



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Torres Percca, Yuri Carlos (ORCID:0000-0002-0128-7547)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

A mis padres a quienes les debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional.

Agradecimiento

Gracias a mi familia, a mis padres y a mis hermanos, porque con ellos compartí una infancia feliz, que guardo en el recuerdo y es un aliento.

Gracias a mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos	29
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS	63

Índice de tablas

Tabla 1. Límite Líquido	18
Tabla 2. Cuadro Límite Plástico.....	19
Tabla 3. Resultados de ensayos en muestra patrón	28
Tabla 4. Límites de Atterberg en muestra patrón y con adición de CRM	34
Tabla 5. Óptimo contenido de humedad en muestra patrón y con adición de CRM	36
Tabla 6. Densidad máxima seca en muestra patrón y con adición de CRM	38
Tabla 7. Resistencia al 100% y 95% de MDS del afirmado en muestra patrón y con adición de CRM	40
Tabla 8. Pruebas de normalidad de índice de plasticidad	41
Tabla 9. Correlación de índice de plasticidad.....	42
Tabla 10. Pruebas de normalidad de óptimo contenido de humedad	43
Tabla 11. Correlación de óptimo contenido de humedad	44
Tabla 12. Pruebas de normalidad de densidad máxima seca	45
Tabla 13. Correlación de densidad máxima seca.....	45
Tabla 14. Pruebas de normalidad de resistencia al 100% de DMS.....	46
Tabla 15. Correlación de resistencia al 100% de DMS	47
Tabla 16. Pruebas de normalidad de resistencia al 95% de DMS.....	48
Tabla 17. Correlación de resistencia al 95% de DMS	48

Índice de figuras

Figura 1. Tamaños de mallas estándar en EE.UU.	16
Figura 2. Curva granulométrica.	16
Figura 3. Límites de Atterberg.	17
Figura 4. Ejemplo de grafica de densidad seca máxima.	20
Figura 5. Extracción de material de cantera.	25
Figura 6. obtención del rastrojo de maíz.	25
Figura 7. Pre quemado de rastrojo de maíz en horno artesanal.	26
Figura 8. Quemado en mufla.	26
Figura 9. Tamizado de CRM.	27
Figura 10. Clasificación granulométrica de CRM.	27
Figura 11. Mapa político del Perú.	30
Figura 12. Mapa político del departamento de Cusco.	30 30
Figura 13. Mapa de la provincia de Quispicanchi.	31
Figura 14. Mapa del distrito de Oropesa.	31
Figura 15. Imagen satelital de la zona de estudio.	32
Figura 16. Ensayo de límites de Atterberg.	33
Figura 17. Límites de Atterberg en muestra patrón y con adición de CRM.	34
Figura 18. Ensayo de Proctor Modificado.	35
Figura 19. Óptimo contenido de humedad en muestra patrón y con adición de CRM.	36
Figura 20. Ensayo de Proctor Modificado.	37
Figura 21. Densidad máxima seca en muestra patrón y con adición de ceniza de CRM.	38
Figura 22. Ensayo de CBR en laboratorio.	39
Figura 23. Resistencia al 100% y 95% de densidad máxima seca del afirmado en muestra patrón y con adición de CRM.	40

Resumen

En la presente investigación se tuvo como objetivo contrastar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz (CRM) en las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022, para lo cual se utilizó una metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y nivel explicativo correlacional; cuya población, material de cantera de la progresiva km 02+200 del sector Pitipujio – Queraquerayoc, tuvo como muestra a su vez dicho material de cantera con incorporaciones de CRM en 0%, 3%, 6%, 12%, determinada a través de un muestreo no probabilístico. La técnica usada fue la observación, cuyos datos fueron recabados en las fichas de observación y fichas de ensayos usados como instrumentos.

Los resultados de ensayo de laboratorio indicaron que la óptima incorporación fue un 6% de CRM al permitir el mayor incremento de la resistencia (hasta un 77.61% al 100% de DMS), poca variación de índice de plasticidad (de 5.07% a 6.73%), un descenso del óptimo contenido de humedad y casi nula variación de la densidad máxima seca; por lo que finalmente se pudo concluir que la adición de CRM influía positivamente sobre las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.

Palabras clave: afirmado, propiedades, ceniza, rastrojo de maíz, resistencia.

Abstract

In the present investigation, the objective was to contrast the influence of the addition of corn stubble ash (CRM) on the properties of the pavement for carriageable trails in Oropesa, Cusco 2022, for which an applied methodology was used, quantitative approach, quasi-experimental design and correlational explanatory level; whose population, quarry material from the progressive km 02 + 200 of the Pitipujio – Queraquerayoc, sector had as a sample said quarry material with additions of CRM in 0%, 3%, 6%, 12%, determined through a non-probability sampling. The technique used was observation, whose data were collected in the observation sheets and test sheets used as instruments.

The laboratory test results indicated that the optimum incorporation was 6% CRM, allowing the greatest increase in resistance (up to 77.61% at 100% DMS), little variation in the plasticity index (from 5.07% to 6.73%), a decrease in the optimal moisture content and almost no variation in the maximum dry density; so it was finally possible to conclude that the addition of CRM had a positive influence on the properties of the affirmed for carriageable trails in Oropesa, Cusco 2022.

Keywords: affirmed, properties, ash, corn stover, endurance

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional existe una amplia red de vías de comunicación dentro de las cuales se puede mencionar las vías aéreas, terrestres, marítimas, fluviales, etc. Las vías de comunicación terrestre sufren un deterioro progresivo ya sea por un uso no adecuado, una construcción sin la adecuada supervisión, debido a factores humanos o naturales. Las carreteras son un eje principal en la comunicación de dos pueblos o más, permite el comercio y el intercambio cultural. Construir carreteras a nivel internacional es un desafío, según indicó Kemp, el incremento sustancial de tránsito, la baja atención y deplorables condiciones de infraestructura vial, reducción de vida útil de los pavimentos, acrecentamiento de la calidad de la construcción y el aumento de los costos directos en proyectos, así como los costos indirectos. La cadena de suministro está siendo afectado y se requerirán infraestructura para el transporte de exportaciones terrestres. El directivo de Wirtgen, Kemp; formuló que se necesitan pavimentos con vida útil mayores a las actuales por lo menos de 40 años. “se utiliza el asfalto en caliente retirando de uso a las multicapas con espesores moderados, los cuales vienen mostrando una tendencia al decrecimiento (1), la sanidad y la educación dependen de la calidad de carreteras que conecten las ciudades o permitan la cohesión regional (2). El consumo masivo de combustible y el incremento de contaminación respecto a ello es uno de los puntos débiles de la vida útil reducida de las carreteras. El Art. 57 la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial quienes dirigen la jurisdicción de las carreteras deben responsabilizarse por mantener en buenas condiciones y brindar seguridad a los usuarios de la vía. En esta línea, la Fundación CEA, el Comisariado Europeo del Automóvil, indica que el costo por conservar se hace más rentable que realizar la construcción desde cero. Plantean que para la conservación y mantenimiento los conceptos de gasto no sería el adecuado sino de inversión. Efectuando un mantenimiento y conservación se alarga la vida útil del mismo a 20 o 30 años.

A nivel nacional la infraestructura vial se encuentra en mal estado debido a que no se realizan los adecuados mantenimientos periódicos a las diferentes vías, en la carretera Oyón – Ambo que está entre los departamentos de Lima y Huánuco, hoy en día uno de los problemas grandes para la proyección y ejecución de obras de

pavimentación o creación de carreteras la tenemos en la calidad y capacidad portante de suelos, repercutiendo en el mejoramiento de suelos con agregados de canteras aledañas a los proyectos, así mismo el elevado coste de mantenimiento por fenómenos que puedan impactar a los suelos. El ensayo más relevante para determinar las solicitaciones máximas de carga que puede resistir el suelo es el CBR (3).

A nivel local, en el sector de Pitipujio, distrito Oropesa en la provincia de Quispicanchi, la vía está compuesta por una trocha carrozable que aunque el material de afirmado que la conforma posee una resistencia aceptable dentro de los diferentes parámetros técnicos mínimos, se hace necesario buscar un aditivo y más aún si es de origen natural para contribuir así con el medio ambiente, para buscar prolongar la durabilidad ante las mayores exigencias de tráfico (que cuando se diseñó no estaban previstas) a las que está sujeta la vía desde el 2019, año desde el cual se viene revalorando el atractivo turístico por el recinto Parque Arqueológico Pukara Alto. Este incremento progresivo del tráfico ha venido generando una baja cohesión de las partículas en el afirmado con características viables en el afirmado, que desencadena en un esparcimiento de los agregados, por lo que la incorporación de la ceniza de rastrojo de maíz en el material de afirmado busca precisamente obtener mayor cohesión y plasticidad de la mezcla de afirmado.

En esta investigación se consideró como problema general; ¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz influye en las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022? Así también se planteó los problemas específicos; ¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz influye en el Índice de plasticidad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022?; ¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz influye en el óptimo contenido de humedad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022?; ¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz influye en la densidad máxima seca del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022?; ¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz

influye en la resistencia del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022?.

Se consideró como justificación teórica; la presente tesis se desarrolló con el propósito de aportar al conocimiento existente acerca del mejoramiento de afirmados que se usan en las trochas carrozables. Asimismo, se planteó con la finalidad de buscar expandir el conocimiento sobre el mejoramiento del Afirmado como material de rodadura en trochas carrozables. Por otra parte, la justificación práctica de la investigación se basó en la necesidad de mejorar las vías de comunicación terrestre, trochas carrozables, de la población de Oropesa. El resultado de la investigación basada en la adición de cenizas de rastrojo de maíz (3%, 6% 12%) al afirmado de trochas carrozables permitió mejorar las trochas a su vez lograr un impacto positivo en la población de Oropesa. Para llevar a cabo la investigación se utilizaron procedimientos previamente establecidos en Norma Técnica Peruana NTP 400.012 para granulometría, norma ASTM D 1883-07 para ensayo CBR y norma ASTM D-1557 para ensayo Proctor modificado.

Por tanto, como justificación social se tuvo la certeza de que esta investigación benefició principalmente a la población en general, los cuales se constituyen principalmente por los habitantes, estudiantes, comerciantes y transportistas de la población de Oropesa, debido a que, dentro de la población, aun se aprecia espacios viables sin pavimentación y en muchos de los casos aún no se realizó ningún tipo de ampliación de carretera. Asimismo, existe otro grupo social que fue beneficiado dentro de la población, a ellos nos referimos porque proporcionaron el rastrojo de maíz como aditivo del afirmado. En cambio, dentro de la justificación metodológica de la investigación se apreció su importancia debido a que este trabajo sirvió como antecedente de estudio para poder discutir los resultados en base a otros estudios que se plantearon. Asimismo, se pudo comprobar si el aditivo orgánico permitió que las características físicas y mecánicas del afirmado, lleguen a cumplir los estándares nacionales e internacionales que se manejan.

En la presente investigación se planteó como objetivo general: Contrastar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en las propiedades del

afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022. Además, se planteó los siguientes objetivos específicos: Contrastar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en el Índice de plasticidad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022; Contrastar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en el óptimo contenido de humedad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022; Determinar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en la densidad máxima seca del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022; Determinar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en la resistencia del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.

Finalmente, como hipótesis general: La ceniza de rastrojo de maíz influye en las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022. Y hipótesis específicas: La ceniza de rastrojo de maíz influye en el Índice de plasticidad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022; La ceniza de rastrojo de maíz influye en el óptimo contenido de humedad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022; La ceniza de rastrojo de maíz influye en la densidad máxima seca del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022; La ceniza de rastrojo de maíz influye en la resistencia del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales se tomó a Hoylye & Rodriguez (2019), cuya investigación se enfocó en el objetivo estabilizar el suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis plantas herbáceas del género Musa y despojos de hojas de Eucaliptus desde los pueblos de Canchas hasta Colcap, Jimbe, Santa, Ancash. Por tanto, para su estudio se utilizó la metodología con un nivel de investigación descriptiva correlacional, asimismo, en la presente investigación por tipo y según su propósito ha sido catalogado como aplicativa con diseño cuasi – experimental. Dentro de los resultados que se demostró que las hojas de Eucaliptus al ser incineradas perdían un 80 % de su volumen y de esta forma se obtendría un 24.2 % de cenizas de cal. Para luego en relación al EMS, la muestra C1 consiguió los siguientes resultados: en el límite líquido se obtuvo 30.55%, en el límite plástico 17.09% y el índice plástico 13.46%, la granulometría 43%. En la muestra C3 se obtuvo los siguientes límites: límite líquido se obtuvo 24.97%, en el límite plástico 18.79% y el índice plástico fue del 18.01%, la granulometría 6.96%. Por otra parte, al realizar el ensayo de densidad seca se obtuvo los siguientes resultados para cada muestra: C1 obtuvo un porcentaje de 1.862%, C2 obtuvo un porcentaje de 1.930%, para C3 se obtuvo un porcentaje de 20% y para C4 obtuvo porcentaje 1.970%. Asimismo, se ejecutó el siguiente ensayo CBR, donde para la muestra C1 se obtuvo un porcentaje de 6.76%, para C2 se obtuvo un porcentaje de 7.41%, para C3 se obtuvo un porcentaje de 11.24% y finalmente para C4 se obtuvo un porcentaje de 9.27%. La investigación concluyó con que la adición de fibras de raquis de plantas herbáceas del género Musa y despojos de hojas de eucalipto son las más favorables, así como también la adición del CBR al 10% (4).

Ipince (2019), planteó en su objetivo de investigación explicar cómo los despojos de residuos de caña incinerada influyen en la mejora de la capacidad de la subrasante. En el estudio se aplicó una metodología del tipo aplicado, con un diseño de la investigación revisada fue no experimental y de corte transversal. Conforme a los resultados de la ceniza de tusa de maíz para las muestras (C1y C2) se obtuvo que para el EMS referente a la muestra C1 se consiguió que el límite líquido fuera de 36.71%, límite plástico igual a 22.10% y el índice de plasticidad de 14.61%, la granulometría 84.97%. Para la muestra C2 en el límite líquido se obtuvo

32.97%, el límite plástico 18.79% y el índice plástico 14.19%, la granulometría 66.6%. Por otra parte, en los ensayos de densidad seca se obtuvo que para la muestra C1 los porcentajes 0%, 5%, 10% y 25% son correspondientes a los valores de 1.34%, 1.60%, 1.68%, 1.70% y para C2 se obtuvo según los porcentajes 0%, 5%, 10% y 25% los valores correspondientes de 12.60%, 13.80%, 14.10%, 15.70% y por último, en el ensayo de CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) para la muestra C1 se obtuvo para los porcentajes 0%, 15% los valores de 3.70%, 6.20%, y para los porcentajes de C2 0%, 15% se obtuvo los valores de 1.84%, 22.40% respectivamente. Finalmente, la investigación **concluyó** con que la ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora la subrasante de un suelo limo-arcilloso (5).

López (2021), quien planteó su objetivo enfocándose a determinar el incremento de estabilidad de suelos adicionando ceniza de caña de azúcar (CCA) correspondiente al tramo Pinar-Marian distrito independencia en el año 2018, desarrolló su investigación bajo una metodología de investigación del tipo aplicada, con un nivel correlacional y de diseño no experimental. En el estudio se obtuvieron resultados del análisis de la ceniza de tusa de maíz para las muestras (S100, S95/5CCA, S90/10CCA y S85/15CCA). Inicialmente se realizó el ensayo de mecánica de suelos donde la muestra S100 produjo resultados del límite líquido (LL), siendo este 51.10%, el límite plástico (LP) 27.17% y el índice plástico (IP) 23.18%, la granulometría 94.97%. Para el caso de la muestra S95/5CCA se obtuvo que el LL fue de 52.20%, el LP 26.75% y el IP 26.45%, la granulometría 94.42%. Para el caso de la muestra S90/10CCA el LL fue de 53.67%, el LP fue de 26.94% y el IP 36.72%, la granulometría 94.31%. Por último, en la muestra S85/15CCA se obtuvo que el LL fue de 55.19%, el LP 28.44% y el IP 26.75%, la granulometría 93.76% que pasa la malla 200. Además de los ensayos de densidad seca según proctor modificado para S100 obtuvo para porcentajes 0%, 10%, 20% y 30% los valores de 1.61%, 1.67%, 1.71%, 1.66%, para S95/5CCA obtuvo para porcentajes 0%, 10%, 20% y 30% los valores de 1.54%, 1.59%, 1.62%, 1.58%, para S90/10CCA obtuvo para porcentajes 0%, 10%, 20% y 30% los valores de 1.49%, 1.54%, 1.53%, 1.46%, para S85/15CCA obtuvo para porcentajes 0%, 10%, 20% y 30% los valores de 1.35%, 1.46%, 1.49%, 1.42% respectivamente y por último según CBR para S100

obtuvo para porcentajes 95%, 100% los valores de 3.96%, 5.43%, para S95/5CCA obtuvo para porcentajes 95%, 100% los valores de 6.90%, 9.89%, %, para S90/10CCA obtuvo para porcentajes 95%, 100% los valores de 9.60%, 12.46%, %, para S85/15CCA obtuvo para porcentajes 95%, 100% los valores de 10.5%, 12.830% respectivamente. Finalmente se tiene como conclusión: Respecto a la resistencia y capacidad de carga del suelo de la calicata 01- S100 el suelo arcilloso logra estabilizarse adicionando el 20% de CCA, en comparación del peso seco de la muestra del suelo y el adecuado contenido de humedad del suelo, se alcanzó un CBR al 95% de 15.18%, adicionando un 10% de cenizas un CBR al 95% de 11.56% y con una adición de 30% obtuvo un CBR de 10.4%, el más favorable fue con la adición del 20% de cenizas (6).

Delgado y Mendoza (2017) en su investigación cuyo objetivo fue verificar la influencia de agregar ceniza de bagazo de caña (CBC) activada alcalinamente sobre la tensión efectiva en suelos arenosos limosos para obtener una reducción del riesgo de licuación del suelo que sufre la Urb. El Golf. Aplicando una metodología de tipo aplicado y diseño experimental de tipo transversa. Fijo como resultados determinar CBCA, para las muestras (C1, C2 y C3) La muestra C1 tuvo resultados de los ensayos de EMS, según Limite de attergerg: el Limite Plástico 0.83% y el Índice Plástico 23.20%, la granulometría 86% que pasa la malla 200, la muestra C2 según Limite de attergerg: Limite Liquido obtuvo 34.30%, el Limite Plástico 23.30%y el Índice Plástico 10.90%, la granulometría 87% y la muestra C3 según Limite de attergerg: Limite Liquido obtuvo 23.80%, el Límite Plástico 21.30%y el Índice Plástico 2.60%, la granulometría 87% que pasa la malla 200. Concluyendo la adición de CBCA influye positivamente sobre la tensión efectiva del suelo, suelos arenosos se ven mitigados por el efecto de la licuación en la Urb. El Golf., usando el 15% de CBCA activada alcalinamente (7).

Quispe (2020), desarrolló su investigación con el objetivo de analizar la influencia de la aplicación de ceniza de boñiga (CB) para estabilizar subrasantes plásticas. Aplicando una metodología de tipo aplicativo, nivel correlacional y diseño cuasi-experimental. Fijo como resultados determinar Ceniza De boñiga para las muestras (0%CB, 6%CB, 8%CB y 12%CB) La muestra 0%CB tuvo resultados de los ensayos

de mecánica de suelos, según Límite de atterberg: Límite Líquido obtuvo 29%, el Límite Plástico 18% y el Índice Plástico 11%, la granulometría 0%CB que pasa la malla 200, la muestra 6%CB la granulometría 6%CB, la muestra 8%CB la granulometría 8%CB, la muestra 12%CB la granulometría 12%CB. Además de los ensayos de densidad seca según proctor modificado la muestra 0%CC obtuvo porcentaje 0% valor de 1.884%, para 6%CB obtuvo porcentaje para 0% valor de 1.754%, para 8%CB obtuvo porcentaje para 0% valor de 1.745% y para 12%CB obtuvo porcentaje 0% valor de 1.692% respectivamente y por último según CBR para 0%CB obtuvo porcentaje para 95% valor de 8%, para 6%CB valor de 12.20%, para 8%CB valor de 14% y 12%CB valor de 17.5% respectivamente. Finalmente se tiene como conclusión: la adición de ceniza de boñiga estabilizó subrasantes plásticas, además se concluye que incrementando ceniza de boñiga incrementa el Índice de plasticidad de 15% a 17%, la afectación es de manera inversa en las propiedades físicas de la estabilización de subrasantes plásticas (8).

Bueno y Torre (2019), cuya investigación tuvo como objetivo mejorar la estabilidad del suelo de ceniza de carbón en el Distrito de Independencia – Huaraz. Aplicando una metodología de tipo cuantitativo y diseño no experimental. Fijo como resultados determinar Ceniza de carbón para las muestras (C1, C2, C3 y C4) La muestra C1 tuvo resultados de los ensayos de mecánica de suelos, según Límite de atterberg: Límite Líquido (LL) obtuvo 26.35%, el Límite Plástico (LP) 22.97% y el Índice Plástico (IP) 3.38%, la granulometría 47.16% que pasa la malla 200, la muestra C2 según Límite de atterberg: LL obtuvo 28%, el LP 23.27% y el IP 4.73%, la granulometría 49.48% , la muestra C3 según Límite de atterberg: LL obtuvo 34.56%, el LP 27.47% y el IP 7.09%, la granulometría 49.83% que pasa la malla 200 Además de los ensayos de densidad seca según proctor modificado para C1 obtuvo para porcentajes 0%, valor de 2.075% y por último según CBR para C1 obtuvo para porcentajes 95% y 100% los valores de 14.32%, 14.89% respectivamente. Finalmente se tiene como *conclusión*: Respecto a la resistencia y capacidad de carga del suelo patrón (C-01), se logra en el suelo arenoso mejoras de su estabilidad adicionando un 5% de cenizas de carbón, obteniendo un CBR al 95% de 14.32%, adicionando 3% de CC reflejó un CBR al 95% de 13.04% y adicionando 10% de CC finalmente un CBR al 95% de 11.29%, al comparar con la muestra

patrón de un CBR al 95% de 10.50% se observa mejoras en las propiedades mecánicas a través de la compactación (9).

Espinoza y Velasquez (2018), desarrollaron su trabajo de investigación con el objetivo planteado de determinar la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018. Aplicando una metodología de tipo aplicado y diseño experimental de tipo transversa. Fijo como resultados determinar Ceniza De Caña De Azúcar para las muestras (C1, C2 y C3) La muestra C1 tuvo resultados de los ensayos de mecánica de suelos, según Limite de attergerg: Límite Líquido obtuvo 10.56%, el Límite Plástico 0.83% y el Índice Plástico 9.73%, la granulometría 63.10% que pasa la malla 200, la muestra C2 según Límite de attergerg: LL obtuvo 15.94%, el LP 3.77% y el IP 12.17%, la granulometría 61.40% y la muestra C3 según Límite de Attergerg: LL obtuvo 16.15%, el LP 4.45% y el IP 11.70%, la granulometría 59.90% que pasa la malla 200. Además de los ensayos de densidad seca según proctor modificado para C1 obtuvo para porcentajes 0%, 10%, 20% y 30% los valores de 6.39%, 8.71%, 9.57%, 8.32% respectivamente, por último, según CBR para C1 obtuvo para porcentajes 0%, 10%, 20% y 30% los valores de 4.81%, 11.56%, 15.18%, 10.42% respectivamente. Finalmente se tiene como *conclusión*: resultados favorables en las propiedades físicas y mecánicas del suelo, se logró la estabilidad adicionando 20% de CCA respecto al peso de la muestra, el CBR al 95% obtuvo 15.18%, una MDS de 1.859gr/cm³ optimizando la humedad al 9.567% y reduciendo el IP de 16.11% a 9.73%, consiguiendo disminuir el porcentaje de expansión del suelo de 1.47% a 0.24% (10).

Entre los antecedentes internacionales podemos mencionar Claveria, Triana y Varon (2018), quienes desarrollaron su investigación bajo el objetivo de analizar el efecto de adicionar ceniza proveniente de cascarilla de arroz y bagazo de caña para comprobar mejoras en las propiedades de suelos de origen volcánico, estabilizado con estas cenizas de biomasa, verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas vigentes (INVIAS). Aplicando una metodología de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño cuantitativo. Fijo como resultados resultados: para dos muestras la Muestra 1 tuvo valor de CBR 3.47% y la Muestra 2 5.09%, para el

Proctor de la muestra 1 obtuvo 0.66 y la muestra 2 obtuvo 0.64. Finalmente se tiene como conclusión: El autor determinó la adición óptima de CBCA para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del material ensayado, responde a 10% mostrando el mayor valor de mejora. El uso de CBCA muestra ser una alternativa económica, sustentablemente ambiental, ya que de los 98 resultados se demuestra un beneficio en las condiciones físico-mecánicas del suelo (11).

Laza y Araujo (2020), desarrollaron su investigación con el objetivo de analizar el efecto de la ceniza de biomasa como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto simple; investigar los tipos de biomasa usados para sustituir parcialmente el cemento; analizar qué características debe tener la ceniza de biomasa para que pueda sustituirse parcialmente por cemento; establecer si la ceniza de estiércol bovino puede usarse como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto. La metodología que se usó fue de índole descriptiva. Obtuvo los resultados: La actividad puzolánica entre los tipos de ceniza de Cascarilla de arroz, caña de azúcar, mazorca de maíz, ceniza volante, estiércol bovino tiene composiciones químicas similares por lo que la sustitución parcial del concreto con uno de estos tipos de puzolana es positiva. Finalmente concluyó: La ceniza de estiércol es apta para reemplazo parcial del concreto; Usar un 15% de reemplazo del concreto con algunas de las cenizas estudiadas es la que mejores resultados positivos se obtuvo; La temperatura óptima para poder obtener las cenizas, debe de estar en el rango de 500°C y los 650°C; al moler las cenizas se generan ventajas en la resistencia a compresión del concreto (12).

Idalberto (2008), cuya investigación se enfocó como objetivo en la realización de ensayos para la caracterización de los materiales y el estudio físico-químico de las mezclas de mortero para las cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz. Se realizaron 14 muestras por tanto la metodología fue cuasi experimental, una muestra era sin adición de ceniza, las demás tenían adición de ceniza entre 10% y 30% de sustitución del cemento, esto se repitió en cada uno de los tipos de cenizas. Se obtuvo como resultado que la puzolana de cascarilla tiene una mejor potencialidad debido a que en su composición tiene más de 80% de sílice. La puzolana de hoja de maíz presenta 48% de sílice en su composición siendo este

un valor aceptable. Finalmente, la ceniza del bagazo de caña es el menos porcentaje de sílice tenía en su composición, un 36%. Llega a la conclusión de que las adiciones de ceniza de cascarilla de arroz consecuentemente afectan en incrementar la resistencia a la compresión, sustituyendo el porcentaje ideal será de 20 %. La ceniza de hoja de maíz permitió un muy pequeño incremento de la resistencia a compresión cuando esta fue adicionada en pequeños también porcentajes de sustitución, por lo que se verifica tal incremento hasta el 20 % sin afectaciones mayores de la resistencia (13).

Fuentes, Fragozo y Vizcaino (2015), quienes desarrollaron su investigación bajo la selección de los residuos agroindustriales de la cascarilla de arroz, las cenizas de la cascarilla de arroz y las cenizas de las centrales térmicas, estas cenizas se usaron como adición al cemento para elaborar bloques de concreto. Los porcentajes de adición que se usaron fueron de 10%, 15% y 20%. Los bloques que se diseñaron con las cenizas de las centrales térmicas con una adición de 10%, 15% y 20% obtuvieron resistencias por encima del patrón, por lo tanto, es factible utilizar estas cenizas para la elaboración de bloques de concreto puesto que obtiene resistencias similares a un bloque de concreto sin adición de alguna ceniza (14).

Lópex y Castro (2010), realizaron su investigación en base a la utilización de probetas cubicas de 20 cm de arista, se agregó puzolana en un 33%, 14% y 0%. Los ensayos de resistencia y permeabilidad a iones cloruros se realiza en los tres tipos de hormigones a los 28, 56 y 84 días. Se pudo concluir que las puzolanas ayudan en la permeabilidad del hormigón, Las puzolanas reducen considerablemente la permeabilidad del concreto y su resistencia (15).

Rivas (2021), introdujo el concepto del maíz indicando que es un alimento que se cultivaba desde la antigüedad, antiguamente era parte fundamental de la dieta de las personas en las diferentes regiones de Mesoamérica. Se extendió en el territorio americano y finalmente llegó a El Salvador convirtiéndose en un cultivo permanente. Cronistas del siglo XVII, mencionan como dieta básica en El Salvador a la tortilla con chile o sal. El cultivo y consumo de maíz es una costumbre muy

común de los pueblos prehispánicos, ubicados en Centroamérica e incluso México (16).

Por tanto, después de desarrollar los antecedentes de estudio, se hará mención a las teorías que sustentan las bases del estudio. Inicialmente se comenzará a dar a conocer las teorías sobre la importancia de las puzolanas, seguidamente se hablará acerca de las propiedades del afirmado dentro de las construcciones de vías terrestres.

La teoría de la actividad puzolánica, cuya definición es el proceso en el cual están involucrados la puzolana, cal y agua. Dichos elementos se mezclan y transforman en material de aspecto pétreo. Ante esto último, pareciera ser que cualquier material que pueda generar alguna reacción al combinarse con la cal en un tiempo determinado y a presión y temperatura en condiciones normales, sería considerado como puzolana; pero es muy importante recalcar que al término de la actividad puzolánica, el producto obtenido tiene que ser un material de alta resistencia mecánica, como no es el caso de la reacción del cuarzo con cal, pero que muchas veces se confundir con una puzolana (17). la puzolana se puede encontrar dentro de materiales naturales o artificiales que contienen Silíceo o silíceo aluminoso, sin embargo, cuando sus granos de alta fineza llegan a reaccionar con la humedad y el hidróxido de calcio se permite la formación de compuestos con propiedades (18). años pasados se dio la utilización de puzolanas en la elaboración de cementos, sin embargo, recientes investigaciones han concluido que se pueden usar diversos tipos de materiales tanto de los desechos industriales como de los desechos agrícolas (cascarillas de arroz, bagazo de caña, etc.), (13). dio a conocer como ejemplo a la hoja de maíz, el cual posee propiedades que la hacen apta para poder ser usada como puzolana, las cenizas de la hoja de maíz contienen más de un 60% en sílice. Debido a esta cantidad de sílice es que se realizan investigaciones con los desechos agrícolas del maíz, para poder ser utilizado como una puzolana. Por tanto, el aprovechamiento de la ceniza de la hoja de maíz como puzolana en la producción de cemento genera un aporte económico y ecológico (19). Por otra parte, es impórtate destacar que su existencia se da de forma natural en forma de rocas que se originan en las erupciones volcánicas explosivas, específicamente

dentro de depósitos alrededor del volcán que se solidifican de diversas formas de acuerdo a la viscosidad, velocidad de enfriamiento y contenido de gases del magma fundido. Los fragmentos de estos depósitos están expuestos a fenómenos diagenéticos de cementación, debido a estos fenómenos en los depósitos se empiezan a transformar en rocas compactas llamadas tobas. En este proceso hay transformaciones en las rocas del tipo químico-mineralógicas que influyen en la calidad de la puzolana. La puzolana natural de origen clástico, tiene como característica principal fijar cal, las arcillas que forman este tipo de puzolana son rocas de simple depósito y las tierras de diatomeas tienen un origen orgánico. Según Soria (1983), el origen orgánico de las tierras diatomeas está formada por esqueletos silíceos de microorganismos en el fondo de mares o lacustre. Una desventaja de las tierras de diatomeas como puzolana es que requiere un elevado uso del agua, alterando la relación de agua en el concreto, dando como resultado una disminución de las resistencias mecánicas. Así como la existencia de puzolanas naturales, también se llegó a obtener de manera artificial a través de tratamientos térmicos de determinados materiales, dichos tratamientos térmicos transforman la naturaleza del material haciendo que adquiera propiedades de puzolana. Dentro de las puzolanas artificiales podemos mencionar: Arcillas y esquistos calcinados; cenizas volantes. Los minerales de arcillas al calcinarlos a una temperatura entre 600 y 900°C presentan actividad puzolánica, están constituidas por sílice y alúmina. Las cenizas volantes son subproductos industriales que se obtienen de las cenizas en la centrales termo-eléctricas. Las cenizas volantes están compuestas de sílice y alúmina, en algunos casos se presenta cal en importantes cantidades, (17).

El afirmado, es un proceso en el cual a través de la superposición de una o más capas de materiales granulares seleccionados sobre una superficie preparada, se busca obtener la superficie de rodadura de una carretera. Estos materiales granulares obtenidos de canteras u otras fuentes son usados de forma natural o previo una estabilización con productos químicos (20).

La teoría de clasificación de carreteras: La autopista de primera clase, el cual es una carretera con Índice medio diario anual (IMDA) mayor a 6000 veh/día. Posee

dos o más carriles, el ancho de cada carril es 3.60m como mínimo. Posee un separador central con una longitud mínima de 6.00m. Asimismo, se tiene a la autopista de segunda clase, donde fluye un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día. Posee un separador central entre 1.00m y 6.00m. Tiene 2 o más carriles, cada carril tiene una longitud mínima de 3.60m. Posee control de accesos, puede tener cruces o pasos vehiculares y puentes peatonales. Otra clasificación hace referente a las carreteras de primera clase, el cual tiene un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día. Tiene dos carriles, cada carril tiene una longitud mínima de 3.60m. Algunos tienen cruces o pasos vehiculares, en las zonas urbanas se recomienda el uso de puentes peatonales. Asimismo, la clasificación llevó al conocimiento de las carreteras de segunda clase, los cuales poseen un IMDA entre 2000 y 400 veh/día. Tienen una calzada con 2 carriles, cada carril tiene una longitud mínima de 3.30m. Algunos tienen cruces o pasos vehiculares, en las zonas urbanas se recomienda el uso de puentes peatonales. Por otra parte, se cuenta con las carreteras de tercera clase, cuyas características cuentan con un índice medio diario anual menor a 400 veh/día. Poseen dos carriles con un ancho mínimo de 3.30m. Excepcionalmente con un adecuado sustento la longitud del carril puede ser de 2.50m. Finalmente, se encuentran las trochas carrozables, cuyas vías se pueden transitar, y poseen un IMDA menor a 200 veh/día. El ancho de la calzada será de 4.00m, para los cruces se construirán plazoletas con una longitud mínima de 5.00m. Su superficie de rodadura es afirmada o sin afirmar (20).

Seguidamente, se hará énfasis a las definiciones conceptuales de las variables y sus dimensiones o inclusive se hará mención a sus indicadores. Rastrojo es todo aquel residuo que queda en el potrero luego de la cosecha del cultivo, incluyéndose restos de maleza (21), teniéndose que a mayor producción de grano del cultivo se obtendrá una mayor cantidad de rastrojo, por lo que se infiere una relación directa entre ambos componentes de la planta (22), por lo que es correcto decir que el rastrojo de maíz está constituido por tallos, hojas y mazorcas que quedan el campo luego de realizada la cosecha del cultivo de maíz (23). Este cultivo de maíz, tiene la peculiar característica que al ser cosechado, genera grandes cantidades de rastrojo, estimándose que el 50% de la planta es grano y el 50% restante es considerado rastrojo (24). Involucrándose aún más con la variable independiente,

se conceptualiza a la ceniza de cáscara de maíz como un aditivo barato utilizado dentro de la cementación y la industria petrolera y gas, cuya conformación se encuentra de componentes químicos de SiO_2 , K_2O , Fe_2O_3 , CaO y Na_2O (25). la ceniza de cáscara de maíz como a una materia orgánica producida del quemado del tallo de maíz a una temperatura de 600°C , cuya obtención posterior se da a través de $75\mu\text{m}$ de ceniza fina (26). la ceniza de cáscara de maíz como un subproducto de desecho puzolánico de las mazorcas de maíz, utilizado como aditivo químico afín de reducir costos en el cemento mezclado (27).

El porcentaje de las mezclas en varios niveles del cemento portland ordinario (OPC) en cantidades de porcentajes crecientes con ceniza de mazorca de maíz (CCA), cuya posterior designación son llamados comúnmente como C1, C2, C3, C4 y C5 (28), los porcentajes crecientes son adiciones de composición química de la ceniza de mazorca de maíz (CCA), donde muchas veces el reemplazo del 0% sirve como control (28), la granulometría se enfoca en el análisis del tamaño de los granos, siendo esta una técnica analítica que normalmente se lleva a cabo dentro de las ciencias de la tierra y se implementa como un estudio de laboratorio de rutina. Otras disciplinas, como la arqueología y la geo arqueología, también lo utilizan con asiduidad. Es un análisis sedimentológico realizado para determinar el tamaño de las diferentes partículas que constituyen un determinado depósito sedimentario no consolidado, roca sedimentaria, yacimiento arqueológico o unidad de suelo (29), asimismo, la importancia de la granulometría radica en conocer la distribución de las partículas de diferentes tamaños que conforman un suelo. La clasificación granulométrica de los agregados gruesos se realiza a través del tamizaje, y para la clasificación granulométrica de agregados finos se utiliza el hidrómetro (30).

Malla núm.	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Figura 1. Tamaños de mallas estándar en EE.UU.

Fuente: Braja. M. Dass

Se denomina clasificación granulométrica a la gradación de las partículas que componen los suelos, esta clasificación servirá para el análisis granulométrico con el fin de determinar las propiedades mecánicas del suelo (30).

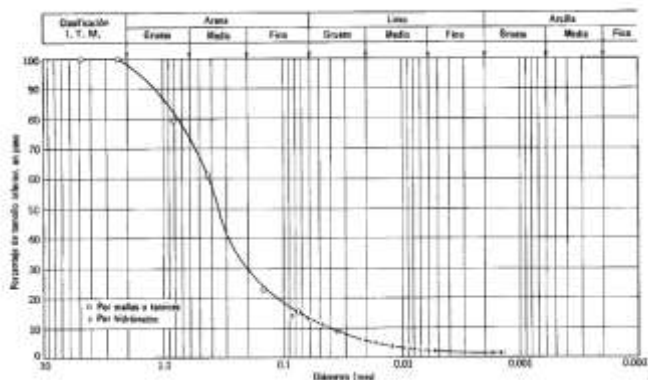


Figura 2. Curva granulométrica.

Fuente: Enciclopedia Simple

La variable “afirmado”, esta es la denominación que se le da a la capa o capas de material granular compactadas, que cumplen con una cierta gradación (presencia de finos cohesivos para propiciar un aglutinamiento de las partículas) y otros parámetros más, para que así sean capaces de soportar de manera directa las cargas y sobre todo los esfuerzos que se van a generar en la vía producto del flujo de tránsito. Dado que no contiene ningún componente asfáltico, es permitido su uso en caminos y carreteras no pavimentadas (4).

En efecto, se hará mención a los indicadores de las dimensiones de la variable afirmado, el índice de plasticidad (PI) se calcula como la diferencia numérica entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (PL); $PI = LL - PL$. Estos tres parámetros en conjunto son los límites de Atterberg. El límite líquido y el índice de plasticidad son los ejes de la tabla de plasticidad, que se utiliza en ingeniería para clasificar los suelos de grano fino, que se definen como suelos con un 50 % o más que pasa el tamiz #200. El tamiz #200 tiene 200 aberturas por pulgada, o 200 aberturas por 25,4 mm, con aberturas de 0,074 mm. Las partículas pasantes del tamiz #200 se clasifican como de grano fino (limo, arcilla) y normalmente se las denomina "finas", mientras que las partículas que se retienen en un tamiz #200 se clasifican como de grano grueso (arena, grava, adoquines, cantos rodados) (31). este índice consiste en una serie de ensayos que están normalizados y por medio de ellos es posible determinar los límites, para cada estado del suelo, en función al contenido de humedad. Estos ensayos permiten clasificar al suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS) (32). vemos los límites de Atterberg que determinan los estados de consistencia de los suelos y se basan en las características que presentan los suelos finos cuando tienen una determinada cantidad de agua (33).

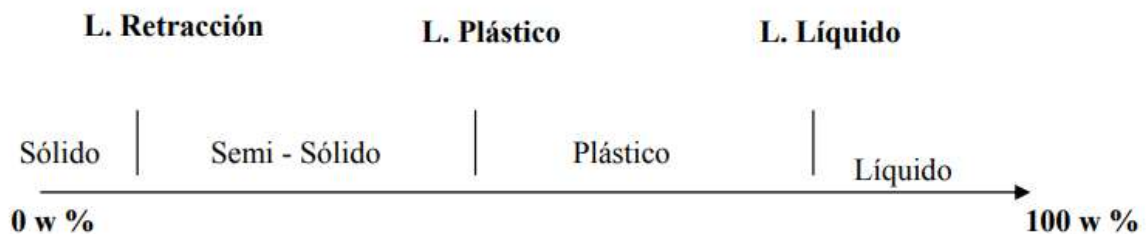


Figura 3. Límites de Atterberg.

Fuente: ASTM D4318

Los estados de consistencia varían en función al contenido de humedad que presenta un suelo, sin embargo, la mecánica de suelos solo se interesa en conocer el contenido de humedad que hace que un suelo tenga un comportamiento plástico, es decir, el estado en el cual el suelo presenta deformaciones sin romperse por ser plástico. Esta propiedad se calcula de la siguiente manera:

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100$$

Dónde:

Ww: Peso de agua

Ws: Peso suelo seco

El límite líquido (WL o LL) es contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.

Se determina el LL para cada espécimen elaborado, de acuerdo a una cantidad de golpes versus un contenido de humedad, usando cualquiera de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left[\frac{N}{25} \right]^{0.121}$$

$$LL = k \times W^n$$

Dónde:

N = Número o cantidad de golpes que provocan el cierre de una ranura para el contenido de humedad

Wn = Contenido de humedad del suelo, para total de N golpes.

K = factor dado en la Tabla A 1.

Tabla 1. Límite Líquido

N (Número o cantidad de golpes)	K (Factor de LL)
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014

29	1.018
30	1.022

Fuente: ASTM D4318

El límite que marca el cambio de estado del suelo, es decir, el suelo pasa del estado semi-sólido al estado plástico para un contenido de humedad determinado. Para hallar el límite plástico se tiene que promediar los contenidos de humedad obtenidos. En caso la diferencia entre dos contenidos de humedad sea mayor que el rango requerido, se repetirá el ensayo (33).

Tabla 2. Cuadro Límite Plástico

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple Límite Plástico	0.9	2.6
Precisión Multi laboratorio Límite Plástico	3.7	10.6

Fuente: ASTM D4318

El límite plástico es expresado como un porcentaje de humedad y se calcula de la siguiente manera:

$$LP = \frac{\text{Peso de Agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

Índice de Plasticidad (IP): se calcula al restar el LL y el LP, es decir, es determinar aquel rango de humedad en que el suelo aún se encuentra en estado plástico.

$$IP = L_L - L_P$$

La densidad seca se obtiene por la compactación del suelo en su contenido óptimo de humedad. La densidad seca de un suelo es la relación entre la masa seca total del suelo y el volumen total del suelo. La densidad seca está relacionada con el grado de compactación de la masa del suelo (34). Para ello, nos regimos de la norma ASTM D1557-12, quien señala que se puede calcular la densidad seca máxima (MDS) relacionando el contenido de humedad y la densidad al aplicar una energía de compactación, la MDS se corresponde con el contenido de humedad

óptimo. La MDS de un suelo se halla a través del ensayo Proctor, el método consiste en hacer una gráfica tomando diferentes valores de humedad hasta encontrar el valor de humedad óptima, para una energía de compactación adecuada, el cual será indispensable para la obra a la cual estará destinado dicho material (35).

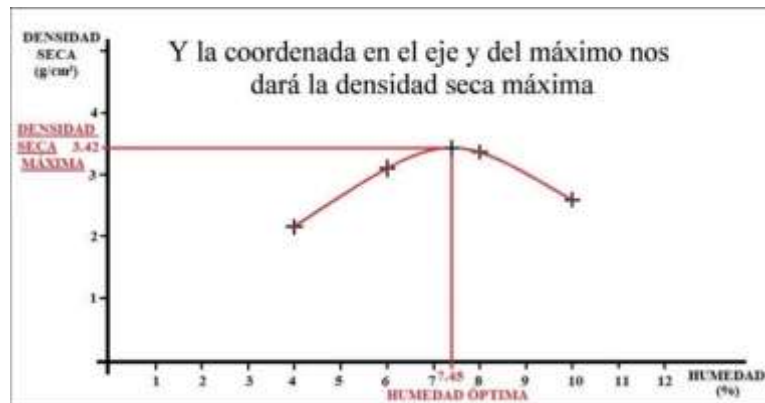


Figura 4. Ejemplo de gráfica de densidad seca máxima.

Fuente: Jacinto Gómez (2014)

III. METODOLOGÍA

La observación directa marcó el inicio de la investigación efectuando la visita al lugar en el tramo Pitipujio, Queraquerayoc y Pukara Alto, se realizaron los estudios preliminares como mecánica de suelos. Seguidamente se adicionó de ceniza de rastrojo de maíz (CRM) en porcentajes de 3%, 6% y 12% respecto a los materiales finos. Posteriormente los ensayos respectivos de Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

La investigación de tipo aplicada, infiere que este tipo de investigación mediante el conocimiento científico se dirige a determinar, los medios a través de los cuales se llega a cubrir una necesidad reconocida o específica (36). La investigación fue de tipo aplicada, este estudio pretendió cubrir las necesidades generadas debido a la reducción de vida útil del afirmado en el tramo Pitipujio, Queraquerayoc y Pukara Alto, por ende, se planteó el mejoramiento de material de afirmado con adición de CRM.

Enfoque de investigación:

Una investigación con enfoque cuantitativo es aquella que recolectará datos para posteriormente analizarlos mediante una estadística descriptiva o inferencial, para así poder probar sus hipótesis anteriormente planteadas (37). La investigación fue cuantitativa debido a que se observó las variables, recogió los datos de análisis, se cuantificó para poder llegar a un resultado y finalmente analizar dichos valores.

Diseño de investigación:

El diseño de una investigación es aquella estrategia que seguirá el investigador para así poder responder al problema que se ha planteado con anterioridad; es así que la investigación diseño experimental someterá al individuo de la investigación a ciertas situaciones que involucran ciertas condiciones y estímulos para observar los efectos producidos sobre dicho individuo (38). En esta investigación se manipuló la variable independiente, CRM, donde los resultados que se obtuvieron se contrastaron con la hipótesis. Debido a que se manipuló la variable independiente

y se efectuó los ensayos de materiales en laboratorio, el diseño fue del tipo cuasi experimental.

Nivel de la investigación:

El estudio correlacional como nivel de investigación puede atribuírsele como finalidad mostrar una o más relaciones que se genera entre dos o más variables, conceptos o categorías, en un entorno o contexto particular. El nivel de alguna investigación se denomina explicativo, cuando se pretende o se busca dirigir la investigación a responder las causas de fenómenos y eventos que en este caso serían de carácter físico (36). Esta investigación fue explicativo correlacional porque se analizó el comportamiento y relación que tuvieron las variables.

3.2. Variables y operacionalización

Una variable como propiedad o concepto que al variar o fluctuar puede medirse, estas fluctuaciones pueden registrarse con herramientas de medición sean fichas, software o equipos (36).

Variable independiente: Ceniza de rastrojo de Maíz (CRM)

Variable dependiente: Afirmado

Operacionalización de variables

Proceso llevado a cabo para medir y observar el comportamiento de las variables de investigación por lo que previamente se debe identificar las dimensiones e indicadores de dichas variable (39).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Población es aquel grupo conformado por todos los elementos a estudiar, así mismo a cada elemento se le denomina como individuo, el cual no siempre significa que sea una persona (40). En esta investigación, la población 03 Canteras (Cantera 02+220 Lado derecho, Cantera 03+150 Lado izquierdo Cantera 03+980 Lado derecho) del sector Pitipujio – Queraquerayoc.

Muestra:

Es una parte de la población, cuyas características la hace representativa de la población, para que así los resultados obtenidos de dicha muestra puedan ser generalizados a la población (41). Por lo que en la presente investigación la muestra fue el material de afirmado de la cantera de la progresiva 02+220 Lado derecho.

Muestreo:

El muestreo es la elección de las unidades que reflejan cualidades representativas de la población, el muestreo no probabilístico, es la elección de las unidades teniendo en cuenta sus cualidades específicas y lo que conlleva el contexto de la investigación, y no haciendo uso de las probabilidades (36). La técnica aplicada fue muestreo no probabilístico, debido a que los elementos en estudio no fueron obtenidos por probabilidades, dado que, a través de la técnica del cuarteo a realizar en la cantera, se obtuvo el material de afirmado para su posterior ensayado en laboratorio.

Unidad de análisis:

Las unidades de análisis, son el objeto de estudio, objetos, personas a los cuales se les hará la experimentación según los objetivos y preguntas de investigación (36). Por tanto, las unidades de análisis estuvieron conformadas por el material de afirmado con adición a las cuales se les realizó los ensayos respectivos para determinar las mejoras de propiedades.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**Técnica:** Observación y experimentación

La observación directa es aquella técnica en la que el investigador observa haciendo uso de todas las formas posibles para poder percibir y así recoger datos (42). La observación se centró en la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del afirmado, que conllevó a que se pueda contar con la capacidad de evaluar la condición que mantiene la muestra de afirmado. Se eligió como técnica a la experimentación, debido a que se buscó desarrollar la modificación de las condiciones del afirmado al adicionar 3%, 6%, 12% de CRM.

Instrumentos de recolección de datos: Ficha de observación y Fichas de ensayos experimentales de EMS

Las fichas de observación o de recolección de datos nos permiten recabar toda la información de la variable en estudio para luego a través de la estadística poder generar un análisis sobre el comportamiento de dicha variable (36). La ficha de observación ha permitido medir las diferentes propiedades que posee el afirmado para trochas carrozables, en un primer momento sin agregar CRM y luego agregando CRM. De igual forma, se emplearon los ensayos experimentales, debido a que se recurrió a la manipulación de la variable en estudio, adición de CRM, con la finalidad de poder analizar el comportamiento del afirmado al poder adicionar CRM.

Validez

La veracidad de los resultados obtenidos y se analiza el grado del margen de error sobre la variable que se está midiendo (36). La validez del presente se definió por la puntuación de los expertos en la materia que puntuaron según sus criterios técnicos

Confiabilidad de los instrumentos

Es una herramienta que mide el grado que un instrumento permite que se generen resultados con consistencia, coherencia e igualdad (36). La confiabilidad estuvo validada por los laboratorios y normas a las cuales se rigen los ensayos de laboratorio.

3.5. Procedimientos

Extracción de material de cantera: El material de afirmado que se utilizó para la trocha carrozable, se extrajo de cantera por el método B cuarteo, que se encuentra en la progresiva km 02+220 lado derecho, que está dentro del tramo en estudio, del distrito de Oropesa, provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco. (Anexo 5)



Figura 5. Extracción de material de cantera

Fuente: elaboración propia.

Obtención del rastrojo de maíz: Adquirido de las zonas de cultivo aledañas a la zona de estudio, en el mismo distrito de Oropesa



Figura 6. obtención del rastrojo de maíz

Fuente: elaboración propia.

Obtención de CRM: Adquirido el rastrojo de maíz, se procedió a transportarlo para su pre quemado en un horno artesanal, después se realizó su quemado en mufla a una temperatura de 550 °C y finalmente se obtuvo la CRM.



Figura 7. Pre quemado de rastrojo de maíz en horno artesanal
Fuente: elaboración propia.



Figura 8. Quemado en mufla
Fuente: elaboración propia.

Análisis granulométrico de la CRM: Con la CRM ya obtenida, se procedió a limpiarla de impurezas que pudieran afectar los resultados de los futuros ensayos que se iban a realizar, para luego ejecutar el ensayo de análisis granulométrico a la ceniza por medio del tamizado. El análisis granulométrico realizado a la CRM, sirvió para

conocer la finura de las partículas que componían dicha ceniza, que tiene como distribución granulométrica de grava 0.06%, arena de 93.53% y fino 6.41%



Figura 9. Tamizado de CRM

Fuente: elaboración propia.



Figura 10. Clasificación granulométrica de CRM

Fuente: elaboración propia.

Ensayos de laboratorio del material de afirmado en muestra patrón: Los ensayos considerados necesarios en esta investigación, fueron realizados en primer lugar al material en su estado natural, es decir con 0% de adición de CRM, que fue llamado muestra patrón. Los ensayos realizados a la muestra patrón fueron los siguientes:

- Granulometría del material de afirmado según la norma MTC E 107/ASTM C-136
 - Contenido de humedad del material de afirmado según la norma MTC E 108/ASTM D 2216
 - Límites de consistencia según la norma MTC E 110 y MTC E 111/ ASTM N° D 4318
 - Proctor modificado según norma MTC E 115/ASTM D 1557
 - Ensayo de resistencia, Ensayo CBR según norma MTC E 132/ASTM D 1883
- La ejecución de estos ensayos arrojó los siguientes resultados.

Tabla 3. Resultados de ensayos en muestra patrón

Muestra patrón	
Parámetro	Resultado
Contenido de humedad natural	4.54%
% de grava	38.57%
% de arena	34.65%
% de finos	26.78%
Límite líquido	20.30%
Límite plástico	15.23%
Índice de plasticidad	5.07%
Clasificación SUCS	GC-GM
	Grava limosa arcillosa arenosa
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)
	Materiales granulares con partículas finas limosas
Densidad máxima seca	2.26 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	6.01%
Resistencia al 100% de DMS	57.80%
Resistencia al 95% de DMS	18.27%

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se procedió a agregar la CRM en los porcentajes de 3%, 6%, 12% a lo restante del material de afirmado extraído de la cantera, procurando un buen

mezclado entre el material y la ceniza, para así poder elaborar las muestras que fueron ensayadas, específicamente los ensayos de límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR en suelos (resistencia).

3.6. Método de análisis de datos

Se define que, “Se inicia con la estructuración de datos, se analiza y se visualiza por variable del estudio a través de organización de datos, se evalúa la confiabilidad y validez, se lleva a cabo análisis estadístico respecto a las hipótesis planteadas, por último, preparan los resultados para presentarlos” (36), La técnica usada para la presente investigación fue del tipo descriptiva ya que mediante tablas y figuras de resultados se logró mostrar la variación de resultados obtenidos en los ensayos.

La validación de resultados estuvo avalada por la confiabilidad del software y la validación de expertos en la materia.

Para lo cual se usaron las herramientas siguientes:

Fichas Técnicas: Las fichas técnicas que se utilizaron, permitió recolectar la información y al ser avaladas por expertos; posteriormente esta información fue procesada y analizada mediante estadística descriptiva, para obtener conclusiones que demostraron las hipótesis

Excel: En esta investigación, el programa Microsoft Excel, permitió el registro a través de los instrumentos, de toda la información que se requirió para llevar a cabo esta investigación; dicha información que luego fue procesada y analizada para así verificar o falsear las hipótesis planteadas.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación se realizó con absoluta veracidad y transparencia, se recopiló material para poder realizar la investigación, el material recopilado y que ayudó en el desarrollo de la investigación se le atribuyo la respectiva autoría por respeto a la propiedad intelectual de otros investigadores. Se respetaron la procedencia de todas las fuentes de información a esta investigación, siguiendo el formato de referenciación de la universidad. La integridad científica se respetó en

todo el desarrollo de esta investigación, la investigación se llevó a cabo con total autenticidad y prevaleció el profesionalismo en cada una de las etapas. Se cumplió las resoluciones de las líneas de investigación de la Universidad César Vallejo y los estándares de referenciación del ISO 690.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

La Comunidad de Choquepata, se encuentra ubicado en el distrito de Oropesa, en la provincia de Quispicanchi, Región Cusco. Tiene una extensión de 2,180 has, Choquepata fue creado el 11 de marzo de 1,927. Se le da la categoría como Comunidad Indígena de Choquepata; que posee tres previos como: Previos Puna Punabamba (en este previo es reconocido el anexo de Patabamba), Tambopata y Sempicona; previos que en la actualidad son reconocidos y es dueño la comunidad de Choquepata.



Figura 11. Mapa político del Perú.

Fuente: Wikipedia.



Figura 12. Mapa político del departamento de Cusco.

Fuente: Wikipedia

Ubicación del proyecto



Figura 13. Mapa de la provincia de Quispicanchi.

Fuente: Wikipedia.



Figura 14. Mapa del distrito de Oropesa.

Fuente: Wikipedia.

Límites

- Por el Norte : Con el territorio de la comunidad de Huasao.
- Por el Sur : Chinikara Alta y Baja y territorios del Oropesa.
- Por el Este : Vicho Alto y con el territorio de Llachoq - San Salvador.
- Por el Oeste : Con el territorio de la Comunidad de Qolkayqui - Lucre.

Ubicación geográfica

Choquepata forma parte de la Cuenca del río Huatanay. Ubicado en el UTM siguiente. E198567, N8496536 a una altitud de 3120 msnm., está constituido por las laderas, planicies y valles del río Huatanay y Pachatusan.

La comunidad de Choquepata se encuentra vinculada a través de dos vías de comunicación, como son carrozable y ferrocarril, en dirección sur este de la ciudad de Cusco; a una distancia de 19 Km, utilizando vehículos de servicio interprovincial

Cusco – Urcos – Sicuani, e interurbano bajando en el ramal del poblado de APV-Tipon, se prosigue por vía asfaltada hacia el lado noreste, que llega al mismo capital de Choquepata; al igual que la línea férrea.

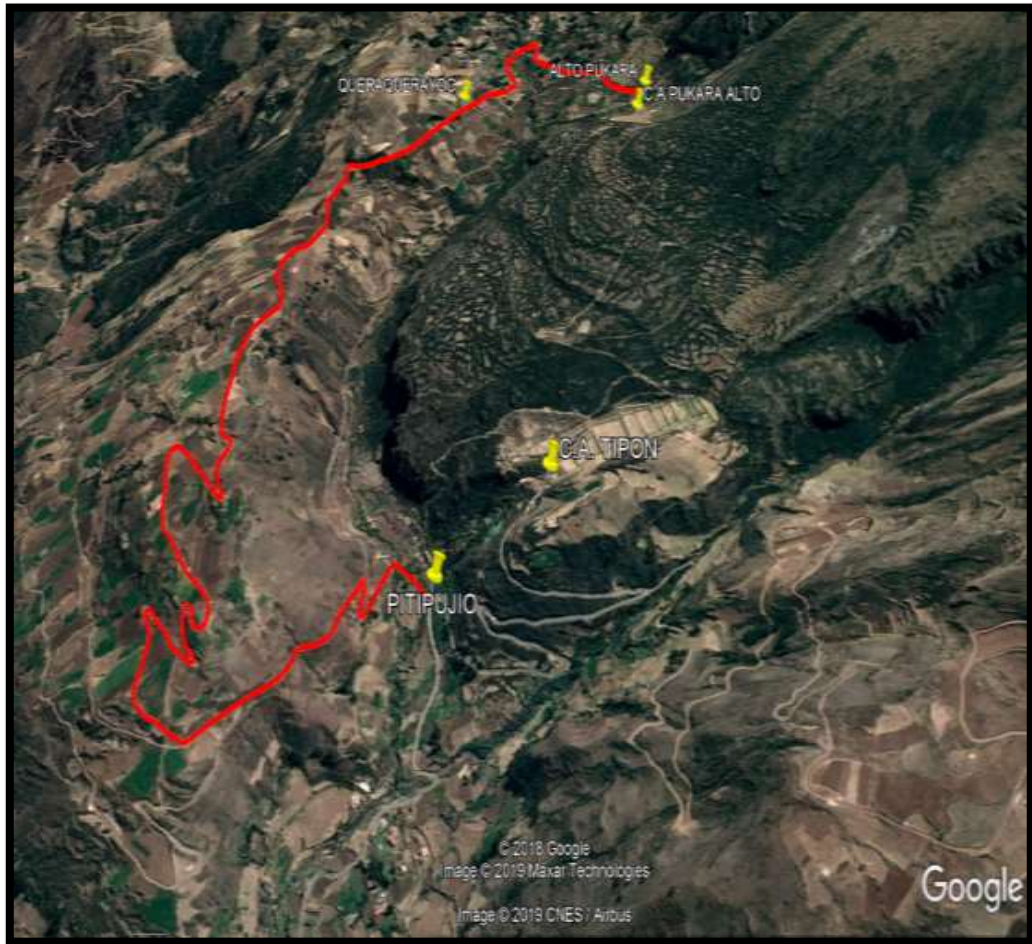


Figura 15. Imagen satelital de la zona de estudio.

Fuente: Google Earth

Las coordenadas de inicio y fin del proyecto en el sistema UTM, son las siguientes:

Inicio del tramo – desvío carretera principal Tipon

- Este : 198,490.793
- Norte : 8,497,701.457
- Elevación : 3,294.08 m.s.n.m.

Final del tramo – sector pukara alto

- Este : 198,320.058
- Norte : 8,499,301.543
- Elevación : 3,568.67 m.s.n.m.

Clima

El valle sur y especialmente el distrito de Oropesa, presenta su propio clima de acuerdo a la altitud en que se encuentra. En general, es un clima templado apropiado para la agricultura, con lluvias veraniegas (de enero a abril), y seco durante los meses fríos (junio a octubre). Los meses más calurosos de año con ausencia total de nubosidad, son: de setiembre a noviembre, con una temperatura que sobrepasa los 20°C. Las precipitaciones pluviales se presentan en forma torrencial y algunas veces con granizo, estos fenómenos atmosféricos dan lugar al origen del nacimiento de pequeños riachuelos y también a la formación de lagunas con ellos a la presencia de un hábitat de plantas y animales, en tal sentido la zona de estudio se caracteriza por tener climas variadas durante el año.

Objetivo específico 1: Contrastar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en el Índice de plasticidad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.



Figura 16. Ensayo de límites de Atterberg

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Límites de Atterberg en muestra patrón y con adición de CRM

Descripción	Límite líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice de plasticidad (IP)	Variación % de LL	Variación % de IP
Muestra patrón	20.30%	15.23%	5.07%	-	-
Con adición de 3% de CRM	23.65%	16.66%	6.99%	16.50%	37.87%
Con adición de 6% de CRM	23.60%	16.87%	6.73%	16.26%	32.74%
Con adición de 12% de CRM	25.80%	19.49%	6.31%	27.09%	24.46%

Fuente: elaboración propia.

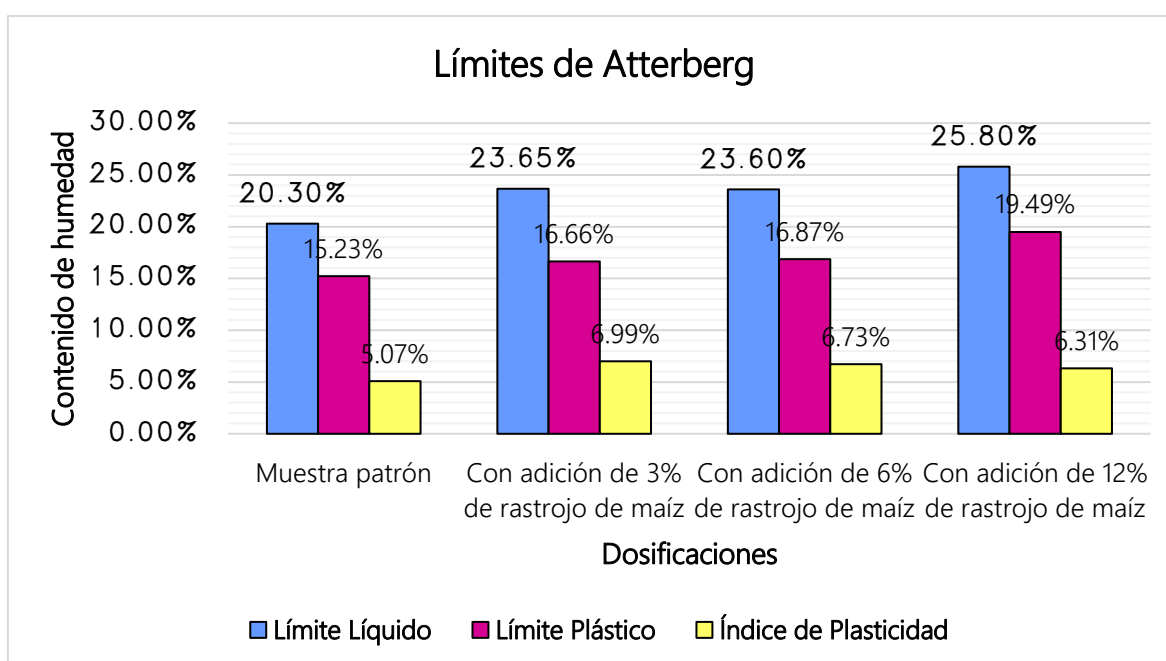


Figura 17. Límites de Atterberg en muestra patrón y con adición de CRM

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla 4 y figura 17, se pudo observar para la muestra patrón de afirmado un límite líquido (LL) de 20.30%, mientras que cuando se adicionó la CRM en porcentajes de 3%, 6% y 12% los valores de LL fueron 23.65%, 23.60% y 25.80%, respectivamente; lo que significó a su vez variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón de 16.50%, 16.26% y 27.09%; notándose así un incremento, aunque irregular, pero siempre con valores mayores al de la muestra patrón. Respecto al índice de plasticidad (IP), lo obtenido en muestra patrón fue 5.07%,

pero cuando se adicionó la CRM en los mismos porcentajes ya mencionados en líneas anteriores, los valores de IP que se obtuvieron fueron 6.99%, 6.73%, 6.31%, que en términos de variaciones porcentuales significaron un 37.87%, 32.74% y 24.46%; por lo que de igual manera el incremento irregular fue notorio, dado que a partir de la adición de 6% del aditivo el valor de IP comenzó a caer, pero siempre manteniéndose por encima de lo obtenido en la muestra patrón.

Objetivo específico 2: Contrastar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en el óptimo contenido de humedad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.



Figura 18. Ensayo de Proctor Modificado

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Óptimo contenido de humedad en muestra patrón y con adición de CRM

Descripción	Óptimo contenido de humedad	Variación porcentual
Muestra patrón	6.01%	-
Con adición de 3% de CRM	5.61%	-6.66%
Con adición de 6% de CRM	5.13%	-14.64%
Con adición de 12% de CRM	5.21%	-13.31%

Fuente: elaboración propia.

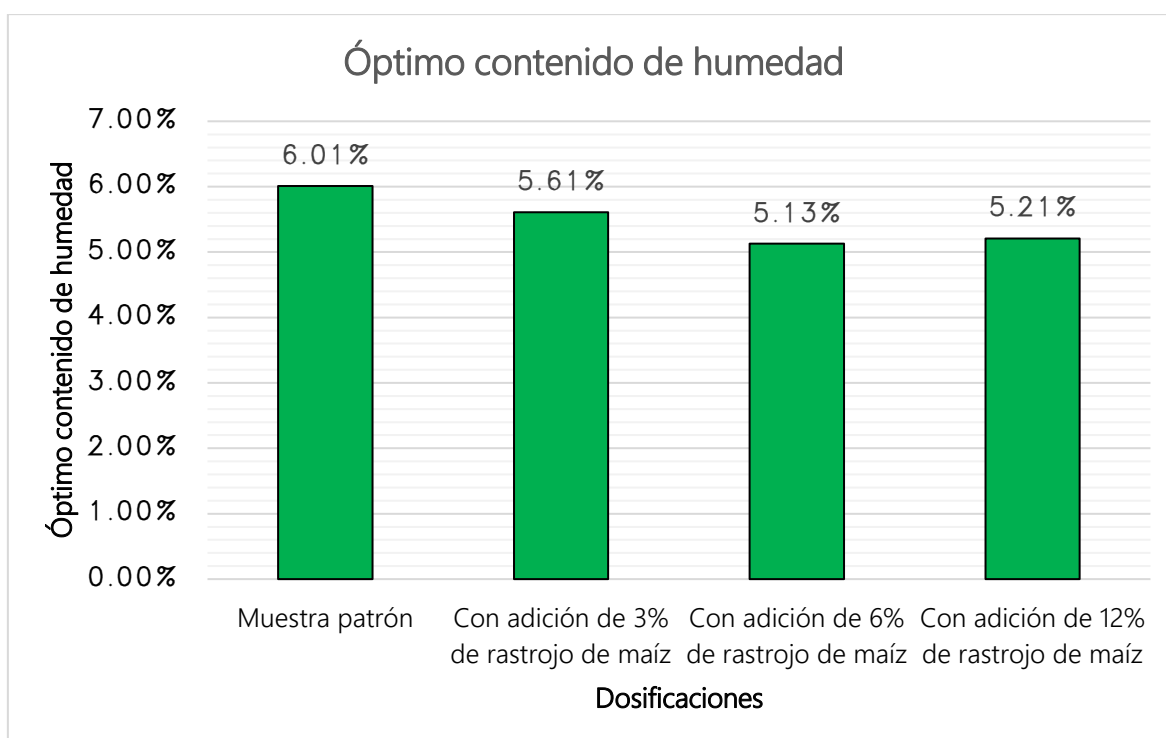


Figura 19. Óptimo contenido de humedad en muestra patrón y con adición de CRM

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 5 y la figura 19, se pudo notar que respecto al óptimo contenido de humedad (OCH) - valor obtenido del ensayo Proctor Modificado - en la muestra de afirmado sin adición (muestra patrón) se determinó un OCH de 6.01%, pero en las muestras con adición de CRM en los porcentajes de 3%, 6% y 12%, este valor disminuyó progresivamente hasta la adición de 6% de dicha ceniza a los valores de 5.61%, 5.13%, dado que para la adición de 12% de la CRM, el valor

aumento ligeramente hasta 5.21%, aunque de igual manera siendo este un valor inferior al de la muestra patrón, significando esto variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón de -6.66%, -14.46% y -13.31%.

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en la densidad máxima seca del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.



Figura 20. Ensayo de Proctor Modificado

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Densidad máxima seca en muestra patrón y con adición de CRM

Descripción	Densidad máxima seca (g/cm ³)	Variación porcentual de DMS
Muestra patrón	2.26	-
Con adición de 3% de CRM	2.26	0.00%
Con adición de 6% de CRM	2.27	0.44%
Con adición de 12% de CRM	2.18	-3.54%

Fuente: elaboración propia.

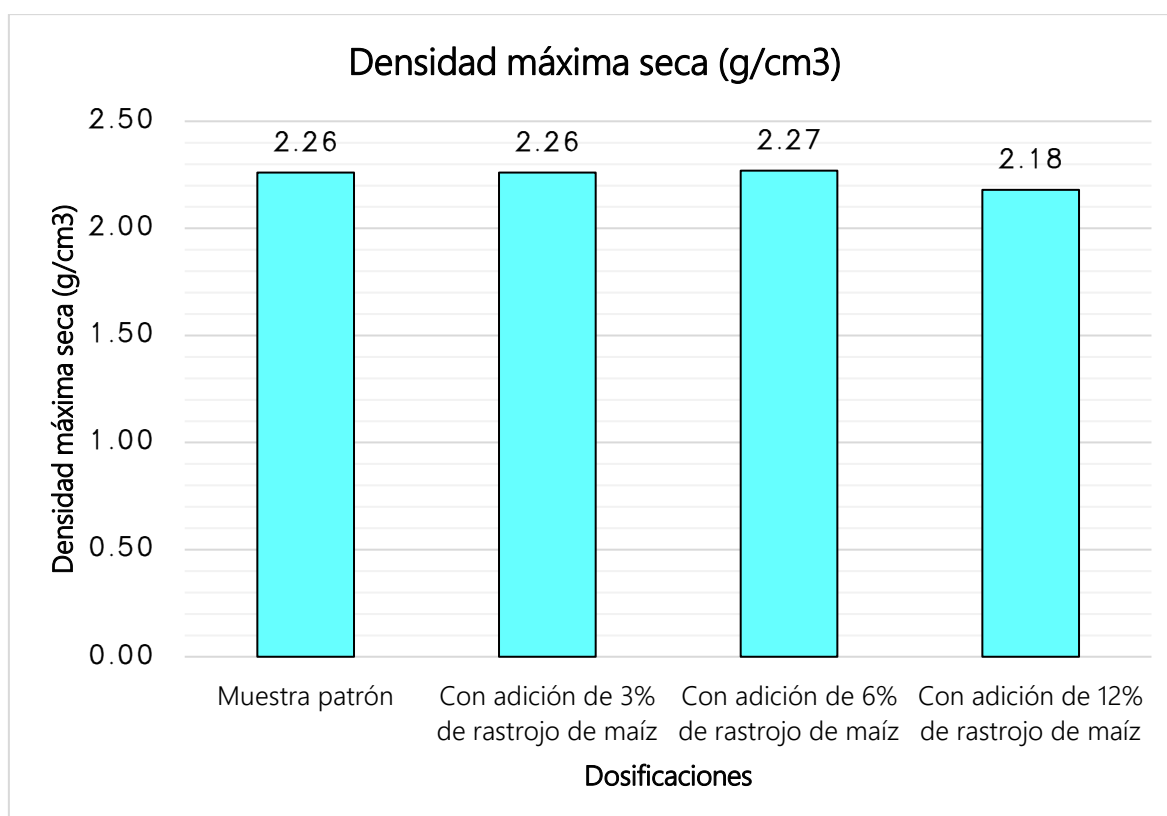


Figura 21. Densidad máxima seca en muestra patrón y con adición de ceniza de CRM

Fuente: elaboración propia.

La tabla 6 y figura 21, nos mostró lo ocurrido respecto al otro parámetro que se puede obtener en el ensayo de Proctor Modificado, es decir la densidad máxima seca (MDS), determinándose así que en la muestra patrón se obtuvo un valor de 2.26 g/cm³, mientras que cuando se adicionó la CRM en los porcentajes de adición ya mencionados, se obtuvo los valores 2.26 g/cm³, 2.27 g/cm³ y 2.18 g/cm³,

respectivamente; notándose así que las variaciones fueron mínimas, tal como lo demuestran las variaciones porcentuales calculadas, las cuales fueron de 0.00%, 0.44% y -3.54%.

Objetivo específico 4: Determinar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en la resistencia del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.



Figura 22. Ensayo de CBR en laboratorio

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Resistencia al 100% y 95% de MDS del afirmado en muestra patrón y con adición de CRM

Descripción	Resistencia al 100% de DMS	Variación % al 100% de DMS	Resistencia al 95% de DMS	Variación % al 95% de MDS
Muestra patrón	57.80%	-	18.27%	-
Con adición de 3% de CRM	61.82%	6.96%	23.41%	28.13%
Con adición de 6% de CRM	77.61%	34.27%	38.54%	110.95%
Con adición de 12% de CRM	51.27%	-11.30%	11.63%	-36.34%

Fuente: elaboración propia.

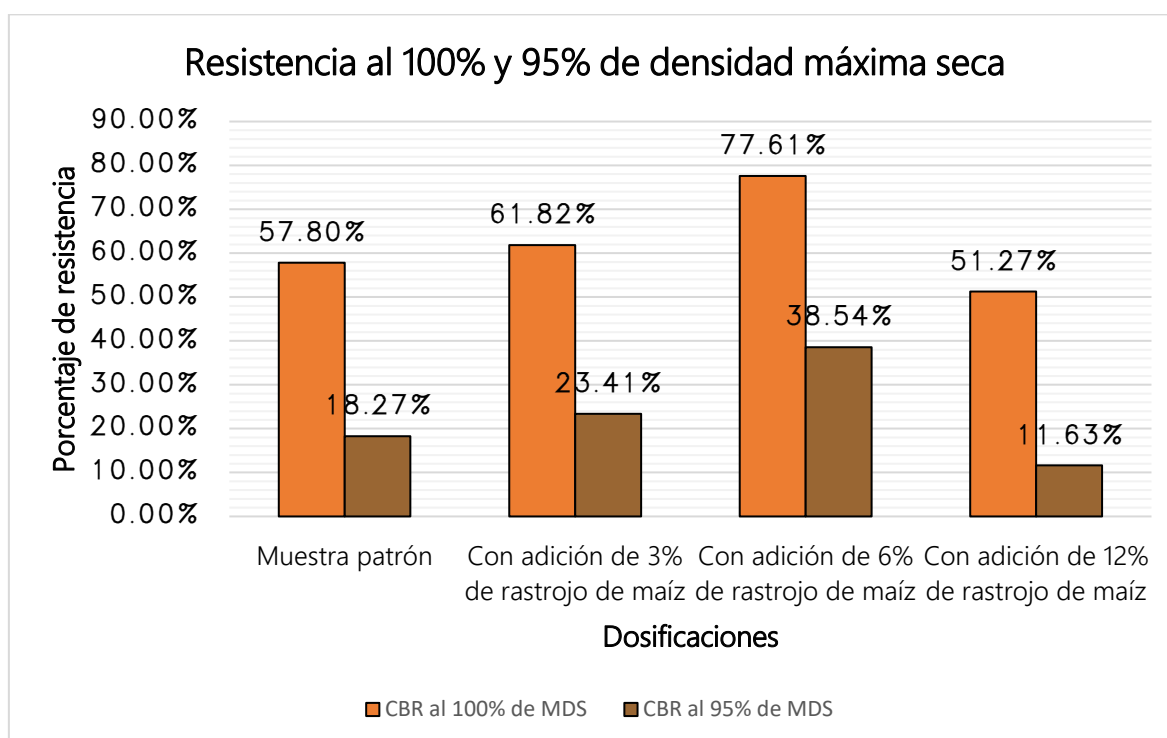


Figura 23. Resistencia al 100% y 95% de densidad máxima seca del afirmado en muestra patrón y con adición de CRM

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo la tabla 7 y figura 23, se pudo notar que la resistencia al 100% de DMS del afirmado en su estado natural (muestra patrón) fue de 57.80%, mientras que cuando se adicionó la CRM en los porcentajes de 3% y 6% este valor se incrementó

a 61.82% y 77.61% respectivamente para caer a un valor 51.27% cuando se adicionó un 12% de dicha ceniza; que en términos de variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón esto significó un 6.96%, 34.27% y -11.30%, respectivamente. De igual manera este mismo comportamiento se observó en la resistencia al 95% de DMS dado que en muestra patrón se obtuvo un 18.27%, mientras que al añadir dicha ceniza en los mismos porcentajes se obtuvo un 23.41%, 38.54% y 11.63% significando ello variaciones porcentuales respecto a la muestra patrón de 28.13%, 110.95% y -36.34%, respectivamente.

Contrastación de hipótesis

Para una mayor confiabilidad de que la variación de índice de plasticidad, óptimo contenido de humedad, densidad máxima seca y resistencia al 100% de DMS, tuvo relación con la adición de CRM en los porcentajes de 0%, 3%, 6% y 12%, fue necesario verificar a través del uso de la estadística, específicamente con ayuda del programa IBM SPSS. Esta verificación es la contrastación de la hipótesis anteriormente planteada que aseveraba que la CRM influía en cada uno de los parámetros del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022, anteriormente mencionados.

Objetivo 1 Determinación de la normalidad de los datos de índice de plasticidad

- H_0 : Los datos de Índice de plasticidad tienen normalidad
- H_1 : Los datos de índice de plasticidad no tienen normalidad

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La elección de la prueba estadística depende de la cantidad de elementos, por lo que al ser 4 los elementos se escoge la prueba estadística de Shapiro-Wilk

Tabla 8. Pruebas de normalidad de índice de plasticidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ceniza_rastrojo_maíz	,192	4	.	,971	4	,850
Índice_plasticidad	,266	4	.	,889	4	,378

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.378 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

Por lo tanto, los datos de índice de plasticidad tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por lo que corresponde establecer la correlación de Pearson.

Correlación de Pearson de los datos de índice de plasticidad

- H_0 : El valor de índice de plasticidad no se ve influenciado con la adición de CRM
- H_1 : El valor de índice de plasticidad se ve influenciado con la adición de CRM

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La prueba estadística elegida es la correlación de Pearson

Tabla 9. *Correlación de índice de plasticidad*

		Correlaciones	
		Ceniza_rastrojo_maíz	Índice_plasticidad
Ceniza_rastrojo_maíz	Correlación de Pearson	1	,405
	Sig. (bilateral)		,595
	N	4	4
Índice_plasticidad	Correlación de Pearson	,405	1
	Sig. (bilateral)	,595	
	N	4	4

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.595 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

En un primer momento se pudo concluir que existe evidencia estadística significativa de que el índice de plasticidad no está relacionado con la adición de CRM ($r = 0.405$), pero esto fue debido a que también se tuvo en cuenta como dato, el valor de óptimo contenido de humedad cuando se adicionó 12% de CRM que

como se vio en la figura 17 fue un valor menor a lo obtenido en adiciones anteriores de CRM y que hizo perder esa tendencia al crecimiento o valores mucho mayores al de muestra patrón, por lo que fue dicho valor aquel que no permitió que se pudiera concluir una relación entre la adición de CRM y el índice de plasticidad.

Objetivo 2 Determinación de la normalidad de los datos del óptimo contenido de humedad

- H_0 : Los datos del óptimo contenido de humedad tienen normalidad
- H_1 : Los datos del óptimo contenido de humedad no tienen normalidad

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La elección de la prueba estadística depende de la cantidad de elementos, por lo que al ser 4 los elementos se escoge la prueba estadística de Shapiro-Wilk

Tabla 10. Pruebas de normalidad de óptimo contenido de humedad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ceniza_rastrojo_maiz	,192	4	.	,971	4	,850
Ópt_cont_humedad	,255	4	.	,915	4	,507

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.507 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

Por lo tanto, los datos del óptimo contenido de humedad tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por lo que corresponde establecer la correlación de Pearson.

Correlación de Pearson de los datos de la resistencia

- H_0 : El valor del óptimo contenido de humedad no se ve influenciado con la adición de CRM
- H_1 : El valor del óptimo contenido de humedad se ve influenciado con la adición de CRM

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La prueba estadística elegida es la correlación de Pearson

Tabla 11. *Correlación de óptimo contenido de humedad*

		Ceniza_rastro jo_maíz	Ópt_cont_hu medad
Ceniza_rastrojo_maíz	Correlación de Pearson	1	-,828
	Sig. (bilateral)		,172
	N	4	4
Ópt_cont_humedad	Correlación de Pearson	-,828	1
	Sig. (bilateral)	,172	
	N	4	4

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.172 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

Esto permitió concluir que existe evidencia estadística significativa de que el óptimo contenido de humedad no está relacionado con la adición de CRM ($r = -0.828$), por lo que se optó por analizar a mayor profundidad, y se pudo inferir que esto fue debido a que también se tuvo en cuenta como dato, el valor de óptimo contenido de humedad cuando se adicionó 12% de CRM que como se vio en la figura 19 fue un valor mayor a lo obtenido en adiciones anteriores y que hizo perder esa tendencia al decrecimiento que se obtuvo con dichas adiciones de CRM anteriores, por lo que fue dicho valor aquel que no permitió que se pudiera concluir una relación entre la adición de CRM y el óptimo contenido de humedad.

Objetivo 3 Determinación de la normalidad de los datos de la densidad máxima seca

- H_0 : Los datos de la densidad máxima seca tienen normalidad
- H_1 : Los datos de la densidad máxima seca no tienen normalidad

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La elección de la prueba estadística depende de la cantidad de elementos, por lo que al ser 4 los elementos se escoge la prueba estadística de Shapiro-Wilk

Tabla 12. Pruebas de normalidad de densidad máxima seca

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ceniza_rastrojo_maíz	,192	4	.	,971	4	,850
Dens_máx_seca	,412	4	.	,725	4	,022

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.022 < 0.05$

Entonces se rechaza la hipótesis nula

Por lo tanto, los datos de la densidad máxima seca no tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por lo que corresponde establecer la correlación de Spearman.

Correlación de Spearman de los datos de la densidad máxima seca

- H_0 : El valor de la densidad máxima seca no se ve influenciado con la adición de CRM
- H_1 : El valor de la densidad máxima seca se ve influenciado con la adición de CRM

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La prueba estadística elegida es la correlación de Spearman

Tabla 13. Correlación de densidad máxima seca

			Correlaciones	
			Ceniza_rastrojo_maíz	Dens_máx_seca
Rho de Spearman	Ceniza_rastrojo_maíz	Coefficiente de correlación	1,000	-,316
		Sig. (bilateral)	.	,684
		N	4	4
	Dens_máx_seca	Coefficiente de correlación	-,316	1,000
		Sig. (bilateral)	,684	.
		N	4	4

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.684 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

Fue posible concluir que existe evidencia estadística significativa de que la densidad máxima seca no está relacionado con la adición de CRM ($Rho = -0.316$), pero analizando a mayor profundidad, esto fue debido a que también se tuvo en cuenta como dato, el valor de densidad máxima seca cuando se adicionó 12% de CRM que como se vio en la figura 21 fue un valor mucho menor al de muestra patrón y que hizo perder esa tendencia al crecimiento que se obtuvo con las adiciones de CRM anteriores, por lo que fue dicho valor aquel que no permitió que se pudiera concluir una relación entre la adición de CRM y la densidad máxima seca del suelo.

Objetivo 4 Determinación de la normalidad de los datos de la resistencia al 100% de DMS

- H_0 : Los datos de la resistencia al 100% de MDS tienen normalidad
- H_1 : Los datos de la resistencia al 100% de MDS no tienen normalidad

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La elección de la prueba estadística depende de la cantidad de elementos, por lo que al ser 4 los elementos se escoge la prueba estadística de Shapiro-Wilk

Tabla 14. Pruebas de normalidad de resistencia al 100% de DMS

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ceniza_rastrojo_maíz	,192	4	.	,971	4	,850
Resistencia_100_DMS	,261	4	.	,936	4	,631

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.631 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

Por lo tanto, los datos de la resistencia al 100% de MDS tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por lo que corresponde establecer la correlación de Pearson.

Correlación de Pearson de los datos de la resistencia

- Ho: El valor de la resistencia al 100% de MDS no se ve influenciado con la adición de CRM
- H1: El valor de la resistencia al 100% de MDS se ve influenciado con la adición de CRM

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La prueba estadística elegida es la correlación de Pearson

Tabla 15. Correlación de resistencia al 100% de DMS

		Ceniza_rastro jo_maíz	Resistencia_ 100_DMS
Ceniza_rastrojo_maíz	Correlación de Pearson	1	-,222
	Sig. (bilateral)		,778
	N	4	4
Resistencia_100_DMS	Correlación de Pearson	-,222	1
	Sig. (bilateral)	,778	
	N	4	4

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.778 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

En un primer momento se puede concluir que existe evidencia estadística significativa de que la resistencia al 100% de DMS no está relacionado con la adición de CRM ($r = -0.222$), esto es debido a que se también se tuvo en cuenta como dato, el valor de resistencia al 100% de MDS cuando se adicionó 12% de CRM que como se vio en la figura 23 fue un valor menor incluso al de muestra patrón, por lo que fue dicho valor aquel que no permitió que se pudiera concluir una relación entre la adición de CRM y la resistencia del suelo al 100% de DMS.

Objetivo 4 Determinación de la normalidad de los datos de la resistencia al 95% de DMS

- Ho: Los datos de la resistencia al 95% de DMS tienen normalidad
- H1: Los datos de la resistencia al 95% de DMS no tienen normalidad

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La elección de la prueba estadística depende de la cantidad de elementos, por lo que al ser 4 los elementos se escoge la prueba estadística de Shapiro-Wilk

Tabla 16. Pruebas de normalidad de resistencia al 95% de DMS

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ceniza_rastrojo_maíz	,192	4	.	,971	4	,850
Resistencia_95_DMS	,234	4	.	,952	4	,728

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.728 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

Por lo tanto, los datos de la resistencia al 95% de DMS tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por lo que corresponde establecer la correlación de Pearson.

Correlación de Pearson de los datos de la resistencia

- H_0 : El valor de la resistencia al 95% de DMS no se ve influenciado con la adición de CRM
- H_1 : El valor de la resistencia al 95% de DMS se ve influenciado con la adición de CRM

El nivel de significancia de 5%, es decir $\alpha=0.05$

La prueba estadística elegida es la correlación de Pearson

Tabla 17. Correlación de resistencia al 95% de DMS

		Ceniza_rastrojo_maíz	Resistencia_95_DMS
Ceniza_rastrojo_maíz	Correlación de Pearson	1	-,234
	Sig. (bilateral)		,766
	N	4	4
Resistencia_95_DMS	Correlación de Pearson	-,234	1
	Sig. (bilateral)	,766	
	N	4	4

La regla de decisión indica que:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis

$p\text{-valor} = 0.766 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

En un primer momento se puede concluir que existe evidencia estadística significativa de que la resistencia al 95% de DMS no está relacionado con la adición de CRM ($r = -0.234$), esto es debido a que se también se tuvo en cuenta como dato, el valor de resistencia cuando se adicionó 12% de CRM que como se vio en la figura 23 fue un valor menor incluso al de muestra patrón, por lo que fue dicho valor aquel que no permitió que se pudiera concluir una relación entre la adición de CRM y la resistencia del suelo al 95% de DMS.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: En esta investigación respecto al índice de plasticidad (IP), en muestra patrón se obtuvo un IP de 5.07%, pero al adicionar un 3% de CRM este valor aumentó a 6.99%, para luego en la incorporaciones de 6% y 12% de CRM disminuir a los valores de IP de 6.73% y 6.31%, pero que siguieron siendo mayores al de muestra patrón. Es debido a esto, que esta presente investigación discrepó con lo obtenido por López (2021) que obtuvo en sus resultados de índice plasticidad, un IP de 23.93% en muestra patrón, mientras que cuando adicionó ceniza de caña de azúcar (CCA) en porcentajes de 5%, 10% y 15%, los valores de IP de 25.45%, 26.73% y 26.75%, respectivamente, verificándose una tendencia al incremento ininterrumpida. Ante ello, fue posible concluir que ambas investigaciones discreparon debido a que mientras los valores de IP de López (2021) siempre mantuvieron una tendencia al crecimiento, en la presente investigación se incrementó para la primera dosificación, luego comenzó dicho valor a caer aunque manteniéndose por encima de lo obtenido en muestra patrón. Siendo el límite líquido un valor indispensable para determinar el índice de plasticidad y además de ser de importancia en el afirmado, se hizo necesario también discutir dicho parámetro, por lo que en lo que respecta a la presente investigación en muestra patrón se obtuvo un valor de 20.30%, viéndose incrementado a los valores de límite líquido de 23.65%, 23.60% y 25.80% cuando se adicionó un 3%, 6% y 12% de CRM, respectivamente. Esto marco una relación de coincidencia con los valores de límite líquido obtenido por López (2021), dado que dicho investigador en su muestra patrón obtuvo un valor de límite líquido de 51.10% y al adicionarse la ceniza de caña de azúcar en los porcentajes de 5%, 10% y 15%, obtuvo valores de dicho parámetro de 52.20%, 53.67% y 55.19%, respectivamente. Fue factible concluir que esta relación de coincidencia entre los valores de límite líquido entre la presente investigación y la investigación de López (2021), fue debido a que en ambas existió una tendencia al incremento de sus resultados conforme se incrementaba los porcentajes de adición de CRM y ceniza de caña de azúcar, respectivamente.

Discusión 2: En cuanto al óptimo contenido de humedad (OCH), en esta investigación se obtuvo valores respecto a este parámetro tanto en muestra patrón

como cuando se adicionó CRM, por lo que en 0% de CRM (muestra patrón) se obtuvo un OCH de 6.01%, para luego cuando se incorporó un 3% de CRM un valor de 5.61%, cayendo aún más el valor OCH, exactamente a 5.13%, al incorporar un 6% de CRM y finalmente mostrando un ligero incremento (OCH = 5.21%) al agregar 12% de CRM; es por ello que la presente investigación discrepó de lo obtenido por Ipince (2019), cuyos resultados de óptimo contenido de humedad fueron: un 12.60% en muestra patrón, incrementados progresivamente a 13.80%, 14.10% y 15.70% cuando se incorporó un 5%, 10% y 25% de ceniza de caña de azúcar, respectivamente. Esta relación de discrepancia entre ambas investigaciones se basó en que mientras en la presente investigación los valores de OCH tuvieron una tendencia a ir disminuyendo conforme se iba agregando la CRM, en la investigación de Ipince (2019) sus valores de OCH mantenían un comportamiento creciente progresivo conforme también se incrementaba el porcentaje de ceniza de caña de azúcar. Así también se discrepó con los resultados obtenidos por Espinoza y Velásquez (2018), debido que dichos autores en su investigación obtuvieron un OCH de 6.39%, mientras que al adicionar un 10% y 20% de ceniza de caña de azúcar este parámetro se vio incrementado en su valor a 8.71% y 9.57%, respectivamente, para luego caer a un valor de OCH de 8.32% cuando se adicionó un 30% de ceniza de caña de azúcar. Esta relación de discrepancia entre la presente investigación y la investigación de Espinoza y Velásquez (2018); es debido a que en la investigación de Espinoza y Velásquez (2018) se mantuvo una tendencia al incremento del OCH mientras se adicionaba la ceniza de caña de azúcar, dado que siempre los valores fueron mayores a lo obtenido en muestra patrón; mientras que en la presente investigación, los valores mantuvieron una tendencia al descenso mientras se adicionaba cada vez más CRM, siendo siempre menores a lo obtenido en muestra patrón.

Discusión 3: En la presente investigación, respecto a la densidad máxima seca (MDS) que fue obtenida al igual que el OCH al ejecutar el ensayo de Proctor Modificado, se tuvo tanto en la muestra patrón como en al incorporar 3% de CRM una DMS de 2.26 g/cm³, incrementándose muy ligeramente a un valor de 2.27 g/cm³ al incorporar un 6% de CRM, para finalmente descender a 2.18 g/cm³ cuando se incorporó el último porcentaje de CRM, es decir 12%; es así que analizando

dicho parámetro se pudo conocer que se discrepaba con los resultados de densidad máxima seca que había obtenido Quispe (2020) en su investigación, los cuales fueron un 1.884 g/cm^3 en la adición de 0% de ceniza de boñiga (CB), es decir la muestra patrón, mientras que al adicionar dicha CB en los porcentajes de 6%, 8% y 12% obtuvo valores de DMS cada vez mucho menores, siendo estos 1.754 g/cm^3 , 1.745 g/cm^3 y 1.692 g/cm^3 . Por lo que esta relación de discrepancia fue basada en que mientras los valores de DMS de la investigación de Quispe (2020) iban decreciendo ininterrumpidamente mientras se iba aumentando cada vez más ceniza de boñiga, en la presente investigación el comportamiento de la DMS fue muy irregular al ir incorporando la ceniza de rastrojo de maíz presentando un pico en la adición de 6% de CRM y el menor valor (incluso al de muestra patrón) en la adición de 12% de CRM. De igual manera, pudo observarse una relación de discrepancia con los resultados de DMS obtenidos por Ipince (2019), dado que en dicha investigación para la muestra patrón se obtuvo una DMS de 1.340 g/cm^3 , mientras que al incorporar ceniza de caña de azúcar en los porcentajes de adición de 5%, 10% y 25%, dicho parámetro se vio incrementado progresivamente a valores de 1.600 g/cm^3 , 1.680 g/cm^3 y 1.700 g/cm^3 , respectivamente. Esta relación de discrepancia entre Ipince (2019) y la presente investigación fue claramente debido a que en Ipince (2019) el comportamiento ascendente de los valores de DMS fue ininterrumpido conforme se incorporaba cada vez más ceniza de caña de azúcar; mientras que en la presente investigación como se dijo en líneas anteriores el comportamiento de DMS conforme se adiciona la CRM fue muy irregular llegando a tener un ligero incremento y luego caer hasta un valor menor al de muestra patrón.

Discusión 4: En cuanto a la resistencia del afirmado esta fue tomada en cuenta tanto al 100% de la DMS como al 95% de la DMS. Es por ello que en la presente investigación la resistencia al 100% de la DMS en muestra patrón fue 57.80%, aumentando a 61.82% y 77.61% cuando se adicionó la CRM en 3% y 6%, respectivamente, pero disminuyendo y notablemente hasta un valor de 51.27% cuando se incorporó un 12% de CRM; marcando esto una relación de coincidencia con los resultados de resistencia al 100% de la DMS de la investigación de López (2021), que obtuvo en muestra patrón una resistencia de 5.43%, que de igual

manera se vio incrementado a 9.89% y 12.46% cuando se incorporó un 5% y 10% de ceniza de caña de azúcar, pero disminuyendo a 12.50% cuando se adicionó esa misma ceniza en un 15%. Esta coincidencia del comportamiento de la resistencia al 100% de la DMS entre ambas investigaciones se basó en que en ambas hubo un incremento de dicho parámetro para las dos primeras incorporaciones de sus respectivos aditivos, para finalmente presentar una caída de este valor en su incorporación de aditivo. Analizando la resistencia al 95% de DMS, para la presente investigación en muestra patrón se obtuvo 18.27%, mientras que al adicionar la CRM en 3% y 6% se obtuvieron los valores 23.41% y 38.54%, respectivamente, pero cayendo a 11.63% cuando se incorporó un 12% de CRM; por lo que discutiendo con los resultados también de López (2021), pero para la resistencia al 95% de MDS, esta vez se discrepó, dado que sus resultados fueron: 3.96% en muestra patrón, mientras que cuando se incorporó la ceniza de caña de azúcar en los porcentajes de 5%, 10% y 15%, este valor se incrementó a 6.90%, 9.60% y 12.83%, respectivamente. Esta discrepancia entre los resultados de resistencia al 95% de DMS entre ambas investigaciones fue debido a que en la presente investigación los valores de dicha resistencia mostraron un comportamiento un poco irregular dada los grandes incrementos para las dos primeras adiciones de CRM, pero cayendo notoriamente (incluso con un valor menor al de muestra patrón) cuando se incorporó el último porcentaje de CRM; mientras que en la investigación de López (2021) los valores de resistencia crecieron progresivamente conforme también así lo hacía el porcentaje de adición de ceniza de caña de azúcar. Opuesto a esta última relación de discrepancia entre la presente investigación y la investigación de López (2021), se tuvo la relación de coincidencia con la investigación de Bueno y Torre (2019), dado que dichos autores en su análisis de la resistencia al 95% de DMS, obtuvieron para su muestra patrón un valor de resistencia de 10.50%, incrementándose a 14.32% cuando se incorporó un 3% de ceniza de carbón, pero cayendo la resistencia al 95% de DMS a valores de 13.04% y 11.29% cuando se adicionó la ceniza de carbón en porcentajes de adición de 20% y 30%, respectivamente. Esta relación de coincidencia entre los resultados de la presente investigación y la investigación de Bueno y Torre (2019) fue debido a que en ambas se tuvo el valor pico no en el mayor porcentaje de incorporación de sus respectivos aditivos, sino en un porcentaje intermedio.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Se verificó que la adición de ceniza de rastrojo de maíz no tuvo relación con el índice de plasticidad, se analizó que la muestra patrón obtuvo un IP de 5.07%, Con adición de 3% de rastrojo de maíz 6.99%, Con adición de 6% de rastrojo de maíz 6.73%, Con adición de 12% de rastrojo de maíz 6.31%, de esta manera el IP fue disminuyendo a medida que se fue agregando mayor porcentaje de ceniza de rastrojo de maíz. Se realizaron pruebas como la prueba de normalidad y la prueba de correlación de Pearson, esta última tuvo un nivel de significancia de datos de 0.05, llegando a la conclusión de que no se permitió concluir una relación entre la adición de CRM y el índice de plasticidad.

Conclusión 2: Se analizó el óptimo contenido de humedad de cada muestra ensayando con el Proctor modificado, en el caso de la muestra patrón tuvo un OCH de 6.01%, Con adición de 3% de rastrojo de maíz 6.51%, con variación porcentual de -6.66% muestra con adición de 6% de rastrojo de maíz 5.13% con variación porcentual de -14.64% y muestra con adición de 12% de rastrojo de maíz 5.21% con variación porcentual de -13.31%, se notó que el OCH fue disminuyendo mientras se fue aumentando de dosificación, no hubo relación entre la adición de CRM y el óptimo contenido de humedad.

Conclusión 3: Se realizaron ensayos mediante Proctor Modificado para determinar la densidad máxima seca (DMS), lo cuales se obtuvieron para la muestra patrón un valor de 2.26 g/cm³, con adición de 3% de rastrojo de maíz 2.26 g/cm³, con variación porcentual de 0.00% muestra con adición de 6% de rastrojo de maíz 2.27 g/cm³ con variación porcentual de 0.44 % y muestra con adición de 12% de rastrojo de maíz 2.18 g/cm³ con variación porcentual de -3.54%, se evidenció que la muestra aumenta la DMS hasta la adición de 6% para de ahí tender a disminuir.

Conclusión 4: Se ejecutaron los ensayos para determinar la resistencia del afirmado tanto al 100% y 95%, se obtuvieron valores para la muestra patrón al 100% de DMS 57.80% y resistencia al 95% de DMS 18.27%, con adición de 3% una resistencia al 100% de DMS 61.82% y resistencia al 95% de DMS 23.41%, con adición de 6%

una resistencia al 100% de DMS 77.61% y resistencia al 95% de DMS 38.54% y con adición de 12% una resistencia al 100% de DMS 51.27% y resistencia al 95% de DMS 11.63%. Se verificó además que la resistencia al 100% a medida que aumentó la dosificación fue aumentando la resistencia solo hasta la adición de 6% de ahí bajo su resistencia, de la misma manera con la resistencia al 95%, la muestra con la adición de 6% bajo de porcentaje con la siguiente dosificación. Se realizaron la prueba estadística de Shapiro-Wilk, los datos obtenidos tuvieron una normalidad con un nivel de significancia de 5%, se evidenció estadística significativa respecto a la resistencia al 100% de DMS no tuvo nexo con la adición de ceniza de rastrojo de maíz ($r = -0.222$), el cual la muestra con adición con 12% de maíz no permitió que se pudiera concluir una relación entre la adición de CRM y la resistencia del suelo al 100% de DMS. Se realizó una correlación de Pearson ya que los datos de la resistencia al 95% de DMS tuvieron normalidad con un nivel de significancia de 5%, se evidenció estadística significativa respecto a la resistencia al 95% de DMS no tuvo nexo con la adición de ceniza de rastrojo de maíz ($r = -0.234$).

VI. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Cada vez que se haga uso de alguna ceniza proveniente de un material orgánico como aditivo sobre un material granular, implementar en la investigación el análisis químico de la ceniza y así poder comprender como la composición química de esta termina influyendo sobre los límites de consistencia de dicho material.

Recomendación 2: Efectuar para futuros proyectos viales de trocha carrozable, el uso de la ceniza de rastrojo de maíz como aditivo mejorador de la resistencia de material de afirmado, siempre que dicho material lo requiera y las especificaciones técnicas del proyecto así lo permitan.

Recomendación 3: Investigar la adición de ceniza de rastrojo de maíz en suelos de subrasantes y verificar como ante valores de propiedades físicas, pero sobretodo mecánicas diferentes y menores al de afirmado, permite o no una mejora.

Recomendación 4: Continuar investigando la incorporación de ceniza de rastrojo de maíz en material de afirmado para porcentajes de adición mayores a 6%, pero menores a 12% y determinar así con más seguridad en que porcentaje de adición es que la resistencia al 100% de MDS comienza a decaer.

REFERENCIAS

1. **Vial.** Vial. *La Infraestructura Vial es la columna vertebral de la economía mundial.* [En línea] 4 de Mayo de 2010. <https://revistavial.com/la-infraestructura-vial-es-la-columna-vertebral-de-la-economia-mundial/>.
2. **ECOASFALT.** ECOASFALT. *Consecuencias del asfalto en mal estado de conservación.* [En línea] <https://www.ecoasfalt.es/noticias/consecuencias-del-asfalto-en-mal-estado-de-conservacion/>.
3. **CHÁVEZ ARBAYZA, Diego Marco Antonio Bryan. y ODAR YABAR, Gabriela.** *Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO 93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima : 2019. <http://hdl.handle.net/10757/625903>
4. **HOYLE VEGA, Priscila Maria y RODRIGUEZ LOPEZ, Carlos Alberto.** *Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019.* Universidad César Vallejo, Chimbote : 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46335>
5. **IPINCE CUEVAS, Hector Alonzo.** *Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, 2019.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48544>
6. **LÓPEZ BARBARÁN, Junior.** *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de moyobamba – departamento de san martín.* Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021. <http://hdl.handle.net/10757/654616>
7. **DELGADO LÓPEZ, Carol Ashlly y MENDOZA MELÉNDEZ, Ivette Anamile.** *Influencia del porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar activada alcalinamente sobre la tensión efectiva en suelos susceptibles a licuación.* Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2018. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10122>
8. **QUISPE RIVEROS, Alexander Gonzalo.** *Aplicación de ceniza de boñiga para la estabilización en subrasantes plásticas.* Universidad Peruana Los Andes,

Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2020.
<https://hdl.handle.net/20.500.12848/2373>

9. **BUENO REGALADO, Jesus Anthony y TORRE MAZA, Homaly Dayer.** *Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz - 2018.* Universidad César Vallejo, Huaraz : 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40554>

10. **ESPINOZA CHUQUINO, Alexis Euler y VELÁSQUEZ PÉREZ, Jhonatan Julián.** *Estabilización De suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018.* Universidad César Vallejo, Huaraz : 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26696>

11. **CLAVERÍA VÁSQUEZ, Pía Andrea, TRIANA MENDOZA, Daniel Fernando y VARON OSPINA, Yenny Alejandra.** *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante.* Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué : 2018.
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6314/1/2018_caracterizacion_comportamiento_geotecnico.pdf

12. **LAZA OSPINA, Martín Elías y ARAUJO BRAVO, Moisés David.** *Análisis del efecto de la ceniza de biomasa como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto simple".* Universidad de Córdoba, Córdoba : 2020.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3613>

13. *Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos.* **ÁGUILA ARBOLÁEZ, Idalberto y SOSA, GRIFFIN, Milena.** 4, Caracas : s.n., 2008, Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, Vol. 23. ISSN 0798-4065. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000400006

14. *Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural.* **FUENTES MOLINA, Natalia, FRAGOZO TARIFA, Oscar Iván y VIZCAINO MENDOZA, Lisette.** 2, Bogotá : s.n., 2015, Ciencia e Ingeniería Neogranadina , Vol. 25, págs. 99-116. ISSN 0124-8170.
<http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v25n2/v25n2a06.pdf>

15. *Efecto de las puzolanas naturales en la porosidad y conectividad de poros del hormigón con el tiempo.* **LÓPEZ, Mauricio y CASTRO, José.** 3, Santiago : s.n., 2010, Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 25, págs. 419-431. ISSN 0718-5073. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732010000300006#:~:text=Se%20concluye%20que%20la%20puzolana,cloruros%20a%20trav%C3%A9s%20del%20hormig%C3%B3n.
16. *El maíz, fuente de cultura mesoamericana.* **RIVAS, Ramón.** 12, El Salvador : s.n., 2020, Revista de Museología Kóot, Vol. 11, págs. 44-53. ISSN 2078-0664. <https://www.lamjol.info/index.php/KOOT/article/view/10737>
17. *Las puzolanas y el ahorro energético en los materiales de construcción.* **SORIA SANTAMARÍA, Francisco.** Madrid : s.n., 1983, Materiales de Construcción, págs. 69-84. https://www.researchgate.net/publication/270073146_Las_Puzolanas_y_el_Ahorro_Energetico_en_los_Materiales_de_Construccion
18. **Norma Técnica Peruana. NTP 334.090 CEMENTOS: Cementos Portland adicionados. Requisitos.** Lima : s.n., 2011. <https://pdfcoffee.com/ntp-334090-5-pdf-free.html>
19. *Evaluación de la hoja del maíz como posible fuente de material puzolánico.* **ÁGUILA ARBOLÁEZ, Idalberto y SOSA, GRIFFIN, Milena.** 3, Caracas : s.n., 2005, Tecnología y Construcción, Vol. 21, págs. 9-18. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/2820/2705
20. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.** Perú : El Peruano, 2018. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
21. **RUIZ, Carlos, WOLFF, Michael y CLARET, Marcelino.** *Rastrojos de cultivos anuales y residuos forestales.* Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán : Programa de Transferencia de Prácticas Alternativas al Uso del Fuego en la Región del Biobío, 2015. pág. 196. ISSN 0717-4829. https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31852/Boletin_INIA_385.pdf?sequence=1&isAllowed=y

22. *Digestibilidad in situ de rastrojo de maíz tratado con enzimas fibrolíticas*. **LÓPEZ, Hugo, y otros**. 1, Tunja : s.n., 2017, Revista de Ciencia y Agricultura, Vol. 14, págs. 31-37. ISSN 0122-8420. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1751>
23. **HISOUR**. HISOUR Arte Cultura Historia. [En línea] 2017. [Citado el: 19 de Abril de 2022.] <https://www.hisour.com/es/corn-stover-40938/>.
24. **VENEGAS, Andrea, CARRASCO, Jorge y AGUIRRE, Cristian**. *Manejo de rastrojos del cultivo de Maíz*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Rengo : s.n., 2018. ISSN 0717-4829. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR41429.pdf>
25. *Evaluation of Guinea Corn Husk Ash as Oil-Well Cement Slurry Extender*. **MARFO, S. A., OWUSU, W. A. y AMARFIO, E. M.** 4, Tarkwa : s.n., 2018, International Journal of Petroleum and Petrochemical Engineering, Vol. 4, págs. 1-7. ISSN 2454-7980. <https://www.arcjournals.org/pdfs/ijppe/v4-i4/1.pdf>
26. *Assessment of the effects of Guinea corn husk ash on lime-stabilized lateritic soil*. **NNOCHIRI, E. S., EMEKA, H. O. y DARAMOLA, M. O.** 1, Ado-Ekiti : s.n., 2018, Vol. 9, págs. 55-70. ISSN 2180-3811. https://jet.utem.edu.my/jet/article/view/1966/pdf_70
27. *Evaluation of blended cement mortar, concrete and stabilized earth made from ordinary Portland cement and corn cob ash*. **ADESANYA, D. A.** 6, Ife : s.n., 1996, Construction and Building Materials, Vol. 10, págs. 451-456. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0950061896000013>
28. *A sustainable environmental study on corn cob ash subjected to elevated temperature*. **SINGH, Komalpreet, SINGH, Jaspal y KUMAR, Sarvesh**. 1, Ludhiana : s.n., 2017, Current World Environment, Vol. 13, págs. 144-150. ISSN 0973-4929. https://www.researchgate.net/publication/324799177_A_Sustainable_Environment_al_Study_on_Corn_Cob_Ash_Subjected_To_Elevated_Temperature
29. **GILBERT, Allan S**. *Encyclopedia of Geoarchaeology*. Nueva York : Springer, 2020. ISBN 978-94-007-4828-6. <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-1-4020-4409-0>
30. **DAS, Braja M**. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. Séptima. México : Cengage Learning, 2012. ISBN 987-607-481-823-9.

https://www.academia.edu/42018617/Fundamentos_de_ingenier%C3%ADa_de_ciencias

31. **KEATON, Jeffrey R.** Plasticity Index. [aut. libro] P. T. BOBROWSKY y B. MARKER. *Encyclopedia of Engineering Geology*. s.l.: Springer, 2018. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-73568-9_223#howtocite
32. **LAMBE, T. William.** *Soil Testing for Engineers*. New York: s.n., 1951. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj1951.00021962004300120015x>
33. **ASTM INTERNATIONAL.** *ASTM D4318, 95a: Standard Test Method for Liquid Limit and Plasticity Index of Soils*. Pensilvania: ASTM International, 2017. <https://www.astm.org/d4318-17e01.html>
34. **INDRARATNA, Buddhima, CHU, Jian y RUJIKIATKAMJORN.** *Ground Improvement Case Histories*. s.l.: Elsevier, 2014. ISBN 978-0-08-100192-9. <https://www.sciencedirect.com/book/9780081001929/ground-improvement-case-histories>
35. **ASTM INTERNATIONAL.** *ASTM D-1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56000 ft-lbf/ft³ (2700 kN-m/m³))*. Pensilvania: ASTM, 2012. <https://www.astm.org/d1557-12.html>
36. **HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina.** *Metodología de la investigación*. Primera. México: Mc Graw Hill, 2018. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
37. **ÑAUPAS PAITÁN, Humberto, y otros.** *Metodología de la Investigación: Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Quinta. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. ISBN 978-958-762-876-0. <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
38. **ARIAS, Fidas.** *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme C.A., 2012. ISBN 980-07-8529-9. https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
39. **GUILLÉN VALLE, Oscar Rael y VALDERRAMA MENDOZA, Santiago Rufo.** *Guía para elaborar la tesis universitaria-Escuela de Posgrado*. Trujillo: s.n., 2013.

https://www.academia.edu/37024919/GU%C3%8DA_PARA_ELABORAR_LA_TESIS_UNIVERSITARIA_ESCUELA_DE_POSGRADO

40. **PINO GOTUZZO, Raúl.** *Metodología de la investigación : elaboración de diseños para contrastar hipótesis.* Segunda. Lima : San Marcos, 2018. ISBN 978-612-315-519-3. <http://biblioteca.ulasamericas.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=3211>

41. **ALFARO RODRÍGUEZ, Carlos Humberto.** *Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería.* Lima : s.n., 2012. https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_ABRIL_2012/IF_ALFARO%20RODRIGUEZ_FIEE.pdf

42. **TAMAYO Y TAMAYO, Mario.** *El Proceso de la Investigación Científica.* Ciudad de México : Limusa, 2005. ISBN 968-18-5872-7. https://www.academia.edu/17470765/EL_PROCESO_DE_INVESTIGACION_CIENTIFICA_MARIO_TAMAYO_Y_TAMAYO_1

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Título: Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.

Autor: Yuri Carlos Torres Percca

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Variable independiente Ceniza de rastrojo de maíz	La ceniza de maíz es un producto que se obtiene luego de realizar 4 procesos: Secado de hoja de maíz, incineración de la hoja de maíz, molienda de la ceniza de hoja de maíz, tamizado de la hoja de maíz. (Apaza Lazo, y otros, 2019).	Se ejecutará la adición de ceniza de rastrojo de maíz para el mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables con la adición de distintos porcentajes de dosificaciones.	Porcentaje	0%,3%, 6% y 12%	de razón
			Granulometría	mm	de razón
			Sílice en ceniza	T° Centígrados	de razón
Variable dependiente Propiedades del afirmado	El Afirmado consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas. (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2018)	Extraída la muestra de suelo de la cantera, se efectuará la adición con las dosificaciones antes mencionadas, del mismo modo se efectuarán los ensayos respectivos a dicha nueva muestra para verificar las mejoras en sus propiedades por la adición.	Propiedades físicas	Índice de plasticidad %	de razón
			Propiedades mecánicas	El óptimo contenido de humedad %	de razón
				Densidad máxima seca g/cm ³	de razón
				Resistencia %	de razón

Anexo 2. Matriz de Consistencia

Título: Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.

Autor: Yuri Carlos Torres Percca

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable independiente Ceniza de rastrojo de maíz	Porcentaje	0%,3%, 6% y 12%	Balanza	Tipo de investigación aplicada
¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz influye en las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022?	Contrastar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022	La ceniza de rastrojo de maíz influye en las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022		Granulometría	mm	Tamiz	Enfoque de investigación cuantitativo
				Sílice en ceniza	T° Centígrados	Mufla	El diseño de la investigación Cuasi experimental
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable dependiente Propiedades del afirmado	Propiedades físicas	Índice de plasticidad %	Ensayo de límites de consistencia ASTM N° D 4318 MTC E 110, MTC E 111	El nivel de la investigación: correlacional Población: 03 Canteras (Cantera 02+220)
¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz influye en el índice de plasticidad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022?	Contrastar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en el índice de plasticidad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022	La ceniza de rastrojo de maíz influye en el índice de plasticidad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022					

¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz influye en el óptimo contenido de humedad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022?	Contrastar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en el óptimo contenido de humedad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022	La ceniza de rastrojo de maíz influye en el óptimo contenido de humedad del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022	Propiedades mecánicas	El óptimo contenido de humedad %	Ensayo de Proctor modificado NTP ASTM D 1557 MTC E 115	Lado derecho Cantera 03+150 Lado izquierdo Cantera 03+980 Lado derecho)
¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz influye en la densidad máxima seca del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en la densidad máxima seca del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022	La ceniza de rastrojo de maíz influye en la densidad máxima seca del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022		Densidad máxima seca g/cm3	Ensayo de Proctor modificado ASTM D 1557 MTC E 115	Muestra: Cantera 2+220 Lado derecho
¿De qué manera la adición de ceniza de rastrojo de maíz influye en la resistencia del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de rastrojo de maíz en la resistencia del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022	La ceniza de rastrojo de maíz influye en la resistencia del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022		Resistencia %	Ensayo CBR ASTM D 1883 MTC E 132	Muestreo: no probabilístico

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																																							
GRANULOMETRÍA																																																																							
TÍTULO: "Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del almidado para trochas carrozables en Oropesa, Cuzco 2022."																																																																							
ELABORADO: Yuri Carlos Torres Percca																																																																							
UBICACIÓN: Departamento de Cuzco																																																																							
CANTERA: Racchi																																																																							
FECHA:																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Análisis Granulométrico por Tamizado</th> </tr> <tr> <th>Tamiz</th> <th>Abertura (mm)</th> <th>% que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº50</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº60</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº140</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº200</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Análisis Granulométrico por Tamizado			Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa	3"			2"			1 1/2"			1"			3/4"			3/8"			Nº4			Nº10			Nº20			Nº40			Nº50			Nº60			Nº140			Nº200			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Distribución Granulométrica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>% Grava</td><td></td></tr> <tr><td>% Arena</td><td></td></tr> <tr><td>% Finos</td><td></td></tr> <tr><td>Tamaño Máximo de la Grava (mm)</td><td></td></tr> <tr><td>D10</td><td></td></tr> <tr><td>D30</td><td></td></tr> <tr><td>D60</td><td></td></tr> <tr><td>Coefficiente de Curvatura</td><td></td></tr> <tr><td>Coefficiente de Uniformidad</td><td></td></tr> <tr><td>SUCS</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Distribución Granulométrica		% Grava		% Arena		% Finos		Tamaño Máximo de la Grava (mm)		D10		D30		D60		Coefficiente de Curvatura		Coefficiente de Uniformidad		SUCS	
Análisis Granulométrico por Tamizado																																																																							
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa																																																																					
3"																																																																							
2"																																																																							
1 1/2"																																																																							
1"																																																																							
3/4"																																																																							
3/8"																																																																							
Nº4																																																																							
Nº10																																																																							
Nº20																																																																							
Nº40																																																																							
Nº50																																																																							
Nº60																																																																							
Nº140																																																																							
Nº200																																																																							
Distribución Granulométrica																																																																							
% Grava																																																																							
% Arena																																																																							
% Finos																																																																							
Tamaño Máximo de la Grava (mm)																																																																							
D10																																																																							
D30																																																																							
D60																																																																							
Coefficiente de Curvatura																																																																							
Coefficiente de Uniformidad																																																																							
SUCS																																																																							
EXPERTO N° 1																																																																							
EXPERTO N° 2																																																																							
EXPERTO N° 3																																																																							



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Dropesa, Cusco 2022."

ELABORADO: Yuri Carlos Torres Percca

UBICACIÓN: Departamento de Cusco

CANTERA: Racchi

FECHA:

DOSIFICACIÓN 0.00% DE RASTROJO DE MAÍZ						
Límite de Consistencia	Límite Líquido			Límite Plástico		
	1	2	3	1	2	3
Recipiente						
Peso de recipiente						
Peso recipiente + suelo húmedo						
Peso recipiente + suelo seco						
Peso de agua						
Peso de suelo seco						
Numero de golpes						
Contenido de humedad %						
Promedio:						

DOSIFICACIÓN 3.00% DE RASTROJO DE MAÍZ						
Límite de Consistencia	Límite Líquido			Límite Plástico		
	1	2	3	1	2	3
Recipiente						
Peso de recipiente						
Peso recipiente + suelo húmedo						
Peso recipiente + suelo seco						
Peso de agua						
Peso de suelo seco						
Numero de golpes						
Contenido de humedad %						
Promedio:						

EXPERTO N° 1	NOMBRE Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
			 Dino R. Zúñiga Catari INGENIERO CIVIL CIP. 320009	
EXPERTO N° 2	NOMBRE Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
			 Francisco Cerro Palumbo INGENIERO CIVIL CIP. 188700	
EXPERTO N° 3	NOMBRE Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
			 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CONSEJO DEPARTAMENTAL - CUSCO Michael Victoria Salazar INGENIERO CIVIL CIP. 320006	



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Dropesa, Cusco 2022."

ELABORADO: Yuri Carlos Torres Percca

UBICACIÓN: Departamento de Cusco

CANTERA: Racchi

FECHA:

DOSIFICACIÓN 0.00% DE RASTROJO DE MAÍZ						
Límite de Consistencia	Límite Líquido			Límite Plástico		
	1	2	3	1	2	3
Recipiente						
Peso de recipiente						
Peso recipiente + suelo húmedo						
Peso recipiente + suelo seco						
Peso de agua						
Peso de suelo seco						
Numero de golpes						
Contenido de humedad %						
Promedio:						

DOSIFICACIÓN 3.00% DE RASTROJO DE MAÍZ						
Límite de Consistencia	Límite Líquido			Límite Plástico		
	1	2	3	1	2	3
Recipiente						
Peso de recipiente						
Peso recipiente + suelo húmedo						
Peso recipiente + suelo seco						
Peso de agua						
Peso de suelo seco						
Numero de golpes						
Contenido de humedad %						
Promedio:						

EXPERTO N° 1	NOMBRE Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
			 Dino R. Zúñiga Catari INGENIERO CIVIL CIP. 320009	
EXPERTO N° 2	NOMBRE Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
			 Francisco Cerro Palumbo INGENIERO CIVIL CIP. 188700	
EXPERTO N° 3	NOMBRE Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
			 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CONSEJO DEPARTAMENTAL - CUSCO Michael Victoria Salazar INGENIERO CIVIL CIP. 320006	

**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS****PROCTOR MODIFICADO**

TÍTULO: "Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022."

ELABORADO: Yuri Carlos Torres Percca

UBICACIÓN: Departamento de Cusco

CANTERA: Racchi

FECHA:

DOSIFICACIÓN 0.00% DE RASTROJO DE MAÍZ

Molde N°					
N° de golpes/capa		56	25	12	
Condición de la muestra		Sin Mojar	Mojada	Sin Moja	Mojada
Peso del molde	(g)				
Peso de molde+suelo húme	(g)				
Peso del suelo húmedo	(g)				
Volumen del suelo	(cm ³)				
Densidad Húmeda	(g/cm ³)				
Cápsula N°					
Peso de cápsula+suelo húm	(g)				
Peso de cápsula+suelo seco	(g)				
Peso de cápsula	(g)				
Peso del agua	(g)				
Peso de suelo seco	(g)				
Humedad	(%)				
Densida Seca	(g/cm ³)				

DOSIFICACIÓN 3.00% DE RASTROJO DE MAÍZ

Molde N°					
N° de golpes/capa		56	25	12	
Condición de la muestra		Sin Mojar	Mojada	Sin Moja	Mojada
Peso del molde	(g)				
Peso de molde+suelo húme	(g)				
Peso del suelo húmedo	(g)				
Volumen del suelo	(cm ³)				
Densidad Húmeda	(g/cm ³)				
Cápsula N°					
Peso de cápsula+suelo húm	(g)				
Peso de cápsula+suelo seco	(g)				
Peso de cápsula	(g)				
Peso del agua	(g)				
Peso de suelo seco	(g)				
Humedad	(%)				
Densida Seca	(g/cm ³)				

DOSIFICACIÓN 6.00% DE RASTROJO DE MAÍZ

Molde N°					
N° de golpes/capa		56	25	12	
Condición de la muestra		Sin Mojar	Mojada	Sin Moja	Mojada
Peso del molde	(g)				
Peso de molde+suelo húme	(g)				
Peso del suelo húmedo	(g)				
Volumen del suelo	(cm ³)				
Densidad Húmeda	(g/cm ³)				
Cápsula N°					
Peso de cápsula+suelo húm	(g)				
Peso de cápsula+suelo seco	(g)				
Peso de cápsula	(g)				
Peso del agua	(g)				
Peso de suelo seco	(g)				
Humedad	(%)				
Densida Seca	(g/cm ³)				



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROCTOR MODIFICADO

TÍTULO: "Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022."

ELABORADO: Yuri Carlos Torres Percca

UBICACIÓN: Departamento de Cusco

CANTERA: Racchi

FECHA:

DOSIFICACIÓN 12.00% DE RASTROJO DE MAÍZ					
Molde N°					
N° de golpes/capa		56	25	12	
Condición de la muestra	Sin Mojar	Mojada	Sin Moja	Mojada	Sin Moja
Peso del molde (g)					
Peso de molde+suelo húme (g)					
Peso del suelo húmedo (g)					
Volumen del suelo (cm ³)					
Densidad Húmeda (g/cm ³)					
Cápsula N°					
Peso de cápsula+suelo húm (g)					
Peso de cápsula+suelo seco (g)					
Peso de cápsula (g)					
Peso del agua (g)					
Peso de suelo seco (g)					
Humedad (%)					
Densida Seca (g/cm ³)					

	NOMBRE Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
EXPERTO N° 1			 Dairo R. Zumbra Carozo INGENIERO CIVIL CIP. 329008	
EXPERTO N° 2			 Francisco Vera Palomino INGENIERO CIVIL CIP. 100750	
EXPERTO N° 3			 Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Departamental - Cusco Michael Viqueira Salazar INGENIERO CIVIL CIP. 200004	



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

TÍTULO: "Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Dropesa, Cusco 2022."

ELABORADO: Yuri Carlos Torres Percca

UBICACIÓN: Departamento de Cusco

CANTERA: Racchi

FECHA:

DOSIFICACIÓN 0.00% DE RASTROJO DE MAÍZ			
Molde N°			
N° de golpes	56	25	12
Densidad (g/cm ³)			
Humedad (%)			
Absorción (%)			
Hinchamiento (%)			
CBR			

DOSIFICACIÓN 3.00% DE RASTROJO DE MAÍZ			
Molde N°			
N° de golpes	56	25	12
Densidad (g/cm ³)			
Humedad (%)			
Absorción (%)			
Hinchamiento (%)			
CBR			

	NOMBRE Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
EXPERTO N° 1			 Diego Zapata Cereza INGENIERO CIVIL CIP. 139009	
EXPERTO N° 2			 Francisco Cerro Salazar INGENIERO CIVIL CIP. 188750	
EXPERTO N° 3			 Michael Victoria Salazar INGENIERO CIVIL CIP. 220006	



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

TÍTULO: "Adición de ceniza de rastrojo de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Dropesa, Cusco 2022."

ELABORADO: Yuri Carlos Torres Percca

UBICACIÓN: Departamento de Cusco

CANTERA: Racchi

FECHA:

DOSIFICACIÓN 6.00% DE RASTROJO DE MAÍZ			
Molde N°			
N° de golpes	56	25	12
Densidad (g/cm ³)			
Humedad (%)			
Absorción (%)			
Hinchamiento (%)			
CBR			

DOSIFICACIÓN 12.00% DE RASTROJO DE MAÍZ			
Molde N°			
N° de golpes	56	25	12
Densidad (g/cm ³)			
Humedad (%)			
Absorción (%)			
Hinchamiento (%)			
CBR			

	NOMBRE Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
EXPERTO N° 1			 Diego R. Zapana Cuzuri INGENIERO CIVIL CIP. 32009	
EXPERTO N° 2			 Francisco César Pimentel INGENIERO CIVIL CIP. 188750	
EXPERTO N° 3			 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CONSEJO DEPARTAMENTAL - CUSCO Michael Vignola Salazar INGENIERO CIVIL CIP. 32009	

Anexo 4. Validez

Ficha de validación									
Título	Adición de ceniza de panca de maíz para mejorar las propiedades del afirmado para trochas carrozables en Oropesa, Cusco 2022.								
Autor	Bach: Yuri Carlos Torres Percca								
				Según Oseda (2012,p.177) establece la siguiente tabla					
	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	Validez Nula (.53 a menos)	Validez Baja (.54 a .59)	Válida (.60 a .65)	Muy válida (.66 a .71)	Excelente Validez (.72 a .99)	Validez Perfecta (1)
				Validadores					
				Ingeniero 1	Ingeniero 2	Ingeniero 3			
Ceniza de fibra de maíz como aglomerante	D1: Porcentaje	I1: 0%,3%, 6% y 12%	Balanza						
	D2: Granulometria	I1: mm	Tamiz SUCS AASHTO						
	D3: Silice en ceniza	I1: T° Centigrados	"termómetro Horno industrial"						
Capacidad portante de subrasante	D1: Propiedades físicas	I1: Índice de plasticidad %	Ensayo de limites de consistencia						
	D2: Propiedades mecánicas	I1: El optimo contenido de	Ensayo de Proctor modificado						
		I2: Densidad máxima seca g/cm3	Ensayo de Proctor modificado						
		I3: Resistencia %	Ensayo CBR						



Diana R. Zapana Córdova
INGENIERO CIVIL
CIP. 189908

Nombre:
Nº Reg. Profesional:

Ingeniero 1



Francisco Cordero Pineda
INGENIERO CIVIL
CIP. 188780

Nombre:
Nº Reg. Profesional:

Ingeniero 2

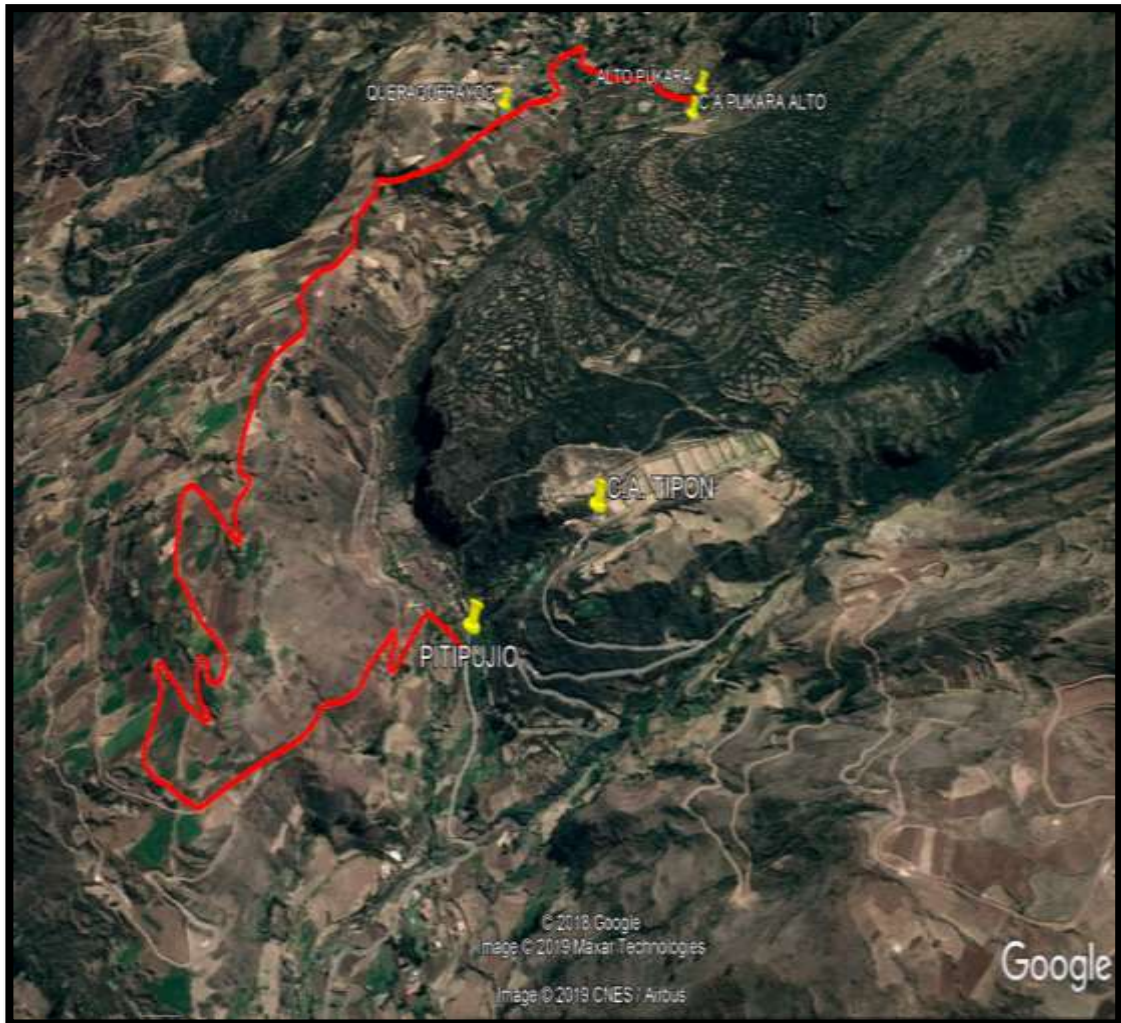


Michael Victoria Salazar
INGENIERO CIVIL
CIP. 220996

Nombre:
Nº Reg. Profesional:

Ingeniero 3

Anexo 5. Mapas y Planos



Ubicación del tramo PITIPUJIO - PUKARA ALTO



Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 1: Extracción de material de cantera



Fotografía 2: Obtención de rastrojo de maíz



Fotografía 3: Pre quemado de rastrojo de maíz en horno artesanal



Fotografía 4: Quemado en mufla



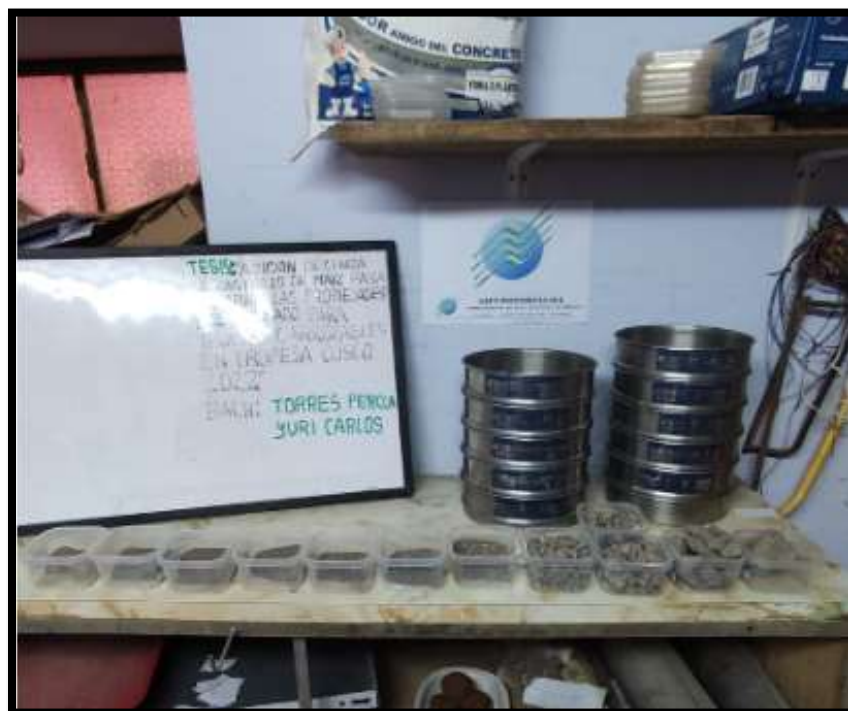
Fotografía 5: Peso de la muestra y tamizado de CRM



Fotografía 6: Clasificación granulométrica de CRM



Fotografía 7: Ensayo de análisis granulométrico de material de afirmado



Fotografía 8: obtención de muestras de análisis granulométrico de material de afirmado



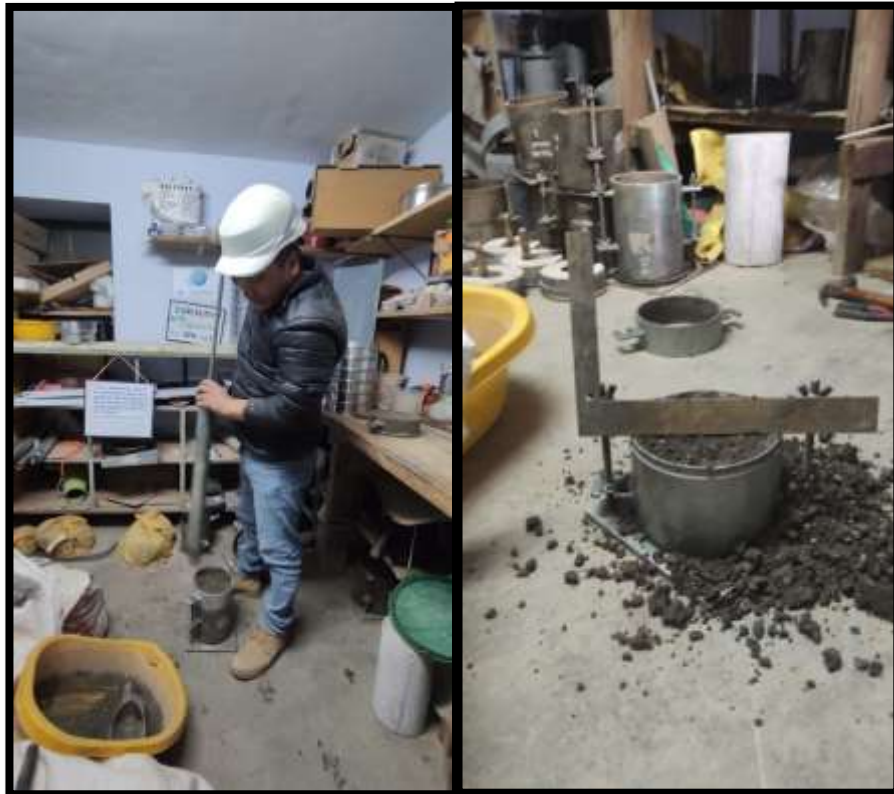
Fotografía 9: Ensayo y obtención de muestras de límites de consistencia de material de afirmado



Fotografía 10: Ensayo y obtención de muestras de límites de consistencia de material patrón mas adición de CRM



Fotografía 11: Ensayo de Proctor modificado de material de afirmado



Fotografía 12: Ensayo de Proctor modificado de material de afirmado



Fotografía 13: Ensayo de proctor modificado de material de afirmado



Fotografía 14: Ensayo de resistencia de material de afirmado

Anexo 7. Certificados de laboratorio de los ensayos



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

N° de Muestra:

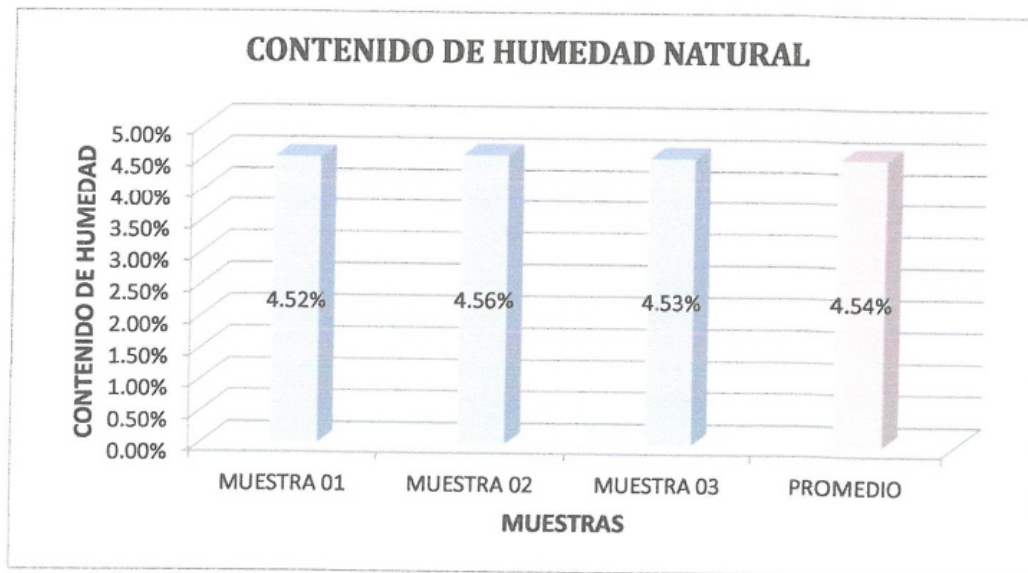
M-01 PATRON

Fecha: ABRIL - 2022

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Capsula N°	50	49	48
Peso de Capsula (gr)	21.47	17.16	20.36
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	95.91	94.40	101.57
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	92.69	91.03	98.05
Peso del Agua (gr)	3.22	3.37	3.52
Peso de la Muestra Seca (gr)	71.22	73.87	77.69
Contenido de Humedad	4.52%	4.56%	4.53%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 4.54%



Elizabeth Tapia Inga
Elizabeth Tapia Inga
INGENIERO CIVIL
CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645 SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN DROPEZA, CUSCO 2022"

Ubicación: DROPEZA – QUISPICANCHI – CUSCO
 Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos
 Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho
 Fecha: ABRIL - 2022

Calicata: M-01 PATRON

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado
 Peso de la Muestra Seca = 1553.00 gr

Después del lavado
 Peso de la Muestra Seca = 248.24 gr
 % de Error en Peso = -34.19%

Mal

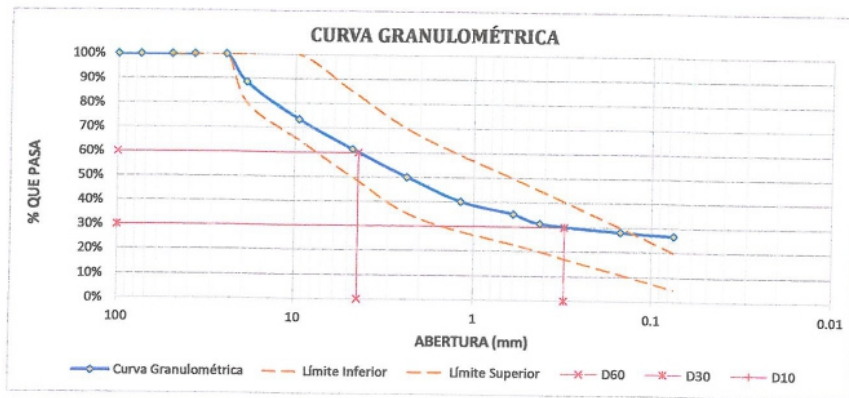
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	1553.00	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	1553.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	1553.00	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	1553.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	1553.00	0.00%	0.00%	100.00%
¾"	19	179.65	1373.35	11.44%	11.44%	88.56%
⅜"	9.5	283.51	1141.84	15.04%	26.48%	73.52%
Nº 4	4.75	187.84	954.00	12.10%	38.57%	61.43%
Nº 8	2.36	276.22	777.78	11.35%	49.92%	50.08%
Nº 16	1.180	153.36	624.42	9.88%	59.79%	40.21%
Nº 30	0.600	77.15	547.27	4.97%	64.76%	35.24%
Nº 40	0.425	58.21	489.06	3.75%	68.51%	31.49%
Nº 100	0.150	52.82	436.44	3.39%	71.90%	28.10%
Nº 200	0.075	20.50	415.94	1.32%	73.22%	26.78%
Cazuela	-	1.18	-	0.08%	73.29%	-
Lavado	-	704.76	-	26.71%	100.00%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		1138.24		100.00%		

Gradación: A-2

TAMIZ Nº	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
2" (50 mm)	100%	100%
1½" (37.5 mm)	100%	100%
1" (25 mm)	100%	100%
¾" (19 mm)	80%	100%
⅜" (9.5 mm)	65%	100%
Nº 4 (4.75 mm)	50%	85%
Nº 10 (2 mm)	33%	67%
Nº 40 (0.425 mm)	20%	45%
Nº 200 (0.075 mm)	5%	20%

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
 % de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 38.57%
 % de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 34.65%
 % de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 26.78%
 Total: 100.00%

Fracción Gruesa
 % de grava = 52.68%
 % de arena = 47.32%
 Total = 100.00%



Tamaño Máximo Absoluto = 1"


Tamaño Máximo Nominal = ¾"

D60 = 4.40 mm
 D30 = 0.31 mm
 D10 = -

Cu = -

Cc = -




 Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicitante: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

Fecha: ABRIL - 2022

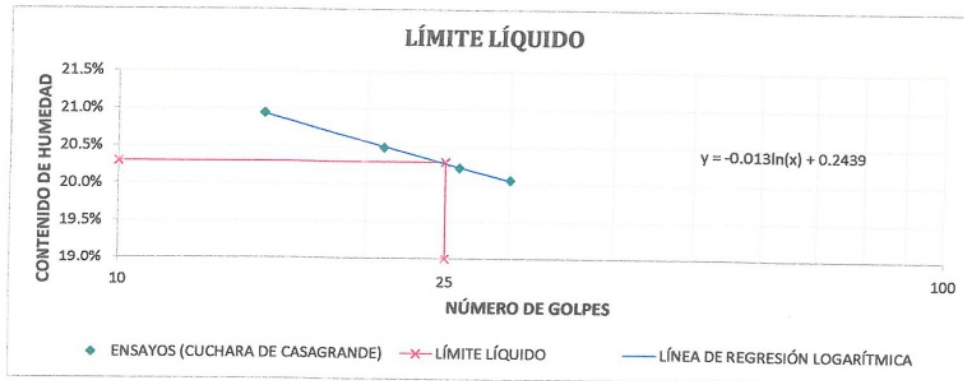
Calicata:

M-01 PATRON

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	10.38	10.47	10.48	10.49
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	15.52	16.88	17.97	18.69
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	14.63	15.79	16.71	17.32
Peso del Agua (gr)	0.89	1.09	1.26	1.37
Peso de la Muestra Seca (gr)	4.25	5.32	6.23	6.83
Contenido de Humedad	20.94%	20.49%	20.22%	20.06%
Número de Golpes	15	21	26	30



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	10.42	10.49	10.80
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	15.42	15.14	17.25
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	14.76	14.53	16.39
Peso del Agua (gr)	0.66	0.61	0.86
Peso de la Muestra Seca (gr)	4.34	4.04	5.59
Contenido de Humedad	15.21%	15.10%	15.38%



LÍMITE LÍQUIDO = 20.30%
LÍMITE PLÁSTICO = 15.23%



Elisabeth Tapia Inga
INGENIERO CIVIL
CIP 137724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación:

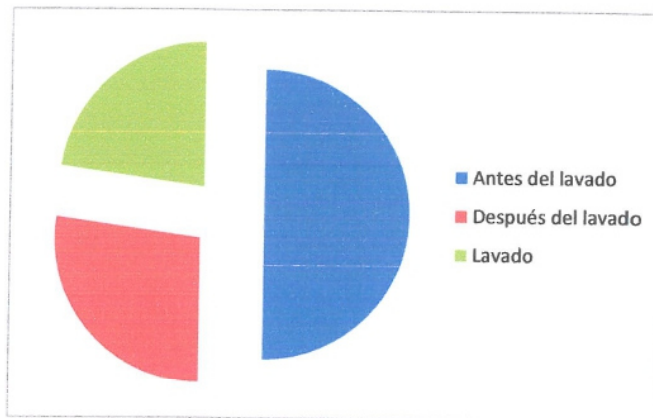
OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

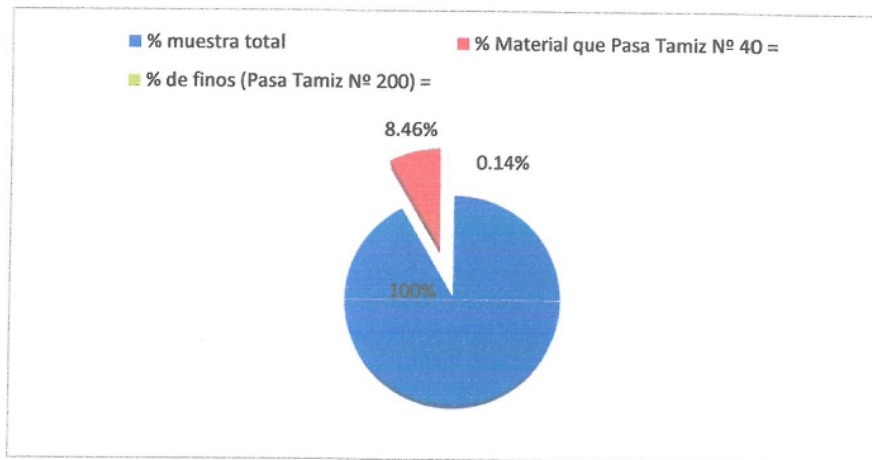
* % de finos (Pasa Tamiz N° 200)

* % Material que Pasa Tamiz N° 40

Antes del lavado	Peso de la Muestra Seca =	1553	gr
Después del lavado	Peso de la Muestra Seca =	848.24	gr
Lavado		704.76	gr



% Material que Pasa Tamiz N° 40 =	8.76%	74.30 gr
% de finos (Pasa Tamiz N° 200) =	0.14%	1.18 gr



Elizavet Tardía Inga
Elizavet Tardía Inga
INGENIERO CIVIL
CIP 157724



Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO
Solicitante: Br. Torres Percca Yuri Carlos
Muestra: Canteras: km 2+220 Lado Derecho
Fecha: ABRIL - 2022

Calicata: M-01 PATRON

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUICS)
ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Gruesos =	73.22%
% de Finos =	26.78%
Total =	100.00%
% de Grava =	38.57%
% de Arena =	34.65%
Total =	73.22%
Fración Gruesa	
% de Grava =	52.68%
% de Arena =	47.32%
Total =	100.00%
Coefficientes	
Cu =	-
Cc =	-
De Límites de Consistencia	
LL =	20.30%
LP =	15.23%
IP =	5.07%
Otros Datos	
Clase de Grupo	Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO	SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	GW	Grava bien graduada
GRAVAS CON FINOS Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	GP	Grava mal graduada
GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N° 200	GM	Grava limosa
ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla N° 200	GC	Grava arcillosa
ARENAS CON FINOS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	GC - GM	Grava limosa arcillosa
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N° 200	GW - GC GP - GM	Grava bien graduada con limo Grava mal graduada con limo
SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	SW SP	Grava bien graduada con arcilla Grava mal graduada con arcilla
ARENAS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	SC	Arena bien graduada
ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla N° 200	SW - SM SP - SM	Arena mal graduada
SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	ML CL	Arena limosa
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS Principalmente materia orgánica de color oscuro	OL MH CH OH	Arena limosa arcillosa Arcilla arcillosa Limo arcilloso Arcilla limosa Limo orgánico Arcilla orgánica Limo de alta plasticidad Arcilla de alta plasticidad Limo orgánico Arcilla orgánica Turba



Yuri Torres Percca
Ingeniero Civil
CIP 151724



Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

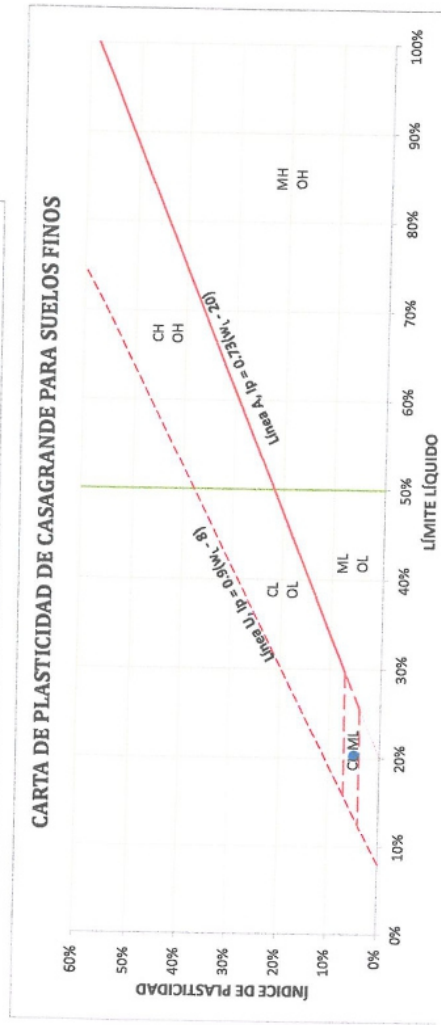
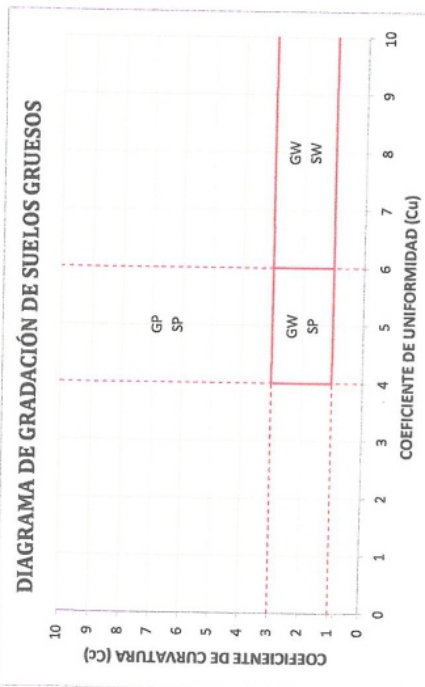
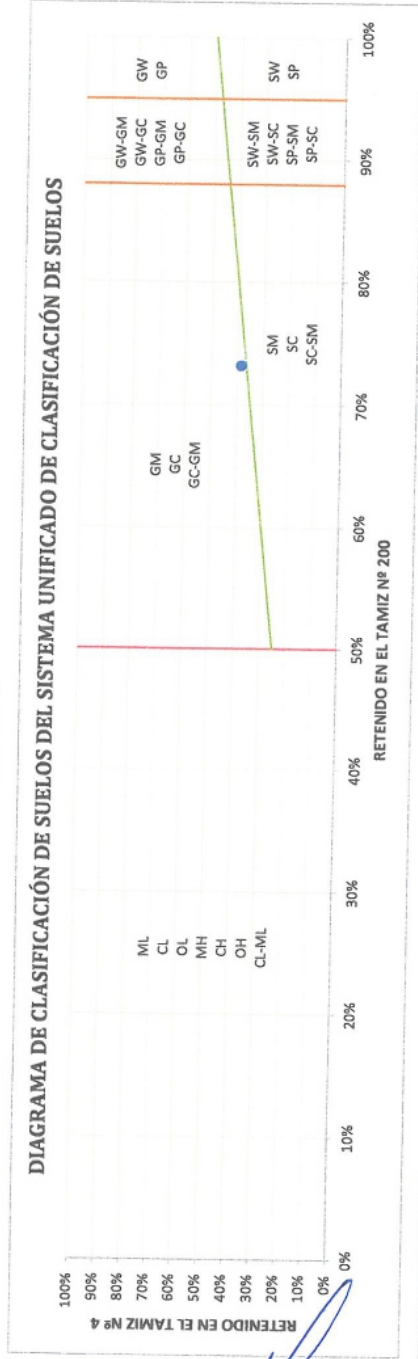
Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO
 Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos
 Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho
 Fecha: ABRIL - 2022

Calicata: M-01 PATRON



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

ASTM D-2487





Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO
 Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos
 Muestra: Canteras: Km 2+220 Lado Derecho
 Fecha: ABRIL - 2022

Calicata: M-01 PATRON

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
 AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	De Límites de Consistencia
% que pasa el tamiz Nº 10 = 50.08%	LL = 20.30%
% que pasa el tamiz Nº 40 = 35.24%	LP = 15.23%
% que pasa el tamiz Nº 200 = 26.78%	IP = 5.07%
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)						
	A-1		A-3		A-2			A-4		A-5		A-6		
GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6	A-7	
SUB - GRUPOS														
% que pasa el tamiz: Nº 10 Nº 40 Nº 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 mín. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	
Características del material que pasa el tamiz Nº 40			No Plástico	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	40 máx. 11 mín.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	
Límite Líquido			0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	16 máx.	16 máx.	20 máx.	
Índice de Plasticidad			0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	16 máx.	16 máx.	20 máx.	
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas			Suelos limosos			Suelos arcillosos				

A-2-4 (0) = Materiales granulares con partículas finas limosas



Elizabeth Tapia Inga
Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724

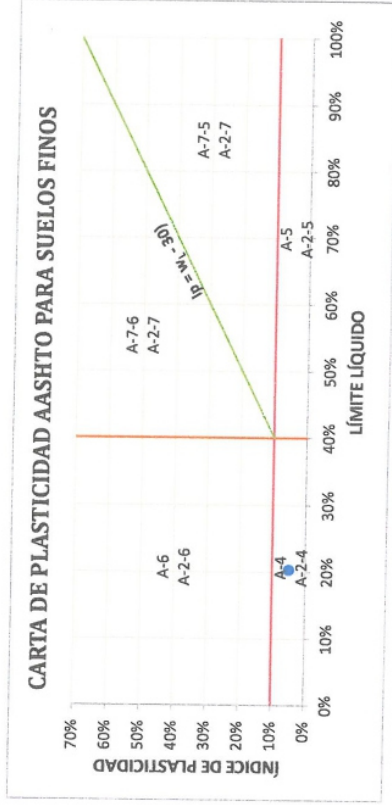
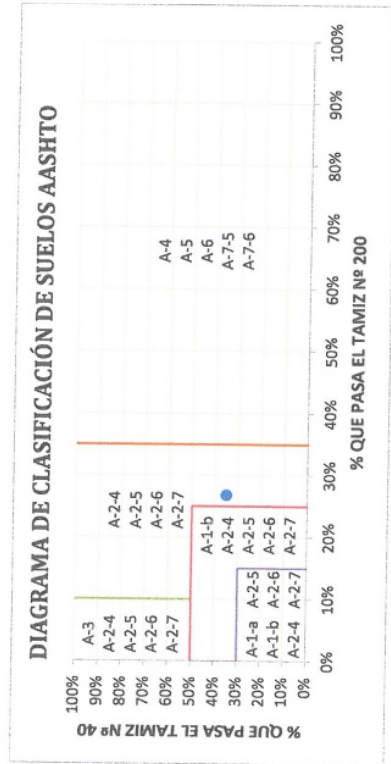


Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO
 Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos
 Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho
 Fecha: ABRIL - 2022

Calicata: M-01 PATRON

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO
 AASHTO M-145



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO

F = 26.78	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 20.30	w _L = Límite líquido
Ip = 5.07	Ip = Índice de plasticidad

$IG = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$

a = F - 35	a = -8.22	=>	a = 0.00
b = F - 15	b = 11.78	=>	b = 11.78
c = w _L - 40	c = -19.70	=>	c = 0.00
d = Ip - 10	d = -4.93	=>	d = 0.00



Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

Fecha: ABRIL - 2022

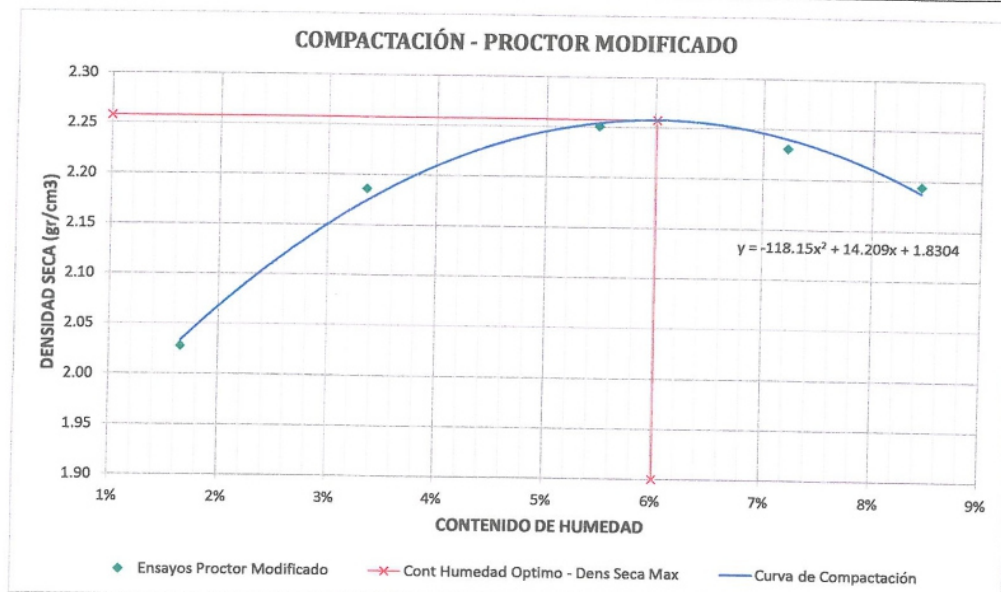
RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES
Número de Capas = 5
Golpes por Capa = 56
Peso del Martillo = 4.54 Kg
Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1
Diámetro del Molde (cm)	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Altura del molde (cm)	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60
Volumen del Molde (cm ³)	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92
Peso del Molde (gr)	5741.00	5741.00	5741.00	5741.00	5741.00
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10080.00	10498.00	10739.00	10774.00	10748.00
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4339.00	4757.00	4998.00	5035.00	5009.00
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.06	2.26	2.37	2.39	2.38
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.03	2.19	2.25	2.23	2.19

CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	12.10	19.56	19.48	18.90	18.75	20.15	18.35	18.31	18.24	18.51
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	60.82	71.49	65.07	60.59	71.88	73.02	78.10	62.02	72.96	74.97
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	60.02	70.65	63.59	59.23	69.11	70.28	74.08	59.07	68.70	70.57
Peso del Agua (gr)	0.80	0.84	1.48	1.36	2.77	2.74	4.02	2.95	4.26	4.40
Peso de la Muestra Seca (gr)	47.92	51.09	44.11	40.33	50.36	50.13	55.73	40.76	50.46	52.06
Contenido de Humedad	1.67%	1.64%	3.36%	3.37%	5.50%	5.47%	7.21%	7.24%	8.44%	8.45%
Contenido de Humedad Promedio	1.66%	1.64%	3.36%	3.37%	5.48%	5.47%	7.23%	7.24%	8.44%	8.45%



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.26 gr/cm³
 CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 6.01%



Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

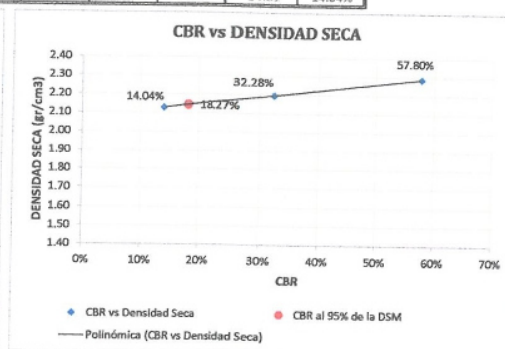
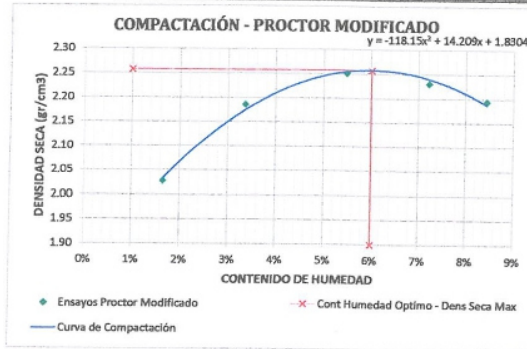
Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO
 Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos
 Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho
 Fecha: ABRIL - 2022

Calicata: M-01 PATRON

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg
kg/cm2	mm	kg/cm2	%	mm	kg/cm2	%	mm	kg/cm2	%
70.31	2.540	29.61	42.11%	2.540	17.05	24.25%	2.540	8.15	11.59%
105.46	5.080	60.95	57.80%	5.080	34.04	32.28%	5.080	14.81	14.04%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
55	1.39%	4.76%
26	1.80%	6.98%
12	2.08%	7.64%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	57.80%	2.29 gr/cm³
26	32.28%	2.20 gr/cm³
12	14.04%	2.13 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.26
95% de la DSM (gr/cm³)	2.13

CBR al 100% de la DSM	57.80%
CBR al 95% de la DSM	18.27%

Comprobación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm

OBSERVACIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5.08 mm

CBR: 18.27%



Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

Fecha: ABRIL - 2022

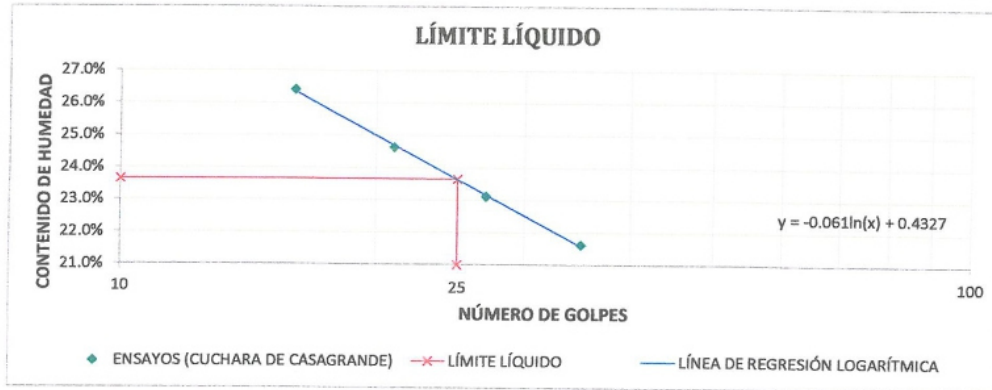
N° de Muestra:

M-02 AL 3%

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	19.18	19.31	19.55	19.81
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	26.36	27.76	28.87	30.72
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	24.86	26.09	27.12	28.78
Peso del Agua (gr)	1.50	1.67	1.75	1.94
Peso de la Muestra Seca (gr)	5.68	6.78	7.57	8.97
Contenido de Humedad	26.41%	24.63%	23.12%	21.63%
Número de Golpes	16	21	27	35



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	22.65	18.70	19.01
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	26.66	23.08	22.87
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	26.09	22.45	22.32
Peso del Agua (gr)	0.57	0.63	0.55
Peso de la Muestra Seca (gr)	3.44	3.75	3.31
Contenido de Humedad	16.57%	16.80%	16.62%



LÍMITE LÍQUIDO = 23.66%
LÍMITE PLÁSTICO = 16.99%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 6.67%



Elizabeth Tania Inga
INGENIERO CIVIL
CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Canteras: km 2+220 Lado Derecho

N° de Muestra:

M-02 AL 3%

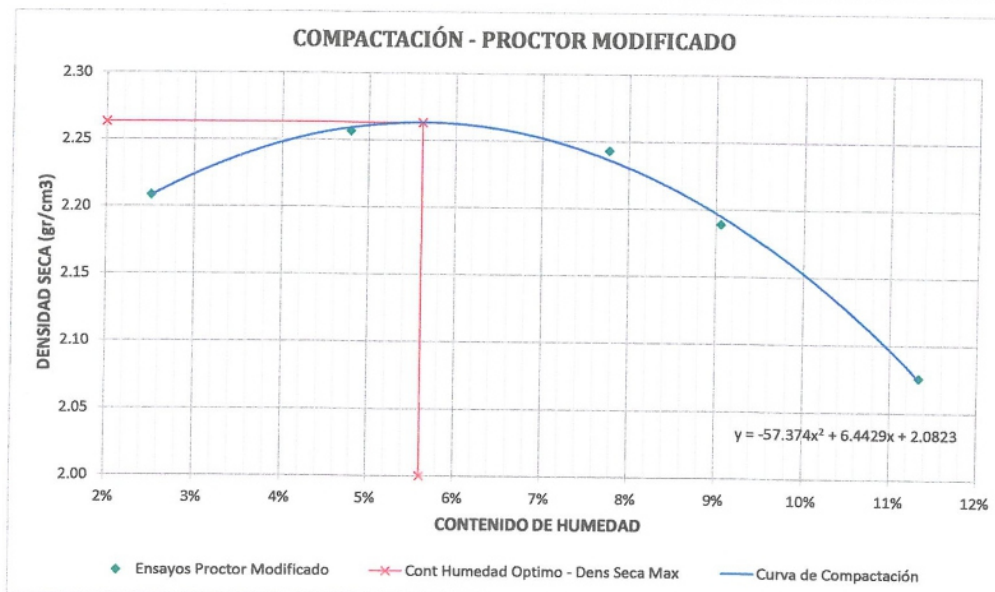
Fecha: ABRIL - 2022

RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

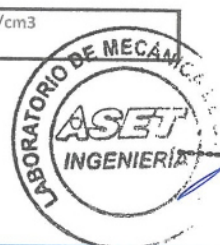
MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES	
Número de Capas =	5
Golpes por Capa =	56
Peso del Martillo =	4,54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45,72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		MUESTRA 04		MUESTRA 05	
Número de Proctor Utilizado	P-1		P-1		P-1		P-1		P-1	
Diámetro del Molde (cm)	15.20		15.20		15.20		15.20		15.20	
Altura del molde (cm)	11.60		11.60		11.60		11.60		11.60	
Volumen del Molde (cm ³)	2104.92		2104.92		2104.92		2104.92		2104.92	
Peso del Molde (gr)	5734.00		5734.00		5734.00		5734.00		5734.00	
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10500.00		10712.00		10823.00		10759.00		10600.00	
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4766.00		4978.00		5089.00		5025.00		4866.00	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.26		2.36		2.42		2.39		2.31	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.21		2.26		2.24		2.19		2.08	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	19.57	18.70	19.39	19.50	19.40	19.64	18.46	19.11	23.61	21.75
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	61.84	67.75	80.79	64.03	80.54	75.78	67.16	80.31	78.86	91.91
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	60.80	66.55	78.00	61.98	76.12	71.74	63.13	75.21	73.23	84.77
Peso del Agua (gr)	1.04	1.20	2.79	2.05	4.42	4.04	4.03	5.10	5.63	7.14
Peso de la Muestra Seca (gr)	41.23	47.85	58.61	42.48	56.72	52.10	44.67	56.10	49.62	63.02
Contenido de Humedad	2.52%	2.51%	4.76%	4.83%	7.79%	7.75%	9.02%	9.09%	11.35%	11.33%
Contenido de Humedad Promedio	2.52%		4.79%		7.77%		9.06%		11.34%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.26 gr/cm³
 CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 5.61%



Elizabeth Tapia Inga
 Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicitante: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

Fecha: ABRIL - 2022

N° de Muestra: M-02 AL 3%

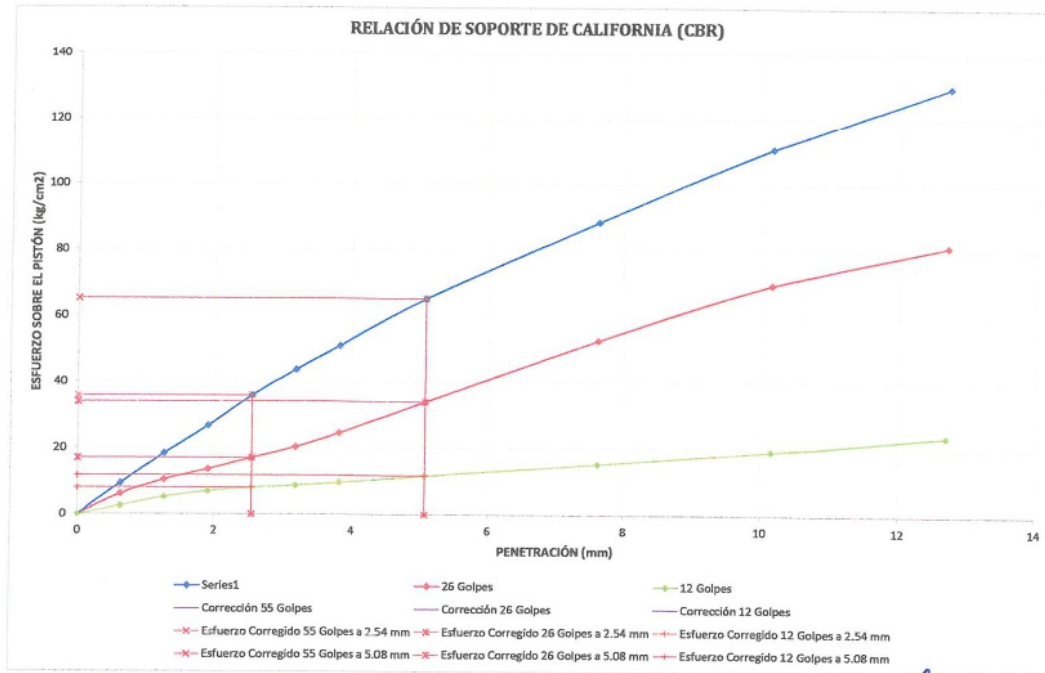
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

DATOS GENERALES	DIMENSIONES DEL MOLDE
Densidad Seca Máxima = 2.26 cm ³	Peso del Martillo = 4.54 kg
Contenido Humedad Óptimo = 5.61%	Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm
Contenido Humedad Natural = 4.54%	Numero de Capas = 5
Área del Pistón = 20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador = 6.20 cm
	Diametro = 15.20 cm
	Altura = 17.90 cm
	Altura de la Muestra = 11.70 cm
	Volumen = 2123.06 cm ³

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Numero de Golpes por Capa	55	26	12
Peso del Molde (gr)	7539.00	6801.00	6673.00
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	12633.00	11715.00	11365.00
Peso de la Muestra Compactada (gr)	5094.00	4914.00	4692.00
Densidad Humeda [gr/cm ³]	2.40	2.31	2.21
Densidad Seca [gr/cm ³]	2.27	2.19	2.09
Contenido de Humedad Promedio	5.61%	5.61%	5.61%

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN (CBR)			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	Dial "0.001"	Penetración mm	Dial KN	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %	Dial KN	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %	Dial KN	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %
		0	0.000	0	0.00	0.00		0.000	0.00	0.00		0.000	0.00	0.00
	25	0.635	1.8469	188.33	9.29		1.196	121.98	6.02		0.505	51.49	2.54	
	50	1.270	3.619	369.04	18.21		2.054	209.48	10.34		1.010	102.97	5.08	
	75	1.905	5.2888	539.31	26.61		2.679	273.13	13.48		1.356	138.30	6.87	
70.31	100	2.540	7.1049	724.50	35.75	50.94%	3.361	342.60	16.91	24.05%	1.574	160.51	7.92	11.26%
	125	3.175	8.6625	883.33	43.56		4.018	409.70	20.21		1.713	174.65	8.62	
	150	3.810	10.1057	1030.19	50.84		4.859	495.51	24.45		1.886	192.31	9.49	
105.46	200	5.080	12.958	1321.35	65.10	61.82%	6.789	688.16	33.95	32.19%	2.307	235.22	11.61	11.00%
	300	7.620	17.6	1794.70	88.55		10.467	1067.29	52.66		3.044	310.48	15.32	
	400	10.160	22.022	2245.62	110.79		13.824	1409.68	69.55		3.812	389.66	19.18	
	500	12.700	25.817	2642.60	129.85		16.170	1648.88	81.35		4.737	484.05	22.83	



Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicitante: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2=220 Lado Derecho

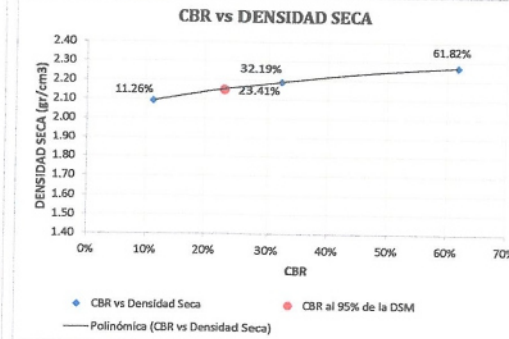
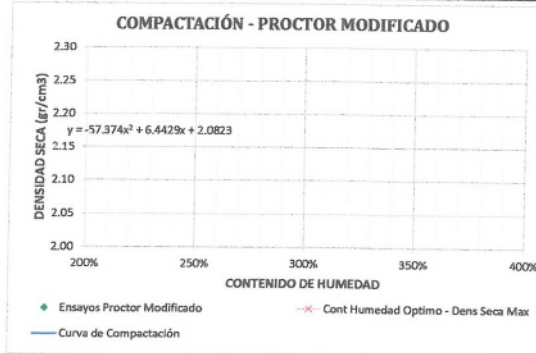
Fecha: ABRIL - 2022

N° de Muestra: M-02 AL 3%

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg
Carga Unitaria Patrón	mm	kg/cm2	%	mm	kg/cm2	%	mm	kg/cm2	%
70.31	2.540	35.75	50.84%	2.540	16.91	24.05%	2.540	7.92	11.26%
105.46	5.080	65.10	61.82%	5.080	33.95	32.19%	5.080	11.61	11.00%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
55	1.39%	4.96%
26	1.80%	7.18%
12	2.08%	7.84%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	61.82%	2.27 gr/cm3
26	32.19%	2.19 gr/cm3
12	11.26%	2.09 gr/cm3

Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	2.26
95% de la DSM (gr/cm3)	2.15

CBR al 100% de la DSM	61.82%
CBR al 95% de la DSM	23.41%

Comprobación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm

OBSERVACIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5.08 mm

CBR: 23.41%




Elizabeth Tapia
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

Fecha: ABRIL - 2022

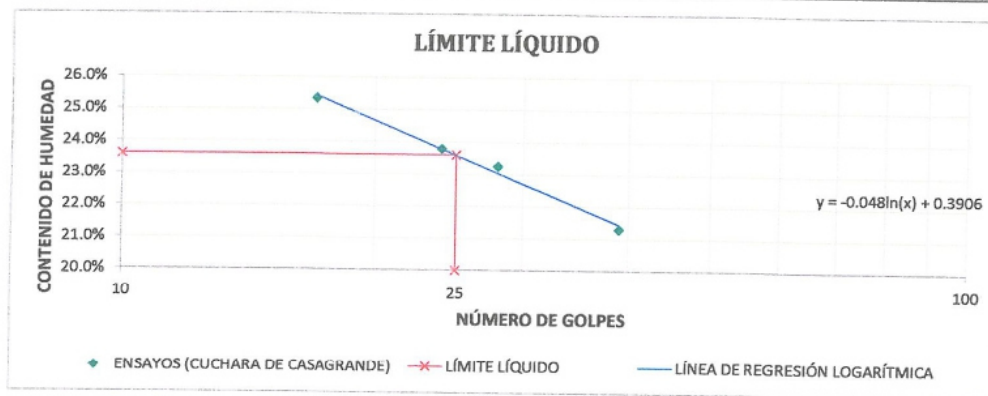
N° de Muestra:

M-03 AL 6%

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	19.66	19.47	19.68	19.15
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	27.92	28.94	28.32	28.43
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	26.25	27.12	26.69	26.80
Peso del Agua (gr)	1.67	1.82	1.63	1.63
Peso de la Muestra Seca (gr)	6.59	7.65	7.01	7.65
Contenido de Humedad	25.34%	23.79%	23.25%	21.31%
Número de Golpes	17	24	28	39



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	19.59	19.40	19.20
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22.80	22.15	22.39
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	22.34	21.75	21.93
Peso del Agua (gr)	0.46	0.40	0.46
Peso de la Muestra Seca (gr)	2.75	2.35	2.73
Contenido de Humedad	16.73%	17.02%	16.85%



LÍMITE LÍQUIDO = 23.60%

LÍMITE PLÁSTICO = 16.87%

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 6.73%



Elizabeth Tapia Inga
INGENIERO CIVIL
CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

Fecha: ABRIL - 2022

N° de Muestra:

M-03 AL 6%

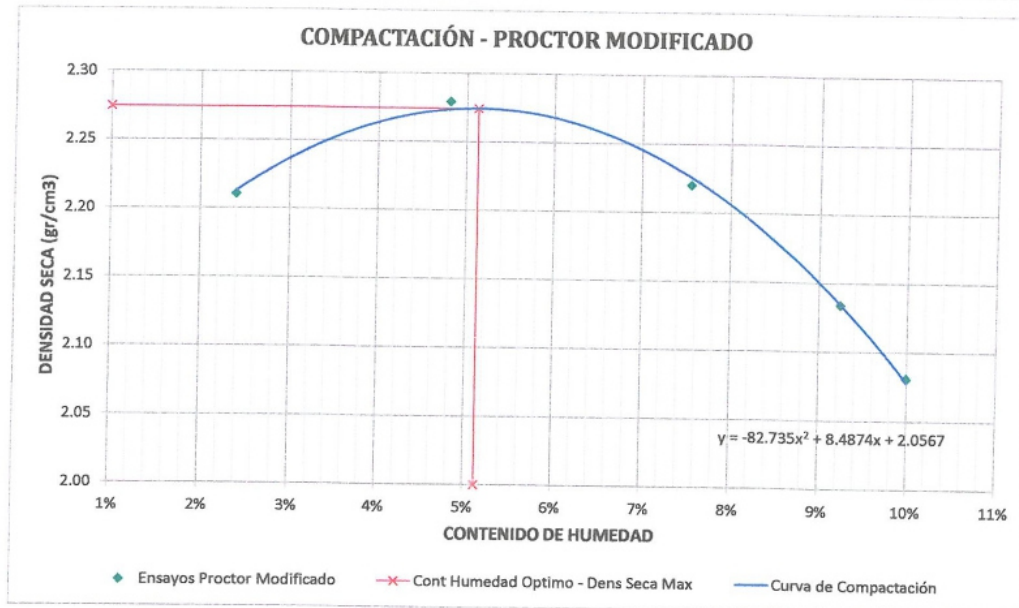
RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES
Número de Capas = 5
Golpes por Capa = 56
Peso del Martillo = 4.54 Kg
Altura de Caída del Martillo= 45.72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1
Diámetro del Molde (cm)	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Altura del molde (cm)	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60
Volumen del Molde (cm ³)	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92
Peso del Molde (gr)	5734.00	5734.00	5734.00	5734.00	5734.00
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10499.00	10763.00	10760.00	10641.00	10552.00
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4765.00	5029.00	5026.00	4907.00	4818.00
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.26	2.39	2.39	2.33	2.29
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.21	2.28	2.22	2.13	2.08

CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	19.66	19.43	19.25	19.11	19.50	19.12	19.58	18.83	16.25	10.30
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	59.85	64.05	61.24	60.98	67.65	55.84	66.28	69.34	70.32	45.01
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	58.91	63.00	59.32	59.05	64.27	53.26	62.32	65.08	65.40	41.86
Peso del Agua (gr)	0.94	1.05	1.92	1.93	3.38	2.58	3.96	4.26	4.92	3.15
Peso de la Muestra Seca (gr)	39.25	43.57	40.07	39.94	44.77	34.14	42.74	46.25	49.15	31.56
Contenido de Humedad	2.39%	2.41%	4.79%	4.83%	7.55%	7.56%	9.27%	9.21%	10.01%	9.98%
Contenido de Humedad Promedio	2.40%		4.81%		7.55%		9.24%		10.00%	



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.27 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 5.13%



Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO
 Solicita: Dr. Torres Percca Yuri Carlos
 Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho
 Fecha: ABRIL - 2022

Calicata: M-03 AL 6%

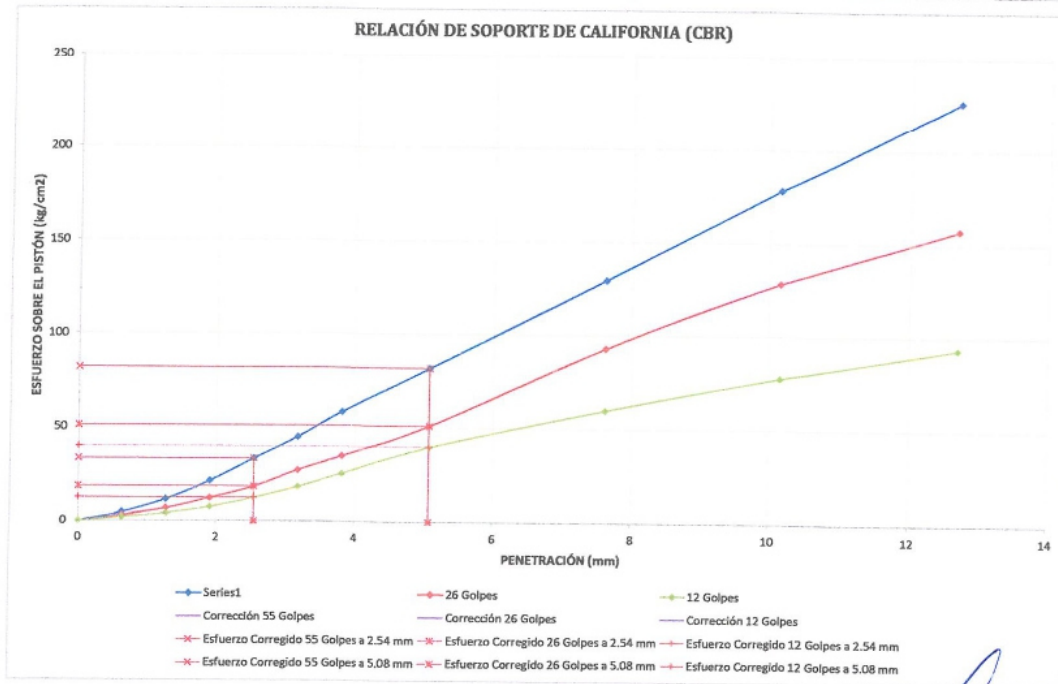
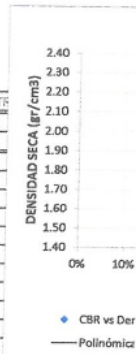
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MOLDE	
Densidad Seca Máxima = 2.27 cm3	Peso del Martillo = 4.54 kg	Diámetro = 15.20 cm	
Contenido Humedad Óptimo = 5.13%	Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm	Altura = 17.90 cm	
Contenido Humedad Natural = 4.54%	Número de Capas = 5	Altura de la Muestra = 11.70 cm	
Área del Pistón = 20.27 cm2	Altura del Disco Espaciador = 6.20 cm	Volumen = 2123.06 cm3	

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Número de Golpes por Capa	55	26	12
Peso del Molde (gr)	6775.00	6763.00	7457.00
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	11855.00	11671.00	12271.00
Peso de la Muestra Compactada (gr)	5080.00	4908.00	4814.00
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.39	2.31	2.27
Densidad Seca (gr/cm3)	2.28	2.20	2.16
Contenido de Humedad Promedio	5.13%	5.13%	5.13%

DATOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN (CBR)		MUESTRA 01					MUESTRA 02					MUESTRA 03	
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)	Dial "0.001"	Penetración mm	Dial KN	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial KN	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial KN	Fuerza kg	
0	0.000	0	0.00	0.00	0.00		0.000	0.00	0.00		0.000	0.00	
25	0.635	0.8789	89.62	4.42			0.570	58.10	2.87		0.399	40.72	
50	1.270	2.2451	228.94	11.30			1.305	133.03	6.56		0.801	81.66	
75	1.905	4.213	429.61	21.29			2.404	245.09	12.09		1.456	148.51	
70.31	100	2.540	6.5956	672.56	33.18	47.20%	3.622	369.37	18.22	25.92%	2.435	248.34	
	125	3.175	8.9001	907.56	44.76		5.381	548.73	27.07		3.619	369.04	
	150	3.810	11.572	1180.62	58.22		6.914	704.98	34.78		5.057	515.64	
105.46	200	5.080	16.269	1658.95	81.85	77.61%	10.117	1031.62	50.90	48.26%	7.878	803.35	
	300	7.620	25.751	2625.87	129.56		18.480	1884.44	92.97		11.902	1213.67	
	400	10.160	35.431	3612.96	178.26		25.495	2600.07	128.28		15.466	1577.09	
	500	12.700	45.001	4588.82	226.40		31.273	3188.96	157.34		18.634	1900.14	



Eliquis Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

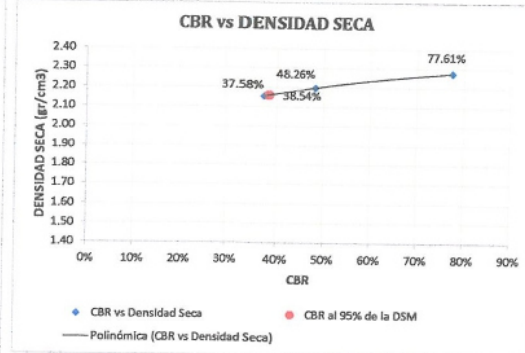
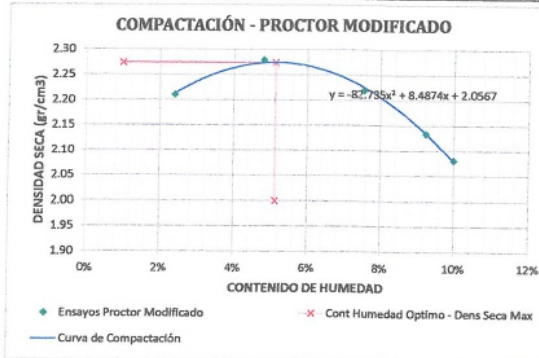
Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO
 Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos
 Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho
 Fecha: ABRIL - 2022

Calicata: M-03 AL 6%

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg
kg/cm2	mm	kg/cm2	%	mm	kg/cm2	%	mm	kg/cm2	%
70.31	2.540	33.18	47.20%	2.540	18.22	25.92%	2.540	12.25	17.43%
105.46	5.080	81.85	77.61%	5.080	50.90	48.26%	5.080	39.64	37.58%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
55	1.39%	5.20%
26	1.80%	7.42%
12	2.08%	8.08%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	77.61%	2.28 gr/cm³
26	48.26%	2.20 gr/cm³
12	37.58%	2.16 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.27
95% de la DSM (gr/cm³)	2.16

CBR al 100% de la DSM	77.61%
CBR al 95% de la DSM	38.54%

Comprobación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm

OBSERVACIONES : EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5.08 mm

CBR: 38.54%



Tania Inca
 INGENIERO CIVIL
 CIP 152726



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

Fecha: ABRIL - 2022

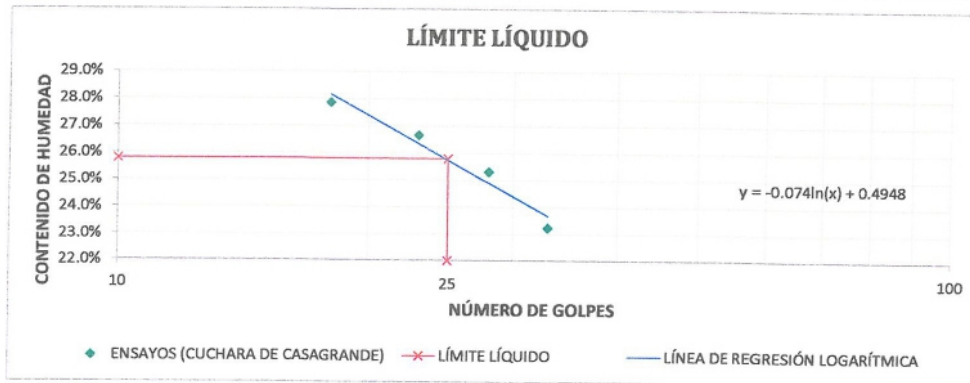
N° de Muestra:

M-04 AL 12%

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	10.71	10.59	10.59	10.40
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	17.64	20.47	21.23	19.41
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	16.13	18.39	19.08	17.71
Peso del Agua (gr)	1.51	2.08	2.15	1.70
Peso de la Muestra Seca (gr)	5.42	7.80	8.49	7.31
Contenido de Humedad	27.86%	26.67%	25.32%	23.26%
Número de Golpes	18	23	28	33



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	10.65	10.76	10.38
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13.05	14.65	14.26
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12.66	14.01	13.63
Peso del Agua (gr)	0.39	0.64	0.63
Peso de la Muestra Seca (gr)	2.01	3.25	3.25
Contenido de Humedad	19.40%	19.69%	19.38%



LÍMITE LÍQUIDO = 25.86%
LÍMITE PLÁSTICO = 19.49%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 6.37%



Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

Fecha: ABRIL - 2022

N° de Muestra:

M-04 AL 12%

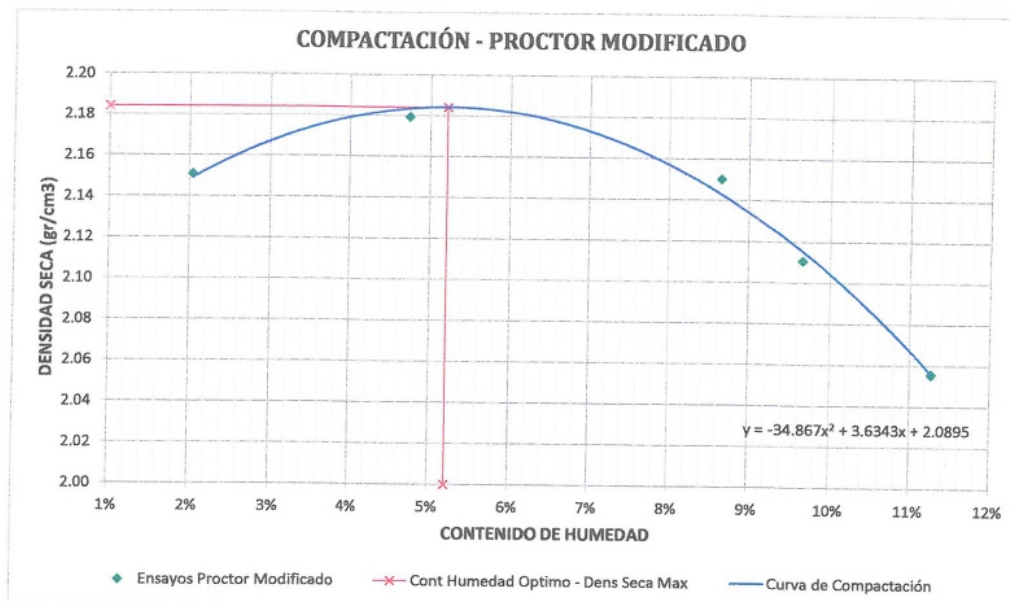
RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD (PRÓCTOR MODIFICADO)

MTC E 115 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS GENERALES
Número de Capas = 5
Golpes por Capa = 56
Peso del Martillo = 4.54 Kg
Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	MUESTRA 05
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1
Diámetro del Molde (cm)	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Altura del molde (cm)	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60
Volumen del Molde (cm ³)	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92
Peso del Molde (gr)	5734.00	5734.00	5734.00	5734.00	5734.00
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	10354.00	10539.00	10652.00	10606.00	10549.00
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4620.00	4805.00	4918.00	4872.00	4815.00
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.19	2.28	2.34	2.31	2.29
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.15	2.18	2.15	2.11	2.06

CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso de Capsula (gr)	19.18	19.76	19.49	19.77	21.06	23.29	24.25	20.99	21.09	23.31
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	57.39	46.85	64.25	54.98	66.95	54.55	66.28	72.64	74.30	69.39
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	56.62	46.31	62.23	53.38	63.28	52.07	62.58	68.09	68.91	64.72
Peso del Agua (gr)	0.77	0.54	2.02	1.60	3.67	2.48	3.70	4.55	5.39	4.67
Peso de la Muestra Seca (gr)	37.44	26.55	42.74	33.61	42.22	28.78	38.33	47.10	47.82	41.41
Contenido de Humedad	2.06%	2.03%	4.73%	4.76%	8.69%	8.62%	9.65%	9.66%	11.27%	11.28%
Contenido de Humedad Promedio	2.05%	4.74%	8.65%	9.66%	11.27%					



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.18 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 5.21%



Elizabeth Tapia Inga
Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – QUISPICANCHI – CUSCO

Solicita: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+320 Lado Derecho

Fecha: ABRIL - 2022

N° de Muestra: M-04 AL 12%

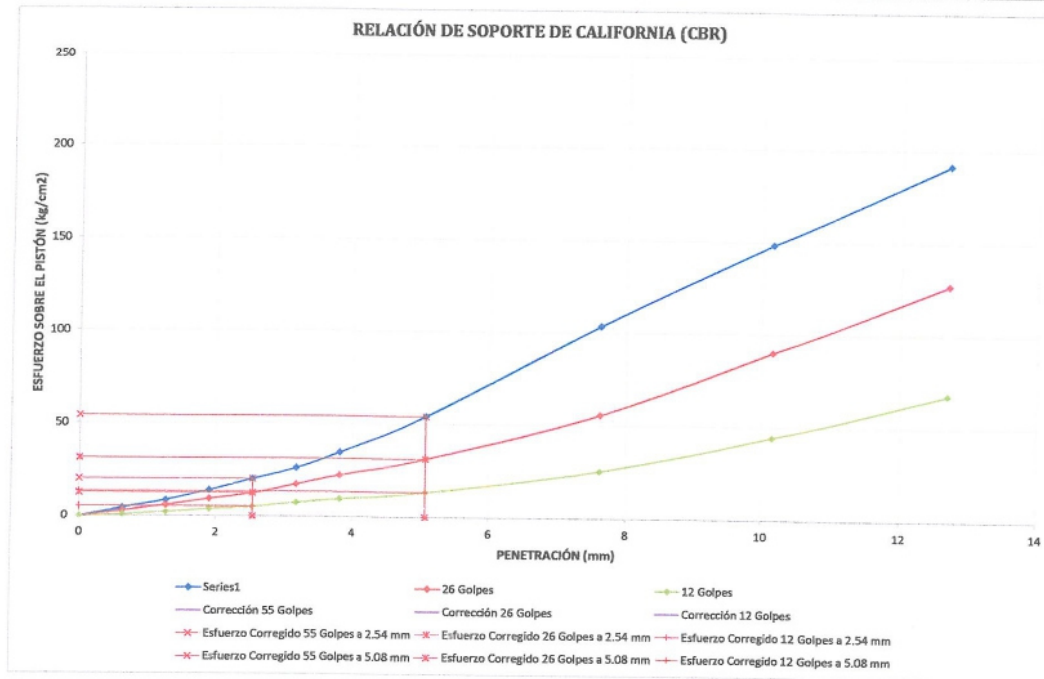
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)


MTC E 132 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

DATOS GENERALES		DIMENSIONES DEL MOLDE	
Densidad Seca Máxima = 2.18 cm3	Peso del Martillo = 4.54 kg	Diámetro = 15.20 cm	
Contenido Humedad Óptimo = 5.21%	Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm	Altura = 17.90 cm	
Contenido Humedad Natural = 4.54%	Número de Capas = 5	Altura de la Muestra = 11.70 cm	
Área del Pistón = 20.27 cm ²	Altura del Disco Espaciador = 6.20 cm	Volumen = 2123.06 cm ³	

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Numero de Golpes por Capa	55	26	12
Peso del Molde (gr)	6777.00	6985.00	6741.00
Peso del Molde + Muestra Compactada (gr)	11686.00	11734.00	11381.00
Peso de la Muestra Compactada (gr)	4909.00	4749.00	4640.00
Densidad Humeda [gr/cm ³]	2.31	2.24	2.19
Densidad Seca [gr/cm ³]	2.20	2.13	2.08
Contenido de Humedad Promedio	5.21%	5.21%	5.21%

Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03					
	Dial "0.001"	Penetración mm	Dial KN	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %	Dial KN	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %	Dial KN	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm ²	CBR %
0	0.000	0	0	0.00	0.00		0.000	0.00	0.00		0.000	0.00	0.00	
25	0.635	0.84	0.84	85.66	4.23		0.585	59.62	2.94		0.203	20.73	1.02	
50	1.270	1.674	1.674	170.70	8.42		1.129	115.12	5.68		0.457	46.60	2.30	
75	1.905	2.7348	2.7348	278.87	13.76		1.809	184.50	9.10		0.780	79.49	3.92	
70.31	3.00	2.540	3.9516	402.95	19.89	28.28%	2.443	249.09	12.29	17.43%	1.001	102.10	5.04	7.17%
125	3.175	5.1468	5.1468	524.83	25.89		3.409	347.59	17.15		1.458	148.70	7.34	
150	3.810	6.8376	6.8376	697.24	34.40		4.398	448.50	22.13		1.860	189.64	9.36	
105.46	2.00	5.080	10.7472	1095.91	54.07	51.27%	6.179	630.09	31.09	29.48%	2.602	265.36	13.09	12.41%
300	7.620	20.592	20.592	2099.80	103.60		11.053	1127.08	55.61		5.043	514.28	25.37	
400	10.160	29.484	30.06.53	3006.53	148.34		17.909	1826.19	90.10		8.803	897.68	44.29	
500	12.700	38.132	38.86.34	3886.34	191.74		25.234	2573.11	126.95		13.457	1372.21	67.70	




 Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

Proyecto: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: OROPESA – GUISPICANCHI – CUSCO

Solicitante: Br. Torres Percca Yuri Carlos

Muestra: Cantera: km 2+220 Lado Derecho

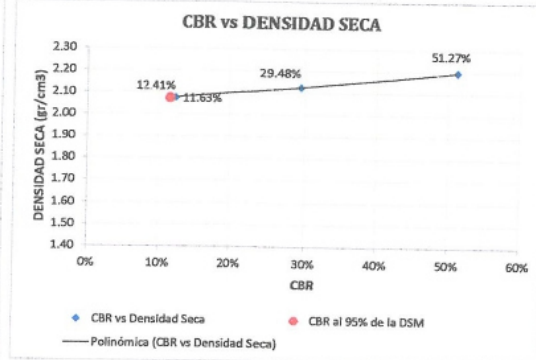
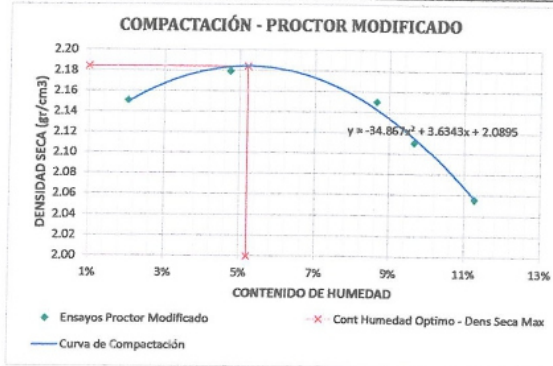
Fecha: ABRIL - 2022

N° de Muestra: M-04 AL 12%

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
Carga Unitaria Patrón	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg	Penetr Correg	Esfuer Correg	CBR Correg
kg/cm2	mm	kg/cm2	%	mm	kg/cm2	%	mm	kg/cm2	%
70.31	2.540	19.38	28.28%	2.540	12.29	17.48%	2.540	5.04	7.17%
105.46	5.080	54.07	51.27%	5.080	31.09	29.48%	5.080	13.09	12.41%



RESULTADOS

Número de Golpes	Expansión	Absorción
55	1.39%	5.16%
26	1.99%	7.38%
12	2.08%	8.04%

Número de Golpes	CBR	Densidad Seca
55	51.27%	2.20 gr/cm³
26	29.48%	2.13 gr/cm³
12	12.41%	2.08 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.18
95% de la DSM (gr/cm³)	2.08

CBR al 100% de la DSM	51.27%
CBR al 95% de la DSM	11.63%

Comprobación de resultados de CBR a 2.54 mm y 5.08 mm:

OBSERVACIONES: EL CBR DE DISEÑO SERÁ EL CORRESPONDIENTE A 5.08 mm

CBR: 11.63%



Elizabeth Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN DROPESA, CUSCO 2022"

Ubicación: DROPESA - QUISPICANCHI - CUSCO

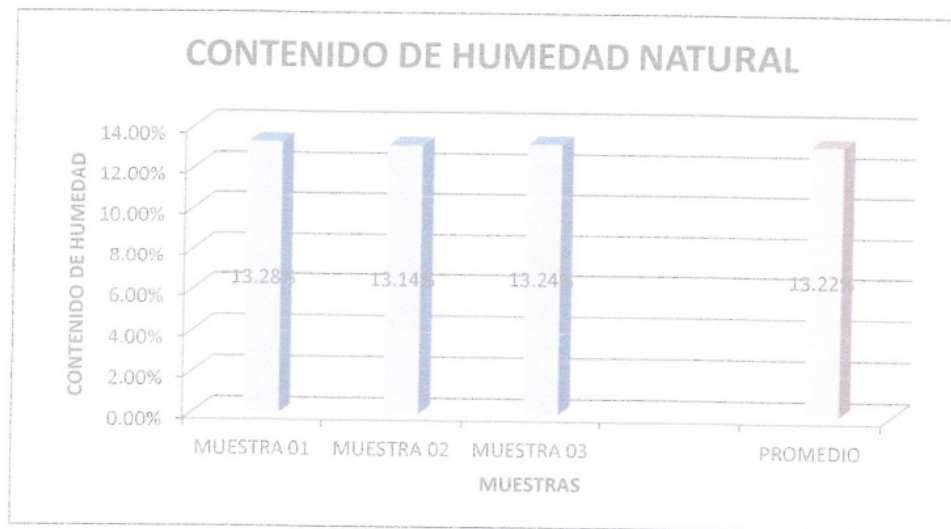
Fecha: ABRIL - 2022

N° de Muestra: M-05 CENIZA

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
N° de Capsula	1N	2N	3N
Peso de Capsula (gr)	21.35	24.05	20.91
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	66.83	88.87	76.59
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	61.50	81.34	70.08
Peso del Agua (gr)	5.33	7.53	6.51
Peso de la Muestra Seca (gr)	40.15	57.29	49.17
Contenido de Humedad	13.28%	13.14%	13.24%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 13.22%




Elizabeth Tapia Inga
INGENIERO CIVIL
CIP 157724



ASET INGENIERIA SRL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

RUC N° 20600236645

SAN SEBASTIAN - MIGUEL GRAU B-5 - CUSCO

CEL: +51974223624

PROYECTO: FABRICACIÓN DE CENIZA DE RASTRADO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA DISCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022

Ubicación: OROPESA - QUISPICANCHI - CUSCO
Fecha: ABRIL - 2022

N° de Muestra: M-05 CENIZA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado
 Peso de la Muestra Seca = 600.00 gr

Después del lavado
 Peso de la Muestra Seca = 599.96 gr
 % de Error en Peso = -0.02% OK!

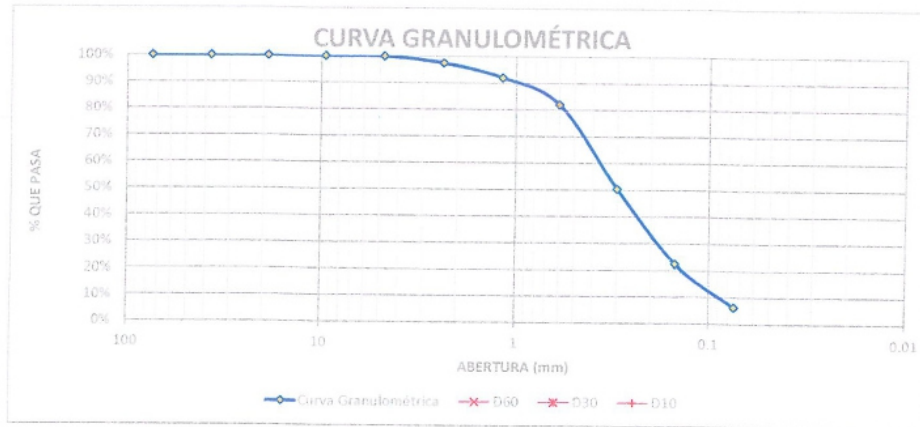
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75	0.00	600.00	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	600.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	600.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	0.00	600.00	0.00%	0.00%	100.00%
Nº 4	4.75	0.35	599.65	0.06%	0.06%	99.94%
Nº 8	2.36	14.72	584.93	2.45%	2.51%	97.49%
Nº 16	1.180	32.30	552.63	5.38%	7.90%	92.11%
Nº 30	0.600	59.82	492.81	9.97%	17.87%	82.14%
Nº 50	0.300	190.19	302.62	31.70%	49.56%	50.44%
Nº 100	0.150	167.38	134.84	27.90%	77.53%	22.47%
Nº 200	0.075	96.39	38.45	16.07%	93.59%	6.41%
Cazuela	-	38.44	-	6.41%	100.00%	-
Lavado	-	0.10	-	0.00%	100.00%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		599.99		100.00%		

Gradación: Otro

TAMIZ Nº	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
2" (50 mm)	100%	100%
1½" (37.5 mm)	84%	100%
1" (25 mm)	65%	94%
3/4" (19 mm)	53%	85%
3/8" (9.5 mm)	30%	79%
Nº 4 (4.75 mm)	25%	65%
Nº 10 (2 mm)	15%	55%
Nº 40 (0.425 mm)	8%	40%
Nº 200 (0.075 mm)	2%	20%

Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
 % de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 0.06%
 % de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 93.53%
 % de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 6.41%
Total: 100.00%

Fracción Gruesa
 % de grava = 0.06%
 % de arena = 99.94%
Total = 100.00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/8"

Tamaño Máximo Nominal = Nº 4

D60 = -
 D30 = -
 D10 = -

Cu = -
 Cc = -



Fabián Tapia Inga
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 157724

Anexo 8. Certificado de calibración del equipo



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 428-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2021-12-20	<p>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 %.</p> <p>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.</p> <p>G & L LABORATORIO 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.</p>
1. SOLICITANTE	: ASET INGENIERIA S.R.L	
DIRECCIÓN	: MZA. B LOTE. 5 APV. MIGUEL GRAU CUSCO - SAN SEBASTIAN	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: R31P30	
NÚMERO DE SERIE	: 8335440497	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 30000 g	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 1 g	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 10 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-12-17	

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE ASET INGENIERIA S.R.L
MZA. B LOTE. 5 APV. MIGUEL GRAU CUSCO - SAN SEBASTIAN


Gilmer Antonio Huamani Pongdioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.3 °C	19.2 °C
Humedad Relativa	34 %	34 %

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
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 428 - 2021 CC - 1411 - 2021 CC - 1412 - 2021 CC - 1413 - 2021

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 30000 g. Se ajustó y se procedió a 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 Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15,000 g	Temp. (°C)		Carga L2= 30,000 g	I(g)	ΔL(g)	E(g)
		Inicial	Final				
		19.3	19.3				
1	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1	
2	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5	0.0	
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
6	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1	
7	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1	
8	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1	
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
10	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
Diferencia Máxima		0.1				0.1	
Error Máximo permitido ±		20 g		±		30 g	



Teléfono: (01) 622 - 5814
 Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

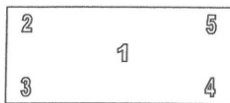
Correo: laboratorio.gyl@laboratorio@gmail.com
 servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
 Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 428 - 2021 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)					Temp. (°C)				
	Inicial					Final				
	19.1					19.0				
Carga mínima (g)	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido					
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E ₀ (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	
2		10	0.5	0.0		10,002	0.4	2.1	2.1	
3		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
4		10	0.5	0.0		9,999	0.5	-1.0	-1.0	
5		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1	
Error máximo permitido : ± 20 g										

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	Temp. (°C)				Temp. (°C)				emp(**)
	19.2				19.2				
l(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				±(g)
	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)		
10	10	0.5	0.0	0.0	10	0.5	0.0	0.0	10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	4,999	0.6	-1.1	-1.1	4,999	0.5	-1.0	-1.0	10
10,000	10,001	0.5	1.0	1.0	10,001	0.5	1.0	1.0	20
15,000	15,001	0.5	1.0	1.0	15,001	0.5	1.0	1.0	20
20,000	20,001	0.6	0.9	0.9	20,001	0.5	1.0	1.0	20
25,000	25,001	0.6	0.9	0.9	25,001	0.6	0.9	0.9	30
30,000	30,001	0.7	0.8	0.8	30,001	0.7	0.8	0.8	30

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 5,481E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 4,446E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_e: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



Telefono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA:

Instrument
Rangos
Measurement range
FABRICANTE
Manufacturer
Modelo
Model
Serie
Identification number
Ubicación de la máquina
Location of the machine
Norma de referencia
Norm of used reference
Intervalo calibrado
Calibrated interval
Solicitante
Customer
Dirección
Address
Ciudad
City

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Measurement standard
Tipo / Modelo
Type / Model

Rangos
Measurement range

Fabricante
Manufacturer

No. serie
Identification number

Certificado de calibración
Calibration certification

Incertidumbre de medida
Uncertainty of measurement

Método de calibración
Method of calibration

Unidades de medida
Units of measurement

FECHA DE CALIBRACIÓN
Date of calibration

FECHA DE EXPEDICIÓN
Date of issue

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS
Number of pages of this certificate and documents attached

FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized Signatures

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

50 kN

Pág. 1 de 3

PINZUAR LTDA.

PS – 25

247

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE ASET INGENIERIA S.R.L

NTC – ISO 7500 – 1 (2007 – 07 – 25)

Del 10% al 100% del Rango

ASET INGENIERIA S.R.L

MZA. B LOTE. 5 APV. MIGUEL GRAU CUSCO - SAN SEBASTIAN

CUSCO

T71P / DEF – A

5000 kgf

OHAUS / KELI

B504530209 / AGB8505

N° CC – 1752 – 2021

0.062 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades (SI)

2021 – 12 – 17

2021 – 12 – 20

3

FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized Signatures

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Téc. César A. Huamán Pujoma
Responsable Laboratorio de Metrología

Teléfono:
(01) 622 – 5814
Celular:
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **425-2021 GLF**
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE
Tipo de Instrumento: MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DIGITAL PARA ENSAYOS MARSHALL Y C

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.002 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kN	1 (ASC) kN	2 (ASC) kN	2 (DESC) No Aplica	3 (ASC) kN	4 (ASC) No Aplica
10	5.000	5.09	4.94		5.06	
20	10.00	10.07	10.09		10.11	
30	15.00	15.15	14.90		15.13	
40	20.00	20.17	19.88		20.15	
50	25.00	25.18	24.87	No Aplica	25.17	No Aplica
60	30.00	30.18	29.85		30.18	
70	35.00	35.14	34.86		35.18	
80	40.00	40.25	39.94		40.06	
90	45.00	45.28	44.84		45.11	
100	50.00	50.16	49.72		50.10	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kN	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	5.000	-0.60	2.98			0.040	1.825
20	10.00	-0.89	0.40			0.020	0.249
30	15.00	-0.40	1.66			0.013	1.070
40	20.00	-0.33	1.45			0.010	0.937
50	25.00	-0.29	1.24	No Aplica	No Aplica	0.008	0.817
60	30.00	-0.23	1.10			0.007	0.738
70	35.00	-0.17	0.91			0.006	0.583
80	40.00	-0.21	0.77			0.005	0.461
90	45.00	-0.17	0.98			0.004	0.577
100	50.00	0.01	0.88			0.004	0.560
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 19.3 °C Humedad Mínima: 38.0 %Hr
Temperatura Máxima: 19.7 °C Humedad Máxima: 38.0 %Hr



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 425-2021 GLF
Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,89	1,66	No Aplica	No Aplica	0,00	0,020

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 2 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizado patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas se ensayó de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", con N° de Serie: B504530209 / AGB8505, con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC – 1752 – 2021.

OBSERVACIONES .

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 425-2021 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS

SUPERVISOR
Téc. **Gilmer A. Huaman Paquioma**
Responsable Laboratorio de Metrología



Teléfono:
+011 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Anexo 9. Boleta de ensayos de laboratorio

Cantidad		Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	QUEMADO EN MUFLA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022		169.4916	0.00	200.000088	0.00
1.00	UNIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022		46.6102	0.00	55.000036	0.00
1.00	UNIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL DE CANTERA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022		46.6102	0.00	55.000036	0.00
1.00	UNIDAD	LIMITES DE MATERIAL PATRON - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022		38.1356	0.00	45.000008	0.00
1.00	UNIDAD	LIMITES DE MATERIAL PATRON MAS 3% DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022		38.1356	0.00	45.000008	0.00
1.00	UNIDAD	LIMITES DE MATERIAL PATRON MAS 6% DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022		38.1356	0.00	45.000008	0.00
1.00	UNIDAD	LIMITES DE MATERIAL PATRON MAS 12% DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA		38.1356	0.00	45.000008	0.00

ASET INGENIERIA S.R.L.
 MZA. B LOTE. 5 APV. MIGUEL GRAU CALLE ANGAMOS, 3 CDRS DE 3ER PARADERO
 SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA
 RUC: 20600236645
 EB01-4

Fecha de Vencimiento :
 Fecha de Emisión : 20/05/2022
 Señor(es) : YURI CARLOS TORRES PERCCA
 DNI : 47976979
 Tipo de Moneda : SOLES
 Observación :

TROCHAS
CARROZABLES EN
OROPESA, CUSCO 2022

Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/0.00
ICBPER :	S/ 0.00
Importe Total :	S/490.00

SON: CUATROCIENTOS NOVENTA Y 00/100 SOLES

(*) Sin impuestos.
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	S/ 415.25
Op. Exonerada :	S/ 0.00
Op. Inafecta :	S/ 0.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 74.75
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 490.00

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunaf.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.

ASET INGENIERIA S.R.L.
 MZA. B LOTE. 5 APV. MIGUEL GRAU CALLE ANGAMOS, 3 CORS DE 3ER
 PARADERO
 SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA
 RUC: 20600236645
 EB01-5

Fecha de Vencimiento :
 Fecha de Emisión : 20/05/2022
 Señor(es) : YURI CARLOS TORRES PERCCA
 DNI : 47976979
 Tipo de Moneda : SOLES
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	PROCTOR DE MATERIAL PATRON - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022	186.4407	0.00	220.000026	0.00
1.00	UNIDAD	PROCTOR DE MATERIAL PATRON MAS 3% DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022	152.5424	0.00	180.000032	0.00
1.00	UNIDAD	PROCTOR DE MATERIAL PATRON MAS 6% DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022	152.5424	0.00	180.000032	0.00
1.00	UNIDAD	PROCTOR DE MATERIAL PATRON MAS 12% DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022	152.5424	0.00	180.000032	0.00

Otros Cargos : S/ 0.00
 Otros Tributos : S/0.00
 ICBPER : S/ 0.00
 Importe Total : S/760.00

SON: SETECIENTOS SESENTA Y 00/100 SOLES

(*) Sin impuestos.
 (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	S/ 644.07
Op. Exonerada :	S/0.00
Op. Inafecta :	S/0.00
ISC :	S/0.00
IGV :	S/ 115.93
ICBPER :	S/0.00
Otros Cargos :	S/0.00
Otros Tributos :	S/0.00
Monto de Redondeo :	S/0.00
Importe Total :	S/ 760.00

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede ser verificado en el sistema SUNAT. El Adquirente o Usuario puede consultar su compra en SUNAT. Usando el código de verificación en el sistema SUNAT.

ASET INGENIERIA S.R.L.
 MZA. B LOTE. 5 APV. MIGUEL GRAU CALLE ANGAMOS, 3 CDRS DE 3ER
 PARADERO
 SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA
 RUC: 20600236645
 EB01-6

Fecha de Vencimiento :
 Fecha de Emisión : **26/05/2022**
 Señor(es) : **YURI CARLOS TORRES PERCCA**
 DNI : **47976979**
 Tipo de Moneda : **SOLES**
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	CBR PATRON DE MATERIAL PATRON - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022	296.6102	0.00	350.000036	0.00
1.00	UNIDAD	CBR PATRON DE MATERIAL PATRON MAS 3% DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022	254.2373	0.00	300.000014	0.00
1.00	UNIDAD	CBR PATRON DE MATERIAL PATRON MAS 6% DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022	254.2373	0.00	300.000014	0.00
1.00	UNIDAD	CBR PATRON DE MATERIAL PATRON MAS 12% DE CENIZA - ADICIÓN DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL AFIRMADO PARA TROCHAS CARROZABLES EN OROPESA, CUSCO 2022	254.2373	0.00	300.000014	0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/1,250.00

SON: UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES

(*) Sin impuestos.
 (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	S/ 1,059.32
Op. Exonerada :	S/ 0.00
Op. Inafecta :	S/ 0.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 190.68
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00

Importe Total : S/ 1,250.00