 96 horas.	La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.020" marcados en el dial, a las 96 horas.
<i>La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.018" marcados en el dial, a las 96 horas.</i>	La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.024" marcados en el dial, a las 96 horas.	La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.028" marcados en el dial, a las 96 horas.
CALICATA 3 (MUESTRA PATRÓN)		
Ensayo: Proctor modificado		
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)		
<i>La muestra absorbió mayor humedad debido a que es un material limoso.</i>	La muestra absorbió mayor humedad debido a que es un material limoso.	La muestra absorbió mayor humedad debido a que es un material limoso.
<i>La muestra no saturó al realizar</i>	La muestra no saturó al	La muestra no saturó al realizar

<i>el ensayo, con un 15% de humedad.</i>	realizar el ensayo, con un 15% de humedad.	el ensayo, con un 15% de humedad.
<i>Con el último recipiente, se dispuso que la muestra ya no compactaba, solo se expandía.</i>	Con el último recipiente, se dispuso que la muestra ya no compactaba, solo se expandía.	Con el último recipiente, se dispuso que la muestra ya no compactaba, solo se expandía.
Ensayo: Límite líquido y límite plástico		
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)		
<i>La muestra no presentó Límites de plasticidad, por lo mismo no tiene Índice de plasticidad.</i>		
<i>Se obtuvo el Límite líquido, a los 20,26 y 33 golpes, logrando cerrar la ranura en el equipo de Casagrande.</i>		
Ensayo: Expansión en el CBR		
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)		
<i>La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.047" marcados en el díal, a las 96 horas.</i>		
<i>La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.00" mm marcados en el díal, a las 96 horas.</i>		
<i>La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.043" marcados en el díal, a las 96 horas.</i>		

Interpretación: En la tabla 23, indicó que, para el ensayo del Proctor modificado, las tres combinaciones absorbieron mayor humedad, con un promedio del 18.50 % como último recipiente usado en el ensayo, asimismo, en la muestra patrón que es la C-3, el contenido de humedad para el ensayo fue del 15%, determinándose un aumento por la adición de los insumos, siendo este tipo arenas limosas. Además, en el ensayo del límite líquido y plástico, la Comb. 1 no presentó LP al igual que la C-3, en cambio la Comb. 2 y 3 si tuvieron presencia de LP con un promedio de 25.9%. Por consiguiente, se tuvo el LL entre los 18 y 31 golpes, el cual para la C-3 fue de los 20 a 33 golpes. En el caso de la expansión de los suelos mostrados en el ensayo del CBR, se pudo determinar que en la C-3 hubo una mayor expansión que en las 3 combinaciones, siendo este resultado positivo ya que los suelos tuvieron una disminución del % de expansión, y por lo tanto van a mejorar en su resistencia.

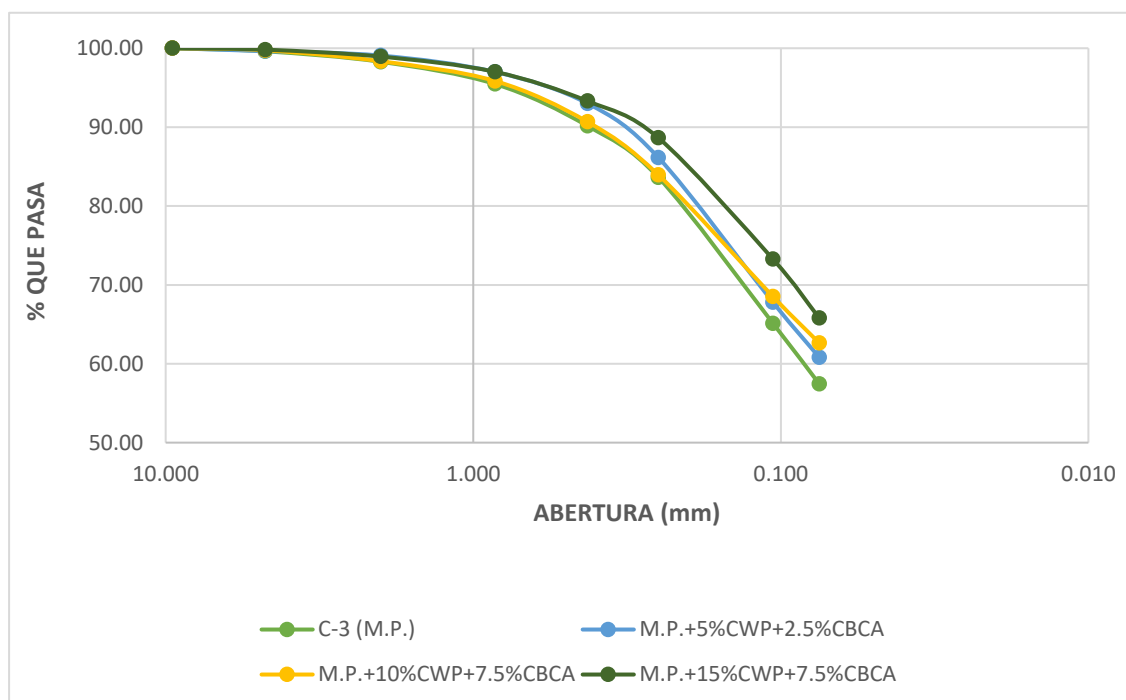
- Granulometría por tamizado (ASTM D6913 – MTC E 107)

Tabla 24: Análisis granulométrico de la M.P. (C-3) y COMB. 1, 2 y 3

CALICATA/ COMB.		C-03		(M.P. + 5%CWP + 2.5% CBCA)		(M.P. + 10%CWP + 5% CBCA)		(M.P. + 15%CWP + 7.5% CBCA)	
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	PASA %	PESO RETENIDO (gr)	PASA %	PESO RETENIDO (gr)	PASA %	PESO RETENIDO (gr)	PASA %
75.000	3"	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
50.000	2"	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
37.500	1 1/2"	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
25.000	1"	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
19.000	3/4"	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
12.500	1/2"	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
9.500	3/8"	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
4.750	N° 4	3.90	99.61	2.00	99.63	1.50	99.74	1.10	99.82
2.000	N° 10	6.70	98.28	3.00	99.07	8.00	98.35	5.40	98.94
0.850	N° 20	14.10	95.47	11.10	97.00	14.40	95.85	11.80	97.01
0.425	N° 40	26.70	90.15	21.50	93.00	29.80	90.67	22.70	93.30
0.250	N° 60	32.80	83.62	36.90	86.13	38.70	83.94	28.60	88.63
0.106	N° 140	92.90	65.11	98.70	67.77	88.70	68.51	94.20	73.25
0.075	N° 200	38.50	57.44	37.40	60.81	33.80	62.63	45.70	65.79
	FONDO	288.30		326.90		360.00		403.00	

Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 24, indicaron que la C-03, predomina la mayor parte la arena con 99.61% pasante de la malla N° 04, con un bajo % de contenido de grava al 0.39, pero con 57.44 % de finos, lo cual indica que se tiene un suelo limoso. Asimismo, en las 3 combinaciones, predomina la mayor parte un suelo arenoso pasante de la malla N° 04 de 99.7%, además de tener un pasante de 69.03 promedio por la malla N° 200, clasificando a los suelos como limosos.

Gráfico 17: Curva granulométrica de la M.P. (C-3) y las combinaciones.



Interpretación: Los resultados obtenidos en el gráfico 17, indicaron que en la calicata 3, la curvatura indicó un material de arena limosa sin ningún porcentaje de grava, ya que por el tamiz N° 4, tiene un 99.61 % de material que pasa, indicando que casi el total de la muestra es arena, además tiene un 57.44 % de material pasante en la malla N° 200, lo cual indica un gran porcentaje de limos. De igual forma sucedió con las 3 combinaciones, ya que las curvaturas indican que es un material de arena limosa, por el tamiz N° 4 pasan casi el mismo porcentaje que la M.P., por el contrario, en el tamiz N° 200 si hay un mayor porcentaje que pasa, teniendo como promedio un 63%, esto es por la adición de las combinaciones las cuales representan un material limo.

- Características de la M.P. + Combinaciones

Tabla 25: Características de la MP y las Combinaciones

CARACTERISITICAS DE LA MUESTRA PATRÓN				
DESCRIPCIÓN	C-03 (M.P.)	COMB. 1	COMB. 2	COMB. 3
CLASIFICACIÓN SUCS	ML		ML	
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (4)		A-4 (6)	
GRAVA (Nro 4 < diam <3") (%)	0.39	0.37	0.26	0.18
ARENA (Nro 200 < diam <Nro 4) (%)	42.17	38.82	37.11	34.03

FINOS (diam <Nro 200) (%)	57.44	60.81	62.63	65.79
D60 (mm)	0.08	-	-	-
D30 (mm)	-	-	-	-
D10 (mm)	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-
Cc	-	-	-	-

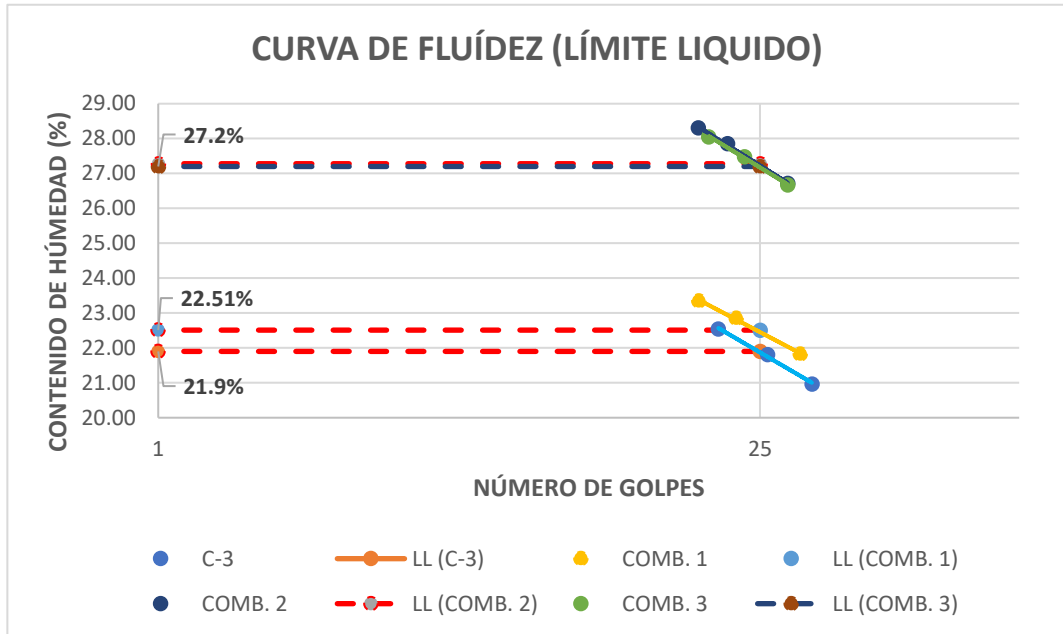
Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 25, indicaron que la calicata C-03 (M.P.), según SUCS es limo arenoso (ML), ya que más de la mitad del material pasó en el tamiz N° 200 (57.44%), además que el Límite líquido menor a 50%. Según AASHTO, es un suelo limoso (A-4 (4)), ya que más del 35% pasa por el tamiz N° 200, su LL es 21.9% y su índice de grupo es 4, teniendo una característica de suelo pobre a malo, según la EG-2013, que se encuentra entre 4 y 9, se tiene a una subrasante insuficiente. Asimismo, para las 3 combinaciones según la clasificación SUCS, es el mismo suelo limo arenoso (ML), ya que más de la mitad promedio del material pasó en el tamiz N° 200 (63.07%), siendo así que el límite líquido promedio es de 25.66% y se interseca con los valores de IP que oscilan entre 2 y 4.

- Límites de Atterberg

Tabla 26: Límites de Atterberg de la M.P. y las combinaciones.

M.P.	N° GOLPES	% HÚMEDAD	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P.
C-03	20	22.54	21.90	N.P.	N.P.
	26	21.81			
	33	20.97			
COMB 1 (M.P. + 5% CWP + 2.5 CBCA)	18	23.35	22.51	N.P.	N.P.
	22	22.86			
	31	21.83			
COMB 2 (M.P. + 10% CWP + 5 CBCA)	18	28.30	27.28	24.59	2.6 9
	21	27.86			
	29	26.72			
COMB 3 (M.P. + 15% CWP + 7.5 CBCA)	19	28.05	27.20	23.03	4.1 7
	23	27.48			
	29	26.67			

Gráfico 18: Curva de fluidez de la M.P. y las combinaciones.



Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 26, indicó que en la C-3 se obtuvo el LL a partir de 20, 26 y 36 golpes con un contenido de humedad de 22.54%, 21.81 % y 20.97 % respectivamente, éste último no contiene L.P. También se tuvo en las combinaciones, en la COMB. 1 de 18 a 31 golpes, en la COMB. 2, de 18 a 29 golpes y en las COMB. 3, se tuvo de 19 a 29 golpes. Por lo que, en la COMB. 2 y 3 se tiene un LP de 24.59 y 23.03 % respectivamente, es así que se determinó el IP de estas combinaciones, teniendo valores inferiores a 7, según la EG-2013 indica que es un suelo poco arcilloso de plasticidad baja. Asimismo, se observa que en gráfico 18, se determinó los límites líquidos a partir de los 25 golpes que se intersecan con ambas curvas, del cual en la C-3 tiene 21.9 %. Es así, que se determinó que la combinación 1 tiene casi el mismo valor que la M.P., por el contrario, en la Comb. 2 y 3, se observa un aumento de porcentaje, por lo que se le está añadiendo mayor contenido de los insumos, y estos son un material tipo limo.

- Proctor modificado

Tabla 27: *Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la M.P*

Combinación	C-3	COMB. 1	COMB. 2	COMB. 3
-------------	-----	---------	---------	---------

Densidad máx. (gr/cm³)	1.826	1.807	1.797	1.786
Humedad Óptima (%)	12.50	17.16	16.79	16.28

Gráfico 19: Curva de compactación de la M.P. (C-3)

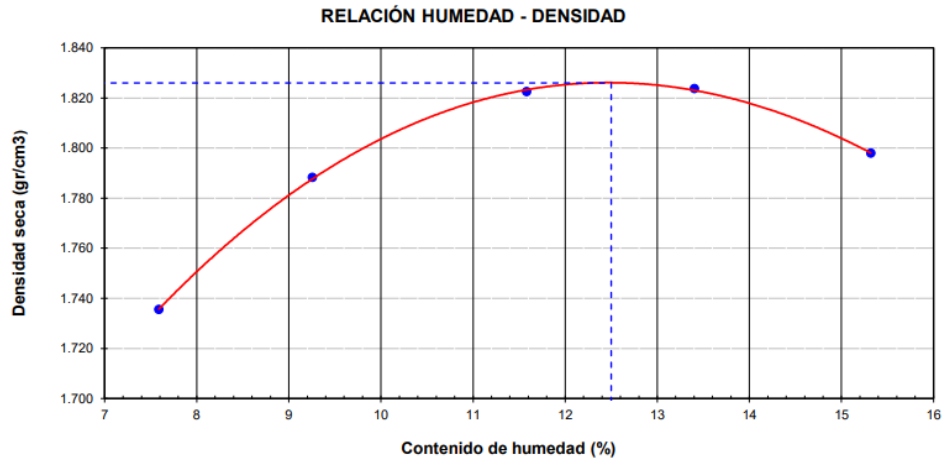


Gráfico 20: Curva de compactación de la COMB. 1

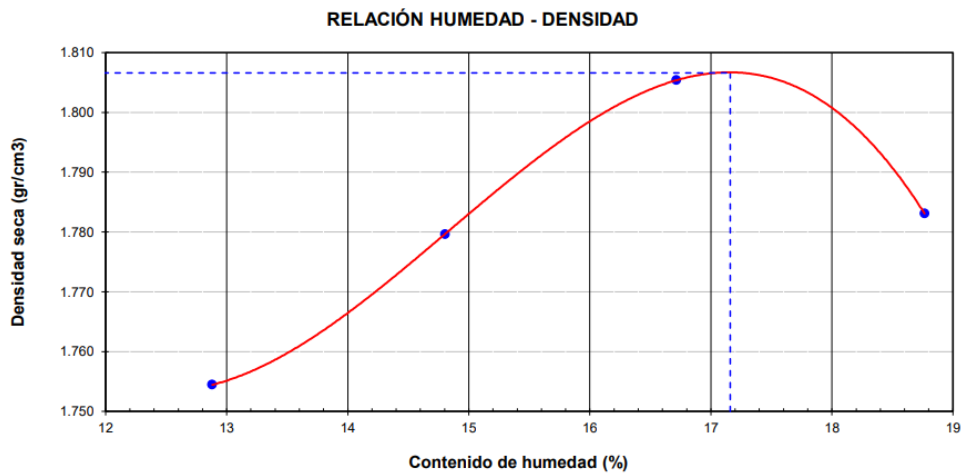


Gráfico 21: Curva de compactación de la COMB. 2

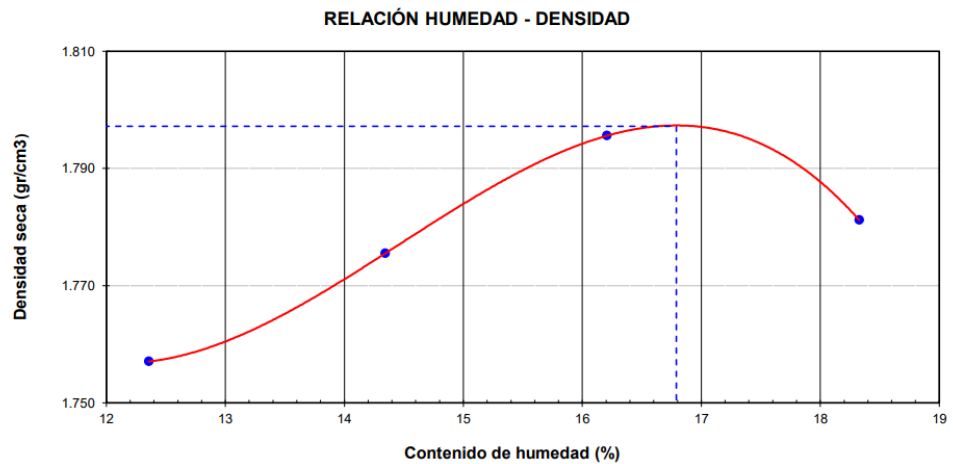
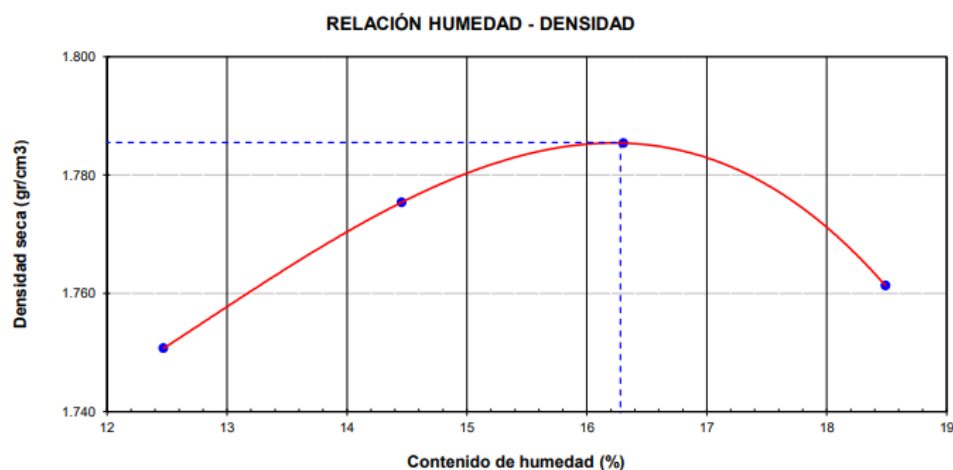


Gráfico 22: Curva de compactación de la COMB. 3



Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 27, indica que en la C-3 tiene un porcentaje de humedad con un OCH de 12.50 % y una DSM de 1.826 gr/cm³. Asimismo, en la COMB. 1 indicó un valor de 1.807 gr/cm³ de DSM con un OCH de 17.16%, así se pudo observar que en la COMB. 2 una DMS de 1.797 gr/cm³ con una OCH de 16.79 % y por último, se tuvo una COMB. 3 con una DSM de 1.786 gr/cm³ con un OCH de 16.28 %. Lo cual se puede deducir que hubo un aumento en la humedad con respecto a la muestra patrón, ya que se agregó los insumos de material limoso, y este hace que se absorba una mayor % de humedad, asimismo se observó una reducción en la MDS con respecto a las 3 combinaciones. Según los gráficos 20, 21 y 22, representan un contenido de humedad con porcentaje más alto, esto es por el tipo de suelo que contiene limos y genera una mayor absorción, el mismo que representa una curva de compactación más plana.

- CBR en el laboratorio

Tabla 28: CBR de la M.P. y las Combinaciones

MOL DE	Penetración (Pulg)	Carga Standard	C-3		COMB. 1		COMB. 2		COMB. 3	
			Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección
			lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²	lb/pulg ²
N° 1	0.100	1000	114.4	120.0	476.9	515.0	667.7	729.0	928.3	968.0

(56 GOLPES)	0.200	1500	229.3	238.0	955.1	1016.0	1337.2	1426.0	1858.9	1958.0
N° 2 (25 GOLPES)	0.100	1000	93.3	98.0	389.4	436.0	545.2	618.0	758.0	824.0
	0.200	1500	204.9	200.0	853.5	859.0	1195.0	1202.0	1661.2	1652.0
N° 3 (10 GOLPES)	0.100	1000	63.8	62.0	266.4	273.0	373.0	362.0	518.7	521.0
	0.200	1500	125.6	125.0	523.5	541.0	733.0	736.0	1019.0	1037.0
CBR (%)			100 % MDS	95 % MDS	100 % MDS	95 % MDS	100 % MDS	95 % MDS	100 % MDS	95 % MDS
N° 1 (56 GOLPES)	0.100	1000	12.00 %	9.40%	51.50 %	42.20%	72.90 %	61.50%	96.80 %	82.00%
	0.200	1500	15.90 %	12.80%	67.70 %	55.50%	95.10 %	79.80%	130.50 %	109.90 %
N° 2 (25 GOLPES)	0.100	1000	9.80 %		43.60 %		61.80 %		82.40 %	
	0.200	1500	13.30 %		57.30 %		80.10 %		110.10 %	
N° 3 (10 GOLPES)	0.100	1000	6.20 %		27.30 %		36.20 %		52.10 %	
	0.200	1500	8.30 %		36.10 %		49.10 %		69.10 %	

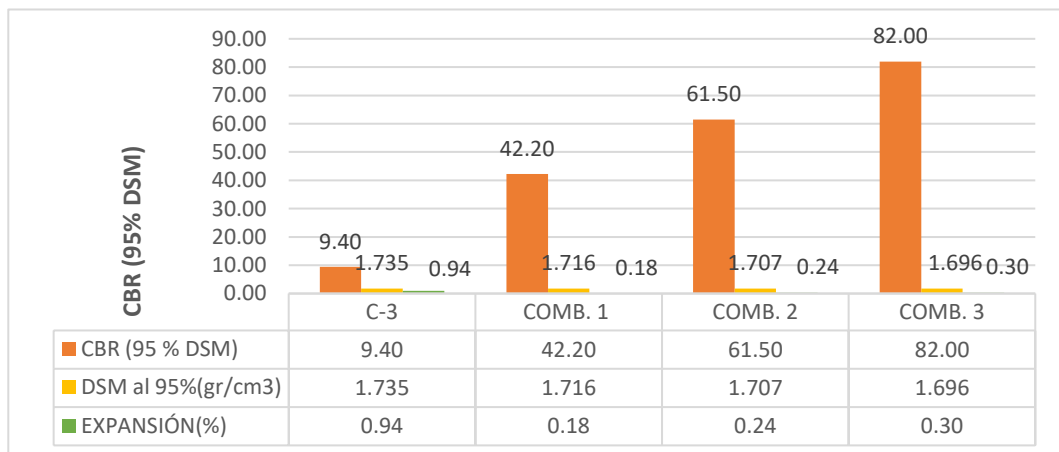
Interpretación: En la tabla 28, se determinó la carga de cada molde para la C-3, los cuales se tuvieron que para el molde 1 una carga de 114.4 lb/pulg² con una penetración de 0.1", y para las combinaciones, se tuvo una carga que evidencia un aumento claramente, de la COMB. 1 se tuvo que para el molde 1 (0.1") 476.9 lb/pulg², para la COMB. 2 (0.1") se tuvo una carga de 667.7 lb/pulg² y por último en la COMB. 3 (0.1") tuvo la mayor carga con 928.3 lb/pulg². Lo cual se puede lograr evidenciar en los datos del CBR, ya que la muestra patrón obtuvo un valor de 9.40% al 95% MDS y las combinaciones obtuvieron al 95% de la MDS, en la COMB. 1 un valor de 42.20%, en la COMB. 2 un valor de 61.50 % y en la C-3 se obtuvo un valor de 82%, lo cual se demuestra el aumento correspondiente en las combinaciones con respecto a la muestra patrón.

Tabla 29: *Expansión en la C-3 con las combinaciones*

EXPANSIÓN				
MOLDES	C-3	COMB. 1	COMB. 2	COMB. 3
MOLDE 1	0.94%	0.18%	0.24%	0.30%
MOLDE 2	1.12%	0.26%	0.34%	0.40%
MOLDE 3	1.20%	0.36%	0.48%	0.56%

Interpretación: Los resultados obtenidos en la tabla 29, indicaron que la C-3 obtuvo un valor de 0.94% con respecto a la penetración, además se demuestra una reducción con respecto a las combinaciones, siendo esta de 0.18%, 0.24% y 0.30 % respectivamente con la COMB.1, COMB.2 y COMB. 3. Además se determinó que la relación de la expansión con respecto a los moldes, van aumentando, debido a que el molde 1 es de 56 golpes, el molde 2 de 25 golpes y el molde 3 de 56 golpes.

Gráfico 23: CBR al 95% MDS



Interpretación: Los resultados obtenidos en el gráfico 23, indicaron un mayor porcentaje de CBR con respecto de las combinaciones y la C-3, además se aprecia que la C-3 tiene una DMS al 95% de 1.735 gr/cm³, y en las combinaciones han reducido su máxima densidad seca, en la COMB. 1 tuvo un valor de 1.716 gr/cm³ con un CBR de 42.20 %, en la COMB. 2 se obtuvo una MDS de 1.707 gr/cm³ con un CBR de 61.50 % y en la COMB. 3 se obtuvo una MDS de 1.696 gr/cm³ con un CBR de 82.00 %, lo cual indica que al bajar la máxima densidad seca aumenta el valor del CBR. Con respecto a la expansión, en la C-3 tiene una expansión de 0.94% y en las Combinaciones se observa una disminución en la COMB.

1, de 0.18%, en la COMB. 2 un valor de 0.24% y en la COMB.3 un valor de 0.30 %.

4.4. Análisis estadístico (Contraste de hipótesis)

Para realizar correctamente el contraste de hipótesis, se tomaron los datos procesados de los ensayos de mecánica de suelos de la muestra patrón y las combinaciones, para luego procesarlos en los programas de Minitab versión 19 y R Studio versión 4.2.1.

4.4.1. Hipótesis 2: Al realizar correctamente los ensayos de mecánica de suelos, de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, se podrá identificar la calicata más desfavorable.

Para aplicar la prueba correspondiente, es necesario realizar pruebas previas para determinar si se aplica una prueba estadística paramétrica o no paramétrica. Estas pruebas son: normalidad y homocedasticidad de los datos.

- Normalidad de los datos

Para la prueba de normalidad, al ser muy pocos datos (14), se recomienda realizar la prueba de Shapiro Wilk que es muy precisa para estos casos.

Hipótesis

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Tabla 30: Prueba Shapiro-Wilk normality (H-2)

	Shapiro-Wilk normality test	
	W	p-valor
C-01	0.94796	0.7237
C-02	0.95273	0.7623
C-03	0.98955	0.9880

Criterio de decisión y conclusión

Si el p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

- Con un 5% de significancia, no hay evidencia estadísticamente rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que se concluye que, los datos de la C-01 provienen de una distribución normal.
- Con un 5% de significancia, no hay evidencia estadísticamente para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que se concluye, los datos de la C-02 provienen de una distribución normal.
- Con un 5% de significancia, no hay evidencia estadísticamente para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que se concluye que, los datos del C-03 provienen de una distribución normal.
- Homocedasticidad de varianza

Para la prueba de homocedasticidad, aplicaremos la prueba de Levene que es la más usada para su comprobación.

Hipótesis

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \quad i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Tabla 31: Prueba Levene test (H-2)

Levene test			
Df1	Df2	Statistic	p-valor
2	15	10.33	0.002

Criterio de decisión y conclusión

Si el p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

Con un 5% de significancia, hay evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula (p -valor < 0.05); por lo que podemos concluir que, las varianzas de los datos no son homocedasticos. Por lo tanto, de lo anterior se tiene:

Tabla 32: Resultados de las pruebas de normalidad y Homocedasticidad (H-2)

Criterio	Resultado
Normalidad	Cumple
Homocedasticidad	No cumple

Interpretación: De la tabla 32, se utilizó una prueba estadística no paramétrica. Para nuestro estudio se recomienda la prueba de Heterocedasticidad de Welch's ya que es insensible a la no normalidad de los datos y a la heterocedasticidad.

- Prueba de Heterocedasticidad de Welch's

Hipótesis

$$H_0: \mu_{t1} = \mu_{t2} = \mu_{t3}$$

$$H_1: \mu_{ti} \neq \mu_{tj} \quad i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Tabla 33: *Welch's Heteroscedastic F Test with Trimmed Means and Winsorized Variances (H-2)*

Welch's Heteroscedastic F Test with Trimmed Means and Winsorized Variances			
Statistic	Num df	Denom df	p-valor
11.22	2	7.67825	0.005

Criterio de decisión y conclusión

Si el p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente: Con un 5% de significancia, hay evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula (p-valor < 0.05); por lo que podemos concluir que, existen diferencias estadísticamente significativas. Por lo tanto, aplicaremos comparaciones en parejas de Games-Howell.

- Agrupación con el método de Games-Howell

Tabla 34: Método de Games-Howell (H-2)

Factor	N	Media	Agrupación
C-2	6	0.754	A
C-1	6	0.1822	B
C-3	6	0.1092	B

Interpretación: De la tabla 34, se obtuvo que el factor C-2 es significativamente diferente con el factor C-1 y el factor C-3. Sin embargo, los factores C-1 y C-3 no son significativamente diferentes entre sí. Es decir, la calicata C-2 es más favorable que las calicatas C-1 y C-3.

- Pruebas simultáneas de Games-Howell para diferencias de las medias

Tabla 35: Pruebas simultáneas de Games-Howell (H-2)

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
C-2 - C-1	0.572	0.143	(0.123, 1.021)	3.99	0.019
C-3 - C-1	-0.073	0.0376	(-0.1851, 0.0391)	-1.94	0.200
C-3 - C-2	-0.645	0.14	(-1.096, -0.193)	-4.61	0.013

Interpretación: En la tabla 35, se comprobó lo mencionado en la tabla 34, es decir, no existe diferencia significativa entre la calicata C-1 y la calicata C-3 ($t=-1.94$, p-valor > 0.05). Sin embargo, entre la calicata C-2 y la C-1 si hay una diferencia significativa ($t=3.99$, p-

valor < 0.05), de igual forma para la calicata C-2 y la C-3 ($t=-4.61$, p-valor < 0.05).

4.4.2. Hipótesis 3: Al realizar correctamente los ensayos de mecánica de suelos, añadiéndole CBCA y cemento WP, se identificará la combinación (%), en la cual se mejore la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña.

- Normalidad de los datos

Hipótesis

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal
 H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Tabla 36: Prueba Shapiro-Wilk normality (H-3)

Shapiro-Wilk normality test		
	W	p-valor
C-03	0.98955	0.988
Combinación 1	0.99201	0.9935
Combinación 2	0.98986	0.9888
Combinación 3	0.99292	0.9951

Criterio de decisión y conclusión

Si el p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

- Con un 5% de significancia, no hay evidencia estadísticamente para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que podemos concluir que, los datos de la C-03 provienen de una distribución normal.
- Con un 5% de significancia, no hay evidencia estadísticamente para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que podemos concluir que, los datos de la combinación 1 provienen de una distribución normal.
- Con un 5% de significancia, no hay evidencia estadísticamente para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que podemos

concluir que, los datos de la combinación 2 provienen de una distribución normal.

- Con un 5% de significancia, no hay evidencia estadísticamente para rechazar la hipótesis nula ($p\text{-valor} > 0.05$); por lo que podemos concluir que, los datos de la combinación 3 provienen de una distribución normal.

- Homocedasticidad de varianza

Para la prueba de homocedasticidad, aplicaremos la prueba de Levene que es la más usada para su comprobación.

Hipótesis

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$$

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \quad i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadística de prueba

Tabla 37: Prueba Levene test (H-3)

Levene test			
Df1	Df2	Statistic	p-valor
3	20	4.30	0.0171

Criterio de decisión y conclusión

Si el $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente: Con un 5% de significancia, hay evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula ($p\text{-valor} < 0.05$); por lo que podemos concluir que, las varianzas de los datos no son homocedasticos. Por lo tanto, de lo anterior se tiene:

Tabla 38: Resultados de las pruebas de normalidad y Homocedasticidad (H-3)

Criterio	Resultado
Normalidad	Cumple
Homocedasticidad	No cumple

Interpretación: De la tabla 38, se utilizó una prueba estadística no paramétrica. Para nuestro estudio se recomienda la prueba de

Heterocedasticidad de Welch's ya que es insensible a la no normalidad de los datos y a la heterocedasticidad.

- Prueba de Heterocedasticidad de Welch's

Hipótesis

$$H_0: \mu_{t1} = \mu_{t2} = \mu_{t3} = \mu_{t4}$$

$$H_1: \mu_{ti} \neq \mu_{tj} \quad i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Tabla 39: Welch's Heteroscedastic F Test with Trimmed Means and Winsorized Variances (H-3)

Welch's Heteroscedastic F Test with Trimmed Means and Winsorized Variances			
Statistic	Num df	Denom df	p-valor
32.79	3	8.83572	0.000

Criterio de decisión y conclusión

Si el p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente: Con un 5% de significancia, hay evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula (p-valor < 0.05); por lo que podemos concluir que, existen diferencias estadísticamente significativas. Por lo tanto, aplicaremos comparaciones en parejas de Games-Howell.

- Agrupación con el método de Games-Howell

Tabla 40: Método de Games-Howell (H-3)

Factor	N	Media	Agrupación
Combinación 3	6	0.902	A
Combinación 2	6	0.6587	A B
Combinación 1	6	0.4725	B
C-3	6	0.1092	C

Interpretación: Los valores obtenidos en la tabla 40, indicaron que el factor C-3 es significativamente diferente con todas las

combinaciones. Es decir, hay diferencias significativas entre el factor C-3 y todas las combinaciones. También se puede ver que no existen diferencias significativas entre la combinación 3 y la combinación 2, de la misma manera entre la combinación 2 y la combinación 1. Sin embargo, si existe diferencias significativas entre la combinación 3 y la combinación 1.

- Pruebas simultáneas de Games-Howell para diferencias de las medias

Tabla 41: Pruebas simultáneas de Games-Howell (H-3)

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Combinación 1 - C-3	0.363	0.0615	(0.1450, 0.5817)	5.91	0.005
Combinación 2 - C-3	0.550	0.0884	(0.2293, 0.8697)	6.21	0.005
Combinación 3 - C-3	0.792	0.1170	(0.367, 1.218)	6.79	0.004
Combinación 2 - Combinación 1	0.186	0.1060	(-0.145, 0.518)	1.76	0.351
Combinación 3 - Combinación 1	0.429	0.1300	(0.005, 0.853)	3.29	0.047
Combinación 3 - Combinación 2	0.243	0.1450	(-0.207, 0.693)	1.68	0.387

Interpretación: En la tabla 41, se determinó de los valores, que no existe diferencias significativas entre la combinación 2 y la combinación 1 (Dif= 0.186, t=1.76, p-valor > 0.05), también vemos que no existe diferencia significativa entre la combinación 3 y la combinación 2 (Dif=0.243, t=1.68, p-valor > 0.05). Para las otras diferencias si se encontró diferencias significativas.

V. DISCUSIÓN

5.1. Composición química y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del bagazo de caña de azúcar y el cemento WP.

Según Ojeda, Mendoza y Baltazar, (2018, p.6) el total de óxidos primordiales ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) es 73.069 %, observando que está por encima del 70% de acuerdo a la norma de las puzolanas y su composición química de la CBCA es ($\text{SiO}_2 = 62.66\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5.20\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5.19\%$, $\text{TiO}_2 = 0.64\%$, $\text{CaO} = 4.87\%$, $\text{MgO} = 2.19\%$, $\text{SO}_3 = 0.30\%$, $\text{K}_2\text{O} = 13.93\%$, $\text{Na}_2\text{O} = 0.56\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 = 3.36\%$). Al respecto en la presente investigación, estos resultados concuerdan con lo obtenido de la composición química del BCA, teniendo $\text{SiO}_2 = 80.537\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0.692\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.837\%$, lo cual está por encima del 70 % de acuerdo a la norma de puzolana, formando compuestos hidráulicos parecidos a los que genera el clínker del cemento, según la norma ASTM C618. Asimismo, se obtuvo porcentajes de la composición química del bagazo, teniendo $\text{CaO} = 7.898\%$, $\text{K}_2\text{O} = 4.275\%$, $\text{MgO} = 2.476\%$, $\text{SO}_3 = 1.715\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 = 1.25\%$, $\text{Na}_2\text{O} = 0.131\%$, $\text{MnO} = 0.102\%$, $\text{TiO}_2 = 0.044\%$ y $\text{ZnO} = 0.042\%$.

Lo cual se evidencia una correcta obtención de resultados de la caracterización química del bagazo de caña de azúcar, ya que los resultados obtenidos en óxidos fueron similares y, además, se cumple la norma de puzolana, siendo un requisito primordial para proceder a agregar el insumo a nuestra investigación.

5.2. Propiedades físico-mecánicas de la subrasante, con la muestra patrón en la trocha carrozable de Nepeña.

Según Marín y Cieza (2020), hicieron 6 calicatas, de las cuales según su clasificación SUCS todas son CL y según AASHTO son de tipo A-6, además en el límite líquido tiene un promedio de 34.18 %, en el límite plástico tiene un promedio de 18 % y en el índice de plasticidad, tiene un promedio de 18.7 %. En cuanto a la calicata con el CBR más desfavorable, la calicata 4 tuvo una DSM 1.88 gr/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 11.9 % y un CBR de 3.4%. Asimismo, Castro y

Navarro (2019), tuvieron como resultado de acuerdo al sistema SUCS fue una arcilla de alta plasticidad (CH), y de acuerdo al AASHTO un suelo tipo A-7-6 (45) en el suelo natural, que su límite líquido es de 66.10%, su límite plástico es de 26,90%, su índice plástico es de 39.20% y su contenido de humedad de 29.37%; Al realizar los ensayos en el suelo natural se obtuvo que el proctor modificado tiene un contenido de humedad de 14.30% y que el ensayo del CBR en el transcurso de 4 días es igual a 3.30%.

Es así, que los resultados obtenidos en la presente investigación, es que en la calicata 01 según SUCS es una arena limosa con grava (SM), y según AASHTO, es una grava y arena arcillosa y limosa (A-2-4 (0)), teniendo un LL de 20.30%. Asimismo, en la C-02, según SUCS es una arena mal graduada con grava (SP), y según AASHTO, es una arena mal graduada con grava (A-1-a (0)) esta calicata no presenta límite líquido. Por último, en la C-03, según SUCS es limo arenoso (ML) y según AASHTO, es un suelo limoso (A-4 (4)), su LL es 21.9% y su índice de grupo es 4, teniendo una característica de suelo pobre a malo. Con respecto a los cambios mecánicos del suelo, se obtuvo que en la C-2 tiene una mayor resistencia con 64 % de CBR (95% DSM), con una DSM de 2.100 gr/cm³, en la C-1, se obtuvo un valor de CBR (95% DSM) con 17.40%, el cual se encuentra entre los rangos de $10\% \leq \text{CBR} \leq 20\%$ clasificado como una subrasante buena según la EG-2013, además que tiene una DSM de 1.931 gr/cm³. Por último, la C-3 nos indicó, que tiene una menor resistencia con 9.4 % de CBR (95% DSM), calificado como una subrasante regular entre los rangos de $6\% \leq \text{CBR} \leq 10\%$, es por ello que, si va a necesitar una intervención para poder mejorar este material, y será usado como muestra patrón para añadirle las distintas combinaciones.

Por consiguiente, se contrasta que los antecedentes hallados tienen un suelo limo arcilloso, es por ello que tienen LL y LP, por el contrario, con los datos obtenidos solo se determinó el límite líquido en todas las calicatas, además que es un suelo limo arenoso sin presencia de arcillas. Con respecto a los cambios mecánicos, se evidencia que en los

antecedentes al ser un suelo de tipo limo arcilloso representan un $\text{CBR} \leq 6\%$, y los hallados en la presente investigación tienen un CBR entre el 9% y 64%, lo cual representa un mayor porcentaje, obteniéndose que la C-3 es la más desfavorable y será la intervenida con la adición de los insumos/combinaciones.

5.3. Propiedades físico-mecánicas de la subrasante, añadiéndole cemento WP (5%,10% y 15%) y las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%) en la trocha carrozable de Nepeña.

Asimismo, se concuerda con Alhassam y Mohamed (2015), teniendo como resultado que el suelo fue modificado con 4% de cal y 8% de cenizas de bagazo, obteniendo particulares más grandes que disminuye la compactación de energía. También incrementar el contenido de humedad y disminuye la máx. densidad seca. Se observó una mejora en la durabilidad del suelo tratado, recomendando 2% de cemento y 6% ceniza de Bagazo. De lo anterior, se concuerda que, según los antecedentes, las resistencias de los suelos mejoran con la adición del CBCA al 6 y 8 %, asimismo, en la adición del cemento el porcentaje de adición que mejora el CBR (%) está entre el 2 y 4%. Lo cual se asemeja a los resultados de la investigación, ya que la mejor combinación fue al 5% de cemento y 2.5%CBCA. En ese contexto, Hasan et al. (2016), al realizar el CBR con muestras tratadas y sin tratar tuvieron un periodo de 3, 7 y 28 días, demostrando que la utilización de ceniza de bagazo como una mejoría en su resistencia. La conclusión de su artículo científico, es que la ceniza de bagazo al suelo expansivo disminuye su expansión, ya que no son material de plástico. Con respecto a la expansión en la presente tesis, en las combinaciones se observa una disminución, en la COMB. 1, de 0.18%, en la COMB. 2 un valor de 0.24% y en la COMB.3 un valor de 0.30 %. Lo cual indica una concordancia entre los resultados, ya que se evidencia la disminución de la expansión con respecto a la muestra patrón.

Por lo que, del mismo modo se concuerda con Urcia (2017), ya que obtuvo una mejoría en la estabilización suelos con el cemento portland I, de acuerdo al ensayo del Proctor modificado, con cemento se tuvo el óptimo contenido de humedad 5.4 % y la máxima densidad seca de 2.240 gr/cm³, entonces al aplicar el cemento; de acuerdo al ensayo de CBR al 95% MDS, con cemento al 51.0%, entonces el cemento como estabilizador incremento la resistencia al esfuerzo cortante por sus beneficios funcionales. De este modo, se concuerda con Rodríguez y Silva (2019), Teniendo como resultado, se tuvo un LL de 26,20%, el L.P de 20.30%, el I.P del 5.9%. Como conclusión al aplicar 30% de cemento portland y 70% de cal hidratada, obteniendo el resultado de la MDS es de 2.223 g/cm³ y obteniendo un óptimo contenido de humedad de 7.07 %. En el ensayo de CBR al 95 % de su Densidad máxima Seca en un 66.50 %. Además, se concuerda con Salas (2017), dice que en la adición de 2% de cemento el valor de la MDS del suelo es de 1.94 gr/cm³, en el CBR al 100% es de 44.17% y en el índice plástico es de 7.75%. Como conclusión el cemento disminuye la sensibilidad del suelo al agua y genera una capacidad de soporte, son trabajables; los ensayos fueron realizados adicionando el 2% de cemento de acuerdo al peso del suelo variado. Con respecto a la investigación los resultados indicaron un mayor porcentaje de CBR con respecto de las combinaciones y la C-3, además se aprecia que la C-3 tiene una DMS al 95% de 1.735 gr/cm³, y en las combinaciones han reducido su máxima densidad seca, en la COMB. 1 tuvo un valor de 1.716 gr/cm³ con un CBR de 42.20 %, en la COMB. 2 se obtuvo una MDS de 1.707 gr/cm³ con un CBR de 61.50 % y en la COMB. 3 se obtuvo una MDS de 1.696 gr/cm³ con un CBR de 82.00 %, lo cual indica que al bajar la máxima densidad seca aumenta el valor del CBR. Siendo la COMB. 1 la adición que va mejorar la subrasante. Lo cual se logra evidenciar de los antecedentes, que Urcia (1.2 veces mayor), Rodríguez-Silva (1.58 veces mayor) y Salas (1.04 veces mayor), tienen un mayor CBR con respecto a la COMB. 1, debido a que su máxima densidad seca es mayor por lo que genera menor vacíos y un mayor grado de compactación.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1.** Durante el desarrollo de la presente investigación, se concluye que con las tres combinaciones adicionadas a la muestra patrón se evidencia un aumento significativo, siendo este la C-3, con un CBR igual a 9.4 % (al 95% MDS), el mismo que se mejoró adicionando cemento WP y CBCA, del cual se obtuvo que en la COMB. 1, tuvo un valor de 1.716 gr/cm³ con un CBR de 42.20 %, en la COMB. 2, se obtuvo una MDS de 1.707 gr/cm³ con un CBR de 61.50 % y en la COMB. 3 se obtuvo una MDS de 1.696 gr/cm³ con un CBR de 82.00 %, demostrando que el cemento y las CBCA son insumos que mejoran los suelos con propiedades físico-mecánicas deficientes.
- 6.2.** Se concluye que de los datos obtenidos en el ensayo del Análisis Térmico Diferencial (ATD), se evidencia una estabilidad de la muestra hasta los 225 °C, desde esa temperatura empieza la descomposición del material, por otro lado, con el análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC), se evidenció un pico grande de absorción térmica alrededor de los 750 °C, determinándose la temperatura de calcinación, con un porcentaje de cenizas de 8%. Asimismo, se pudo determinar la composición química de la CBCA, de acuerdo a los ensayos realizados por la fluorescencia de rayos x, se encontró, SiO₂=80.537%, Al₂O₃=0.692%, Fe₂O₃=0.837%, lo cual está por encima del 70 % de acuerdo a la norma de puzolana, formando compuestos hidráulicos parecidos a los que genera el clínker del cemento, según la norma ASTM C618.
- 6.3.** Al realizar los ensayos de mecánica de suelos para determinar las propiedades físico-mecánicas de la muestra patrón, se obtuvo los resultados de las 3 calicatas intervenidas, en la C-01 según SUCS es una arena limosa con grava (SM) y según AASHTO, es una grava y arena arcillosa y limosa (A-2-4 (0)), Asimismo, en la C-02, según SUCS es una arena mal graduada con grava (SP) y según AASHTO, es una arena mal graduada con grava (A-1-a (0)). Por último, en la C-03, según SUCS es limo arenoso (ML) y según AASHTO, es un suelo limoso (A-4 (4)). Para las propiedades mecánicas, se obtuvo que en la C-02, tiene una mayor resistencia con 64 % de CBR (95% DSM) y tiene una DSM de 2.100

gr/cm³, en la C-01, se obtuvo un valor de CBR (95% DSM) con 17.40%, además que tiene una DSM de 1.931 gr/cm³. Por último, la C-03 nos indicó, que tiene una menor resistencia con 9.4 % de CBR (95% DSM). Es así, que los resultados estadísticos obtenidos fueron que, la calicata más desfavorable son el C-1 y C-3, ya que no existe diferencia significativa entre la calicata C-1 y la calicata C-3 ($t=-1.94$, $p\text{-valor} > 0.05$). Sin embargo, entre la calicata C-2 y la C-1 si hay una diferencia significativa ($t=3.99$, $p\text{-valor} < 0.05$), de igual forma para la calicata C-2 y la C-3 ($t=-4.61$, $p\text{-valor} < 0.05$). Es decir, la calicata C-2 es más favorable. Concluyendo que, según la MTC y EG-2013, el CBR en la C-3 = 9.4%, calificado como una subrasante regular entre los rangos de $6\% \leq \text{CBR} \leq 10\%$, es por ello que, si va a necesitar una intervención para poder mejorar este material, y será usado como muestra patrón para añadirle las distintas combinaciones.

- 6.4.** Por último, al realizar los ensayos de mecánica de suelos para determinar las propiedades físico-mecánicas de las combinaciones, se obtuvo que para las 3 combinaciones según la clasificación SUCS, es el mismo suelo limo arenoso (ML). Además, en el Proctor modificado de las combinaciones, se obtuvo que, en la COMB. 1 indicó un valor de 1.807 gr/cm³ de MDS con un OCH de 17.16%, así se pudo observar que en la COMB. 2 una MDS de 1.797 gr/cm³ con un OCH de 16.79 % y por último, se tuvo una COMB. 3 con una MDS de 1.786 gr/cm³ con un OCH de 16.28 %. Para las propiedades mecánicas, se obtuvo que en la COMB. 1 tuvo un CBR de 42.20 %, en la COMB. 2 se obtuvo un CBR de 61.50 % y en la COMB. 3 se obtuvo un CBR de 82.00 %. Con respecto a la expansión, en la C-3 tiene una expansión de 0.94% y en las Combinaciones se observa una disminución en la COMB. 1, de 0.18%, en la COMB. 2 un valor de 0.24% y en la COMB.3 un valor de 0.30 %. De forma estadística, la combinación más favorable sería cualquiera de las 3 ya que no existe diferencias significativas entre la combinación 2 y la combinación 1 ($\text{Dif}= 0.186$, $t=1.76$, $p\text{-valor} > 0.05$), también se observó que no existe diferencia significativa entre la combinación 3 y la combinación 2 ($\text{Dif}=0.243$, $t=1.68$, $p\text{-valor} > 0.05$). Para las otras

diferencias si se encontró diferencias significativas. Lo cual podemos concluir, que en la combinación 1 con respecto a las demás, tiene una gran ventaja, ya que reduce la expansión de la M.P. de 0.94 % a 0.18%, el cual hace que el suelo tenga una mejor compactación reduciendo los vacíos, y también llevándolo al ámbito económico, al tener un menor porcentaje, se va a tener menos gastos para la obtención de los insumos, teniendo como resultado un CBR=42.20 % que según la EG-2013 la subrasante con un CBR mayor al 30% es un suelo excelente.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones van dirigidas a los estudiantes de Ingeniería civil, como también para futuros investigadores, ingenieros profesionales y autoridades en general.

- Al escoger como insumo una ceniza del cual se tenga que pasar por procesos químicos, asegurarse de que estos ensayos se puedan realizar en tu ciudad o de caso contrario, solicitarlo en una ciudad distinta pero que tenga certificado de validez y sea confiable.
- Tener en cuenta los tiempos para la realización de los ensayos, ya que estos conllevan días delimitados por la normativa vigente (MTC-2013), del cual es de suma importancia para poder culminar con la tesis.
- Emplear el cemento (5%) y las CBCA (2.5%), como insumos que pueden mejorar los suelos, ya que ambos trabajan como materiales cementantes y con el agua, reaccionan mejorando notablemente sus propiedades mecánicas.
- Realizar nuevas investigaciones sobre insumos naturales para estabilizar los suelos, y así reducir las explotaciones de la materia prima.
- Utilizar correctamente los métodos estadísticos, para el contraste de hipótesis, ya que este es muy importante para determinar si los datos obtenidos pueden determinar la hipótesis planteada, de alguna manera tratar de que los datos se relacionen el uno con el otro, ya que así se podrá llevar a cabo estas pruebas estadísticas.
- La relación que hay del agua con el cemento, son varios y del cual se puede determinar otro tipo de ensayos que nos puede brindar con una mejor claridad los resultados obtenidos, ya que el cemento puede reaccionar con el agua notablemente y hace que este mejore.
- Se recomiendan realizar las estabilizaciones en lugares con suelos arcillosos, como en los antecedentes de Marin y Cieza – Castro y Navarro, ya que el CBR en estos suelos es inferior al 6%, el cual se denomina un suelo inestable, el cual va a ser indispensable la intervención de la estabilización o mejoramiento de suelo.

REFERENCIAS

1. ALHASSAN, Musa, MOHAMMED, Alhaji, Improvement of Deficient Soils in Nigeria Using Bagasse Ash: A Review. Revista zenodo [en línea], Vol. 9 n°10 [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2015].

Disponible en <https://zenodo.org/record/1109055#.Yr6EwnbMLIU>

ISSN:1013-0124

2. AFRIN, Habiba. A Review on different types soil stabilization techniques. Revista International Journal [en línea], Vol. 3 n°2 [Fecha de consulta: 27 de julio de 2017].

Disponible en <https://acortar.link/UgKgp>

ISSN: 1703-0212

3. BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3a ed. México: Patria, 2017. 157 pp.

Disponible en https://issuu.com/malurojas19/docs/metodologia_de_la_investigacion

ISBN: 978-607-744-003-1

4. CABEZAS, Edinson, ANDRADE, Diego, TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. Ecuador: Universidad de las fuerzas armadas ESPE, 2018. 138pp.

Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15424>

ISBN: 978-9942-765-44-4

5. CASTRO, Milagros, NAVARRO, Jesús. Análisis de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

Disponible en <https://acortar.link/ipOV2e>

6. CARRASCO, M, PUERTAS, F. Alkaline activation of different aluminosilicates as an alternative to Portland cement: alkali activated cements or geopolymers.

Revista chilena de ingeniería [en línea]. Febrero- abril 2017, Vol. 32 n° 2. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2017].

Disponible en <https://acortar.link/3Ekjgs>

ISSN: 0718-5073

7. CUEVA, Juan, HORMAZO, Angelina, MERINO, Andrés. Sugarcane bagasse and its potential use for the textile effluent treatment. Revista DYNA [en línea]. Diciembre- Septiembre 2017, Vol. 84 n°203. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2017].

Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/61723/63586>

ISSN: 0012-7353

8. CASTILLO, Ángela, LÓPEZ, Julio, RODRIGO, Fernando, SAENZ, Eduardo. Efectos de la población flotante sobre los presupuestos de los pequeños municipios. Revista informe [en línea]. [Fecha de consulta: 02 de enero de 2022].

Disponible en <https://acortar.link/xEXbbb>

ISSN: 5241-1025

9. DOMINGO, Agustín. Ética de la investigación. España: Herder, 2018. 216 pp. Disponible en <https://docer.com.ar/doc/ecc8ess>

ISBN: 978-84-254-4095-3

10. FELIPE, Andrés, PEÑARANDA, Carlovs, FUENTES, Graciela, SEMPRUN, María. Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto. Revista Sostenibilidad, tecnología y humanismo [en línea]. Febrero – agosto 2020, Vol. 11 n°2. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2020].

Disponible en <http://revistas.unitecnar.edu.co/index.php/sth/article/view/51/109>

ISSN: 2216-1864

11. FLORES, Abigail, BARCELÓ, Federico, BUCIO, Lauro, ARENAS, Jesús, RUVALCABA, José. Análisis químico elemental y de fases por medio de PIXE, DSC, TGA y DRX en MTA Angelus y un cemento Portland blanco. Revista odontológica mexicana [en línea]. Julio- septiembre 2016, Vol. 20 n° 3. [Fecha de consulta: 06 de enero de 2016].

Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/odon/uo-2016/uo163f.pdf>

ISSN: 1087-1092

12. GIRÓN, M, MEJÍA, H, Estudio Comparativo de Las Características Físico Mecánicas, para el Diseño de Concreto de 4000 PSI Mediante Ensayos de Laboratorios a Diferentes Marcas de Cementos en el Distrito Central, Durante el Periodo de Agosto a diciembre del 2019. Revista milímetro [en línea]. Honduras: Universidad Politécnica de Ingeniería. Vol. 7 (2020). Junio 2021.

Disponible en <https://acortar.link/spyqse>

ISSN: 2410-9053

13. HASAN, Hayder, DANG, Liet, KHABBAZ, Hadi, FATAHI, Behzad, TERZAGHI, Sergei. Remediation of expansive soils using agricultural waste bagasse ash. Revista Elsevier [en línea], Vol 143 n° 3. [Fecha de consulta: 16 de junio de 2016].

Disponible en <https://acortar.link/b81hCO>

ISSN: 3368-2375

14. MANSANEIRA, Emerson, SHWANTES, Nicole, BARRETO, Gerson, MARTINS, Berenice. Sugar cane bagasse ash as a pozzolanic material. Revista DYNA [en línea]. Abril – agosto 2017, Vol. 84 n°201. [Fecha de consulta: 22 de marzo de 2017].

Disponible en <https://acortar.link/vDxE3N>

ISSN: 0012-7353

15. MARÍN, Kelly, CIEZA, Rosver. Comportamiento Mecánico De Los Suelos Dispersivos Tropicales, Estabilizados Con Cemento Portland, En La Zona

Urbana Del Distrito De Pilluana, Provincia De Picota Y Región San Martín – 2020. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Científica del Perú, 2020.

Disponible en <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1278>

16. MASSELLI, Gianina, PAIVA, Cassio. Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. Revista chilena de ingeniería [en línea]. Febrero- septiembre 2018, Vol. 27 n° 4. [Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2018].

Disponible en <https://acortar.link/kDJSUW>

ISSN: 0718-3305

17. MACGREGOR, Agustin, GALLARDA, Romel, YULADY, Haidée. Caracterización de suelos de subrasante mediante el uso del penetrómetro dinámico de cono (PDC). Revista Respuestas [en línea]. Enero- abril, Vol. 25. n° 2. [Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2019].

Disponible en <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/2303/2295>

ISSN: 2422-5053

18. Manual de carreteras: Diseño geométrico revisada y corregida a octubre de 2014. Perú: Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014. 329pp.

Disponible en <https://acortar.link/o5WGfv>

19. Manual de carreteras: Sección suelos y pavimentos de 2014. Perú: Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014. 281pp.

Disponible en <https://acortar.link/al5F87>

20. Manual de ensayo de materiales. Perú: Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2016. 1269 pp.

Disponible en <https://acortar.link/dmo5t>

21. MANTEROLA, Carlos, QUIROZ, Guissella, SALAZAR, Paulina, GARCIA, Nayeli. Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. Revista medica clínica las condes [en línea].

Enero- febrero, 2019, Vol. 30 n° 1. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2018].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864019300057>

ISSN: 1105-1016

22. MANTEROLA, Carlos, OTZEN, Tamara. Los sesgos en investigación clínica. Revista morphol [en línea]. [Fecha de consulta: 11 de septiembre de 2015].

Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v33n3/art56.pdf>

ISSN: 1256-1164

23. LÓPEZ, A, BOLIO, G, VELEVA, L, SOLÓRZANO, M, ACOSTA, G, HERNÁNDEZ, M, SALGADO, S, CÓRDOVA, S. Obtención de celulosa a partir de bagazo de caña de azúcar. Revista Agro productividad [en línea]. Abril – julio 2016, Vol. 9 n°7. [Fecha de consulta: 01 de agosto de 2016].

Disponible en <https://acortar.link/D1Mto7>

ISSN:4145-0076

24. OSPINA, Miguel, CHAVES, Saieth, JIMENEZ, Luis. Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. Revista investigación, desarrollo e innovación [en línea]. Julio- diciembre 2020, Vol. 11 n° 1. [Fecha de consulta: 26 de febrero de 2020].

Disponible en <https://acortar.link/CBUnXU>

ISSN: 2027-8306

25. OSPINA, Eduar, MOLINA, YESICA. INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE FLEXIÓN Y COMPRESIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO POR CEMENTO PORTLAND, PUZOLANA Y ARENA. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2018.

Disponible en <https://acortar.link/Wjiayz>

26.ORMEÑO, E, RIVAS, N, DURAN, G, SOTO, M. Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash. Revisit ICMEMSCE [en línea]. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2020].

Disponible en <https://acortar.link/PSLSio>

ISSN: 1088-1757

27.OJEDA, O, MENDOZA,J , BALTAZAR, M. Influence of sugar cane Bagasse ash inclusion on compacting, CBR and unconfined compressive strength of a subgrade granular material. Revista ALCONPAT [en línea]. Mayo- agosto 2018, Vol.8 n° 2. [Fecha de consulta: 26 de marzo de 2018].

Disponible en <https://acortar.link/5kVG4i>

ISSN: 2007-6863

28.PICKERING, W. Química Analítica Moderna. México: Editorial Reverté,2021. 689pp.

Disponible en <https://acortar.link/85pjxqc>

ISBN: 978-84-291-9243-8

29.Reglamento nacional de edificaciones. Perú: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. 2020, 437pp.

Disponible en <https://acortar.link/bedtH>

30.ROBLES, Pilar y ROJAS, Manuela. La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en lingüística aplicada. *Revista Nebrija*. [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 25 de septiembre del 2022].

Disponible en <https://acortar.link/mdKy5J>

31.RODRÍGUEZ, Veronika, SILVA, Jordy. Estabilización De Suelos Adicionando Cemento Portland Tipo I Mas Cal Hidratada En Vias Afirmadas, Para El Centro Poblado Alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.

Disponible en <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5553>

32. RODRÍGUEZ, Ciro, BREÑA, Jorge, ESENARRO, Doris. Las variables en la metodología de la investigación científica [en línea]. México: Científica Ciencias, 2021. [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2021].
Disponibile en <https://acortar.link/aROG9l>
ISBN:978-84-123872-2-3
33. SALAS, Dante. Estabilización De Suelos Con Adición De Cemento Y Aditivo Terrasil Para El Mejoramiento De La Base Del Km 11+000 Al Km 9+000 De La Carretera Puno – Tiquillaca – Mañazo. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”, 2017.
Disponibile en <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1378>
34. Suelo Cemento para la reconstrucción. [Texto en un blog]. Perú: ASOCEM. [Fecha de consulta: 13 de febrero de 2018]. Recuperado de <https://acortar.link/wmRU11>
35. SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos, MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma, 2018. 188pp.
Disponibile en <https://acortar.link/mBJnWp>
ISBN: 978-612-47351-4-1
36. SERRANO, Erika, PADILLA, Edgar. Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados. Revista solidaria [en línea]. Enero- abril 2019, Vol. 25 n° 1. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2019].
Disponibile en <https://acortar.link/Xre1js>
ISSN: 2357-6014
37. URCIA, Francisco. Estabilización del suelo con la aplicación de Cemento portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca – Quichuas. Región Huancavelica, 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
Disponibile en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23128>

38. VALDÉS, Lilibet, ALONSO, Anadelys. Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles en aeropuertos para cuba. Revista dialnet [en línea]. Enero- febrero 2017, Vol. 11 n° 2. [Fecha de consulta: 24 de febrero de 2017].

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6451122>

ISSN: 1990-8830

39. XUANXUAN, Chu. The resilient response of unsaturated subgrade Soils. Revista Journal [en línea]. 2020 [Fecha de consulta: 27 de febrero de 2020].

Disponible en <https://www.hindawi.com/journals/ace/2020/7367484/>

40. ZIMAR, Z, ROBERT,D, SIDIQ,A, ZHOU,A, GIUSTOZZI,F, SETUNGE,S, KODIKARA,J. Waste to energy ash for treating highly expansive clays in road pavements. Revista Elsevier [en línea]. Abril – Agosto 2022. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2022].

Disponible en <https://acortar.link/t0G2V5>

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de composición química de las cenizas de bagazo



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.

6.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX-720 espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Muestra pulverizada pasante malla N°100
- Límite de detección del equipo es 0.010%.

TABLA N°2: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO COMO ÓXIDOS (*)

Muestra	Composición química	Unidad	Resultados
	Óxido de silicio SiO ₂	%	
	Óxido de calcio CaO	%	
	Óxido de potasio K ₂ O	%	
	Óxido de magnesio MgO	%	
	Óxido de azufre SO ₃	%	
	Óxido de fósforo P ₂ O ₅	%	
	Óxido de hierro Fe ₂ O ₃	%	
	Óxido de aluminio Al ₂ O ₃	%	
	Óxido de sodio Na ₂ O	%	
	Óxido de manganeso MnO	%	
	Óxido de titanio TiO ₂	%	
	Óxido de zinc ZnO	%	



FIGURA N°3: EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


FIN DE DOCUMENTO

DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

INFORME DE ENSAYO IE-070922-06-02

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL MZ E LT 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. – Teléfono (51-1) 721 6212 - +51949494763
www.slaberu.com / contacto@slaberu.com

Anexo 2. Ficha de observación

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 01		EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE-2022			
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		PLANO DE UBICACIÓN (CALICATA)		FOTOGRAFIA (MUESTRA)	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA				
	SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER				
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO				
FECHA DE LA INSPECCION :					
ENSAYO:					
MUESTRA:					
CANTIDAD (g):					
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN					
MUESTRA	DESCRIPCIÓN				
CALICATA/COMB.					
COLOR					
TEXTURA					
HUMEDAD					
EXPANSIÓN					
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO		
TIPO DE SUELO					
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)					
				UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
				FIRMA Y SELLO PARA VALIDACIÓN	

Anexo 3. Formato de ensayo de Granulometría – Limites de Atterberg.



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

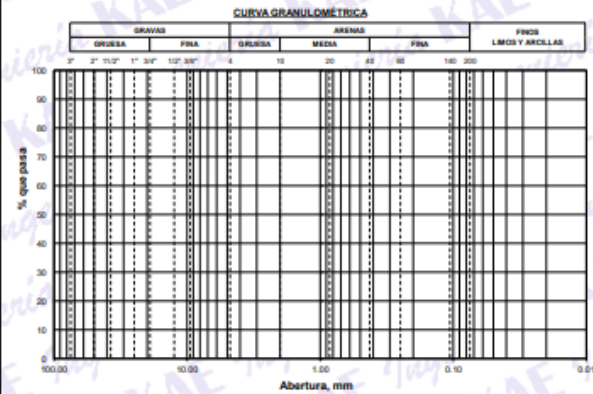
TESIS :	REGISTRO N°:
SOLICITA:	PÁGINA N°:
UBICACIÓN:	FECHA:

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata : Muestra : Profundidad :	Peso Inicial Seco (gr) = Peso Mat. < N°4 (gr) = Peso de Fracción (gr) =	Grava (No.4 < Diam < 3") = Arena (No.200 < Diam < No.4) = Finos (Diam < No.200) =	D60 (mm) = D30 (mm) = D10 (mm) =	Clasificación AASHTO

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"				
4.750	N° 4				
2.000	N° 10				
0.850	N° 20				
0.425	N° 40				
0.250	N° 60				
0.106	N° 140				
0.075	N° 200				
	FONDO				



ENSAYO LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LIQUIDO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.		
Peso Del Tarro	gr.		
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		
Numero De Golpes	N°		
LÍMITE PLASTICO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.		
Peso Del Tarro	gr.		
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		



Límite Líquido
Límite Plástico
Índice Plasticidad


CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
Peso Tara	gr.	
Peso Tara + Suelo Humedo	gr.	
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	
Peso Agua	gr.	
Peso Suelo Seco	gr.	
Contenido de Humedad	%	
Contenido de Humedad Promedio	%	

KAE Ingeniería
Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIE N° 16097

Anexo 4. Formato de proctor modificado y CBR



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS _____ _____ _____ SOLICITA _____ UBICACIÓN _____	REGISTRO N°: _____ PAGINA N°: _____ FECHA: _____
--	--


ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
 ASTM D1557 / ASTM D1883

Datos de la Muestra	
Cantera : _____	Clasificación (SUCS) : _____
Muestra : _____	Clasificación (AASHTO) : _____


Peso suelo + molde	gr				
Peso molde	gr				
Peso suelo húmedo compactado	gr				
Volumen del molde	cm ³				
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³				
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	0.000	0.000	0.000	0.000

Densidad máxima (gr/cm ³)
Humedad óptima (%)

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES: _____



Miguel Alfonso Herrera Lazaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIV. Nº 16087

Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	_____	REGISTRO N°:	_____
SOLICITA	_____	PAGINA N°:	_____
UBICACIÓN	_____	FECHA:	_____

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Cantera : _____ Clasificación (SUCS) : _____
Muestra : _____ Clasificación (AASHTO) : _____

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

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)						
Peso molde (gr.)						
Peso suelo compactado (gr.)						
Volumen del molde (cm ³)						
Densidad húmeda (gr./cm ³)						
Densidad Seca (gr./cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)						
Tara + suelo húmedo (gr.)						
Tara + suelo seco (gr.)						
Peso de agua (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)						
Humedad (%)						

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025													
0.050													
0.075													
0.100	1000												
0.150													
0.200	1500												
0.300													
0.400													
0.500													

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Miguel Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. COE N° 18087

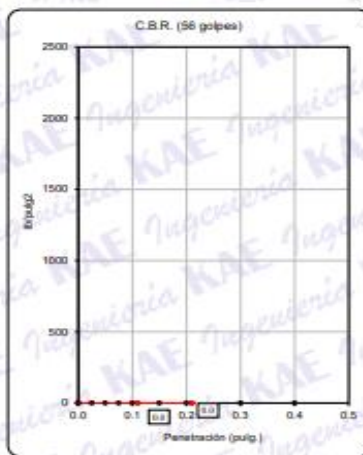


TESIS :	_____	REGISTRO N° :	_____
SOLICITA :	_____	PAGINA N° :	03 de 03
UBICACIÓN :	_____	FECHA :	_____

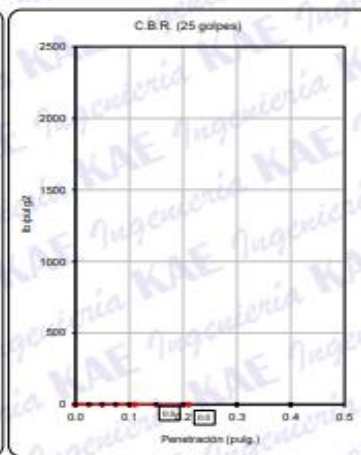
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de la Muestra

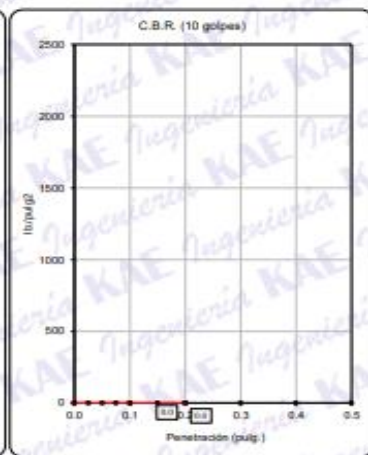
Cantera : _____ Clasificación (SUCS) : _____ Máxima Densidad Seca : _____ gr./cm³
 Muestra : _____ Clasificación (AASHTO) : _____ Máxima Densidad Seca al 95% : _____ gr./cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1"
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1"


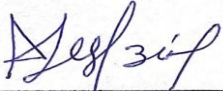


C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2"
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2"



OBSERVACIONES:

Alfredo Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 R.C. 1274716687

Anexo 5. Rúbrica de la ficha de observación (Especialista 1)

	Universidad César Vallejo	RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN	Revisión: Fecha: 21/09/2022																																																								
	TESIS: Evaluación de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, adicionando cemento WP y cenizas de bagazo de caña de azúcar, Chimbote – 2022																																																										
AUTORES: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO, DIEGO JEANPIER																																																											
ASESOR: ING. ALVAREZ ASTO, LUZ ESTHER																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4a86e8; color: white;"> <th style="width: 65%;">Aspectos a evaluar</th> <th style="width: 15%;">Opciones</th> <th style="width: 20%;">Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Se plasmo los cambios físicos del muestreo de suelos.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se plasmo los cambios físicos el ensayo Proctor Modificado.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se plasmo los cambios físicos el ensayo del CBR.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se plasmo los cambios físicos los límites de Atterberg.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se logro determinar la expansión de los tipos de suelos/combinación.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se logro demostrar los datos IN-SITU de la calicata/combinación.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se demostramos cambios físicos a través de fotografías para desarrollar los ensayos.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se determino el tipo de suelo de acuerdo a las muestras.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se determina la normativa correspondiente en cada ensayo.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se determina el óptimo contenido de humedad de cada muestra/combinación.</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Puntaje</td> <td style="text-align: center;">16</td> </tr> </tbody> </table>				Aspectos a evaluar	Opciones	Valor	Se plasmo los cambios físicos del muestreo de suelos.	Si	2	No	0	Se plasmo los cambios físicos el ensayo Proctor Modificado.	Si	2	No	0	Se plasmo los cambios físicos el ensayo del CBR.	Si	2	No	0	Se plasmo los cambios físicos los límites de Atterberg.	Si	2	No	0	Se logro determinar la expansión de los tipos de suelos/combinación.	Si	2	No	0	Se logro demostrar los datos IN-SITU de la calicata/combinación.	Si	2	No	0	Se demostramos cambios físicos a través de fotografías para desarrollar los ensayos.	Si	2	No	0	Se determino el tipo de suelo de acuerdo a las muestras.	Si	2	No	0	Se determina la normativa correspondiente en cada ensayo.	Si	2	No	0	Se determina el óptimo contenido de humedad de cada muestra/combinación.	Si	2	No	0	Puntaje		16
Aspectos a evaluar	Opciones	Valor																																																									
Se plasmo los cambios físicos del muestreo de suelos.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Se plasmo los cambios físicos el ensayo Proctor Modificado.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Se plasmo los cambios físicos el ensayo del CBR.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Se plasmo los cambios físicos los límites de Atterberg.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Se logro determinar la expansión de los tipos de suelos/combinación.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Se logro demostrar los datos IN-SITU de la calicata/combinación.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Se demostramos cambios físicos a través de fotografías para desarrollar los ensayos.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Se determino el tipo de suelo de acuerdo a las muestras.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Se determina la normativa correspondiente en cada ensayo.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Se determina el óptimo contenido de humedad de cada muestra/combinación.	Si	2																																																									
	No	0																																																									
Puntaje		16																																																									
JUICIO DE EXPERTOS																																																											
Nombre: Ing. Oliveros Basauri Cesar Félix																																																											
Firma: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <hr style="width: 100%;"/> Cesar Félix Oliveros Basauri Ingeniero Civil - CIP 69539 RNP 10329708671 </div>																																																											

Anexo 6. Rúbrica de la ficha de observación (Especialista 2)

 Universidad César Vallejo	RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN	Revisión:																																																								
		Fecha: 16/09/2022																																																								
TESIS:	Evaluación de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, adicionando cemento WP y cenizas de bagazo de caña de azúcar, Chimbote – 2022																																																									
AUTORES:	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO, DIEGO JEANPIER																																																									
ASESOR:	ING. ALVAREZ ASTO, LUZ ESTHER																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Aspectos a evaluar</th> <th>Opciones</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Se plasmo los cambios físicos del muestreo de suelos.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se plasmo los cambios físicos el ensayo Proctor Modificado.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se plasmo los cambios físicos el ensayo del CBR.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se plasmo los cambios físicos los límites de Atterberg.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se logro determinar la expansión de los tipos de suelos/combinación.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se logro demostrar los datos IN-SITU de la calicata/combinación.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se demostró los cambios físicos a través de fotografías para desarrollar los ensayos.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se determino el tipo de suelo de acuerdo a las muestras.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se determina la normativa correspondiente en cada ensayo.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Se determina el óptimo contenido de humedad de cada muestra/combinación.</td> <td>Si</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Puntaje</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>			Aspectos a evaluar	Opciones	Valor	Se plasmo los cambios físicos del muestreo de suelos.	Si	2	No	0	Se plasmo los cambios físicos el ensayo Proctor Modificado.	Si	2	No	0	Se plasmo los cambios físicos el ensayo del CBR.	Si	2	No	0	Se plasmo los cambios físicos los límites de Atterberg.	Si	2	No	0	Se logro determinar la expansión de los tipos de suelos/combinación.	Si	2	No	0	Se logro demostrar los datos IN-SITU de la calicata/combinación.	Si	2	No	0	Se demostró los cambios físicos a través de fotografías para desarrollar los ensayos.	Si	2	No	0	Se determino el tipo de suelo de acuerdo a las muestras.	Si	2	No	0	Se determina la normativa correspondiente en cada ensayo.	Si	2	No	0	Se determina el óptimo contenido de humedad de cada muestra/combinación.	Si	2	No	0	Puntaje		16
Aspectos a evaluar	Opciones	Valor																																																								
Se plasmo los cambios físicos del muestreo de suelos.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Se plasmo los cambios físicos el ensayo Proctor Modificado.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Se plasmo los cambios físicos el ensayo del CBR.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Se plasmo los cambios físicos los límites de Atterberg.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Se logro determinar la expansión de los tipos de suelos/combinación.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Se logro demostrar los datos IN-SITU de la calicata/combinación.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Se demostró los cambios físicos a través de fotografías para desarrollar los ensayos.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Se determino el tipo de suelo de acuerdo a las muestras.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Se determina la normativa correspondiente en cada ensayo.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Se determina el óptimo contenido de humedad de cada muestra/combinación.	Si	2																																																								
	No	0																																																								
Puntaje		16																																																								
JUICIO DE EXPERTOS																																																										
Nombre:																																																										
Ing. Cubas García Brigitte Lisbeth																																																										
Firma:																																																										
 Cubas García Brigitte INGENIERO CIVIL CIP: 227664																																																										

Anexo 7. Calibración del molde de Proctor 6"



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 989 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : MZA. 36 LOTE. 1 INT. A P J. MIRAFLORES ALTO -
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"
Marca : NO INDICA
Serie : 614
Material : FIERRO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
PASAJE FATIMA MZ. Y1 LOTE. 1A MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

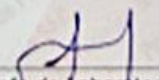
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.6	21.6
Humedad %	71	70

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 989 - 2021

Página : 2 de 2

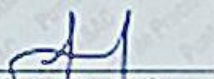
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES



N° DE MEDICIONES	DIAMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIAMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	152,38	152,32	116,52
2	152,14	152,26	116,32
3	152,41	152,29	116,36
4	152,28	152,31	116,45
5	152,35	152,28	116,36
6	152,30	152,29	116,49
PROMEDIO	152,31	152,29	116,42
ESTÁNDAR	152,40	152,40	116,40
TOLERANCIAS (3)	0,70	0,70	0,50
ERROR	-0,09	-0,11	0,02
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	2121 cm ³		

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CP N° 152631

Anexo 8. Certificado de calibración Martillo Proctor



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 990 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : MZA. 35 LOTE. 1 INT. A P.J. MIRAFLORES ALTO -
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : MARTILLO PROCTOR

Capacidad : 10 lb

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Material : FIERRO

Color : PLATEADO

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
PASAJE FATIMA MZ. Y1 LOTE. 1A MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM
CINTA MÉTRICA	STANLEY	L - 0442 - 2021	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2021	PUNTO DE PRECISIÓN

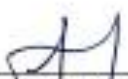
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,8	21,8
Humedad %	71	70

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LL - 990 - 2021

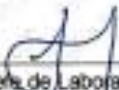
Página : 2 de 2

Resultados de Verificaci3n

MEDICIONES	ALTURA DE CAIDA (mm)	PESO (g)	DIÁMETRO DE CARA DE IMPACTO (mm)
1	456	4540.03	50.35
2	456	4540.03	50.32
3	455	4540.03	50.38
4	456	4540.03	50.36
5	456	4540.03	50.33
6	456	4540.03	50.35
PROMEDIO	455.8	4540.03	50.35
ESTANDAR	457.2	4536.4	50.80
TOLERANCIA ±	1.3 mm	9 g	0.13 mm
ERROR	-1.4 mm	3.83 g	-0.45 mm

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Anexo 9. Certificado de calibración balanza 0.01g



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-372-2021

Página: 1 de 3

Expediente	: T 252-2021
Fecha de Emisión	: 2021-07-06
1. Solicitante	: KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección	: MZA. 36 LOTE. 1 INT. A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
2. Instrumento de Medición	: BALANZA
Marca	: OHAUS
Modelo	: SE602F
Número de Serie	: B528438327
Alcance de Indicación	: 600 g
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g
División de Escala Real (d)	: 0,01 g
Procedencia	: NO INDICA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2021-07-05

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.
PASAJE FATIMA M2. Y1 LOTE. 1A MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-372-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	21,2	21,3
Humedad Relativa	69,5	71,6

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
COLOCACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,3			21,2		
	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	300,01	0,008	0,008	600,00	0,007	-0,003
2	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,006	-0,002
3	300,00	0,006	-0,002	600,01	0,007	0,007
4	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,006	-0,002
5	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,009	-0,005
6	300,00	0,006	-0,002	600,00	0,008	-0,004
7	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,007	-0,003
8	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,006	-0,002
9	300,00	0,006	-0,002	600,00	0,009	-0,005
10	300,00	0,007	-0,003	600,00	0,008	-0,004
Diferencia Máxima			0,010			0,012
Error máximo permitido ±			0,3 g			0,3 g



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-372-2021
Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_1				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	1 (g)	M. (g)	N. (g)	Carga L (g)	1 (g)	M. (g)	F (g)	N. (g)
1	0.10	0.10	0.007	-0.003	200.00	200.00	0.006	-0.003	-0.001
2		0.10	0.006	-0.001		199.99	0.007	-0.012	-0.011
3		0.10	0.007	-0.002		200.00	0.006	-0.004	0.001
4		0.10	0.006	-0.001		200.00	0.006	-0.004	-0.003
5		0.10	0.008	-0.003		199.98	0.005	-0.010	-0.003

Temp. (°C) Inicial: 21.2 Final: 21.2

Temp. máxima permitida: \leq 0.3 g

(7) valor entre 0 y 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CORRECCIONES				CORRECCIONES				Error (g)
	1 (g)	M. (g)	E. (g)	N. (g)	1 (g)	M. (g)	F. (g)	N. (g)	
0.100	0.10	0.007	-0.003						0.1
0.200	0.20	0.006	-0.001	0.001	0.20	0.006	-0.001	0.001	0.1
20.000	20.00	0.007	-0.002	0.008	20.00	0.007	-0.003	0.006	0.1
50.000	50.00	0.009	-0.004	-0.002	50.00	0.008	-0.001	0.001	0.1
70.000	70.00	0.008	-0.002	-0.001	70.00	0.008	-0.003	-0.002	0.2
100.000	100.00	0.007	-0.002	0.008	100.00	0.008	-0.001	0.001	0.2
150.000	150.01	0.006	0.000	0.011	150.00	0.008	-0.004	-0.002	0.2
200.000	200.00	0.008	0.004	-0.002	200.00	0.007	-0.002	0.000	0.2
400.001	400.00	0.007	-0.003	-0.001	400.00	0.006	-0.002	0.000	0.3
500.000	500.01	0.006	0.008	0.011	500.00	0.006	-0.003	-0.001	0.3
600.001	600.01	0.007	0.007	0.008	600.01	0.007	0.007	0.000	0.3

en g, error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1.65 \times 10^{-4} \times R$$

incertidumbre

$$U_{95} = 2 \sqrt{4.28 \times 10^{-4} g^2 + 1.14 \times 10^{-4} \times R^2}$$

R: Lectura del balance A: Carga nominal E: Error absoluto E_1 : Error en E_1 E_2 : Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06-P08 / Diciembre 2018 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. OIP N° 152631

Anexo 10. Certificado de calibración molde CBR 1 A



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 995 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 252-2021
Fecha de emisión : 2021-07-06

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : MZA. 36 LOTE. 1 INT. A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : MOLDE CBR
Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : FIERRO
Color : PLATEADO
Código de identificación : 1A

3. Lugar y fecha de Calibración
PASAJE FATIMA MZ Y1 LOTE 1-A - MIRAFLORES ALTO - SANTA - CHIMBOTE - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-1883.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.1	21.3
Humedad %	71	71

7. Observaciones
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.





Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha



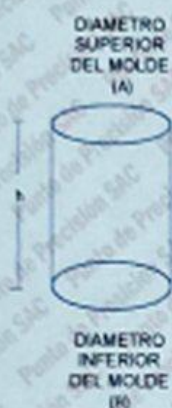
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 995 - 2021

Página 2 de 2

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES




N° DE MEDICIONES	DIAMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIAMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	152,32	152,19	176,81
2	152,17	152,26	176,92
3	152,51	152,21	176,83
4	152,43	152,36	176,97
5	152,39	152,31	176,81
6	152,35	152,35	176,99
PROMEDIO	152,36	152,28	176,89
ESTANDAR	152,40	152,40	177,80
TOLERANCIAS (\pm)	0,66	0,66	0,46
ERROR	-0,04	-0,12	-0,91
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	3223 cm ³		

N° DE MEDICIONES	MEDIDAS DEL DISCO ESPACIADOR	
	DIAMETRO mm	ALTURA mm
1	150,88	61,60
2	150,79	61,57
3	150,85	61,72
4	150,71	61,68
5	150,81	61,65
6	150,79	61,70
PROMEDIO	150,81	61,65
ESTANDAR	150,80	61,37
ERROR	0,00	0,28

pesa anular:	2269 g
pesa rasturada:	2257 g
masa total	4526 g

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Anexo 11. Certificado de calibración Prensa CBR

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 328 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 282-2021
Fecha de emisión : 2021.07.05

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : MZA. 36 LOTE. 1 INT. A P.J. MRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA

Marca de Celda : MAVIN
Modelo de Celda : NS4-ST
Serie de Celda : E8902882
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIGHT WEIGHT
Modelo de Indicador : 319-X2
Serie de Indicador : 01822315

3. Lugar y fecha de Calibración
PASAJE FATIMA MZ. Y1 LOTE. 1A MRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
05 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,3	23,2
Humedad %	65	64

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	499.72	500.20	0.06	-0.04	499.96	0.01	-0.10
1000	1001.84	1002.62	-0.18	-0.26	1002.23	-0.22	-0.08
1500	1502.70	1502.25	-0.18	-0.15	1502.48	-0.16	0.03
2000	2002.65	2003.33	-0.13	-0.17	2002.99	-0.15	-0.03
2500	2503.69	2504.38	-0.15	-0.18	2504.04	-0.16	-0.03
3000	3002.28	3003.23	-0.08	-0.11	3002.75	-0.09	-0.03
3500	3502.18	3504.71	-0.06	-0.13	3503.44	-0.10	-0.07
4000	3999.62	4003.30	0.01	-0.08	4001.46	-0.04	-0.09

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$Ep = ((A-B) / B) \cdot 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9996x - 1,429$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

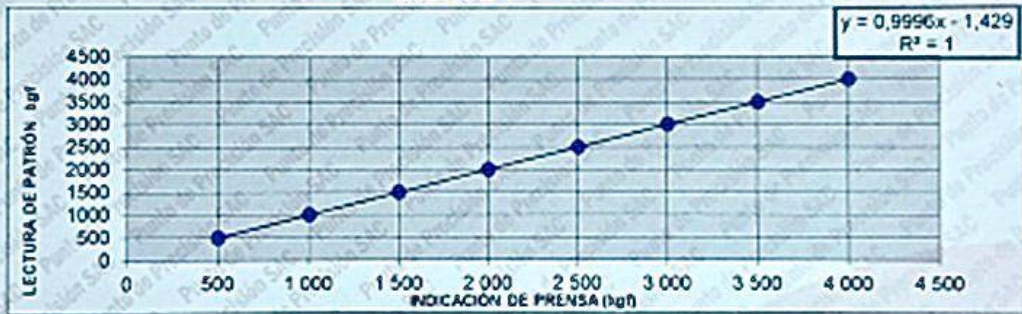
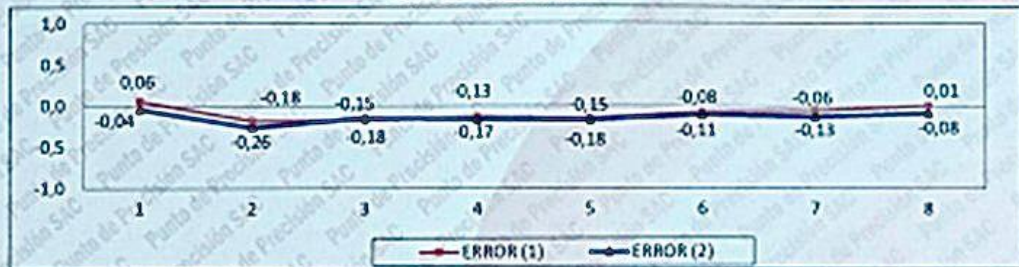


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO

[Firma]
Jefe de Laboratorio

Anexo 12. Cuadro de la operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Cemento WP tipo I y CBCA	El proceso de los tipos de cemento, procede de la arcilla, y de subproductos industriales, como las cenizas volantes. (Carrasco y Puertas, 2017, p.1) Por otro lado, el proceso de extracción del BCA se genera como un residuo, utilizando un 95% como combustible.	Con los ensayos de la norma del ASTM, se desarrollará las características químicas y físicas del BCA y Cemento WP tipo I	Componentes químicos y caracterización de propiedades térmicas del Cemento WP tipo I y las CBCA.	Composición Química (%) DSC y TGA Análisis granulométrico de la CBCA	Intervalo
Mejoramiento del suelo de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña.	La subrasante es fundamental de sí misma, ya que, si se destruye, el pavimento de igual forma colapsa. Por lo que dependerá de la resistencia a la deformación por esfuerzo cortante.	Con los ensayos del MTC, se determinará las normas con los procedimientos y cálculos de los ensayos, para el mejoramiento de la trocha carrozable.	Estudios de mecánica de suelos.	Límites de Atterberg, Granulometría, CBR (%), Contenido de humedad (%) y Proctor Modificado(gr/cm ³)	Intervalo

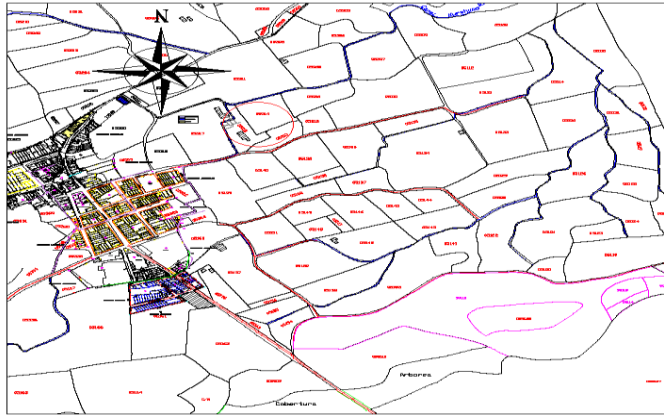
Anexo 13. Matriz de consistencia.

TÍTULO: Evaluación de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, adicionando cemento WP y cenizas de bagazo de caña de azúcar, Chimbote – 2022						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	
¿Cuánto mejorará la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, al adicionar cemento WP y las CBCA?	Determinar el mejoramiento de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, con la adición de cemento WP y las CBCA.	El cemento WP Tipo I y las cenizas de BCA mejoran la resistencia de la subrasante en trocha carrozable de Nepeña. HIPÓTESIS NULA: El cemento WP Tipo I y las cenizas de BCA no mejoran la resistencia de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña.	Cemento WP tipo I y CBCA	Componentes químicos y caracterización de propiedades térmicas del Cemento WP tipo I y las CBCA.	Composición Química (%) DSC y TGA Análisis granulométrico de la CBCA	TIPO DE ESTUDIO
						Aplicada
					DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
					Experimental	
					MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	
			VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	Cuantitativa.
			Mejoramiento de la subrasante en la trocha carrozable.	Estudios de mecánica de suelos.	Límites de Atterberg, Granulometría, CBR (%), contenido de humedad (%) y Proctor Modificado(gr/cm ³)	POBLACIÓN
						03 calicatas en el tramo de 3 km.
						MUESTRA
						Del cual ya escogida la calicata que presenta menor CBR (%), se procederá a realizar los ensayos de laboratorio
¿Cuáles serán los resultados del análisis químico y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del BCA y el cemento WP?	Identificar la composición química y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del bagazo de caña de azúcar y el cemento WP.	La composición química y la caracterización de propiedades térmicas (DSC y TGA) del BCA y el cemento WP, identificará los componentes químicos de cada insumo.				MUESTREO

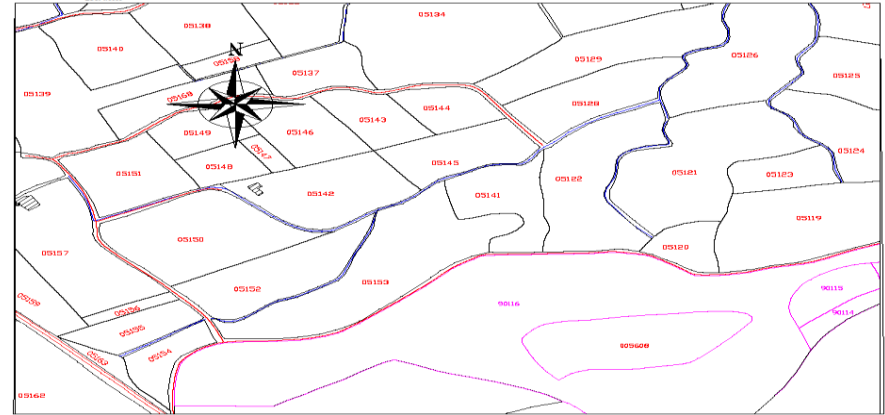
<p>¿Cuáles serán los resultados de las propiedades físico-mecánicas, con la muestra patrón en la subrasante de la trocha carrozable de Nepeña?</p>	<p>Realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, proctor modificado y CBR, para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, con la muestra patrón en la trocha carrozable de Nepeña.</p>	<p>Al realizar correctamente los ensayos de mecánica de suelos, de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, se podrá identificar la calicata más desfavorable.</p>				<p>No probabilístico, por conveniencia</p>
<p>¿Cuáles serán los resultados de las propiedades físico-mecánicas, añadiéndole cemento WP (5%,10% y 15%) y las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%) en la subrasante de la trocha carrozable de Nepeña?</p>	<p>Realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, contenido de humedad, proctor modificado y CBR, para determinar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, añadiéndole cemento WP (5%,10% y 15%) y las CBCA (2.5%, 5% y 7.5%) en la trocha carrozable de Nepeña.</p>	<p>Al realizar correctamente los ensayos de mecánica de suelos, añadiéndole CBCA y cemento WP, se identificará la combinación (%), en la cual se mejore la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña.</p>				

Anexo 14. *Plano de Ubicación*

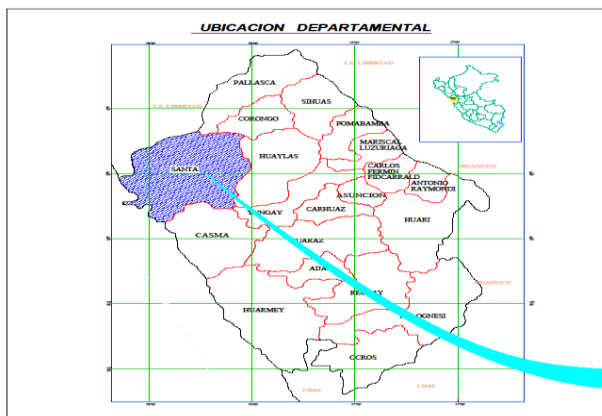
PLANO DE UBICACION
Escala: 1:5000



PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1:5000



PLANO DE UBICACION
Escala: 1:5000



PLANO DE UBICACION
Escala: 1:5000



TEMA : EVALUACIÓN DE LA SURESTANTE EN LA FRONTERA CARROLEAS DE NEPERA, ADJORNANDO CERREJO WF Y OBRAS DE BAGNO DE CASA DE ARUCAR CERREJOYS - SORE			
AUTORES:	Asesorado:	Unidad: SECRETARIA DE ASESORIA TECNICA Oficina: SECRETARIA DE ASESORIA TECNICA	
Figura: UBICACIÓN			
REVISOR:	Mgtr. Muñoz Arana Jose Pepe	N° Límite: U-01	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	Fecha: JUNIO 2022	Escala: 1:300	

Anexo 15.
*Instrumento de
recolección de
datos: Opinión de
experto*

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 01

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA	11/09/2022
ENSAYO:	MUESTREO DE SUELOS (MTC E-101)
MUESTRA:	CALICATA 03 (03 Y 06)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 0 gr
	CBCA: 0 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN
CALICATA/COMB.	C-03
COLOR	MARRON OSCURO
TEXTURA	ARENA LIMOSA
HUMEDAD	SEMI HÚMEDO
EXPANSIÓN	-

MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

El primer estrato de calicata fue de la cota 0.00 - 0.60 m , la cual tenía suelo GP (grava y arenas).

El segundo estrato (0.60 - 1.50 m) , la cual tenía un suelo con arena limosa.

La muestra fue encontrada con humedad natural y semidensa

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)





FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 02			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER		
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO		
FECHA DE LA INSPECCION :	12/09/2022		
ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (MTC E 110 y 111 – NTP 339.129)		
MUESTRA:	CALICATA 03 (03 Y 06) Muestra Patrón: 500 gr		
CANTIDAD (g):	CWP : 0 gr		
	CBCA: 0 gr		
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN			
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	C-03		
COLOR	ROJO AMARILLENTO		
TEXTURA	ARENA LIMOSA		
HUMEDAD	-		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)			
La muestra no presentó Límites de plasticidad, por lo mismo no tiene Índice de plasticidad.			
Se obtuvo el Límite líquido, a los 20,26 y 33 golpes, logrando cerrar la ranura en el equipo de casagrande.			

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022
FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)

FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 03

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION	12/09/2022
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115; ASTM D 1557; NTP 339.141)
MUESTRA:	CALICATA 03 (03 Y 06)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 0 gr
	CBCA: 0 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN
CALICATA/COMB.	C-03
COLOR	ROJO AMARILLENTO
TEXTURA	ARENA LIMOSA
HUMEDAD	SI PRESENTA (22.30%)
EXPANSIÓN	SI PRESENTÓ

MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

La muestra absorbe mayor humedad debido a que es un material limoso.

La muestra no saturó al realizar el ensayo, con un 15% de humedad.

Con el último recipiente, se dispuso que la muestra ya no compactaba, solo se expandía.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)






FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 04				EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
AUTORES:					
	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER				
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO				
FECHA DE LA INSPECCION :	16/09/2022				
ENSAYO:	CBR (ASTM 1883)				
MUESTRA:	CALICATA 03 (03 Y 06) Muestra Patrón: 18 000 gr				
CANTIDAD (g):	CWP : 0 gr				
	CBCA: 0 gr				
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN					
MUESTRA	DESCRIPCIÓN				
CALICATA/COMB.	C-03				
COLOR	ROJO AMARILLENTO				
TEXTURA	ARENA LIMOSA				
HUMEDAD	SI PRESENTA (22.30%)				
EXPANSIÓN	SI PRESENTÓ				
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO		
TIPO DE SUELO					X
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)					
La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.047" marcados en el dial, a las 96 horas.					
La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.00" mm marcados en el dial, a las 96 horas.					
La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.043" marcados en el dial, a las 96 horas.					
FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)		FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)			
					
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 05

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA	11/09/2022
ENSAYO:	MUESTREO DE SUELOS (MTC E-101)
MUESTRA:	CALICATA 02 (02 y 05)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 0 gr
	CBCA: 0 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN
CALICATA/COMB.	C-02
COLOR	GRIS CLARO
TEXTURA	ARENA C/ GRAVA
HUMEDAD	SEMI HÚMEDO
EXPANSIÓN	-

MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO		X	

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

El primer estrato de calicata fue de la cota 0.00 - 0.15 m , la cual tenía paja, basura, color gris.

El segundo estrato (0.15 - 1.00 m) , la cual tenía un suelo GP, arena con grava, seco, suelto - no plastico, over.

El tercer estrato (1.00 - 1.50 m) , la cual tenía un suelo GP, arena con grava, color marron, semi humedo, denso.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 06			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
AUTORES:		OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA	
		SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	
ASESOR:		ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO	
FECHA DE LA INSPECCION :		19/09/2022	
ENSAYO:		LÍMITES DE ATTERBERG (MTC E 110 y 111 – NTP 339.129)	
MUESTRA:		CALICATA 02 (02 y 05)	
CANTIDAD (g):		Muestra Patrón: 500 gr	
		CWP : 0 gr	
		CBCA: 0 gr	
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN			
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	C-02		
COLOR	GRIS CLARO		
TEXTURA	ARENA C/ GRAVA		
HUMEDAD	-		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO		X	
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)			
La muestra no presentó Límites de plasticidad, por lo mismo no tiene Índice de plasticidad.			
La muestra no presento limite liquido.			

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	
FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)	FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)
	


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 07

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION	19/09/2022
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115; ASTM D 1557; NTP 339.141)
MUESTRA:	CALICATA 02 (O2 y O5)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 0 gr
	CBCA: 0 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	C-02		
COLOR	GRIS CLARO		
TEXTURA	ARENA C/ GRAVA		
HUMEDAD	SEMI HÚMEDO		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO		X	

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

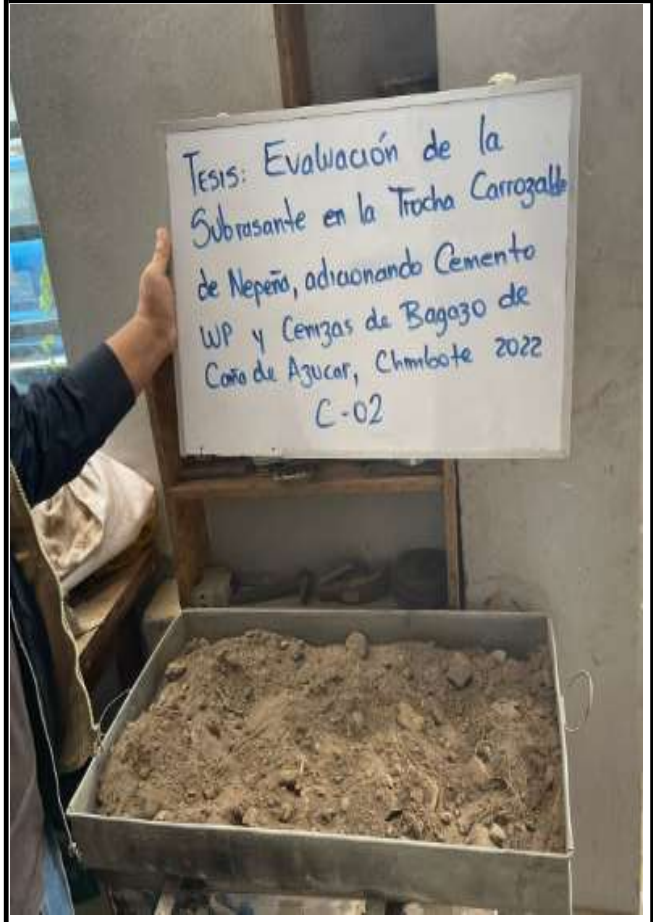
La muestra absorbe menos contenido de humedad, por lo que es un suelo arenoso con grava.

La muestra saturó al realizar el ensayo, con un 8 y 10 % de humedad, lo cual ya no lograba compactar.

El peso retenido en el tamiz 3/4"=9909 kg, en el tamiz 3/8"=5297 kg, en el N° 04= 4651 kg y el la Cz=21790 kg.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 08

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION :	23/09/2022
ENSAYO:	CBR (ASTM 1883)
MUESTRA:	CALICATA 02 (02 y 05) Muestra Patrón: 18 000 gr
CANTIDAD (g):	CWP : 0 gr
	CBCA: 0 gr

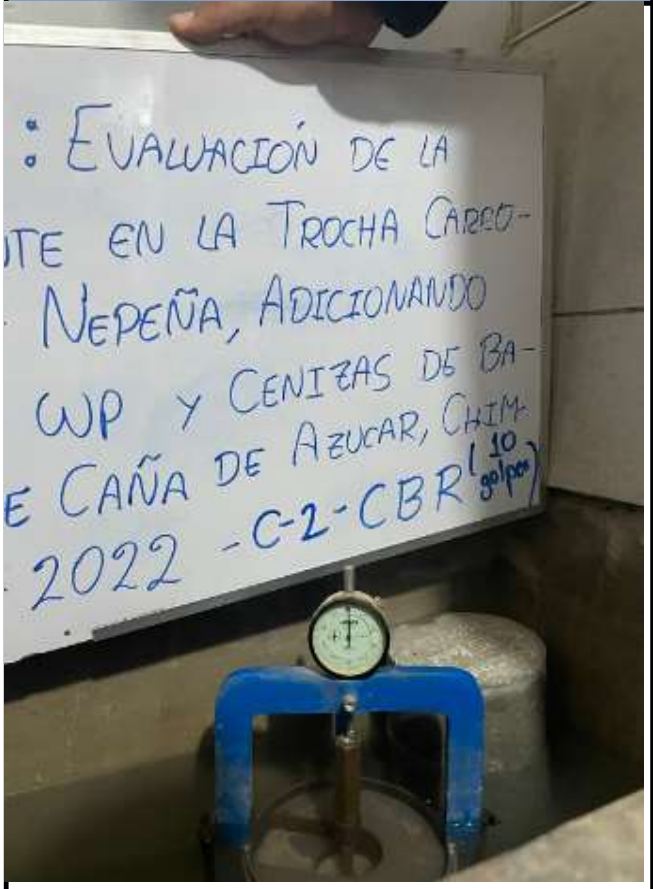
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN	
MUESTRA	DESCRIPCIÓN
CALICATA/COMB.	C-02
COLOR	GRIS CLARO
TEXTURA	ARENA C/ GRAVA
HUMEDAD	-
EXPANSIÓN	NO PRESENTA

MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO		X	

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)
La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.000 mm marcados en el dial, a las 96 horas.
La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.000 mm marcados en el dial, a las 96 horas.
La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.000 mm marcados en el dial, a las 96 horas.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)





FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 09		EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER		
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO		
FECHA DE LA	11/09/2022		
ENSAYO:	MUESTREO DE SUELOS (MTC E-101)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Tesis: Evaluación de la sub- rasante en la trocha Carro- zable de Nepeña, adicionando Cemento WP y Cenizas de baga- zo de Caña de Azúcar, Chimbote-2022 C-01 </div>	
MUESTRA:	CALICATA 01 (O1 y O4)		
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr CWP : 0 gr CBCA: 0 gr		
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN			
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	C-01		
COLOR	BEIGE/MARRÓN OSCURO		
TEXTURA	ARENA C/ GRAVA Y LIMO		
HUMEDAD	SEMI HÚMEDO		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO		X	
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)			
El primer estrato de calicata fue de la cota 0.00 - 0.60 m , la cual tenía suelo GP y GM (arena, grava y limo)			
El segundo estrato (0.60 - 1.10 m) , la cual tenía un suelo SP, arena con grava, semihúmedo - no plástico.			
El tercer estrato (1.10 - 1.50 m) , la cual tenía un suelo GP y GM, arena con grava y limo, semi húmedo, denso.			



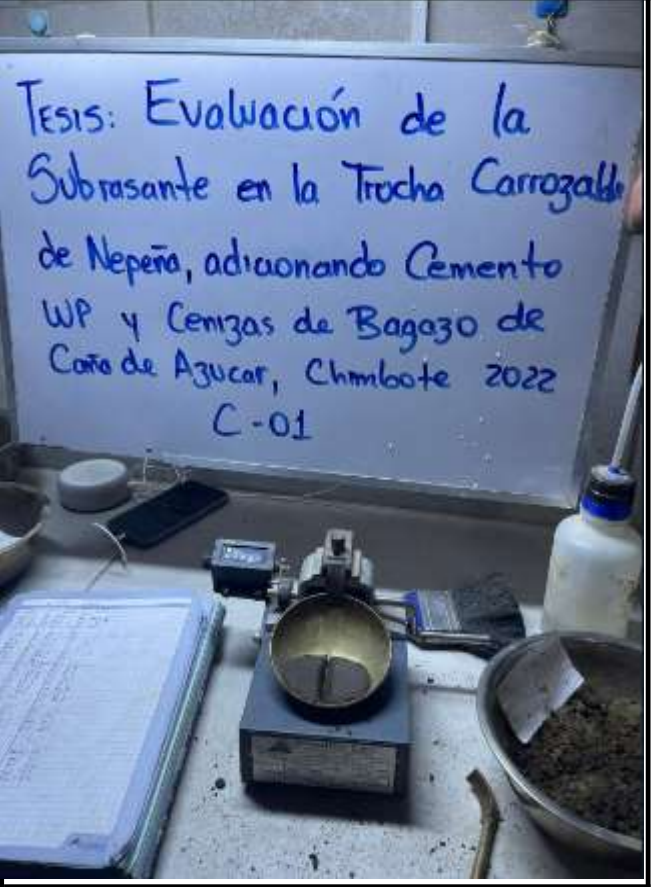
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 10			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
AUTORES:		OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	
ASESOR:		ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO	
FECHA DE LA INSPECCION :		24/09/2022	
ENSAYO:		LÍMITES DE ATTERBERG (MTC E 110 y 111 – NTP 339.129)	
MUESTRA:		CALICATA 01 (O1 y O4) Muestra Patrón: 500 gr	
CANTIDAD (g):		CWP : 0 gr	
		CBCA: 0 gr	
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN			
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	C-01		
COLOR	BEIGE/MARRÓN OSCURO		
TEXTURA	ARENA C/ GRAVA Y LIMO		
HUMEDAD	-		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO		X	
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)			
La muestra no presentó Límites de plasticidad, por lo mismo no tiene Índice de plasticidad.			
Se obtuvo el Límite líquido, a los 18,26 y 32 golpes, logrando cerrar la ranura en el equipo de casagrande.			

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 11

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION	24/09/2022
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115; ASTM D 1557; NTP 339.141)
MUESTRA:	CALICATA 01 (O1 y O4)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 0 gr
	CBCA: 0 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	C-01		
COLOR	BEIGE/MARRÓN OSCURO		
TEXTURA	ARENA C/ GRAVA Y LIMO		
HUMEDAD	SEMI HÚMEDO		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO		X	

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

La muestra absorbe menos contenido de humedad, por lo que es un suelo arenoso con grava.

La muestra no saturó al realizar el ensayo, lo cual en el porcentaje de 13%, el peso del molde+muestra bajó.

El peso retenido en el tamiz 3/4"=2920 kg, en el tamiz 3/8"=2255 kg, en el N° 04= 2704 kg y el la Cz=25906 kg.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 12

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION :	26/09/2022
ENSAYO:	CBR (ASTM 1883)
MUESTRA:	CALICATA 01 (O1 y O4) Muestra Patrón: 18 000 gr
CANTIDAD (g):	CWP : 0 gr
	CBCA: 0 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN
CALICATA/COMB.	C-01
COLOR	BEIGE/MARRÓN OSCURO
TEXTURA	ARENA C/ GRAVA Y LIMO
HUMEDAD	-
EXPANSIÓN	SI PRESENTO

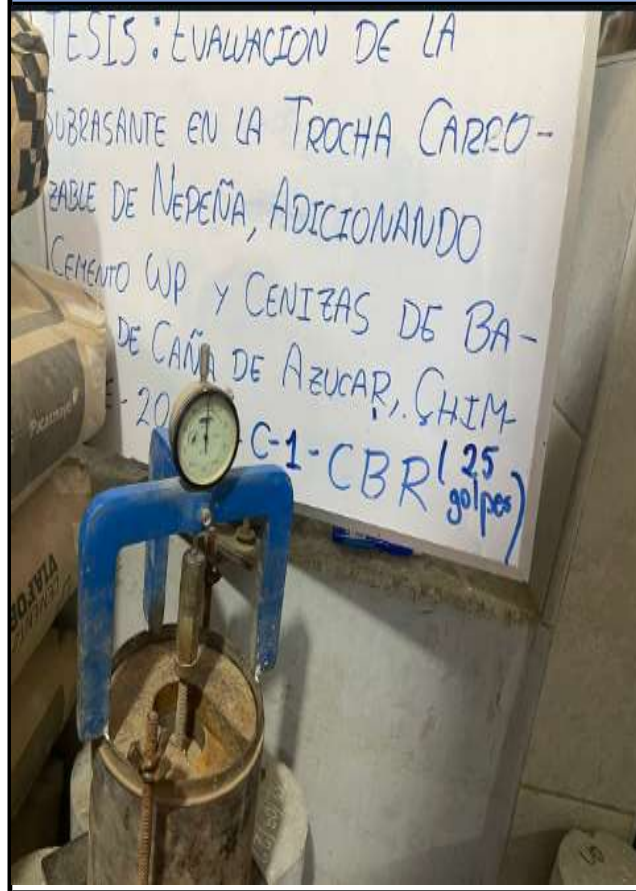
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO		X	

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.011" marcados en el dial, a las 96 horas.
La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.047" marcados en el dial, a las 96 horas.
La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.054" marcados en el dial, a las 96 horas.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



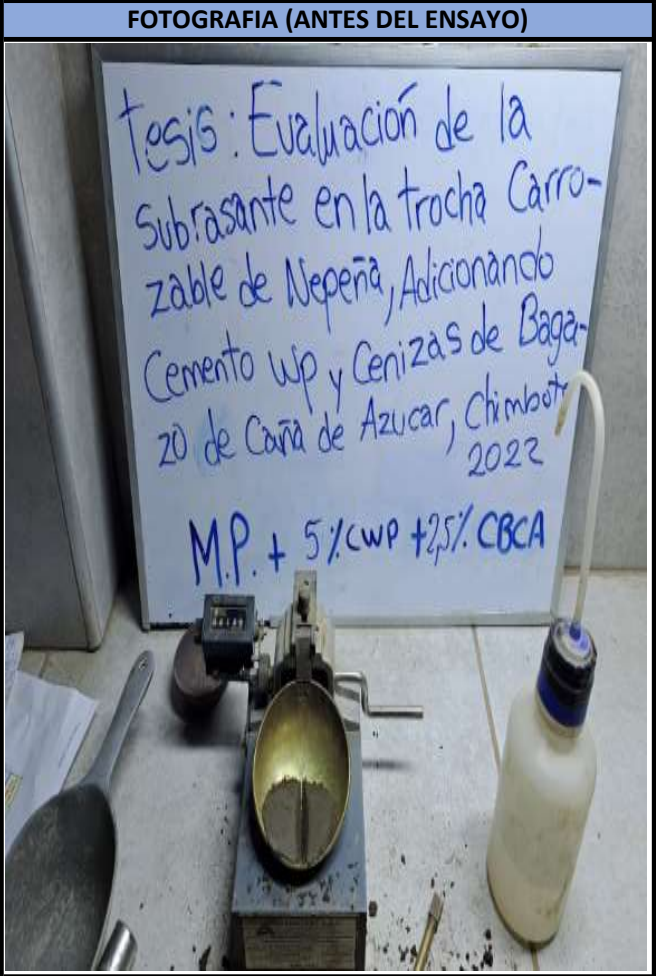
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO


FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 13			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
AUTORES:		OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	
ASESOR:		ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO	
FECHA DE LA INSPECCION :		26/09/2022	
ENSAYO:		LÍMITES DE ATTERBERG (MTC E 110 y 111 - NTP 339.129)	
MUESTRA:		M.P. + 5% CWP + 2.5% CBCA (07 Y 010)	
CANTIDAD (g):		Muestra Patrón: 500 gr	
		CWP : 25 gr	
		CBCA: 12.50 gr	
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN			
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	M.P. + 5% CWP + 2.5% CBCA		
COLOR	ROJO AMARILLENTO		
TEXTURA	ARENA LIMOSA		
HUMEDAD	-		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)			
La muestra no presentó Límites de plasticidad, por lo mismo no tiene Índice de plasticidad.			
Se obtuvo el Límite líquido, a los 18,22 y 31 golpes, logrando cerrar la ranura en el equipo de casagrande.			
Se le añadió humedad para poder determinar el LP, pero la muestra no llegaba a formarse el elipsoide de 3 mm.			


EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 14

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION	27/09/2022
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115; ASTM D 1557; NTP 339.141)
MUESTRA:	M.P. + 5% CWP + 2.5% CBCA (07 Y 010)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 1200 gr
	CBCA: 600 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN
CALICATA/COMB.	M.P. + 5% CWP + 2.5% CBCA
COLOR	ROJO AMARILLENTO
TEXTURA	ARENA LIMOSA
HUMEDAD	-
EXPANSIÓN	-

MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

La muestra absorbe mayor humedad debido a que es un material limoso y además se añadió cemento y cenizas de bagazo.

La muestra no saturó al realizar el ensayo, con un 19% de humedad.

Con el último recipiente, se dispuso que la muestra ya no compactaba, solo se expandía.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 15			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER		
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO		
FECHA DE LA INSPECCION :	01/10/2022		
ENSAYO:	CBR (ASTM 1883)		
MUESTRA:	M.P. + 5% CWP + 2.5% CBCA (07 Y 010)		
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 18 000 gr		
	CWP : 900 gr		
	CBCA: 450 gr		
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN			
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	C-03		
COLOR	ROJO AMARILLENTO		
TEXTURA	ARENA LIMOSA		
HUMEDAD	-		
EXPANSIÓN	SI PRESENTÓ		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)			
La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.009" marcados en el dial, a las 96 horas.			
La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.013" marcados en el dial, a las 96 horas.			
La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.018" marcados en el dial, a las 96 horas.			

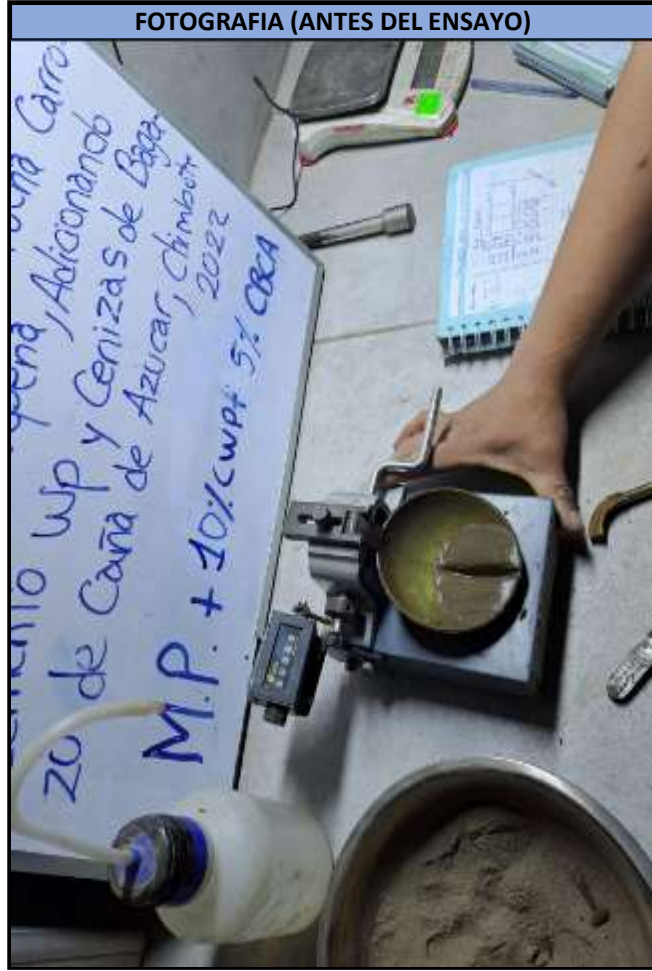
EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	
FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)	FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)
	


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 16			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
AUTORES:		OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	
ASESOR:		ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO	
FECHA DE LA INSPECCION :		30/09/2022	
ENSAYO:		LÍMITES DE ATTERBERG (MTC E 110 y 111 – NTP 339.129)	
MUESTRA:		M.P. + 10% CWP + 5% CBCA (08 Y 011)	
CANTIDAD (g):		Muestra Patrón: 24 000 gr	
		CWP : 2400 gr	
		CBCA: 1200 gr	
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN			
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	M.P. + 10% CWP + 5% CBCA		
COLOR	ROJO AMARILLENTO		
TEXTURA	ARENA LIMOSA		
HUMEDAD	-		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)			
La muestra si presento LP, ya que se formaron elipsoides de 3 mm, a una humedad promedio de 24.59%			
Se obtuvo el Límite líquido, a los 19,23 y 29 golpes, logrando cerrar la ranura en el equipo de casagrande.			
Se determinó el IP, con la diferencia entre el LL y LP.			

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 17

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION	01/10/2022
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115; ASTM D 1557; NTP 339.141)
MUESTRA:	M.P. + 10% CWP + 5% CBCA (O8 Y O11)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 2400 gr
	CBCA: 1200 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN			
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	M.P. + 10% CWP + 5% CBCA		
COLOR	ROJO AMARILLENTO		
TEXTURA	ARENA LIMOSA		
HUMEDAD	-		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

La muestra absorbe mayor humedad debido a que es un material limoso y además se añadió cemento y cenizas de bagazo.

La muestra no saturó al realizar el ensayo, con un 18% de humedad.
Con el último recipiente, se dispuso que la muestra ya no compactaba, solo se expandía.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 18

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION :	16/09/2022
ENSAYO:	CBR (ASTM 1883)
MUESTRA:	M.P. + 10% CWP + 5% CBCA (08 Y 011)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 2400 gr
	CBCA: 1200 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN
CALICATA/COMB.	M.P. + 10% CWP + 5% CBCA
COLOR	ROJO AMARILLENTO
TEXTURA	ARENA LIMOSA
HUMEDAD	-
EXPANSIÓN	SI PRESENTÓ

MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.012" marcados en el dial, a las 96 horas.
La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.017" marcados en el dial, a las 96 horas.
La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.024" marcados en el dial, a las 96 horas.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 19			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER		
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO		
FECHA DE LA INSPECCION :	08/10/2022		
ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG (MTC E 110 y 111 – NTP 339.129)		
MUESTRA:	M.P. + 15% CWP + 7.5% CBCA (09 Y 012)		
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr		
	CWP : 3600 gr		
	CBCA: 1800 gr		
RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN			
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	M.P. + 15% CWP + 7.5% CBCA		
COLOR	ROJO AMARILLENTO		
TEXTURA	ARENA LIMOSA		
HUMEDAD	-		
EXPANSIÓN	-		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X
CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)			
La muestra si presento LP, ya que se formaron elipsoides de 3 mm, a una humedad promedio de 27.20%			
Se obtuvo el Límite líquido, a los 19,23 y 29 golpes, logrando cerrar la ranura en el equipo de casagrande.			
Se determinó el IP, con la diferencia entre el LL y LP.			

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN N° 20

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION	08/10/2022
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115; ASTM D 1557; NTP 339.141)
MUESTRA:	M.P. + 15% CWP + 7.5% CBCA (O9 Y O12)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 3600 gr
	CBCA: 1800 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN
CALICATA/COMB.	M.P. + 15% CWP + 7.5% CBCA
COLOR	ROJO AMARILLENTO
TEXTURA	ARENA LIMOSA
HUMEDAD	-
EXPANSIÓN	-

MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

La muestra absorbió menor humedad con respecto a las demás combinaciones.

La muestra no saturó al realizar el ensayo, con un 18.5% de humedad.
Con el último recipiente, se dispuso que la muestra bajo en el peso compactado húmedo.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE LA FICHA DE OBSERVACIÓN POR OPINIÓN DE EXPERTO

FICHA DE OBSERVACIÓN Nº 21

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
AUTORES:	OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
ASESOR:	ING. LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO
FECHA DE LA INSPECCION :	08/10/2022
ENSAYO:	CBR (ASTM 1883)
MUESTRA:	M.P. + 15% CWP + 7.5% CBCA (09 Y 012)
CANTIDAD (g):	Muestra Patrón: 24 000 gr
	CWP : 3600 gr
	CBCA: 1800 gr

RECOJO DE DATOS IN-SITU DE LA CALICATA/COMBINACIÓN

MUESTRA	DESCRIPCIÓN		
CALICATA/COMB.	M.P. + 15% CWP + 7.5% CBCA		
COLOR	ROJO AMARILLENTO		
TEXTURA	ARENA LIMOSA		
HUMEDAD	-		
EXPANSIÓN	SI PRESENTÓ		
MUESTRA	GRAVOSO	ARENOSO	ARCILLOSO/LIMOSO
TIPO DE SUELO			X

CAMBIOS FÍSICOS EN LA MUESTRA (CALICATA/COMBINACIÓN)

La expansión en el molde 1 (56 golpes) fue de 0.000 a 0.015" marcados en el dial, a las 96 horas.
La expansión en el molde 2 (25 golpes) fue de 0.000 a 0.020" marcados en el dial, a las 96 horas.
La expansión en el molde 3 (10 golpes) fue de 0.000 a 0.028" marcados en el dial, a las 96 horas.

EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROSABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022

FOTOGRAFIA (ANTES DEL ENSAYO)



FOTOGRAFIA (DESPUES DEL ENSAYO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**Anexo 16. Informe
del laboratorio
químico**

INFORME DE ENSAYO IE-070922-06-01

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
1.2 RUC : 76759719
1.3 Dirección : ---

2. FECHAS

2.1 Inicio : 07 de setiembre
2.2 Finalización : 15 de setiembre
2.3 Emisión de informe : 17 de setiembre

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20.0 °C
3.2 Humedad Relativa : 54 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

4.1 Ensayo solicitado / Método Utilizado : Calorimetría diferencial de barrido (DSC) / ASTM D3418
Termogravimetría (TGA) / ASTM E1131

5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

5.1 Código de Muestra : S-4777
5.2 Tipo de Muestra : Residuo orgánico
5.3 Descripción : HOJA DE BAGAZO DE CAÑA
5.4 Lote : No aplica
5.5 Fecha de Fabricación : No aplica
5.6 Fecha de Fabricación : No aplica
5.7 Muestreo : Muestreado por el Cliente

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO (DSC)

- Método: ASTM D3418 "Método de prueba estándar para temperaturas de transición y entalpías de fusión y cristalización de polímeros por calorimetría diferencial de barrido".
- Equipo Utilizado: Analizador térmico - Perkin Elmer - STA 6000.
- Rango de Temperatura: 35.00 °C – 900.00 °C. Atmósfera de Nitrógeno.
- Rampa: 35,00 °C a 900,00 °C a 20,00 °C/min
- Peso de prueba: 14.784 mg.

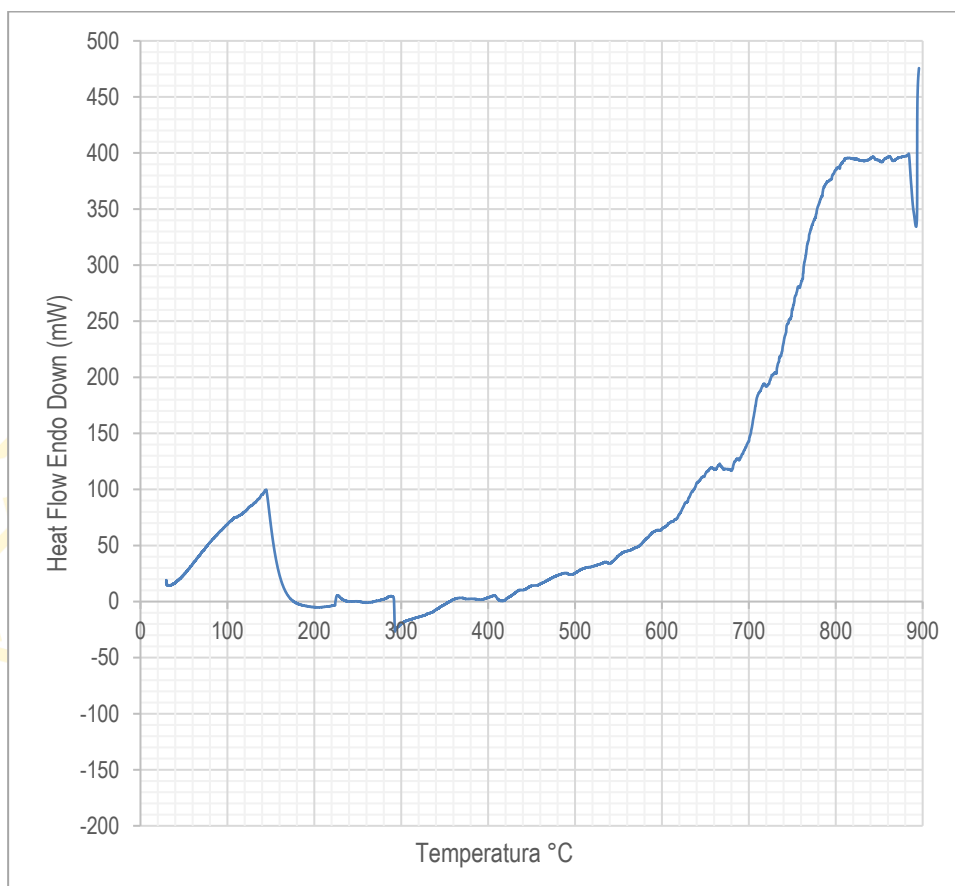


Figura N°1: Termograma de DSC de la muestra

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

6.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE TERMOGRAVIMETRÍA (TGA)

- Método: ASTM E1131 “Método de prueba estándar para análisis composicional por Termogravimetría”.
- Equipo Utilizado: Analizador térmico - Perkin Elmer - STA 6000.
- Rango de Temperatura: 35.00 °C – 900.00 °C. Atmósfera de Nitrógeno.
- Rampa: 35,00 °C a 900,00 °C a 20,00 °C/min
- Peso de prueba: 14.784 mg.

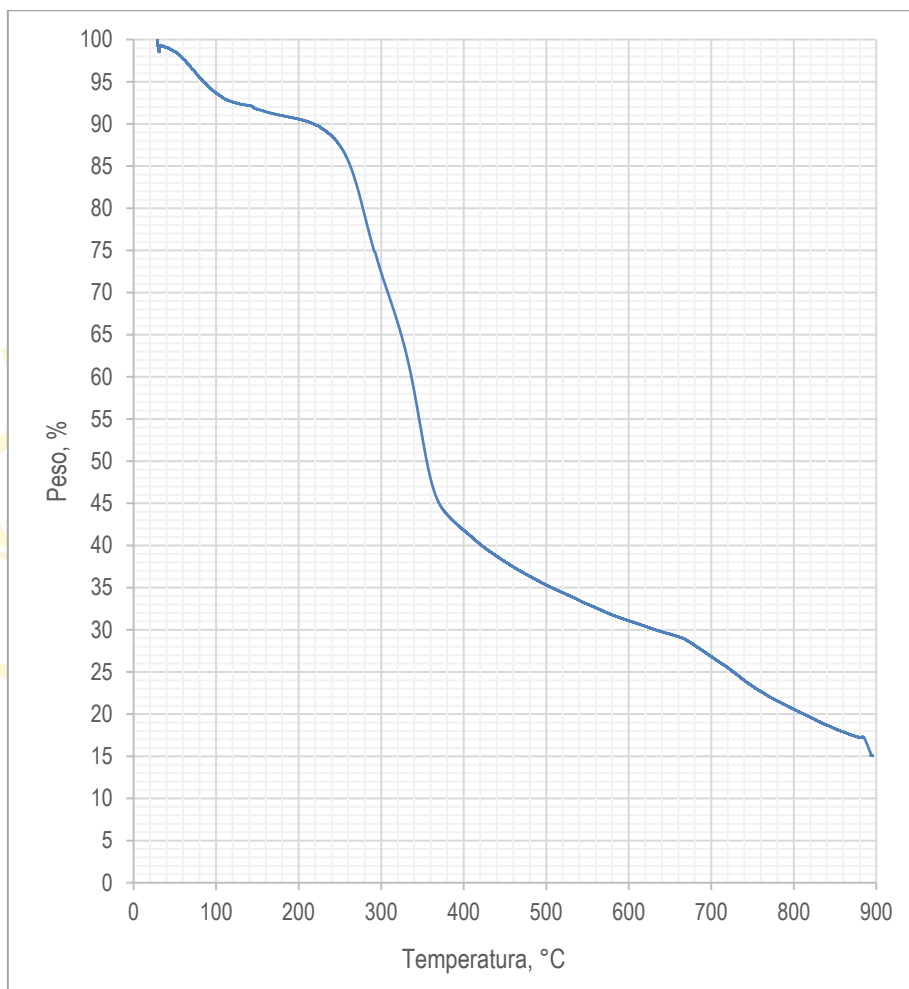


Figura N°2: Diagrama TGA de la muestra

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMÁN VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

7. COMENTARIOS

7.1. CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO - DSC

La curva DSC muestra una pequeña región endotérmica a aproximadamente a 100 °C. Posteriormente se evidencia un pico grande de absorción térmica alrededor de 750°C mostrando un posible cambio estructural de la muestra.

7.2. ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO - TGA

El análisis Termo gravimétrico de la muestra evidencia una estabilidad hasta los 225 °C, a partir de esta temperatura inicia su descomposición y pérdida constante de masa hasta obtener un remanente de aproximadamente 15.185 % de su masa inicial al alcanzar la temperatura final de ensayo.



Imagen N°1: EQUIPO DE ANÁLISIS TÉRMICO DSC - TGA



Imagen N°2: IMAGEN DE LA MUESTRA ANALIZADA

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

INFORME DE ENSAYO IE-070922-06-02

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER
1.2 RUC : 76759719
1.3 Dirección : --

2. FECHAS

2.1 Inicio : 07 de setiembre de 2022
2.2 Finalización : 15 de setiembre de 2022
2.3 Emisión de informe : 17 de setiembre de 2022

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20.0 °C
3.2 Humedad Relativa : 54 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

4.1 Ensayo solicitado / Método Utilizado : Determinación de Composición química / Espectroscopia de fluorescencia de rayos X (FRXDE)

5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

5.1 Código de Muestra : S-4777
5.2 Tipo de Muestra : Residuo orgánico
5.3 Descripción : HOJA DE BAGAZO DE CAÑA
5.4 Lote : No aplica
5.5 Fecha de Fabricación : No aplica
5.6 Fecha de Fabricación : No aplica
5.7 Muestreo : Muestreado por el Cliente

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE CONTENIDO DE CENIZAS

TABLA N°1: DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE CENIZAS

Muestra	Parámetro	Unidad	Resultado
S-4477	Contenido de Cenizas (Condiciones: 750°C por 2 Horas)	%	8.14



FIGURA N°1: MUFLA USADA EN LA CALCINACIÓN CONTROLADA



FIGURA N°2: MUESTRA ANTES Y DESPUES DE LA CALCINACIÓN

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
 QUÍMICO
 CQP. 1337

6.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX-720 espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Muestra pulverizada pasante malla N° 100
- Límite de detección del equipo es 0.010%.

TABLA N°2: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO COMO ÓXIDOS (*)

Muestra	Composición química	Unidad	Resultados
S-4477	Óxido de silicio SiO ₂	%	80.537
	Óxido de calcio CaO	%	7.898
	Óxido de potasio K ₂ O	%	4.275
	Óxido de magnesio MgO	%	2.476
	Óxido de azufre SO ₃	%	1.715
	Óxido de fósforo P ₂ O ₅	%	1.25
	Óxido de hierro Fe ₂ O ₃	%	0.837
	Óxido de aluminio Al ₂ O ₃	%	0.692
	Óxido de sodio Na ₂ O	%	0.131
	Óxido de manganeso MnO	%	0.102
	Óxido de titanio TiO ₂	%	0.044
Óxido de zinc ZnO	%	0.042	

(*) Cenizas Obtenidas a 750°C por 2 horas



FIGURA N°3: EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO


 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
 QUÍMICO
 CQP. 1337

REPORTE DE SERVICIO

IE-290922-03

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER/ LESLIE PIERINA OLIVEROS PAZ
1.2 RUC/DNI : 76759719/ 73354506
1.3 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE – 2022.

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 29 de setiembre del 2022
2.2 Fin : 03 de octubre del 2022
2.3 Emisión de informe : 03 de octubre del 2022

3. CONDICIONES DE CALCINACIÓN

- 3.1 Temperatura : 700.0 °C
3.2 Tiempo : 2 horas

4. DATOS DE LA MUESTRA CALCINADA Y CENIZA ENTREGADA

- 4.1 Código de Muestra : S-4936
4.2 Descripción : Hoja de Caña de Azúcar
4.3 Estado : Sólido
4.4 Cantidad de ceniza : 3.83 Kg



Imagen N°1: Mufia usada en la Calcinación controlada

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

REPORTE DE SERVICIO IE-041022-03

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER/ LESLIE PIERINA OLIVEROS PAZ
1.2 RUC/DNI : 76759719/ 73354506
1.3 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE – 2022.

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 04 de octubre del 2022
2.2 Fin : 07 de octubre del 2022
2.3 Emisión de informe : 10 de octubre del 2022

3. CONDICIONES DE CALCINACIÓN

- 3.1 Temperatura : 700.0 °C
3.2 Tiempo : 2 horas

4. DATOS DE LA MUESTRA CALCINADA Y CENIZA ENTREGADA

- 4.1 Código de Muestra : S-4936
4.2 Descripción : Hoja de Caña de Azúcar
4.3 Estado : Sólido
4.4 Cantidad de ceniza : 6.625 Kg



Imagen N°1: Mufia usada en la Calcinación controlada

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

**Anexo 17. Informe
del laboratorio de
mecánica de suelos**



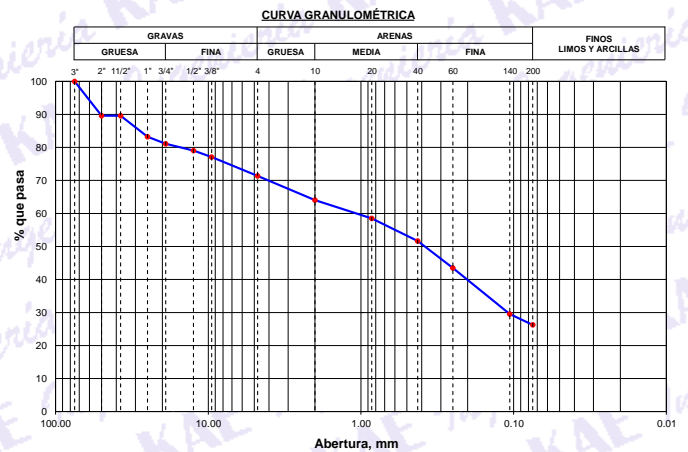
TESIS :	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-GRA-01
SOLICITA:	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	8/09/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas . Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata : C-01 Muestra : M-1 Profundidad : 0.60 a 1.50 m.	Peso Inicial Seco (gr) = 3124.1 Peso Mat. < N°4 (gr) = 2229.0 Peso de Fracción (gr) = 500.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 28.65% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 45.10% Finos (Diam < No.200) = 26.25%	D60 (mm) = 1.07 D30 (mm) = 0.11 D10 (mm) = --	SM (Arena Limosa con Grava) Clasificación AASHTO A-2-4 (0)

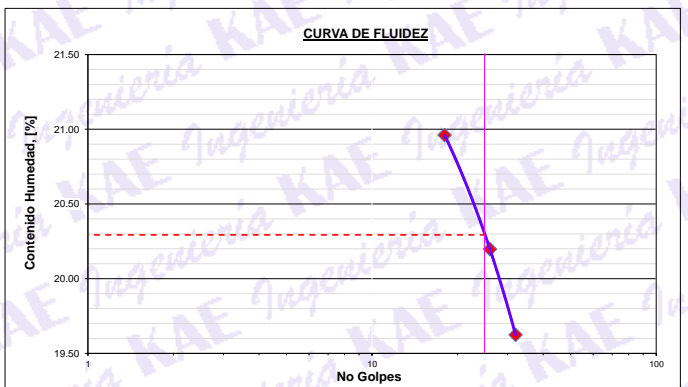
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"	0.0	0.0	0.0	100.00
50.000	2"	324.8	10.4	10.4	89.60
37.500	1 1/2"	0.0	0.0	10.4	89.60
25.000	1"	198.3	6.4	16.8	83.25
19.000	3/4"	67.7	2.2	18.9	81.08
12.500	1/2"	64.1	2.1	21.0	79.03
9.500	3/8"	60.8	2.0	22.9	77.08
4.750	N° 4	179.1	5.7	28.7	71.35
2.000	N° 10	51.10	7.3	35.9	64.06
0.850	N° 20	38.80	5.5	41.5	58.52
0.425	N° 40	48.20	6.9	48.4	51.64
0.250	N° 60	57.10	8.1	56.5	43.49
0.106	N° 140	97.60	13.9	70.4	29.56
0.075	N° 200	23.20	3.3	73.8	26.25
	FONDO	184.00	26.3	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 14	T - 02	T - 09
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	52.50	48.60	56.83
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	47.41	44.50	51.39
Peso De Agua	gr.	5.09	4.10	5.44
Peso Del Tarro	gr.	23.15	24.20	23.65
Peso Del Suelo Seco	gr.	24.26	20.30	27.74
Contenido De Humedad	%	20.96	20.20	19.62
Numero De Golpes	N°	18	26	32
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.			
Peso Del Tarro	gr.			
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			



Limite Líquido **20.3%**
Limite Plástico **N.P.**
Indice Plasticidad **N.P.**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°		
	T - 03	T - 14	
Peso Tara	gr.	63.30	53.50
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	186.30	256.50
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	179.30	244.10
Peso Agua	gr.	7.00	12.40
Peso Suelo Seco	gr.	116.00	190.60
Contenido de Humedad	%	6.03	6.51
Contenido de Humedad Promedio	%	6.27	

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





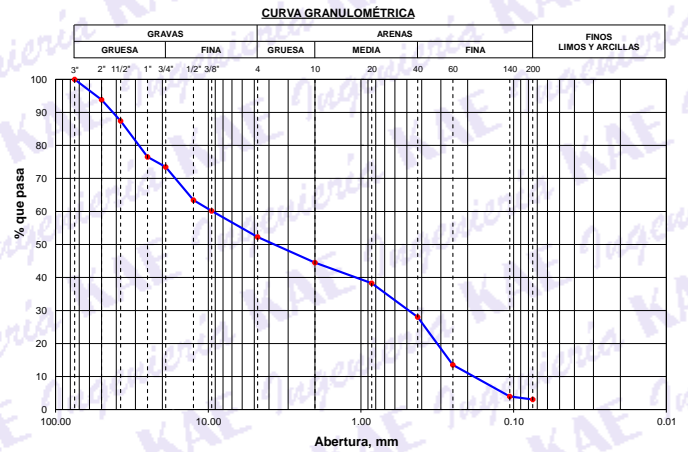
TESIS :	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO	REGISTRO N°:	CC-EST-GRA-02
	WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA:	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	8/09/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas . Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata : C-02 Muestra : M-1 Profundidad : 0.70 a 1.50 m.	Peso Inicial Seco (gr) = 4599.1 Peso Mat. < N°4 (gr) = 2403.0 Peso de Fracción (gr) = 500.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 47.75% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 49.20% Finos (Diam < No.200) = 3.05%	D60 (mm) = 9.35 D30 (mm) = 0.49 D10 (mm) = 0.18	SP (Arena Mal Graduada con Grava) Clasificación AASHTO A-1-a (0)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"	0.0	0.0	0.0	100.00
50.000	2"	284.4	6.2	6.2	93.82
37.500	1 1/2"	294.1	6.4	12.6	87.43
25.000	1"	501.5	10.9	23.5	76.53
19.000	3/4"	141.8	3.1	26.6	73.45
12.500	1/2"	461.5	10.0	36.6	63.42
9.500	3/8"	149.1	3.2	39.8	60.18
4.750	N° 4	364.9	7.9	47.8	52.25
2.000	N° 10	74.00	7.7	55.5	44.52
0.850	N° 20	60.00	6.3	61.8	38.25
0.425	N° 40	97.90	10.2	72.0	28.02
0.250	N° 60	138.60	14.5	86.5	13.54
0.106	N° 140	91.40	9.6	96.0	3.99
0.075	N° 200	9.00	0.9	97.0	3.05
	FONDO	29.10	3.0	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.		
Peso Del Tarro	gr.	NO PRESENTA	
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		
Numero De Golpes	N°		
LÍMITE PLÁSTICO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.	NO PLÁSTICO	
Peso Del Tarro	gr.		
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		



Limite Líquido **N.P.**
Limite Plástico **N.P.**
Indice Plasticidad **N.P.**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°		
	T - 05	T - 17	
Peso Tara	gr.	63.20	52.80
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	232.00	216.90
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	230.10	214.40
Peso Agua	gr.	1.90	2.50
Peso Suelo Seco	gr.	166.90	161.60
Contenido de Humedad	%	1.14	1.55
Contenido de Humedad Promedio	%	1.34	

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





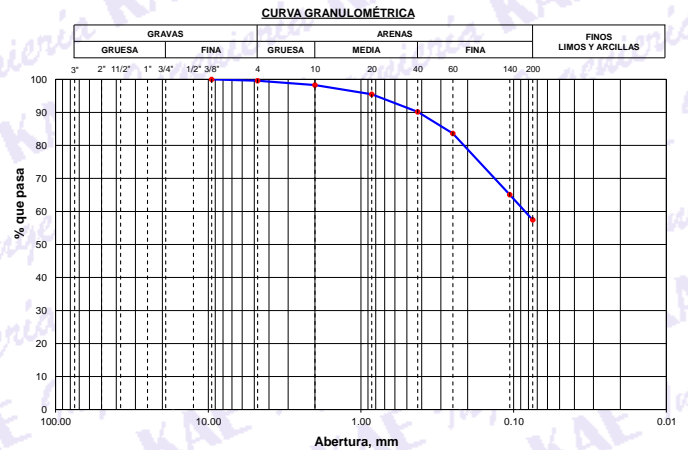
TESIS :	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO	REGISTRO N°:	CC-EST-GRA-03
	WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA:	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	8/09/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas . Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata : C-03 Muestra : M-1 Profundidad : 0.60 a 1.50 m.	Peso Inicial Seco (gr) = 1007.3 Peso Mat. < N°4 (gr) = 1003.4 Peso de Fracción (gr) = 500.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.39% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 42.17% Finos (Diam < No.200) = 57.44%	D60 (mm) = 0.08 D30 (mm) = -- D10 (mm) = --	ML (Limo Arenoso) Clasificación AASHTO A-4 (4)

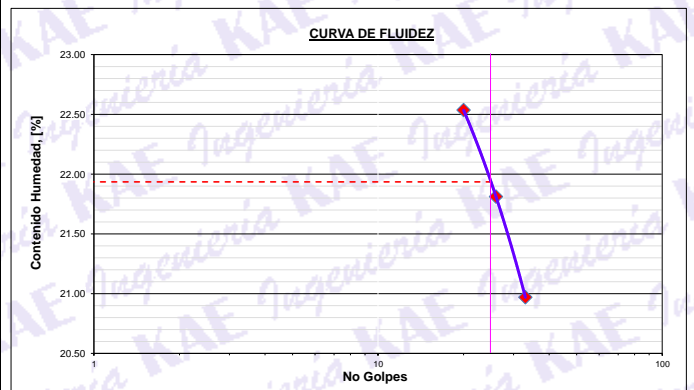
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	3.9	0.4	0.4	99.61
2.000	N° 10	6.70	1.3	1.7	98.28
0.850	N° 20	14.10	2.8	4.5	95.47
0.425	N° 40	26.70	5.3	9.9	90.15
0.250	N° 60	32.80	6.5	16.4	83.62
0.106	N° 140	92.90	18.5	34.9	65.11
0.075	N° 200	38.50	7.7	42.6	57.44
	FONDO	288.30	57.4	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 05	T - 08	T - 28
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	44.70	53.20	49.36
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	39.90	47.86	45.02
Peso De Agua	gr.	4.80	5.34	4.34
Peso Del Tarro	gr.	18.60	23.40	24.30
Peso Del Suelo Seco	gr.	21.30	24.46	20.72
Contenido De Humedad	%	22.54	21.81	20.97
Numero De Golpes	N°	20	26	33
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.	NO PLÁSTICO		
Peso Del Tarro	gr.			
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			



Limite Líquido **21.9%**
Limite Plástico **N.P.**
Indice Plasticidad **N.P.**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°		
	T - 16	T - 09	
Peso Tara	gr.	67.50	57.40
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	183.30	256.50
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	161.10	222.10
Peso Agua	gr.	22.20	34.40
Peso Suelo Seco	gr.	93.60	164.70
Contenido de Humedad	%	23.72	20.89
Contenido de Humedad Promedio	%	22.30	

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





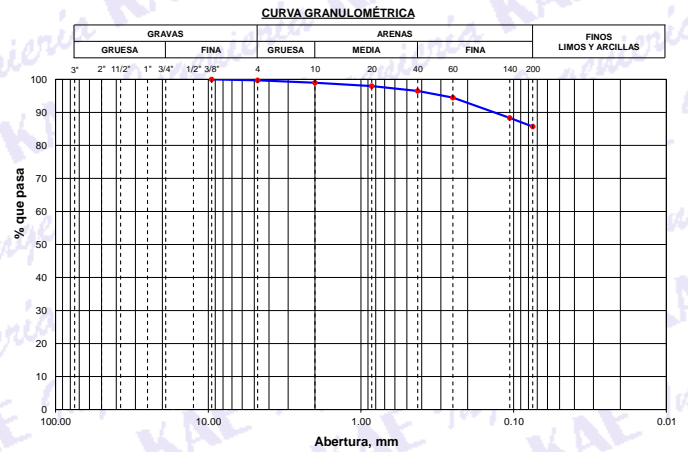
TESIS :	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-GRAC-01
SOLICITA:	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	9/09/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas . Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata : -- Material : Ceniza Bagazo Profundidad : --	Peso Inicial Seco (gr) = 300.9 Peso Mat. < N°4 (gr) = 300.1 Peso de Fracción (gr) = 300.1	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.27% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 14.03% Finos (Diam < No.200) = 85.70%	D60 (mm) = -- D30 (mm) = -- D10 (mm) = --	ML (Limo) Clasificación AASHTO A-5 (10)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	0.8	0.3	0.3	99.73
2.000	N° 10	2.30	0.8	1.0	98.97
0.850	N° 20	3.00	1.0	2.0	97.97
0.425	N° 40	4.40	1.5	3.5	96.51
0.250	N° 60	6.10	2.0	5.5	94.48
0.106	N° 140	18.50	6.1	11.7	88.33
0.075	N° 200	7.90	2.6	14.3	85.70
	FONDO	257.90	85.7	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.		
Peso Del Tarro	gr.	NO PLÁSTICO	
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		
Numero De Golpes	N°		
LÍMITE PLÁSTICO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.	NO PLÁSTICO	
Peso Del Tarro	gr.		
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		



Limite Líquido N.P.
Limite Plástico N.P.
Indice Plasticidad N.P.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
	-	-
Peso Tara	gr.	-
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	-
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	-
Peso Agua	gr.	-
Peso Suelo Seco	gr.	-
Contenido de Humedad	%	-
Contenido de Humedad Promedio	%	-

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





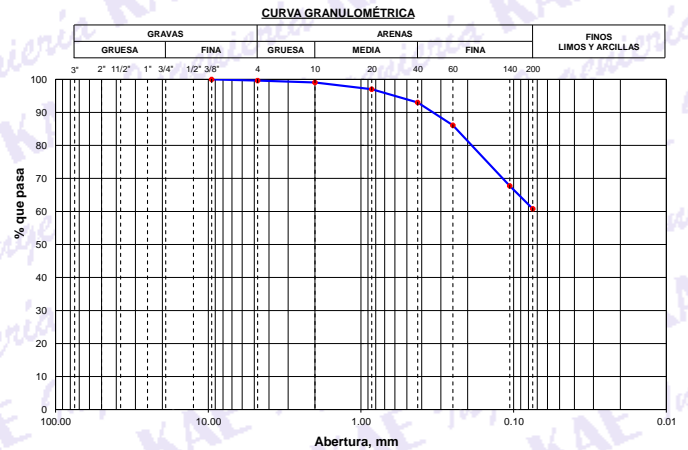
TESIS :	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO	REGISTRO N°:	CC-EST-GRAC-02
	WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA:	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	9/09/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas . Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Mezcla : 5%C - 2.5CA Material 1 : Ceniza Bagazo Material 2 : Cemento	Peso Inicial Seco (gr) = 537.5 Peso Mat. < N°4 (gr) = 535.5 Peso de Fracción (gr) = 535.5	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.37% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 38.82% Finos (Diam < No.200) = 60.81%	D60 (mm) = -- D30 (mm) = -- D10 (mm) = --	ML (Limo Arenoso) Clasificación AASHTO A-4 (6)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	2.0	0.4	0.4	99.63
2.000	N° 10	3.00	0.6	0.9	99.07
0.850	N° 20	11.10	2.1	3.0	97.00
0.425	N° 40	21.50	4.0	7.0	93.00
0.250	N° 60	36.90	6.9	13.9	86.13
0.106	N° 140	98.70	18.4	32.2	67.77
0.075	N° 200	37.40	7.0	39.2	60.81
	FONDO	326.90	60.8	100.0	

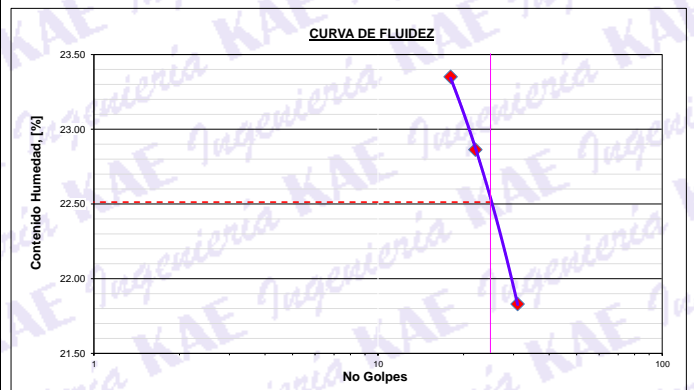


ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 05	T - 02	T - 07
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	54.96	56.31	55.38
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	48.94	49.22	49.32
Peso De Agua	gr.	6.02	7.09	6.06
Peso Del Tarro	gr.	23.16	18.21	21.56
Peso Del Suelo Seco	gr.	25.78	31.01	27.76
Contenido De Humedad	%	23.35	22.86	21.83
Numero De Golpes	N°	18	22	31
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.			
Peso Del Tarro	gr.			
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			

NO PLÁSTICO



Limite Líquido 22.51%
Limite Plástico N.P.
Indice Plasticidad N.P.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
Peso Tara	gr.	-
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	-
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	-
Peso Agua	gr.	-
Peso Suelo Seco	gr.	-
Contenido de Humedad	%	-
Contenido de Humedad Promedio	%	-

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216007





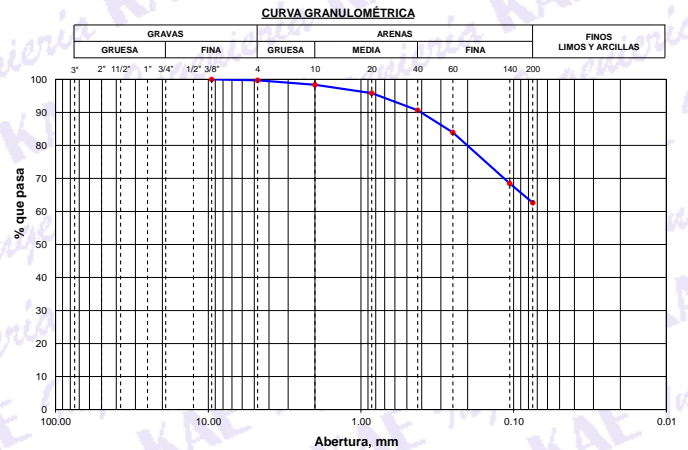
TESIS :	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-GRAC-03
SOLICITA:	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	9/09/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas . Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Mezcla : 10%C - 5CA Material 1 : Ceniza Bagazo Material 2 : Cemento	Peso Inicial Seco (gr) = 574.9 Peso Mat. < N°4 (gr) = 573.4 Peso de Fracción (gr) = 573.4	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.26% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 37.11% Finos (Diam < No.200) = 62.63%	D60 (mm) = -- D30 (mm) = -- D10 (mm) = --	ML (Limo Arenoso) Clasificación AASHTO A-4 (6)

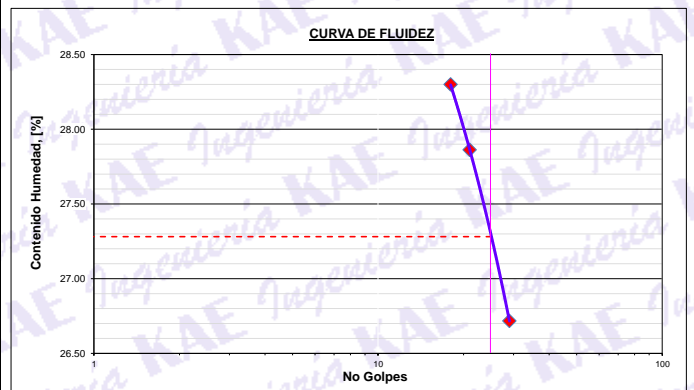
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	1.5	0.3	0.3	99.74
2.000	N° 10	8.00	1.4	1.7	98.35
0.850	N° 20	14.40	2.5	4.2	95.85
0.425	N° 40	29.80	5.2	9.3	90.67
0.250	N° 60	38.70	6.7	16.1	83.94
0.106	N° 140	88.70	15.4	31.5	68.51
0.075	N° 200	33.80	5.9	37.4	62.63
	FONDO	360.00	62.6	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 12	T - 10	T - 04
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	53.91	40.82	51.98
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	46.62	36.10	45.99
Peso De Agua	gr.	7.29	4.72	5.99
Peso Del Tarro	gr.	20.86	19.16	23.57
Peso Del Suelo Seco	gr.	25.76	16.94	22.42
Contenido De Humedad	%	28.30	27.86	26.72
Numero De Golpes	N°	18	21	29
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro		T - 13	T - 24	T - 10
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	22.52	26.98	29.76
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	21.62	26.13	28.72
Peso De Agua	gr.	0.90	0.85	1.04
Peso Del Tarro	gr.	18.01	22.61	24.51
Peso Del Suelo Seco	gr.	3.61	3.52	4.21
Contenido De Humedad	%	24.93	24.15	24.70



Limite Líquido **27.28%**
Limite Plástico **24.59%**
Indice Plasticidad **2.69%**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
	-	-
Peso Tara	gr.	-
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	-
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	-
Peso Agua	gr.	-
Peso Suelo Seco	gr.	-
Contenido de Humedad	%	-
Contenido de Humedad Promedio	%	-

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIF N° 216067





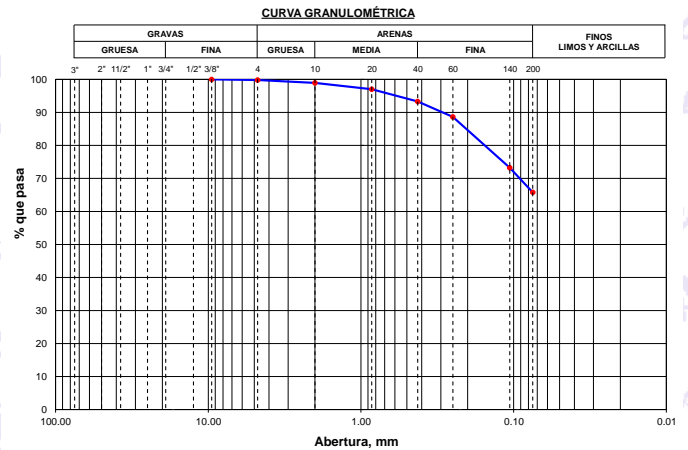
TESIS :	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO	REGISTRO N°:	CC-EST-GRAC-04
	WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA:	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	9/09/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas . Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Mezcla : 15%C - 7.5CA	Peso Inicial Seco (gr) = 612.5	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.18%	D60 (mm) = --	ML (Limo Arenoso)
Material 1 : Ceniza Bagazo	Peso Mat. < N°4 (gr) = 611.4	Arena (No.200 < Diam < No.4) = 34.03%	D30 (mm) = --	Clasificación AASHTO
Material 2 : Cemento	Peso de Fracción (gr) = 611.4	Finos (Diam < No.200) = 65.79%	D10 (mm) = --	A-4 (6)

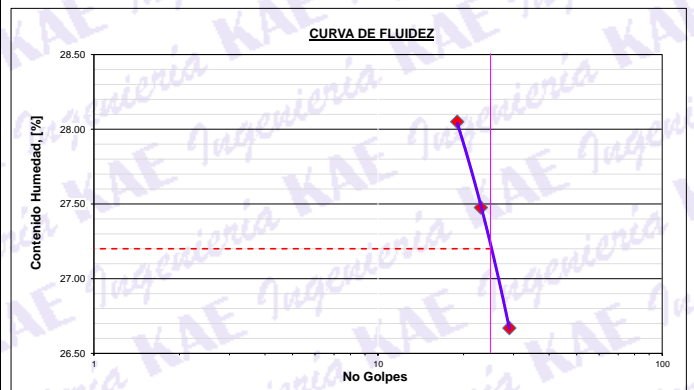
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"	0.0	0.0	0.0	100.00
4.750	N° 4	1.1	0.2	0.2	99.82
2.000	N° 10	5.40	0.9	1.1	98.94
0.850	N° 20	11.80	1.9	3.0	97.01
0.425	N° 40	22.70	3.7	6.7	93.30
0.250	N° 60	28.60	4.7	11.4	88.63
0.106	N° 140	94.20	15.4	26.8	73.25
0.075	N° 200	45.70	7.5	34.2	65.79
	FONDO	403.00	65.8	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO

(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 12	T - 01	T - 04
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	55.28	37.51	54.03
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	48.36	33.46	47.24
Peso De Agua	gr.	6.92	4.05	6.79
Peso Del Tarro	gr.	23.69	18.72	21.78
Peso Del Suelo Seco	gr.	24.67	14.74	25.46
Contenido De Humedad	%	28.05	27.48	26.67
Numero De Golpes	N°	19	23	29
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro		T - 25	T - 13	T - 19
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	23.01	25.16	28.54
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	22.40	24.13	27.32
Peso De Agua	gr.	0.61	1.03	1.22
Peso Del Tarro	gr.	19.75	19.61	22.08
Peso Del Suelo Seco	gr.	2.65	4.52	5.24
Contenido De Humedad	%	23.02	22.79	23.28



Limite Líquido **27.20%**
Limite Plástico **23.03%**
Indice Plasticidad **4.17%**

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL

(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
	-	-
Peso Tara	gr.	-
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	-
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	-
Peso Agua	gr.	-
Peso Suelo Seco	gr.	-
Contenido de Humedad	%	-
Contenido de Humedad Promedio	%	-

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16067





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-CBR-03
SOLICITA	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	01 de 03
UBICACIÓN	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	18/09/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 / ASTM D1883

Datos de la Muestra

Cantera : C-01

Clasificación (SUCS) : SM

Muestra : M-01 (0.60 a 1.50) m.

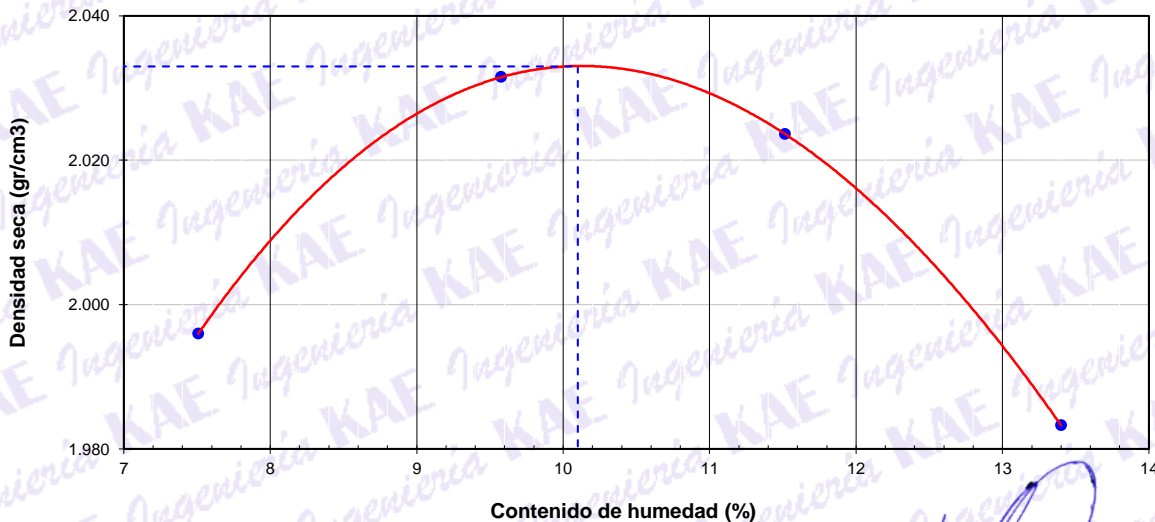
Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)

Peso suelo + molde	gr	7781.00	7949.00	8013.00	7997.00
Peso molde	gr	3289.00	3289.00	3289.00	3289.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4492.00	4660.00	4724.00	4708.00
Volumen del molde	cm ³	2093.36	2093.36	2093.36	2093.36
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.15	2.23	2.26	2.25
Recipiente N°		1	16	25	3
Peso del suelo húmedo+tara	gr	316.20	219.50	230.00	224.60
Peso del suelo seco + tara	gr	298.30	205.90	213.20	206.00
Tara	gr	59.90	63.90	67.30	67.20
Peso de agua	gr	17.90	13.60	16.80	18.60
Peso del suelo seco	gr	238.40	142.00	145.90	138.80
Contenido de agua	%	7.51	9.58	11.51	13.40
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.996	2.032	2.024	1.983

Densidad máxima (gr/cm³) 2.033

Humedad óptima (%) 10.10

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216007





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°: CC-EST-CBR-03
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°: 02 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 18/09/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Cantera : C-01

Clasificación (SUCS) : SM

Muestra : M-01 (0.60 a 1.50) m.

Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,328	11,376	12,104	12,199	11,825	11,962
Peso molde (gr.)	6,775	6,775	7,513	7,513	7,555	7,555
Peso suelo compactado (gr.)	4,553	4,601	4,591	4,686	4,270	4,407
Volumen del molde (cm ³)	2,034	2,034	2,146	2,146	2,132	2,132
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.238	2.262	2.139	2.183	2.003	2.067
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.034	2.034	1.945	1.945	1.820	1.820

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5
Peso de tara (gr.)	42.30	0.00	50.40	0.00	46.30
Tara + suelo húmedo (gr.)	296.80	4601.00	254.80	4686.00	198.50
Tara + suelo seco (gr.)	273.60	4137.95	236.20	4173.23	184.60
Peso de agua (gr.)	23.20	463.05	18.60	512.77	13.90
Peso de suelo seco (gr.)	231.30	4137.95	185.80	4173.23	138.30
Humedad (%)	10.03	11.19	10.01	12.29	10.05

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2022	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	14:00	24	0.003	0.08	0.06	0.006	0.15	0.12	0.015	0.38	0.30
20/09/2022	14:00	48	0.006	0.15	0.12	0.015	0.38	0.30	0.026	0.66	0.52
21/09/2022	14:00	72	0.008	0.20	0.16	0.026	0.66	0.52	0.045	1.14	0.90
22/09/2022	14:00	96	0.011	0.28	0.22	0.047	1.18	0.93	0.054	1.37	1.08

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		102	33.2			52	17.1			9	3.0		
0.050		230	75.3			162	52.8			67	22.0		
0.075		403	131.9			311	101.7			150	49.2		
0.100	1000	570	186.6	220.0	22.0	453	148.3	180.0	18.0	203	66.5	70.0	7.0
0.150		936	306.1			724	236.9			317	103.6		
0.200	1500	1286	420.7	440.0	29.3	986	322.5	350.0	23.3	431	141.1	145.0	9.7
0.300		1824	596.5			1460	477.7			643	210.4		
0.400		2339	765.2			1808	591.3			868	283.9		
0.500		2563	838.4			2140	699.8			1013	331.4		

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





TESIS	: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-CBR-03
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	18/09/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Cantera : C-01

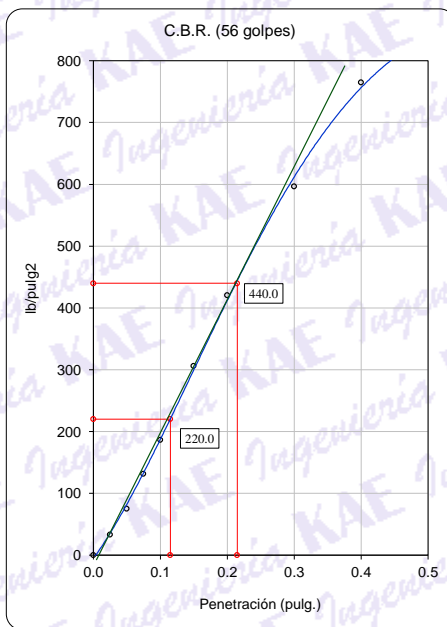
Clasificación (SUCS) : SM

Máxima Densidad Seca : 2.033 gr./cm³

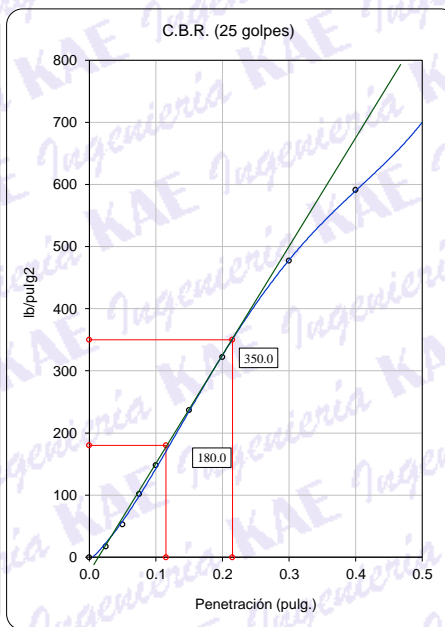
Muestra : M-01 (0.60 a 1.50) m.

Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)

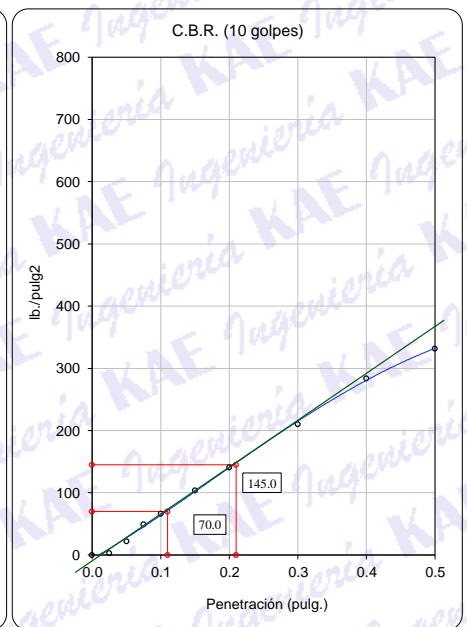
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.931 gr./cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 22.0%

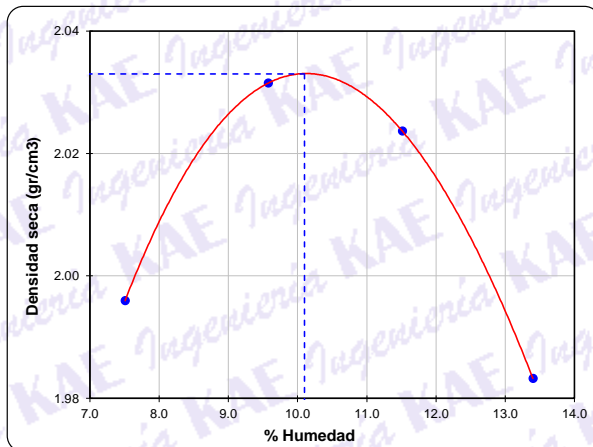


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 18.0%



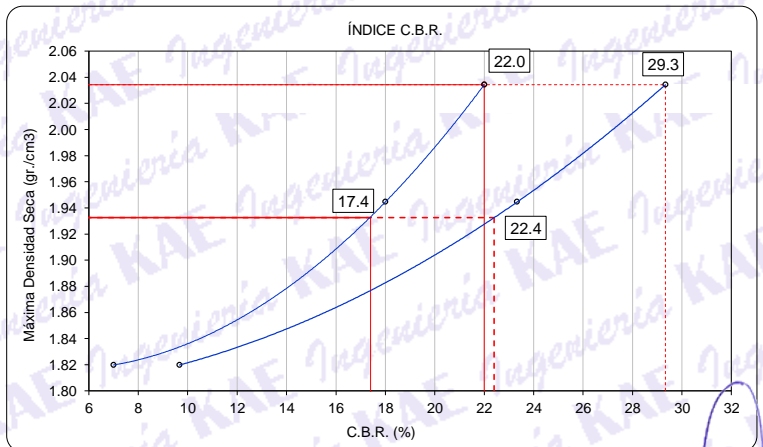
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 7.0%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 22.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 17.4%

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 29.3%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 22.4%

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada por el personal tecnico de laboratorio en obra.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 16087





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°: CC-EST-CBR-02
SOLICITA	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°: 01 de 03
UBICACIÓN	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 19/09/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 / ASTM D1883

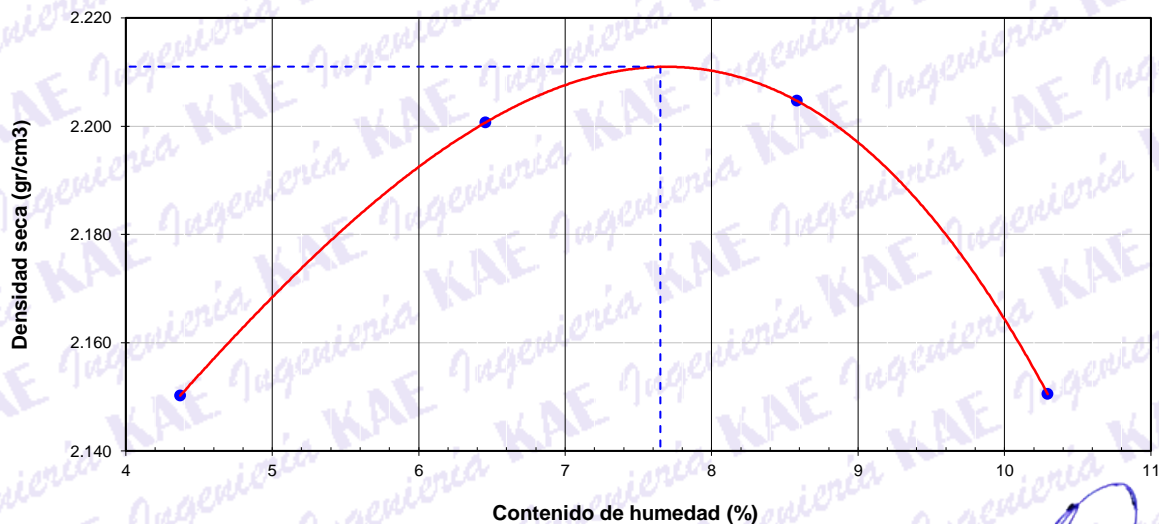
Datos de la Muestra	
Calicata : C-02	Clasificación (SUCS) : SP
Muestra : M-01 (0.70 a 1.50) m.	Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)

Peso suelo + molde	gr	7980.00	8186.00	8293.00	8247.00
Peso molde	gr	3287.70	3287.70	3287.70	3287.70
Peso suelo húmedo compactado	gr	4692.30	4898.30	5005.30	4959.30
Volumen del molde	cm ³	2090.86	2090.86	2090.86	2090.86
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.24	2.34	2.39	2.37
Recipiente N°		3	5	63	17
Peso del suelo húmedo+tara	gr	237.30	260.90	244.10	253.60
Peso del suelo seco + tara	gr	230.00	248.90	230.00	235.80
Tara	gr	63.00	63.00	65.70	62.90
Peso de agua	gr	7.30	12.00	14.10	17.80
Peso del suelo seco	gr	167.00	185.90	164.30	172.90
Contenido de agua	%	4.37	6.46	8.58	10.29
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.150	2.201	2.205	2.151

Densidad máxima (gr/cm³) **2.211**

Humedad óptima (%) **7.65**

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216067





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-CBR-02
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	02 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	19/09/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Calicata : C-02

Clasificación (SUCS) : SP

Muestra : V-01 (0.70 a 1.50) m

Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,629	12,655	12,394	12,475	12,423	12,540
Peso molde (gr.)	7,690	7,690	7,616	7,616	7,760	7,760
Peso suelo compactado (gr.)	4,939	4,965	4,778	4,859	4,663	4,780
Volumen del molde (cm ³)	2,075	2,075	2,100	2,100	2,104	2,104
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.380	2.392	2.275	2.313	2.216	2.271
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.211	2.211	2.113	2.113	2.059	2.059

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5
Peso de tara (gr.)	54.80	0.00	43.80	0.00	51.70
Tara + suelo húmedo (gr.)	352.10	4965.00	264.20	4859.00	302.60
Tara + suelo seco (gr.)	331.00	4588.47	248.50	4437.64	284.80
Peso de agua (gr.)	21.10	376.53	15.70	421.36	17.80
Peso de suelo seco (gr.)	276.20	4588.47	204.70	4437.64	233.10
Humedad (%)	7.64	8.21	7.67	9.50	7.64

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO PRESENTA											

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		366	119.7			157	51.4			96	31.3		
0.050		1095	358.1			593	193.9			365	119.4		
0.075		2048	669.8			1232	403.0			560	183.2		
0.100	1000	2948	964.2	950.0	95.0	1878	614.4	690.0	69.0	862	281.8	310.0	31.0
0.150		4399	1438.7			3123	1021.3			1342	439.1		
0.200	1500	5643	1845.6	1810.0	120.7	4158	1360.1	1400.0	93.3	1911	625.0	650.0	43.3
0.300		7708	2521.2			6191	2025.0			3011	984.9		
0.400		9375	3066.4			7487	2448.7			3762	1230.5		
0.500		11293	3693.6			9265	3030.5			4288	1402.5		

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Vladimir Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215007





OBRA	: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°	: CC-EST-CBR-02
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°	: 03 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA	: 19/09/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Calicata : C-02

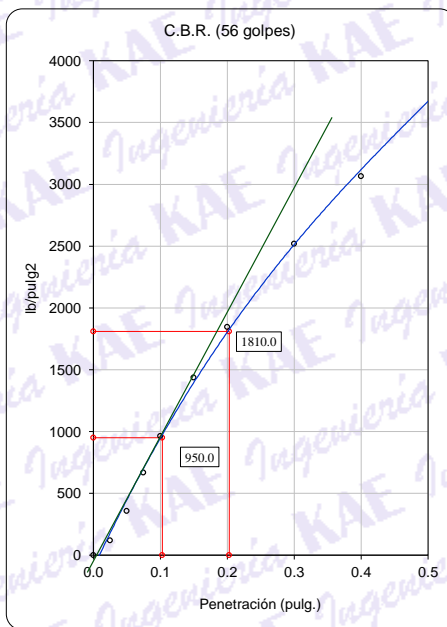
Clasificación (SUCS) : SP

Máxima Densidad Seca : 2.211 gr/cm³

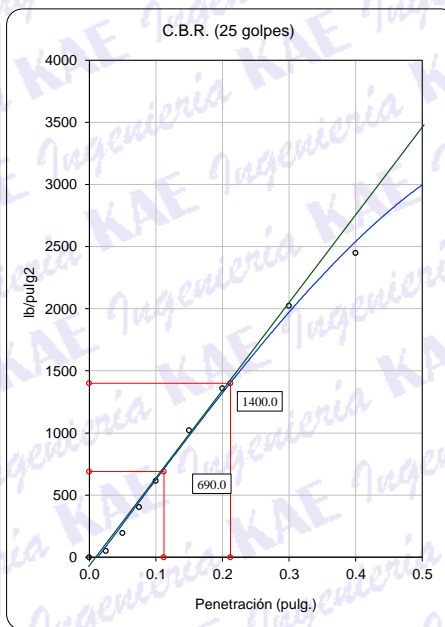
Muestra : M-01 (0.70 a 1.50) m.

Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)

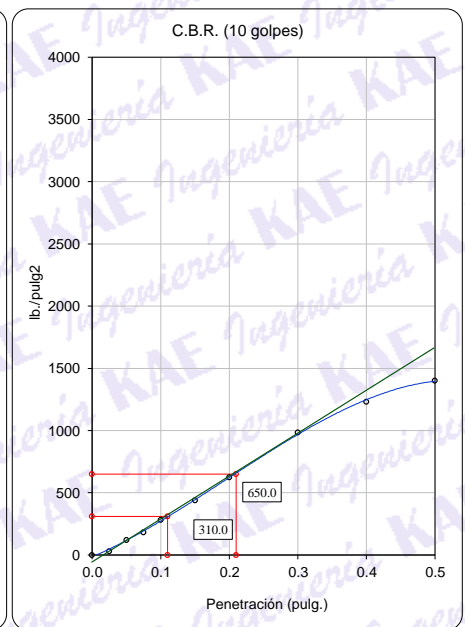
Máxima Densidad Seca al 95% : 2.100 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 95.0%

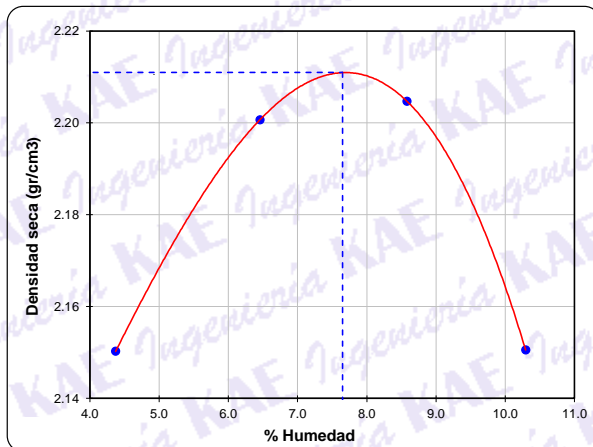


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 69.0%



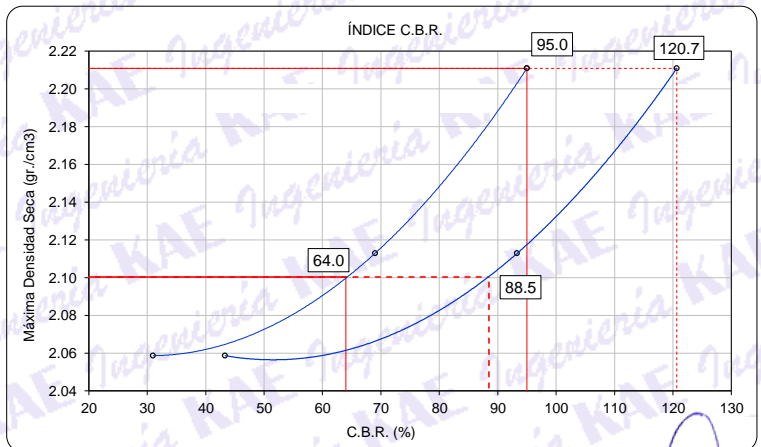
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 31.0%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 95.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 64.0%

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 120.7%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 88.5%

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada por el personal tecnico de laboratorio de obra.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-CBR-01
SOLICITA	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	01 de 03
UBICACIÓN	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	9/09/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883

Datos de la Muestra

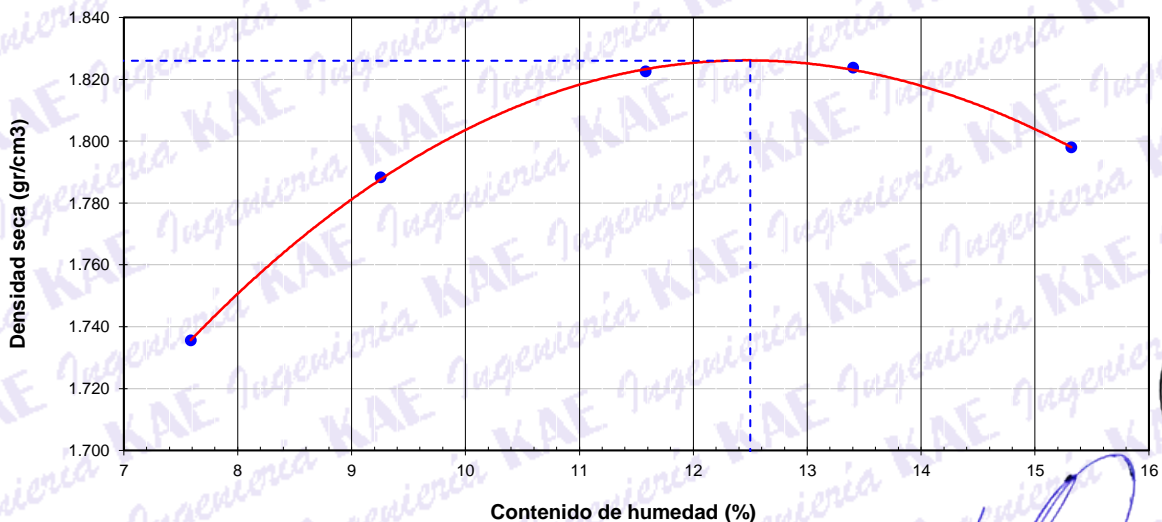
Cantera : C-03 Clasificación (SUCS) : ML
Muestra : M-01 (0.60 a 1.50) m. Clasificación (AASHTO) : A-4 (4)

Peso suelo + molde	gr	7193.00	7374.00	7541.00	7613.00	7624.00
Peso molde	gr	3289.00	3289.00	3289.00	3289.00	3289.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3904.00	4085.00	4252.00	4324.00	4335.00
Volumen del molde	cm ³	2090.86	2090.86	2090.86	2090.86	2090.86
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.87	1.95	2.03	2.07	2.07
Recipiente N°		1	6	15	24	8
Peso del suelo húmedo+tara	gr	216.10	231.40	208.70	300.20	265.50
Peso del suelo seco + tara	gr	205.50	217.70	194.00	271.80	238.80
Tara	gr	65.80	69.70	67.10	59.90	64.50
Peso de agua	gr	10.60	13.70	14.70	28.40	26.70
Peso del suelo seco	gr	139.70	148.00	126.90	211.90	174.30
Contenido de agua	%	7.59	9.26	11.58	13.40	15.32
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.735	1.788	1.822	1.824	1.798

Densidad máxima (gr/cm³) 1.826

Humedad óptima (%) 12.50

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 218087





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°: CC-EST-CBR-01
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°: 02 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 9/09/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Cantera : C-03

Clasificación (SUCS) : ML

Muestra : M-01 (0.60 a 1.50) m.

Clasificación (AASHTO) : A-4 (4)

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,762	12,795	12,238	12,324	12,157	12,288
Peso molde (gr.)	8,432	8,432	8,059	8,059	8,173	8,173
Peso suelo compactado (gr.)	4,330	4,363	4,179	4,265	3,984	4,115
Volumen del molde (cm ³)	2,108	2,108	2,125	2,125	2,136	2,136
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.054	2.070	1.967	2.007	1.865	1.927
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.826	1.826	1.748	1.748	1.658	1.658

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5
Peso de tara (gr.)	25.50	0.00	35.60	0.00	51.40
Tara + suelo húmedo (gr.)	252.20	4363.00	186.50	4265.00	263.20
Tara + suelo seco (gr.)	227.00	3848.68	169.70	3713.74	239.70
Peso de agua (gr.)	25.20	514.32	16.80	551.26	23.50
Peso de suelo seco (gr.)	201.50	3848.68	134.10	3713.74	188.30
Humedad (%)	12.51	13.36	12.53	14.84	12.48

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/09/2022	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
10/09/2022	14:00	24	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
11/09/2022	14:00	48	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
12/09/2022	14:00	72	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
13/09/2022	14:00	96	0.047	1.20	0.94	0.056	1.42	1.12	0.043	1.10	0.86

PENETRACIÓN

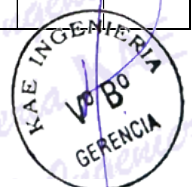
Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg2)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		84	27.4			64	20.9			29	9.4		
0.050		165	53.9			142	46.4			80	26.2		
0.075		247	80.7			210	68.6			133	43.4		
0.100	1000	350	114.4	120.0	12.0	285	93.3	98.0	9.8	195	63.8	62.0	6.2
0.150		532	174.0			435	142.2			291	95.2		
0.200	1500	701	229.3	238.0	15.9	626	204.9	200.0	13.3	384	125.6	125.0	8.3
0.300		1075	351.8			893	292.1			548	179.2		
0.400		1382	452.0			1241	406.0			686	224.4		
0.500		1646	538.4			1432	468.3			792	259.1		

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-CBR-01
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	9/09/2022

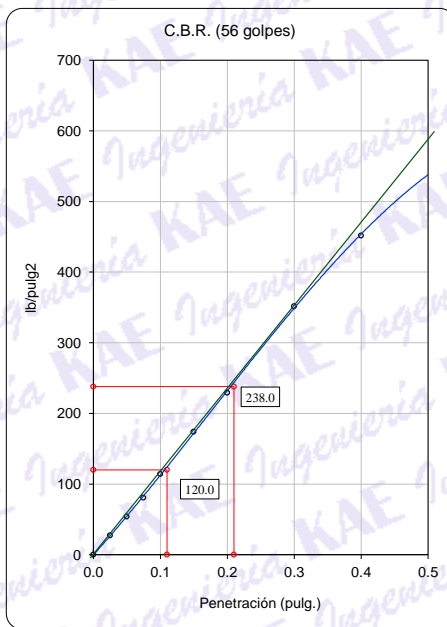
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

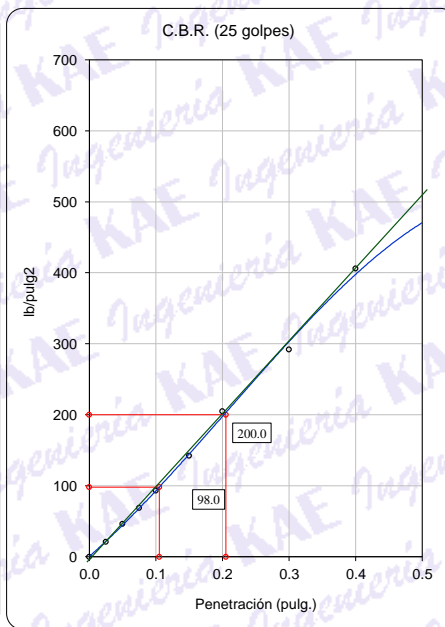
Cantera : C-03
Muestra : M-01 (0.60 a 1.50) m.

Clasificación (SUCS) : ML
Clasificación (AASHTO) : A-4 (4)

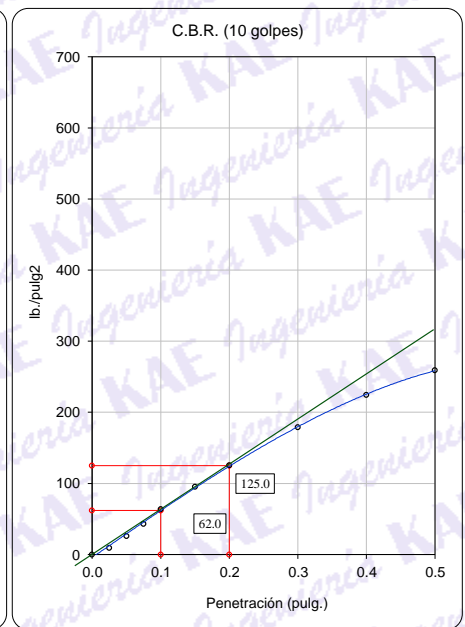
Máxima Densidad Seca : 1.826 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.735 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 12.0%

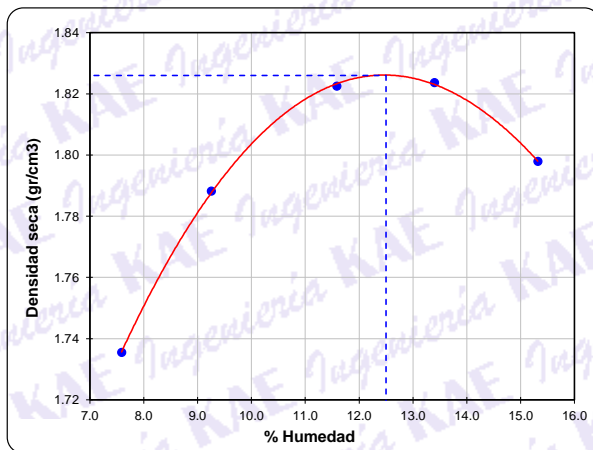


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 9.8%



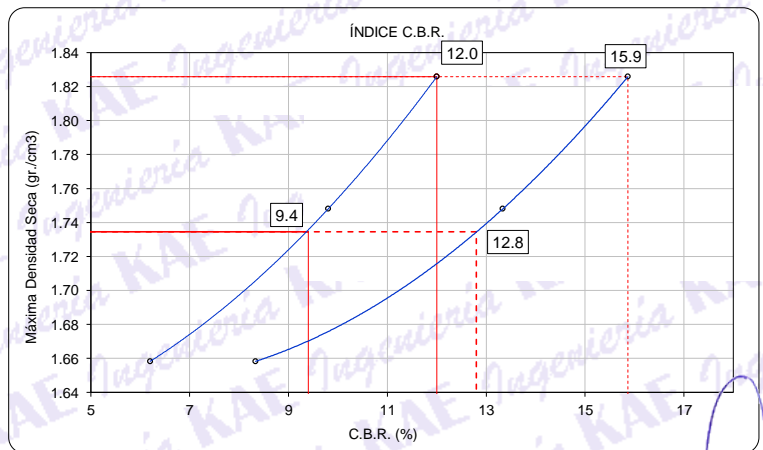
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 6.2%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 12.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 9.4%

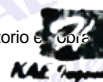
CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 15.9%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 12.8%

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada por el personal tecnico de laboratorio



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





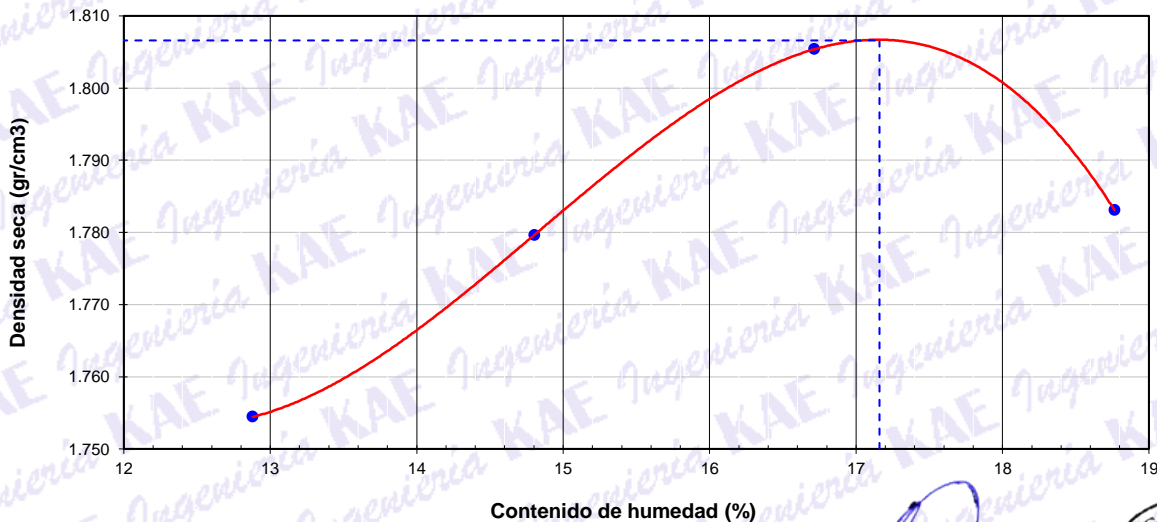
TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°: CC-EST-CBR-04
SOLICITA	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°: 01 de 03
UBICACIÓN	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 23/09/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883

Datos de la Muestra	
Muestra : C-03	Clasificación (SUCS) : ML
Adiciones : 5% CWP + 2.5% CBCA	Clasificación (AASHTO) : A-4 (6)

Peso suelo + molde	gr	7430.00	7561.00	7695.00	7717.00
Peso molde	gr	3289.30	3289.30	3289.30	3289.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	4140.70	4271.70	4405.70	4427.70
Volumen del molde	cm ³	2090.84	2090.84	2090.84	2090.84
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.98	2.04	2.11	2.12
Recipiente N°		1	54	2	6
Peso del suelo húmedo+tara	gr	204.10	205.00	187.20	247.00
Peso del suelo seco + tara	gr	188.00	187.40	170.00	216.90
Tara	gr	63.00	68.50	67.10	56.50
Peso de agua	gr	16.10	17.60	17.20	30.10
Peso del suelo seco	gr	125.00	118.90	102.90	160.40
Contenido de agua	%	12.88	14.80	16.72	18.77
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.754	1.780	1.805	1.783
Densidad máxima (gr/cm³)					1.807
Humedad óptima (%)					17.16

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-CBR-04
SOLICITA	: OLIVEROS PÁZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	02 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	23/09/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Muestra :	C-03	Clasificación (SUCS) :	ML
Adiciones :	5% CWP + 2.5% CBCA	Clasificación (AASHTO) :	A-4 (6)

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	11,951	12,040	11,846	11,998	11,499	11,712
Peso molde (gr.)	7,516	7,516	7,520	7,520	7,501	7,501
Peso suelo compactado (gr.)	4,435	4,524	4,326	4,478	3,998	4,211
Volumen del molde (cm ³)	2,100	2,100	2,142	2,142	2,114	2,114
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.112	2.155	2.019	2.090	1.891	1.992
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.803	1.803	1.725	1.725	1.614	1.614

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5
Peso de tara (gr.)	68.20	0.00	72.40	0.00	69.40
Tara + suelo húmedo (gr.)	231.50	4524.00	246.80	4478.00	251.70
Tara + suelo seco (gr.)	207.60	3785.91	221.40	3695.95	225.00
Peso de agua (gr.)	23.90	738.09	25.40	782.05	26.70
Peso de suelo seco (gr.)	139.40	3785.91	149.00	3695.95	155.60
Humedad (%)	17.14	19.50	17.05	21.16	17.16

EXPANSIÓN

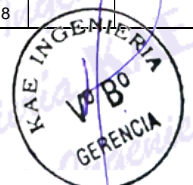
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23/09/2022	10:45	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24/09/2022	10:45	24	0.004	0.10	0.08	0.007	0.18	0.14	0.012	0.30	0.24
25/09/2022	10:45	48	0.006	0.15	0.12	0.009	0.23	0.18	0.015	0.38	0.30
26/09/2022	10:45	72	0.008	0.20	0.16	0.011	0.28	0.22	0.017	0.43	0.34
27/09/2022	10:45	96	0.009	0.23	0.18	0.013	0.33	0.26	0.018	0.46	0.36

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		352	115.2			270	88.2			123	40.2		
0.050		689	225.3			593	194.1			337	110.1		
0.075		1029	336.6			876	286.5			555	181.5		
0.100	1000	1458	476.9	515.0	51.5	1190	389.4	436.0	43.6	814	266.4	273.0	27.3
0.150		2216	724.9			1812	592.8			1214	397.2		
0.200	1500	2920	955.1	1016.0	67.7	2609	853.5	859.0	57.3	1600	523.5	541.0	36.1
0.300		4477	1464.4			3718	1216.2			2282	746.4		
0.400		5751	1881.2			5167	1690.2			2858	934.8		
0.500		6852	2241.0			5959	1949.1			3298	1078.8		

OBSERVACIONES:

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215067





TESIS	: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-CBR-04
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	23/09/2022

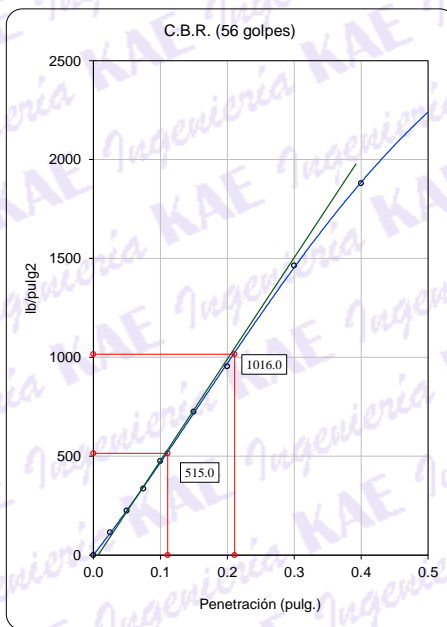
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

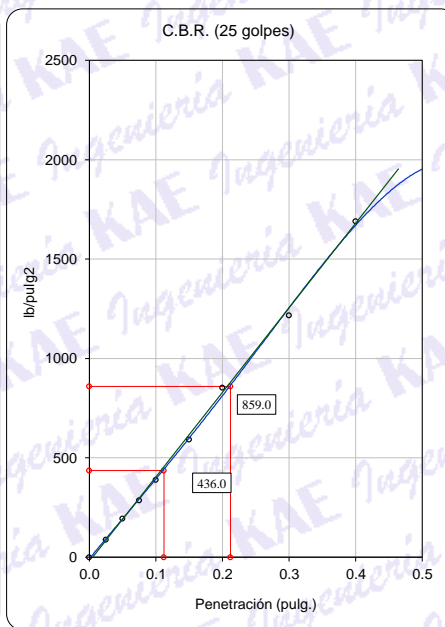
Muestra : C-03
Adiciones : 5% CWP + 2.5% CBCA

Clasificación (SUCS) : ML
Clasificación (AASHTO) : A-4 (6)

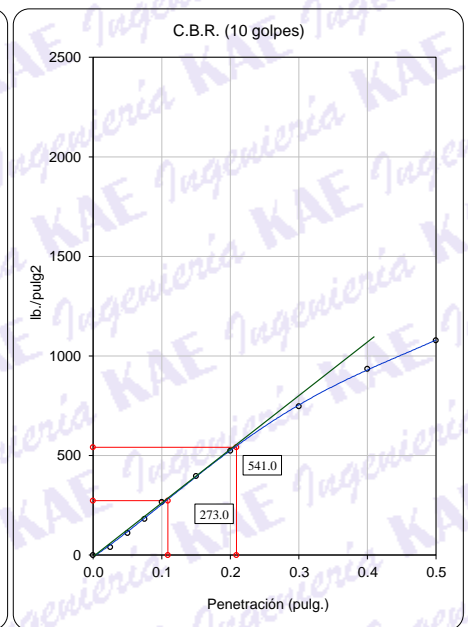
Máxima Densidad Seca : 1.807 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.716 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 51.5%

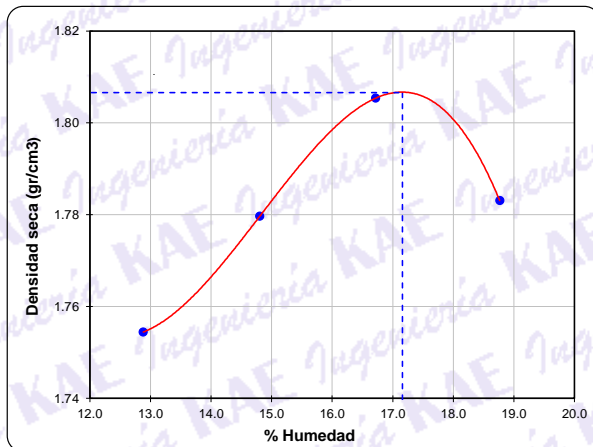


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 43.6%



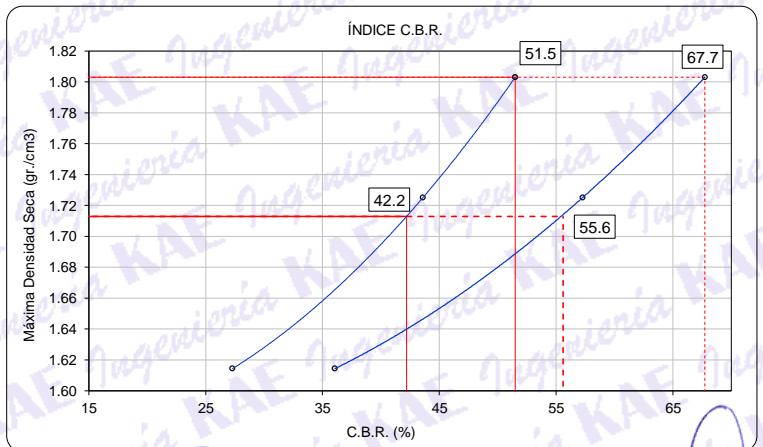
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 27.3%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 51.5%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 42.2%

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 67.7%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 55.6%

OBSERVACIONES:

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216007





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°: CC-EST-CBR-05
SOLICITA	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°: 01 de 03
UBICACIÓN	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 27/09/2022

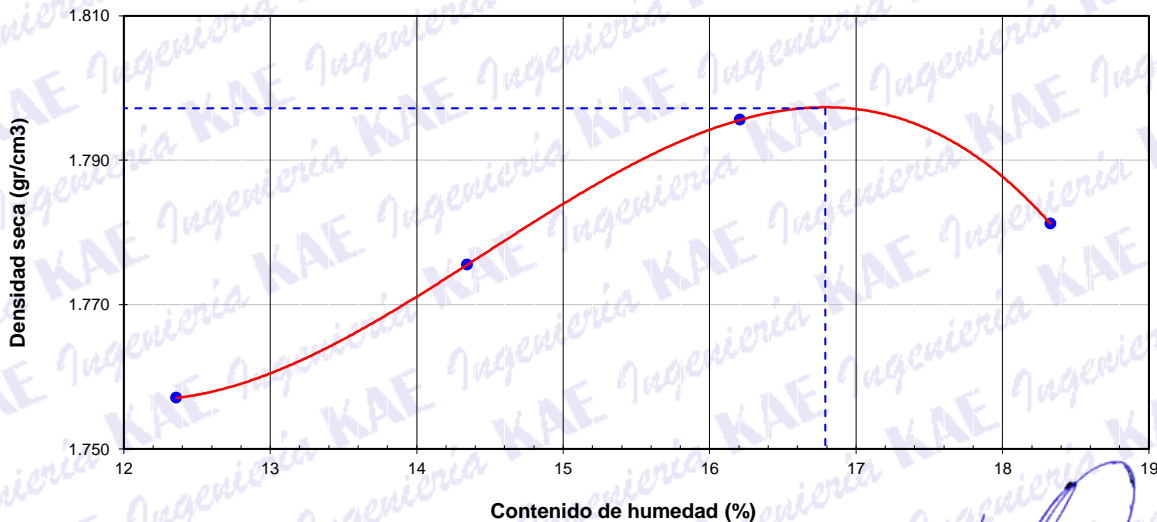
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883

Datos de la Muestra	
Muestra : C-03	Clasificación (SUCS) : ML
Adiciones : 10% CWP + 5% CBCA	Clasificación (AASHTO) : A-4 (6)

Peso suelo + molde	gr	7417.00	7534.00	7652.00	7696.00
Peso molde	gr	3289.30	3289.30	3289.30	3289.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	4127.70	4244.70	4362.70	4406.70
Volumen del molde	cm ³	2090.84	2090.84	2090.84	2090.84
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.97	2.03	2.09	2.11
Recipiente N°		12	20	26	15
Peso del suelo húmedo+tara	gr	186.70	211.00	191.80	218.30
Peso del suelo seco + tara	gr	173.70	193.00	174.20	194.20
Tara	gr	68.50	67.50	65.60	62.70
Peso de agua	gr	13.00	18.00	17.60	24.10
Peso del suelo seco	gr	105.20	125.50	108.60	131.50
Contenido de agua	%	12.36	14.34	16.21	18.33
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.757	1.775	1.796	1.781

Densidad máxima (gr/cm³)	1.797
Humedad óptima (%)	16.79

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:



Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-CBR-05
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	02 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	27/09/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Muestra : C-03 **Clasificación (SUCS) :** ML
Adiciones : 10% CWP + 5% CBCA **Clasificación (AASHTO) :** A-4 (6)

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,478	13,546	12,689	12,785	12,701	12,843
Peso molde (gr.)	6,985	6,985	6,723	6,723	7,001	7,001
Peso suelo compactado (gr.)	6,493	6,561	5,966	6,062	5,700	5,842
Volumen del molde (cm ³)	3,098	3,098	2,997	2,997	3,041	3,041
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.096	2.118	1.991	2.023	1.874	1.921
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.795	1.795	1.707	1.707	1.606	1.606

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso de tara (gr.)	62.80	0.00	71.40	0.00	70.90	0.00
Tara + suelo húmedo (gr.)	243.90	6561.00	232.10	6062.00	251.80	5842.00
Tara + suelo seco (gr.)	217.90	5560.82	209.20	5115.84	225.90	4883.91
Peso de agua (gr.)	26.00	1000.18	22.90	946.16	25.90	958.09
Peso de suelo seco (gr.)	155.10	5560.82	137.80	5115.84	155.00	4883.91
Humedad (%)	16.76	17.99	16.62	18.49	16.71	19.62

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/09/2022	11:10	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
28/09/2022	11:10	24	0.005	0.13	0.10	0.007	0.18	0.14	0.012	0.30	0.24
29/09/2022	11:10	48	0.008	0.20	0.16	0.011	0.28	0.22	0.017	0.43	0.34
30/09/2022	11:10	72	0.010	0.25	0.20	0.014	0.36	0.28	0.021	0.53	0.42
1/10/2022	11:10	96	0.012	0.30	0.24	0.017	0.43	0.34	0.024	0.61	0.48

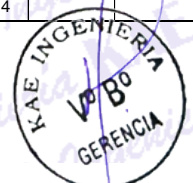
PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		493	161.4			378	123.6			172	56.4		
0.050		965	315.5			831	271.8			472	154.2		
0.075		1441	471.3			1227	401.2			777	254.2		
0.100	1000	2042	667.7	729.0	72.9	1667	545.2	618.0	61.8	1141	373.0	362.0	36.2
0.150		3103	1015.0			2538	830.0			1700	556.2		
0.200	1500	4088	1337.2	1426.0	95.1	3653	1195.0	1202.0	80.1	2241	733.0	736.0	49.1
0.300		6268	2050.3			5206	1702.8			3195	1045.0		
0.400		8052	2633.8			7235	2366.4			4001	1308.8		
0.500		9593	3137.5			8343	2728.8			4618	1510.4		

OBSERVACIONES:



Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216047





TESIS	: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-CBR-05
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	27/09/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

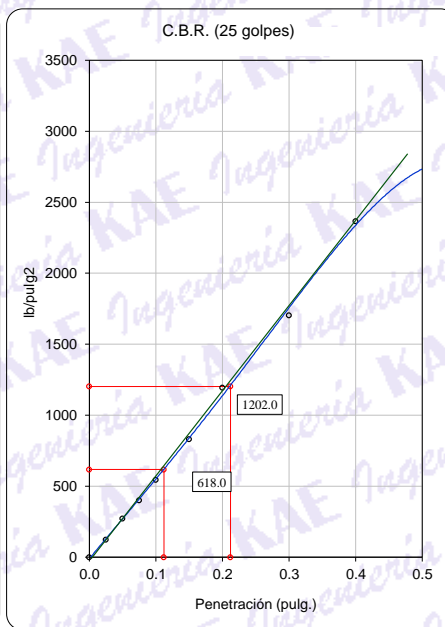
Muestra : C-03
Adiciones : 10% CWP + 5% CBCA

Clasificación (SUCS) : ML
Clasificación (AASHTO) : A-4 (6)

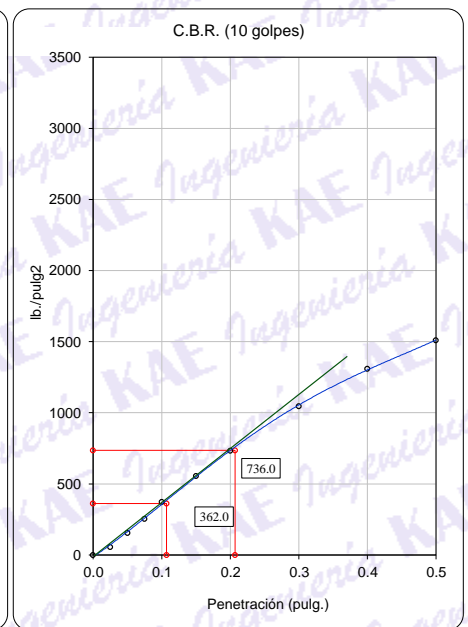
Máxima Densidad Seca : 1.797 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.707 gr/cm³



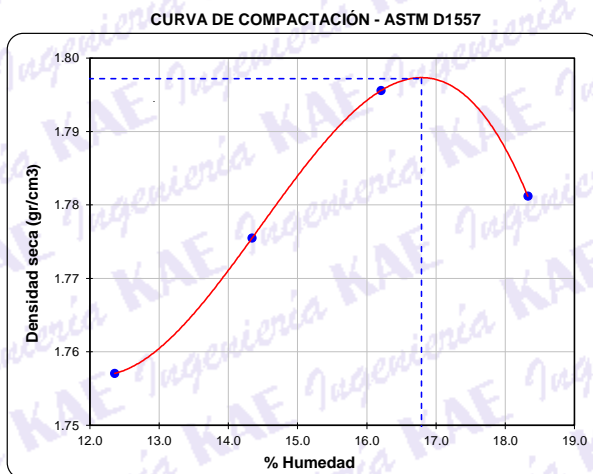
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 72.9%



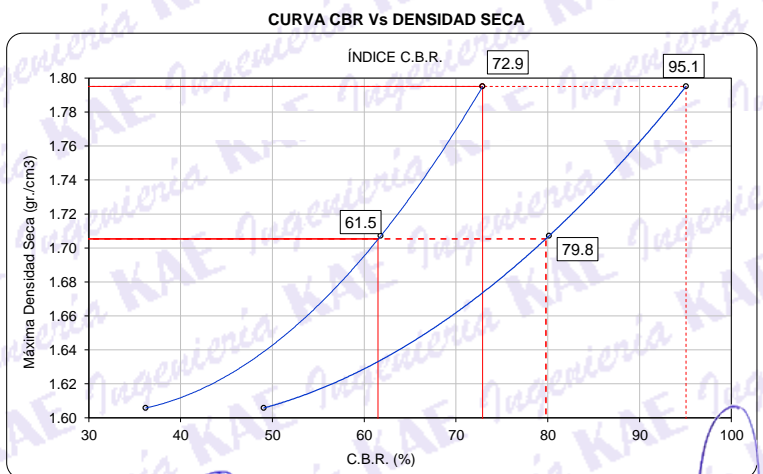
C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 61.8%



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 36.2%



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 72.9%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 61.5%



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 95.1%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 79.8%

OBSERVACIONES:

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 215087





TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°: CC-EST-GRAC-06
SOLICITA	OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°: 01 de 03
UBICACIÓN	Distrito: Nuevo Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 4/10/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 / ASTM D1883

Datos de la Muestra

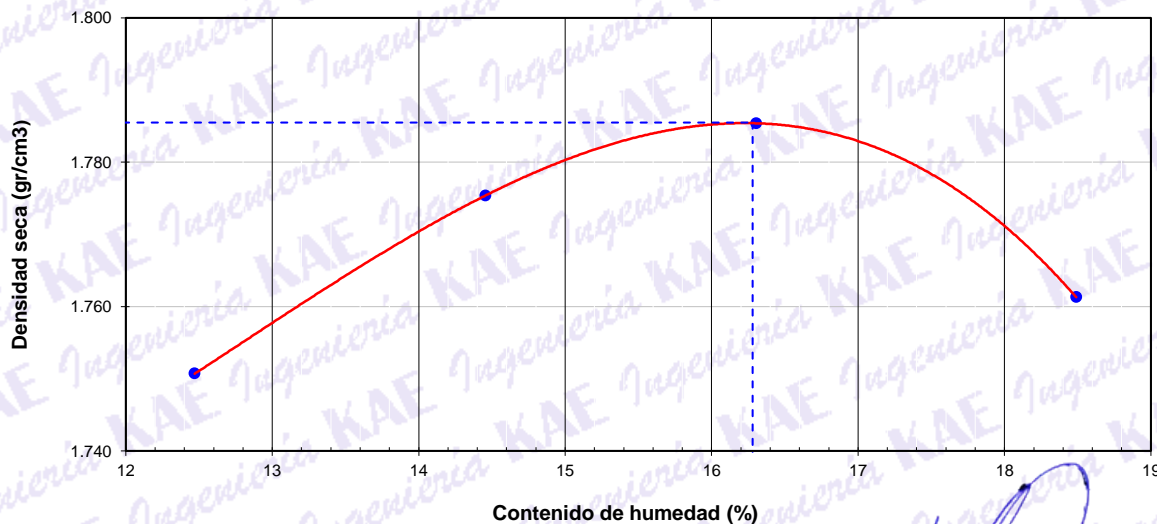
Muestra :	C-03	Clasificación (SUCS) :	ML
Adiciones :	15% CWP + 7.5% CBCA	Clasificación (AASHTO) :	A-4 (6)

Peso suelo + molde	gr	7443.00	7576.00	7670.00	7692.00
Peso molde	gr	3286.10	3286.10	3286.10	3286.10
Peso suelo húmedo compactado	gr	4156.90	4289.90	4383.90	4405.90
Volumen del molde	cm ³	2111.17	2111.17	2111.17	2111.17
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.97	2.03	2.08	2.09
Recipiente N°		23	33	15	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	211.30	191.40	216.30	202.70
Peso del suelo seco + tara	gr	190.50	175.50	195.20	180.90
Tara	gr	23.70	65.50	65.80	63.00
Peso de agua	gr	20.80	15.90	21.10	21.80
Peso del suelo seco	gr	166.80	110.00	129.40	117.90
Contenido de agua	%	12.47	14.45	16.31	18.49
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.751	1.775	1.785	1.761

Densidad máxima (gr/cm³) **1.786**

Humedad óptima (%) **16.28**

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°: CC-EST-GRAC-06
SOLICITA :	OLIVEROS PÁZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°: 02 de 03
UBICACIÓN :	Distrito: Nuevo Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 4/10/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Muestra : C-03 **Clasificación (SUCS) :** ML
Adiciones : 15% CWP + 7.5% CBCA **Clasificación (AASHTO) :** A-4 (6)

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,046	12,088	11,832	11,911	11,699	11,820
Peso molde (gr.)	7,710	7,710	7,662	7,662	7,765	7,765
Peso suelo compactado (gr.)	4,336	4,378	4,170	4,249	3,934	4,055
Volumen del molde (cm ³)	2,091	2,091	2,116	2,116	2,123	2,123
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.073	2.093	1.971	2.008	1.853	1.910
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.783	1.783	1.696	1.696	1.594	1.594

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5
Peso de tara (gr.)	23.00	0.00	10.00	0.00	18.00
Tara + suelo húmedo (gr.)	246.90	4378.00	235.10	4249.00	248.20
Tara + suelo seco (gr.)	215.60	3729.85	203.70	3588.31	216.10
Peso de agua (gr.)	31.30	648.15	31.40	660.69	32.10
Peso de suelo seco (gr.)	192.60	3729.85	193.70	3588.31	198.10
Humedad (%)	16.25	17.38	16.21	18.41	16.20

EXPANSIÓN

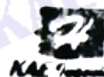
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
4/10/2022	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
5/10/2022	14:00	24	0.008	0.20	0.16	0.012	0.30	0.24	0.017	0.43	0.34
6/10/2022	14:00	48	0.011	0.28	0.22	0.015	0.38	0.30	0.021	0.53	0.42
7/10/2022	14:00	72	0.013	0.33	0.26	0.018	0.46	0.36	0.025	0.64	0.50
8/10/2022	14:00	96	0.015	0.38	0.30	0.020	0.51	0.40	0.028	0.71	0.56

PENETRACIÓN

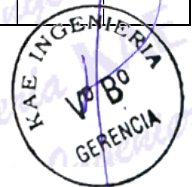
Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		686	224.4			526	171.9			240	78.5		
0.050		1341	438.7			1156	378.0			656	214.5		
0.075		2003	655.3			1705	557.8			1081	353.4		
0.100	1000	2838	928.3	968.0	96.8	2318	758.0	824.0	82.4	1586	518.7	521.0	52.1
0.150		4314	1411.0			3528	1153.8			2364	773.2		
0.200	1500	5683	1858.9	1958.0	130.5	5079	1661.2	1652.0	110.1	3115	1019.0	1037.0	69.1
0.300		8713	2850.0			7237	2367.0			4442	1452.7		
0.400		11193	3661.1			10057	3289.4			5562	1819.4		
0.500		13334	4361.3			11597	3793.2			6419	2099.6		

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Vicior Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 215067



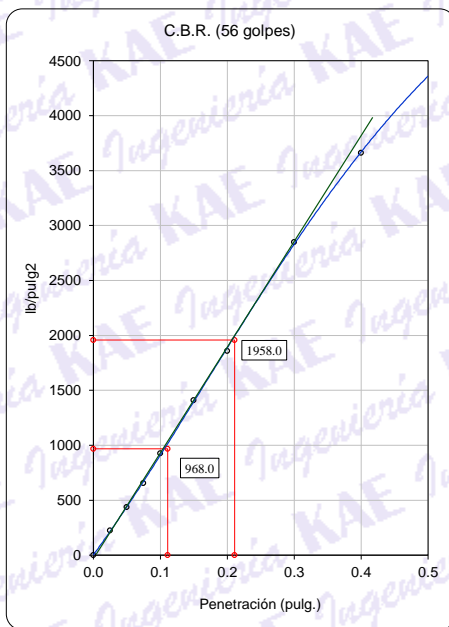


TESIS	: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CHIMBOTE-2022	REGISTRO N°:	CC-EST-GRAC-06
SOLICITA	: OLIVEROS PAZ, LESLIE PIERINA - SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN	: Distrito: Nuevo Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	4/10/2022

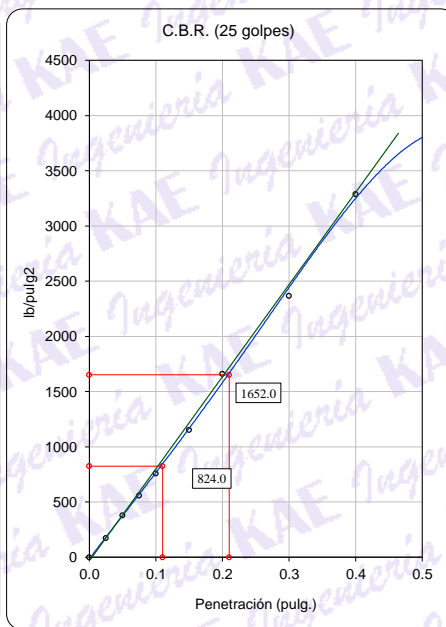
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

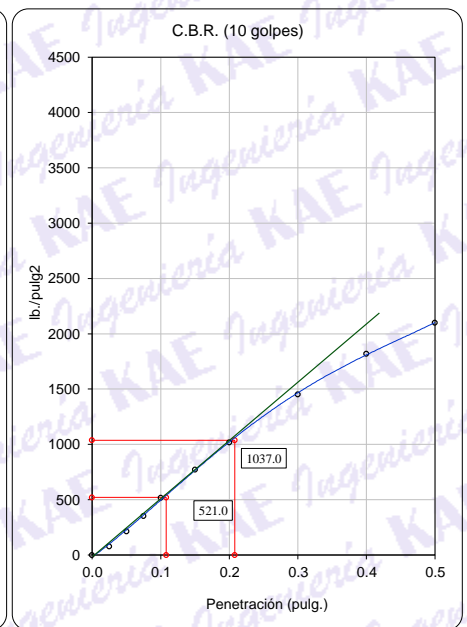
Muestra :	C-03	Clasificación (SUCS) :	ML	Máxima Densidad Seca :	1.786 gr./cm ³
Adiciones :	15% CWP + 7.5% CBCA	Clasificación (AASHTO) :	A-4 (6)	Máxima Densidad Seca al 95% :	1.696 gr./cm ³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 96.8%

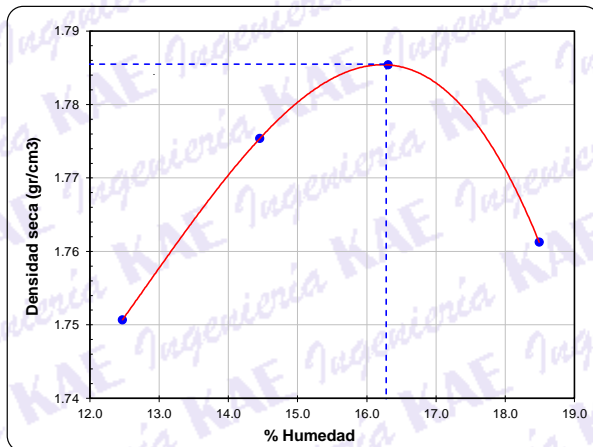


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 82.4%



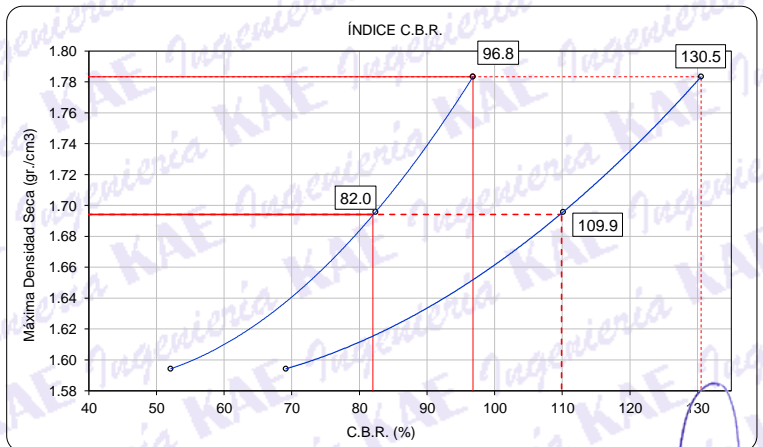
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 52.1%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 96.8%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 82.0%

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 130.5%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 109.9%

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada por el personal tecnico de laboratorio obra.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216067



Anexo 18.
*Estadística
inferencial para el
contraste de
hipótesis*

Hipótesis N° 2

- Al realizar correctamente los ensayos de mecánica de suelos, de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, se podrá identificar la calicata más desfavorable.

Desarrollo del objetivo

Para aplicar la prueba correspondiente, es necesario realizar pruebas previas para determinar si se aplica una prueba estadística paramétrica o no paramétrica. Estas pruebas son: normalidad y homocedasticidad de los datos.

1. Normalidad de los datos

Para la prueba de normalidad, al ser muy pocos datos (14), se recomienda realizar la prueba de Anderson-Darling que es muy precisa para estos casos.

Hipótesis

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadística de prueba

Shapiro-Wilk normality test		
	W	p-valor
C-01	0.94796	0.7237
C-02	0.95273	0.7623
C-03	0.98955	0.9880

Criterio de decisión y conclusión

Si el p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H₀). Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

- Con un 5% de significancia, no existe evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que podemos concluir que, los datos del C-01 provienen de una distribución normal.

- Con un 5% de significancia, no existe evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula ($p\text{-valor} > 0.05$); por lo que podemos concluir que, los datos del C-02 provienen de una distribución normal.
- Con un 5% de significancia, no existe evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula ($p\text{-valor} > 0.05$); por lo que podemos concluir que, los datos del C-03 provienen de una distribución normal.

2. Homocedasticidad de varianza

Para la prueba de homocedasticidad, aplicaremos la prueba de Levene que es la más usada para su comprobación.

Hipótesis

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \quad i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadística de prueba

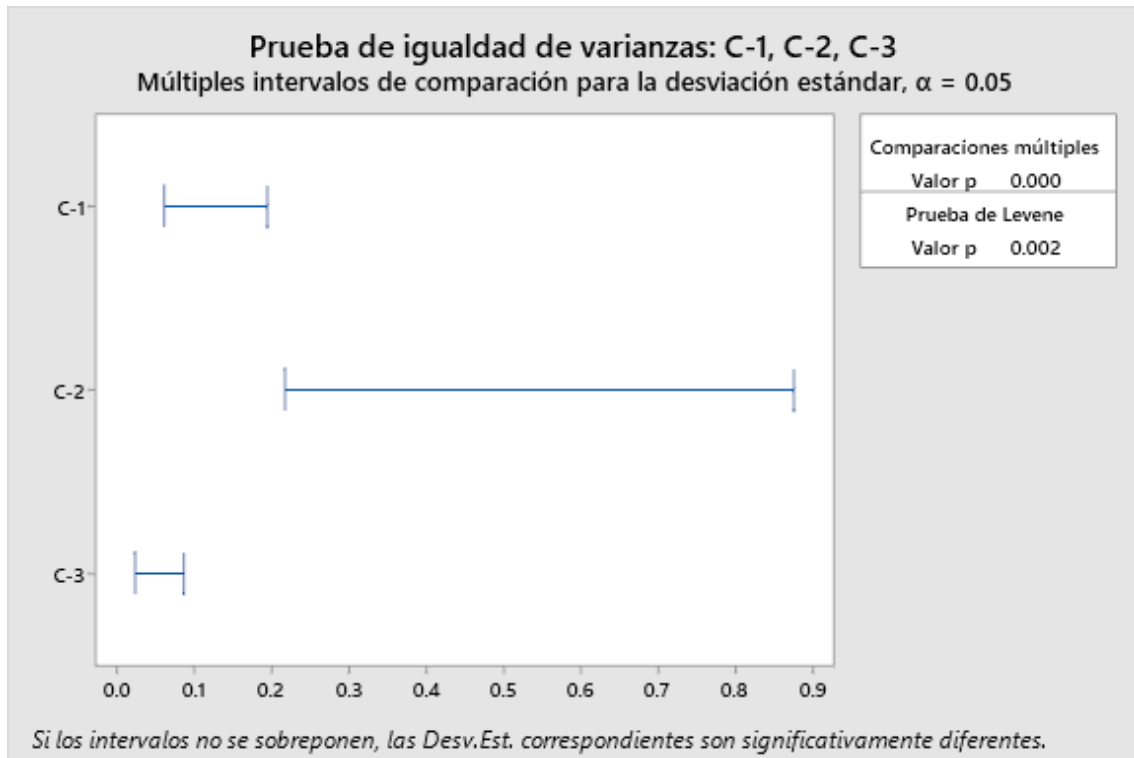
Levene test			
Df1	Df2	Statistic	p-valor
2	15	10.33	0.002

Criterio de decisión y conclusión

Si el $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

Con un 5% de significancia, hay evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula ($p\text{-valor} < 0.05$); por lo que podemos concluir que, las varianzas de los datos no son homocedasticos.

Gráfico 1. Intervalos de comparación para la desviación estándar



Por lo tanto, de lo anterior se tiene:

Criterio	Resultado
Normalidad	Cumple
Homocedasticidad	No cumple

En base a lo anterior, se recomienda utilizar una prueba estadística no paramétrica. Para nuestro estudio se recomienda la prueba de Heterocedasticidad de Welch's ya que es insensible a la no normalidad de los datos y a la heterocedasticidad.

Prueba de Heterocedasticidad de Welch's

Hipótesis

$$H_0: \mu_{t1} = \mu_{t2} = \mu_{t3}$$

$$H_1: \mu_{ti} \neq \mu_{tj} \quad i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadística de prueba

Welch's Heteroscedastic F Test with Trimmed Means and Winsorized Variances

Statistic	Num df	Denom df	p-valor
11.22	2	7.67825	0.005

Criterio de decisión y conclusión

Si el p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

Con un 5% de significancia, hay evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula (p-valor < 0.05); por lo que podemos concluir que, existen diferencias estadísticamente significativas. Por lo tanto, aplicaremos comparaciones en parejas de Games-Howell.

Tabla 1. Agrupación con el método de Games-Howell

Factor	N	Media	Agrupación
C-2	6	0.754	A
C-1	6	0.1822	B
C-3	6	0.1092	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

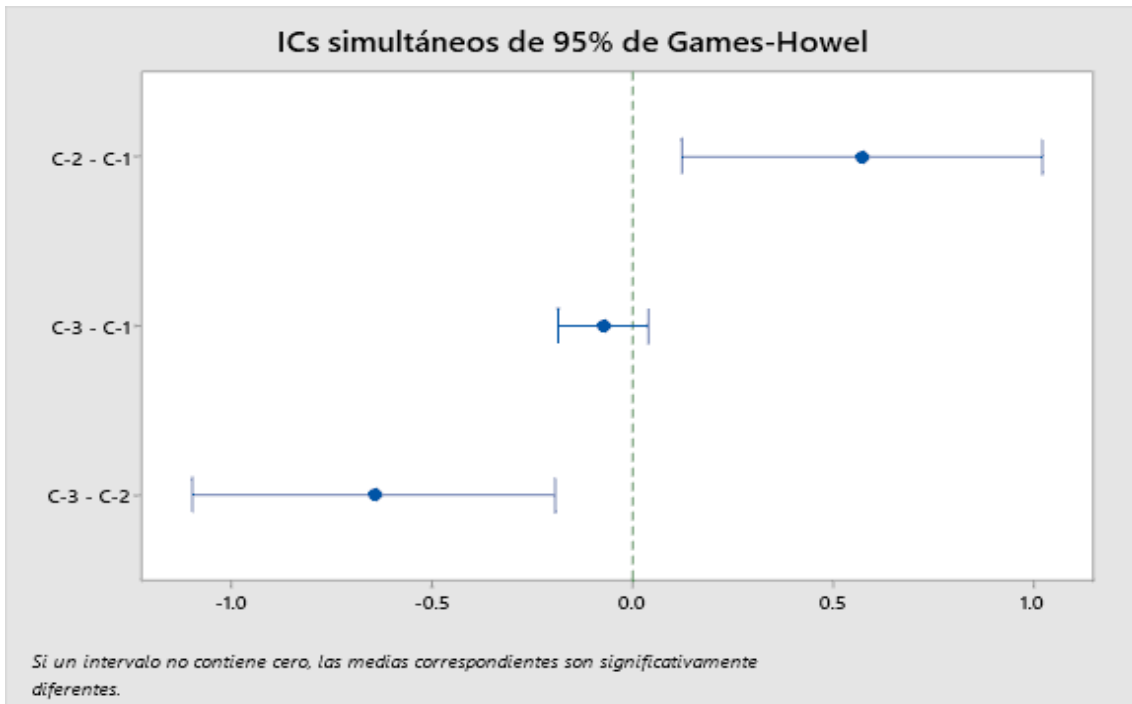
En la tabla 1 observamos que el factor C-2 es significativamente diferente con el factor C-1 y el factor C-3. Sin embargo, los factores C-1 y C-3 no son significativamente diferentes entre sí. Es decir, la calicata C-2 es mas favorable que las calicatas C-1 y C-3.

Tabla 2. Pruebas simultáneas de Games-Howell para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
C-2 - C-1	0.572	0.143	(0.123, 1.021)	3.99	0.019
C-3 - C-1	-0.073	0.0376	(-0.1851, 0.0391)	-1.94	0.200
C-3 - C-2	-0.645	0.14	(-1.096, -0.193)	-4.61	0.013

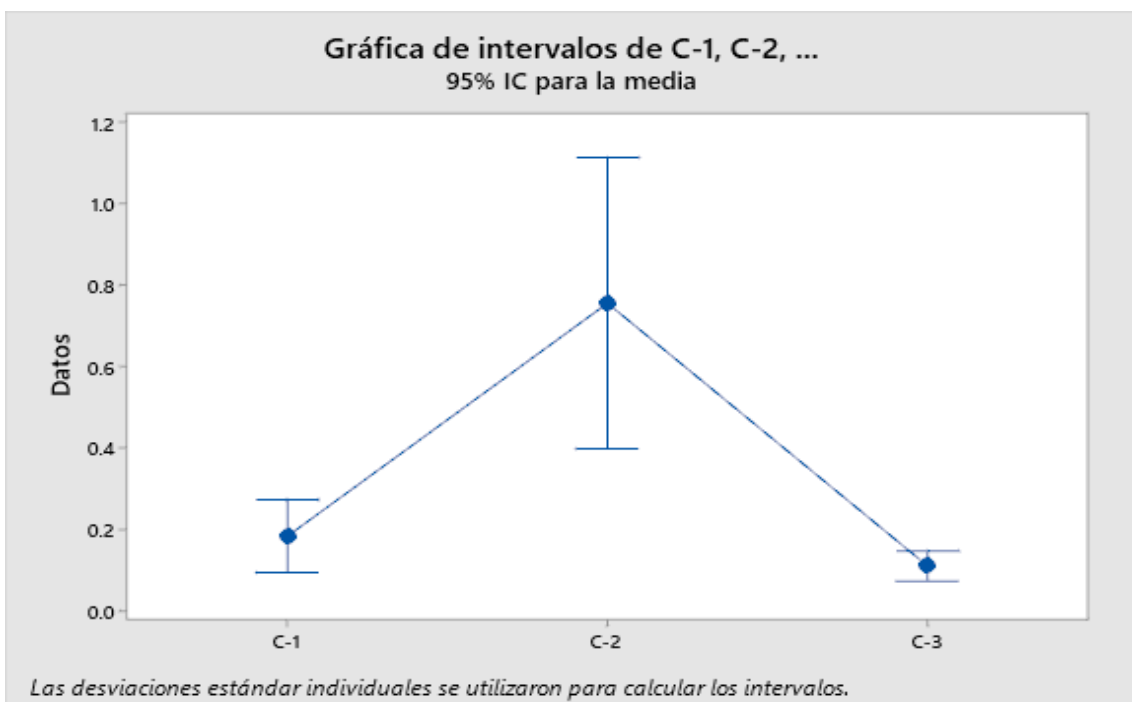
En la tabla 2 podemos ver y comprobar lo mencionado en la tabla 1, es decir, no existe diferencia significativa entre la calicata C-1 y la calicata C-3 ($t=-1.94$, $p\text{-valor} > 0.05$). Sin embargo, entre la calicata C-2 y la C-1 si hay una diferencia significativa ($t=3.99$, $p\text{-valor} < 0.05$), de igual forma para la calicata C-2 y la C-3 ($t=-4.61$, $p\text{-valor} < 0.05$).

Grafico 1. Diferencia de las medias



Gráficamente se observa (grafico 1) que la diferencia entre las calicatas C-3 y C-1 incluye el 0, por lo tanto, se concluye que no son significativas. A diferencia de las diferencias de la otra calicata C-2 con respecto a las otras C-1 y C-3.

Gráfico 2. Intervalos de C-1, C-2 y C-3



En el grafico 2 se observa la diferencia entre los valores de las calicatas, se puede ver que la calicata C-2 es el que mas sobresale y por tanto muestra una diferencia significativa a comparación de las otras dos.

Conclusión:

Podemos concluir que la calicata mas desfavorable son el C-1 y C-3, ya que no existe diferencia significativa entre la calicata C-1 y la calicata C-3 ($t=-1.94$, $p\text{-valor} > 0.05$). Sin embargo, entre la calicata C-2 y la C-1 si hay una diferencia significativa ($t=3.99$, $p\text{-valor} < 0.05$), de igual forma para la calicata C-2 y la C-3 ($t=-4.61$, $p\text{-valor} < 0.05$). Es decir, la calicata C-2 es más favorable.

Hipótesis N° 3

- Al realizar correctamente los ensayos de mecánica de suelos, añadiéndole CBCA y cemento WP, se identificará la combinación (%), en la cual se mejore la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña.

Desarrollo del objetivo

Para aplicar la prueba correspondiente, es necesario realizar pruebas previas para determinar si se aplica una prueba estadística paramétrica o no paramétrica. Estas pruebas son: normalidad y homocedasticidad de los datos.

1. Normalidad de los datos

Hipótesis

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadística de prueba

Shapiro-Wilk normality test		
	W	p-valor
C-03	0.98955	0.988
Combinación 1	0.99201	0.9935
Combinación 2	0.98986	0.9888
Combinación 3	0.99292	0.9951

Criterio de decisión y conclusión

Si el p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

- Con un 5% de significancia, no existe evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula (p-valor > 0.05); por lo que podemos concluir que, los datos del C-03 provienen de una distribución normal.

- Con un 5% de significancia, no existe evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula ($p\text{-valor} > 0.05$); por lo que podemos concluir que, los datos de la combinación 1 provienen de una distribución normal.
- Con un 5% de significancia, no existe evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula ($p\text{-valor} > 0.05$); por lo que podemos concluir que, los datos de la combinación 2 provienen de una distribución normal.
- Con un 5% de significancia, no existe evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula ($p\text{-valor} > 0.05$); por lo que podemos concluir que, los datos de la combinación 3 provienen de una distribución normal.

2. Homocedasticidad de varianza

Para la prueba de homocedasticidad, aplicaremos la prueba de Levene que es la más usada para su comprobación.

Hipótesis

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$$

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \quad i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadística de prueba

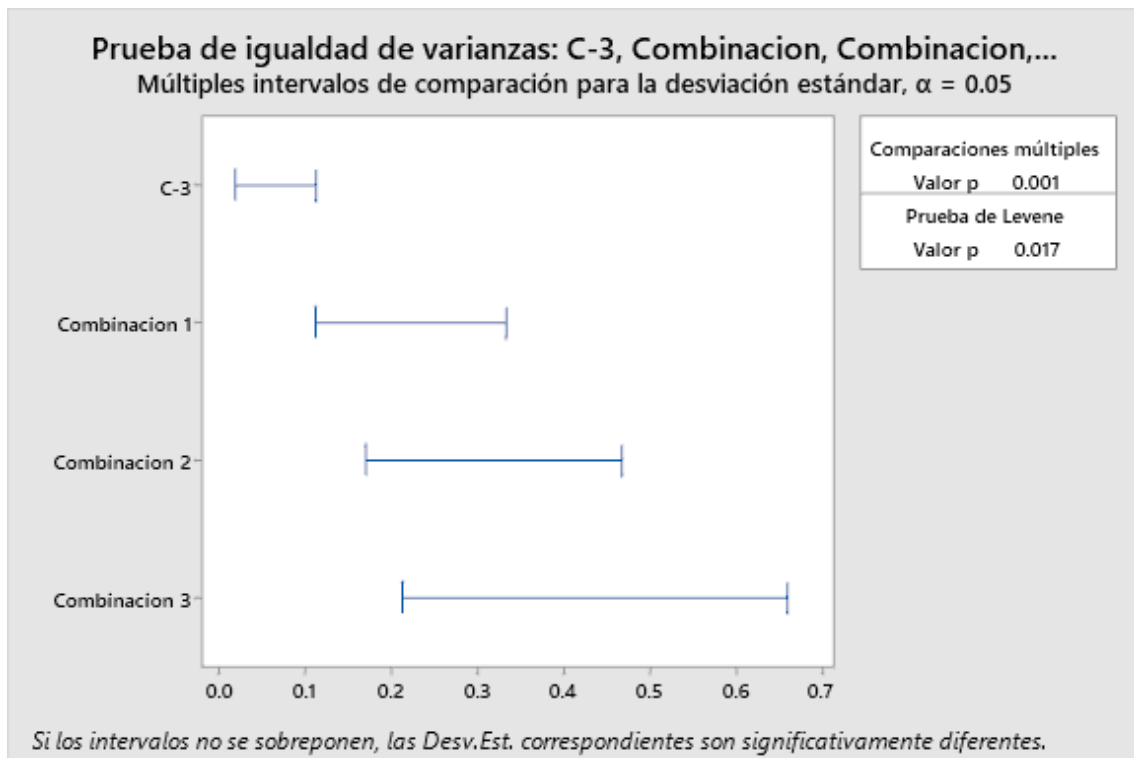
Levene test			
Df1	Df2	Statistic	p-valor
3	20	4.30	0.0171

Criterio de decisión y conclusión

Si el $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

Con un 5% de significancia, hay evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula ($p\text{-valor} < 0.05$); por lo que podemos concluir que, las varianzas de los datos no son homocedasticos.

Gráfico 1. Intervalos de comparación para la desviación estándar



Por lo tanto, de lo anterior se tiene:

Criterio	Resultado
Normalidad	Cumple
Homocedasticidad	No cumple

En base a lo anterior, se recomienda utilizar una prueba estadística no paramétrica. Para nuestro estudio se recomienda la prueba de Heterocedasticidad de Welch's ya que es insensible a la no normalidad de los datos y a la heterocedasticidad.

Prueba de Heterocedasticidad de Welch's

Hipótesis

$$H_0: \mu_{t1} = \mu_{t2} = \mu_{t3} = \mu_{t4}$$

$$H_1: \mu_{ti} \neq \mu_{tj} \quad i \neq j$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadística de prueba

Welch's Heteroscedastic F Test with Trimmed Means and Winsorized Variances

Statistic	Num df	Denom df	p-valor
32.79	3	8.83572	0.000

Criterio de decisión y conclusión

Si el p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

Con un 5% de significancia, hay evidencia estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula (p-valor < 0.05); por lo que podemos concluir que, existen diferencias estadísticamente significativas. Por lo tanto, aplicaremos comparaciones en parejas de Games-Howell.

Tabla 1. Agrupación con el método de Games-Howell

Factor	N	Media	Agrupación	
Combinación 3	6	0.902	A	
Combinación 2	6	0.6587	A	B
Combinación 1	6	0.4725	B	
C-3	6	0.1092	C	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

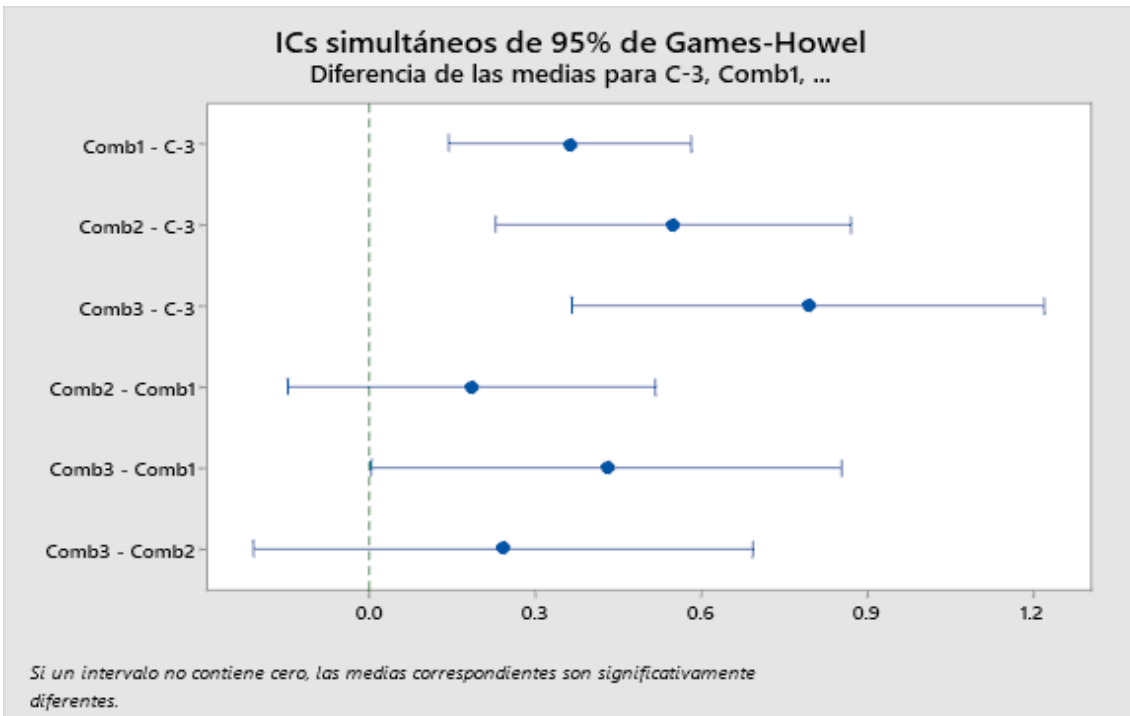
En la tabla 1 observamos que el factor C-3 es significativamente diferente con todas las combinaciones. Es decir, hay diferencias significativas entre el factor C-3 y todas las combinaciones. También se puede ver que no existen diferencias significativas entre la combinación 3 y la combinación 2, de la misma manera entre la combinación 2 y la combinación 1. Sin embargo, si existe diferencias significativas entre la combinación 3 y la combinación 1.

Tabla 2. Pruebas simultáneas de Games-Howell para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Combinación 1 - C-3	0.363	0.0615	(0.1450, 0.5817)	5.91	0.005
Combinación 2 - C-3	0.550	0.0884	(0.2293, 0.8697)	6.21	0.005
Combinación 3 - C-3	0.792	0.1170	(0.367, 1.218)	6.79	0.004
Combinación 2 - Combinación 1	0.186	0.1060	(-0.145, 0.518)	1.76	0.351
Combinación 3 - Combinación 1	0.429	0.1300	(0.005, 0.853)	3.29	0.047
Combinación 3 - Combinación 2	0.243	0.1450	(-0.207, 0.693)	1.68	0.387

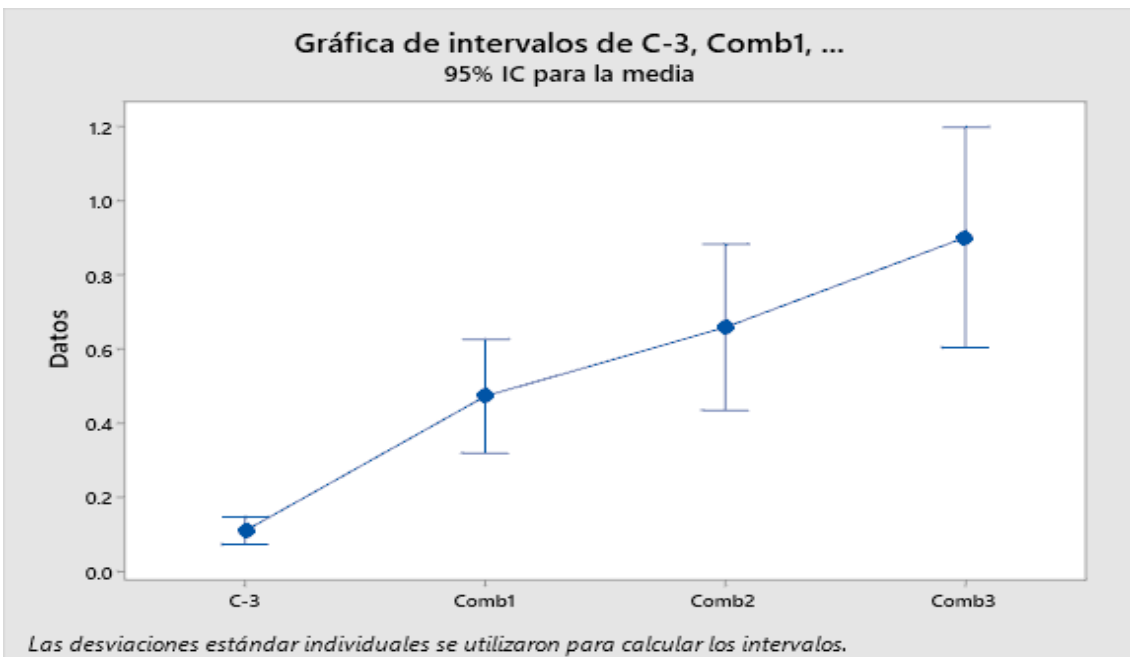
En la tabla 2 podemos ver que no existe diferencias significativas entre la combinación 2 y la combinación 1 (Dif= 0.186, t=1.76, p-valor > 0.05), también vemos que no existe diferencia significativa entre la combinación 3 y la combinación 2 (Dif=0.243, t=1.68, p-valor > 0.05). Para las otras diferencias si se encontró diferencias significativas.

Gráfico 1. Diferencia de las medias



Gráficamente se observa (grafico 1) que la diferencia entre la combinación 2 y combinación 1, dentro de su intervalo, incluye el 0. De igual forma, la diferencia entre la combinación 3 y la combinación 2, dentro de su intervalo, incluye también el 0. Por lo tanto, gráficamente se confirma lo mencionado en la tabla 2.

Gráfico 2. Intervalos de C-3, combinación 1, combinación 2 y combinación 3.



En el grafico 2 se observa los intervalos de las combinaciones y el C-3, también se ve como el intervalo de la combinación 3 es mayor pero no significativo (tabla 2 y grafico 1) que con el resto de las combinaciones. Los intervalos de las combinaciones 1 y las combinaciones 2 hay una leve diferencia, pero no significativas.

Conclusión:

Podemos concluir que la combinación más favorable seria cualquiera de las 3 ya que no existe diferencias significativas entre la combinación 2 y la combinación 1 (Dif= 0.186, $t=1.76$, $p\text{-valor} > 0.05$), también se observó que no existe diferencia significativa entre la combinación 3 y la combinación 2 (Dif=0.243, $t=1.68$, $p\text{-valor} > 0.05$). Para las otras diferencias si se encontró diferencias significativas.

**Anexo 19. *Panel
fotográfico***

TESIS: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE 2022

SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER

OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA

PANEL FOTOGRAFICO 001



FOTOGRAFÍA N° 01:

VISITA A LA TROCHA CARROZABLE



FOTOGRAFÍA N° 02:

BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR



FOTOGRAFÍA N° 03:

TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA



FOTOGRAFÍA N° 04:

RECOLECCIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR



FOTOGRAFÍA N° 05:

MUESTRAS DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR



FOTOGRAFÍA N° 06:

ENVIO DE LA MUESTRA PARA SU INCINERACIÓN

TESIS: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE 2022

SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER

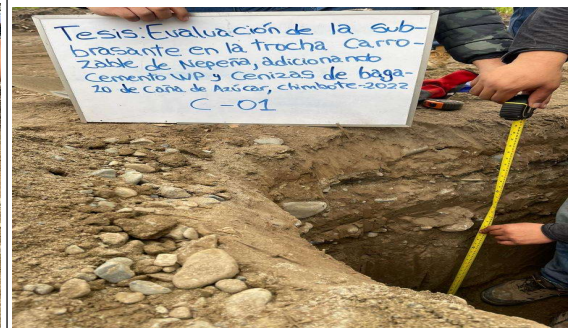
OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA

PANEL FOTOGRAFICO 002



FOTOGRAFÍA N° 07:

CALICATA-01



FOTOGRAFÍA N° 08:

MEDICIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE 1.5 M DE ACUERDO AL MTC Y C.E 010



FOTOGRAFÍA N° 09:

ESTRATOS DE LA CALICATA-01



FOTOGRAFÍA N° 10:

CALICATA 0-2



FOTOGRAFÍA N° 11:

MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD 1.5 M DE ACUERDO AL MTC Y C.E 010



FOTOGRAFÍA N° 12:

ESTRATOS DE LA CALICATA 0-2

TESIS: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE 2022

SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER

OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA

PANEL FOTOGRAFICO 003



FOTOGRAFÍA N° 13:

CALICATA C-3



FOTOGRAFÍA N° 14:

MEDICIÓN DE PROFUNDIDAD 1.5M DE ACUERDO AL MTC Y C.E 010



FOTOGRAFÍA N° 15:

ESTRATOS DE LA CALICATA-3



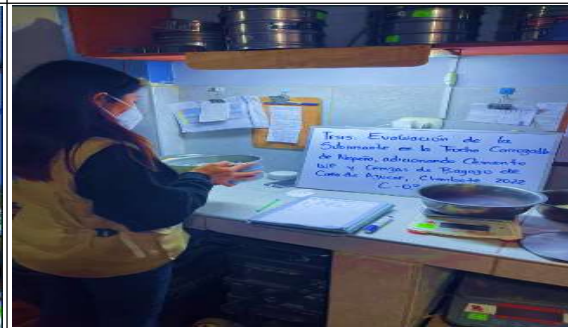
FOTOGRAFÍA N° 16:

MIDIENDO ESTRATOS DE C-3



FOTOGRAFÍA N° 17:

CLASIFICACIÓN DE LAS MALLAS PARA LA GRANULOMETRIA



FOTOGRAFÍA N° 18:

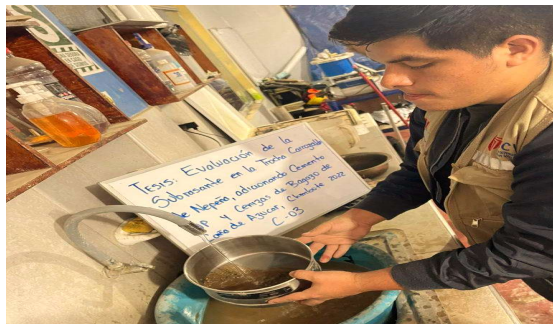
MUESTRA AGITADA EN LOS TAMICES

TESIS: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE 2022

SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER

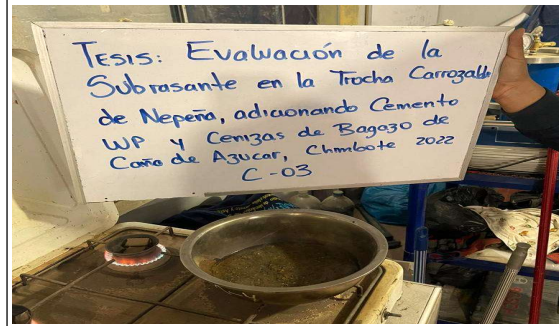
OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA

PANEL FOTOGRAFICO 004



FOTOGRAFÍA N° 19:

LAVADO DE AGREGADO FINO



FOTOGRAFÍA N° 20:

SECADO DE LA MUESTRA EN LA ESTUFA



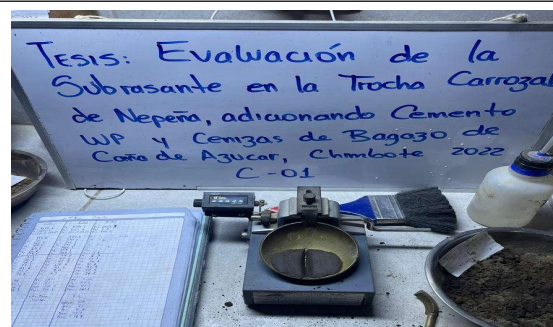
FOTOGRAFÍA N° 21:

COLOCACIÓN DE LA MUESTRA EN EL PLATO CASAGRANDE



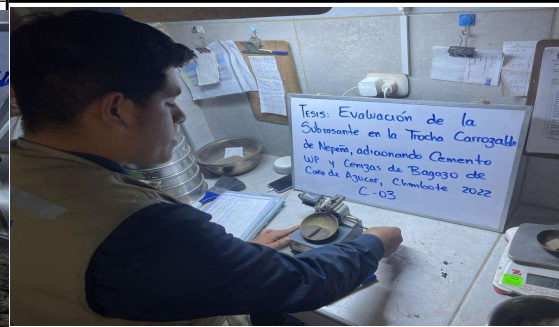
FOTOGRAFÍA N° 22:

DIVISIÓN DE LA MUESTRA CON EL ACANALADOR



FOTOGRAFÍA N° 23:

RANURA REALIZADA A LA MUESTRA EN EL PLATO CASAGRANDE



FOTOGRAFÍA N° 24:

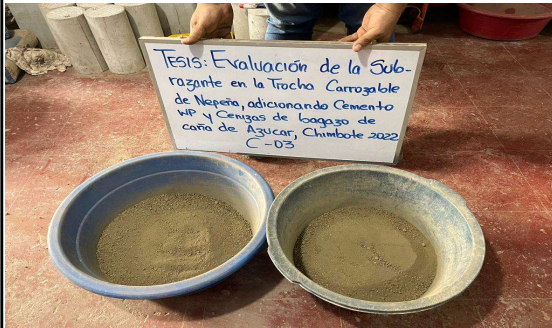
REGISTRO DE NUMERO DE GOLPES

TESIS: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE 2022

SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER

OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA

PANEL FOTOGRAFICO 005



FOTOGRAFÍA N° 25:

SEPARACIÓN DE 3 RECIPIENTES PARA EL PROCTOR MODIFICADO Y CBR



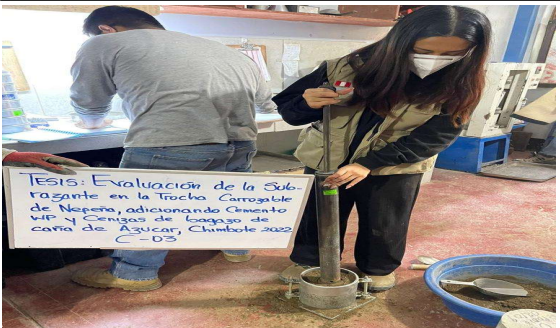
FOTOGRAFÍA N° 26:

ECHANDO CADA 2% H2O DE 6KG



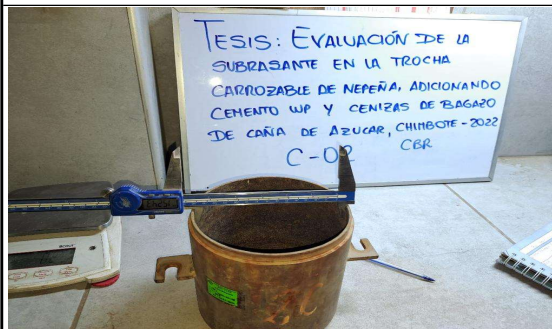
FOTOGRAFÍA N° 27:

INVIERTE EN EL MOLDE 5 CAPAS HOMOGENIAS



FOTOGRAFÍA N° 28:

GOLPES CON MARTILLO MANUAL PARA PROCTOR MODIFICACO



FOTOGRAFÍA N° 29:

TOMA DE MEDIDAS A LOS MOLDES



CALLE 5- FOTOGRAFÍA N° 30:

AGREGACIÓN DE LAS CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y CW

TESIS: EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE NEPEÑA, ADICIONANDO CEMENTO WP Y CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE 2022

SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER

OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA

PANEL FOTOGRAFICO 006



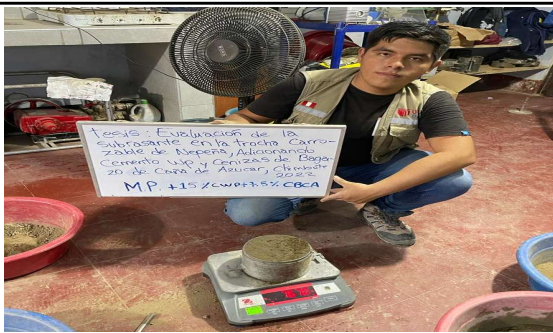
FOTOGRAFÍA N° 31:

COMPACTACIÓN CON MARTILLO MANUAL PARA CBR



FOTOGRAFÍA N° 32:

ENRAZAR LA MUESTRA



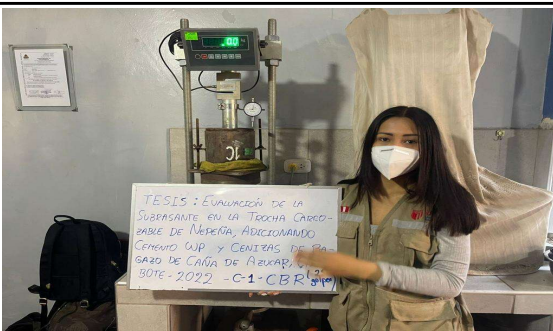
FOTOGRAFÍA N° 33:

PESANDO LA MUESTRA



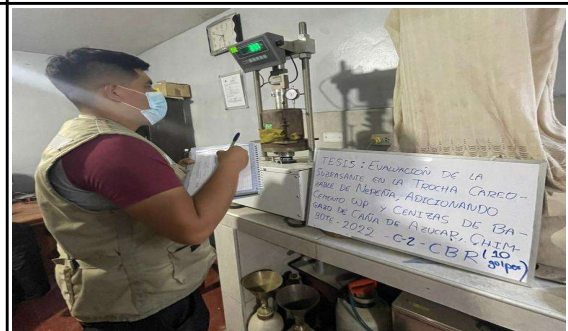
FOTOGRAFÍA N° 34:

TOMA DE EXPANSIÓN CON EL DEFORMÍMETRO



FOTOGRAFÍA N° 35:

ENSAYO DE PENETRACIÓN PARA CBR



FOTOGRAFÍA N° 36:

CONTROL DE LAS CARGAS MARCADAS EN EL EQUIPO DE PENETRACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, adicionando cemento WP y cenizas de bagazo de caña de azúcar, Chimbote – 2022", cuyos autores son OLIVEROS PAZ LESLIE PIERINA, SILVA TRUJILLO DIEGO JEANPIER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 12 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUZ ESTHER ALVAREZ ASTO DNI: 32968961 ORCID: 0000-0001-6491-6569	Firmado electrónicamente por: LEALVAREZA el 12- 12-2022 21:47:41

Código documento Trilce: TRI - 0485068