



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí,  
usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023**

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Paredes Barrantes, Luis Alberto ([orcid.org/0009-0005-5776-7645](https://orcid.org/0009-0005-5776-7645))

Villalobos Flores, Juan Carlos ([orcid.org/0000-0003-1199-2124](https://orcid.org/0000-0003-1199-2124))

**ASESOR:**

Mg. Benavente Leon, Christian ([orcid.org/0000-0003-2416-4301](https://orcid.org/0000-0003-2416-4301))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHICLAYO – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

Dedico todo este trabajo a mis familiares que me inculcaron los valores de la investigación, haciendo este trabajo con el esfuerzo y la dedicación que se merece. También agradecer en especial a mis padres.

## **Agradecimiento**

Un agradecimiento especial a aquellas personas que me impulsaron a poder desarrollarme en esta fase reciente de mi carrera. A los docentes que durante todo este tiempo de estudios me impartieron todos los conocimientos necesarios para poder afianzar conocimiento y poder desenvolverme mejor en la vida profesional. Y a la casa de estudios por todo el respaldo y oportunidad brindada para culminar este nuevo ciclo de trayectoria profesional.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	14
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis 14	
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos .....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS .....	19
V. DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES .....	36
REFERENCIAS.....	37
ANEXOS .....	44

## Índice de tablas

Tabla 1. Características del suelo natural .....	19
Tabla 2. Proctor sin adición .....	23
Tabla 3. CBR sin adición .....	24
Tabla 4. Proctor con adición de cal .....	25
Tabla 5. CBR con adición de cal .....	26
Tabla 6. Proctor con adición de 5% de cal + CCA .....	27
Tabla 7. CBR con adición de 5% de cal + CCA .....	29
Tabla 8. Costo del mejoramiento del suelo con adición de 5% de cal.....	30
Tabla 9. Costo del mejoramiento del suelo con adición de 8% de ceniza de cascarilla de arroz .....	30

## Índice de figuras

Figura 1. Procedimiento de recolección de datos.....	17
Figura 2. Humedad natural del suelo .....	19
Figura 3. Porcentaje de grava del suelo natural .....	20
Figura 4. Porcentaje de arena del suelo natural.....	20
Figura 5. Porcentaje de finos del suelo natural .....	21
Figura 6. Límite líquido del suelo natural.....	21
Figura 7. Límite plástico del suelo natural .....	22
Figura 8. Índice de plasticidad del suelo natural.....	22
Figura 9. MDS sin adición .....	23
Figura 10. OCH sin adición .....	23
Figura 11. CBR sin adición.....	24
Figura 12. MDS con adición de cal.....	25
Figura 13. OCH con adición de cal.....	26
Figura 14. CBR con adición de cal.....	27
Figura 15. MDS con adición de 5% de cal + CCA.....	28
Figura 16. OCH con adición de 5% de cal + CCA.....	28
Figura 17. CBR con adición de 5% de cal + CCA .....	29
Figura 18. Costo de mejoramiento de suelo con adición de cal y ceniza .....	31
Figura 19. Registro de la ubicación de la calicata N° 01 .....	97
Figura 20. Muestreo para clasificación de la calicata N° 02 .....	97
Figura 21. Registro de medida de sustratos de la calicata N° 03.....	98
Figura 22. Muestreo para CBR de la calicata N° 04.....	98
Figura 23. Registro de medida de sustratos de la calicata N° 05.....	99
Figura 24. Muestreo para CBR de la calicata N° 06.....	99
Figura 25. Cuarteo de la muestra de la calicata N° 01 .....	101
Figura 26. Pesado de la muestra de la calicata N° 02.....	101
Figura 27. Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 03.....	102
Figura 28. Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 04.....	102
Figura 29. Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 05.....	103
Figura 30. Pesado de la muestra de la calicata N° 06.....	103
Figura 31. Cuarteo de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 01 .....	105

Figura 32. Pesado de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 02 .....	105
Figura 33. Tamizado de la muestra de la calicata N° 03 .....	106
Figura 34. Pesado de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 04 .....	106
Figura 35. Tamizado de la muestra de la calicata N° 05 .....	107
Figura 36. Cuarteo de la muestra para Análisis Granulométrico calicata N° 06 .	107
Figura 37. Preparación de la muestra para Límites de Atterberg calicata N° 01	109
Figura 38. Muestra para Límite Líquido calicata N° 02.....	109
Figura 39. Índice de plasticidad de la calicata N° 03 .....	110
Figura 40. Muestra para Límite Líquido calicata N° 04.....	110
Figura 41. Índice de plasticidad de la calicata N° 05 .....	111
Figura 42. Muestra para Límite Líquido calicata N° 06.....	111
Figura 43. Pesado de la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 01 .....	113
Figura 44. Colocar la muestra al molde, calicata N° 02.....	113
Figura 45. Humedeciendo de la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 03 .....	114
Figura 46. Pesado de la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 04 .....	114
Figura 47. Compactando de la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 05	115
Figura 48. Rasar la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 06.....	115
Figura 49. Ensayo de Proctor con adición de CCA al 2% .....	117
Figura 50. Ensayo de Proctor con adición de CAL al 3%.....	117
Figura 51. Ensayo de Proctor con adición de CCA al 4% .....	118
Figura 52. Ensayo de Proctor con adición de CAL al 5%.....	118
Figura 53. C Ensayo de Proctor con adición de CCA al 6%.....	119
Figura 54. Ensayo de Proctor con adición de CAL al 7%.....	119
Figura 55. Ensayo de Proctor con adición de CCA al 8% .....	120
Figura 56. Ensayo de Proctor con adición de CAL al 9%.....	120
Figura 57. Ensayo de CBR con adición de 5% CAL+2% CCA.....	122
Figura 58. Ensayo de CBR con adición de 5% CAL+4% CCA .....	122
Figura 59. Ensayo de CBR con adición de 5% CAL+6% CCA.....	123
Figura 60. Ensayo de CBR con adición de 5% CAL+8% CCA .....	123

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar qué efecto tiene la adición de ceniza de cascarilla de arroz y cal en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable de Chontalí, Jaén 2023, de acuerdo con la metodología de investigación fue de tipo aplicada, diseño cuasi-experimental, enfoque cuantitativo y nivel explicativo, la muestra estuvo conformada por el suelo de seis calicatas elaboradas a lo largo de los 6Km de la carretera Piñas – Chontalí. Como resultados se obtuvo que las características del suelo determinan un suelo CL para C1 y C2, SC para C3 y C4 y SM para C5 y C6 según la clasificación SUCCS y A-7-6(12) para C1, A-7-6(13) para C2, A-2-4(0) para C3 y C4 y A-2-6(0) para C5 y C6 según AASHTO; el CBR del suelo natural fue de 2.60%, 3.09%, 3.19%, 3.11%, 1.27% y 2.26% para las calicatas desde la 1-6 respectivamente; la adición de cal mejora el CBR del suelo, siendo con el 5% que se logra un CBR de 6.48% mejorando esta propiedad del suelo en un 5.05% con respecto al suelo de la calicata N° 5 sin adición; la ceniza de cascarilla de arroz permite lograr mejoras el suelo mejorado con el 5% de cal, siendo con el 5% de cal + 8% de ceniza que se logra el valor más alto de CBR con un valor de 8.82%; y el costo de mejoramiento más alto es con la cal con un valor de s/.73.46 y el más bajo con ceniza con un valor de s/.58.46. Se concluye que el uso de las cenizas de cascarilla de arroz mejora las propiedades del suelo estabilizado con el 5% de cal.

**Palabras clave:** Subrasante, ceniza de cascarilla de arroz, cal.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to determine what effect the addition of rice husk ash and lime has on the physical and mechanical properties of the subgrade in the Chontalí, Jaén 2023 motorable track, according to the applied research methodology. , quasi-experimental design, quantitative approach and explanatory level, the sample was made up of the soil of six pits made along the 6Km of the Piñas – Chontalí highway. As results, it was obtained that the characteristics of the soil determine a soil CL for C1 and C2, SC for C3 and C4 and SM for C5 and C6 according to the SUCCS classification and A-7-6(12) for C1, A-7-6 (13) for C2, A-2-4(0) for C3 and C4 and A-2-6(0) for C5 and C6 per AASHTO; the CBR of the natural soil was 2.60%, 3.09%, 3.19%, 3.11%, 1.27% and 2.26% for pits from 1-6 respectively; The addition of lime improves the CBR of the soil, with 5% achieving a CBR of 6.48%, improving this soil property by 5.05% with respect to the soil of pit No. 5 without addition; Rice husk ash allows improvements to be achieved in the soil improved with 5% lime, with 5% lime + 8% ash achieving the highest CBR value with a value of 8.82%; and the highest improvement cost is with lime with a value of s/.73.46 and the lowest with ash with a value of s/.58.46. It is concluded that the use of rice husk ash improves the properties of the soil stabilized with 5% lime.

**Keywords:** Subgrade, rice husk ash, lime.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Como realidad problemática, en Nigeria, el diseño, el costo y sostenibilidad de las carreteras dependen de la naturaleza y el tipo de subrasante, la mayoría suelos que predomina en la parte de la selva generalmente presentan propiedades menores a las establecidas en términos de capacidad de soporte, por lo que requieren mejorarlos para poder contrarrestar las cargas generadas por los vehículos (Ewa, et al., 2023). En China, al construir carreteras en áreas inestables, existen muchas limitaciones ambientales, técnicas y económicas para el mejoramiento de sus propiedades, los materiales aumentarán el tiempo de construcción y los costos de transporte, ante ello se hace necesario la aplicación de nuevos materiales que no contaminen el medio ambiente para hacer frente a la creciente demanda (Wang et al., 2023). En la India, la mejora de suelos a nivel de subrasante de los pavimentos de las vías es una preocupación en la industria del transporte, las subrasantes, que incluyen suelo expansivo, suelo aluvial, etc., tienen valores bajos de índice de carga de California (CBR) que, en última instancia, aumentan los costos de construcción.

A nivel nacional, en una de las avenidas principales de Moche, presenta un suelo con propiedades que lo clasifican como insuficiente, se refleja en la presencia de problemas generados por la mala calidad de soporte del suelo donde va el pavimento existente (Miñano y Ruiz, 2023). En Altoqosqo, Cusco, la gran cantidad de vías locales en el sector se encuentran sin pavimentar generando malestar entre la población en temporadas de lluvias y las pocas vías que están pavimentadas tienen fallas las cuales son visibles, entre estas existen: rajaduras, desgaste y huecos, ante ello es necesario estabilizar el suelo para mejorar las condiciones de transitabilidad (Vilca, 2022). En la carretera Larampuquio – Accocapillapata, Ayacucho, durante épocas de lluvias se produce la expansión del suelo y en tiempo de sequía se genera gran cantidad de polvareda, es debido a esto que conllevan a que esta zona se torne intransitable, lo cual se convierte en un gran problema para la población de las zonas rurales (Bautista, 2022).

A nivel Local, la vía Pachapirana – Chontalí, Jaén, es una vía que se encuentra, pero se le brinda poco mantenimiento, presenta un deterioro debido al tipo de suelo arcilloso que predomina, todo esto genera malestar entre los productores cafeteros

(Gavidia, 2023). Los desafíos que enfrenta la carretera rural que conecta Piñas con el distrito de Chontalí están vinculados a la insuficiente inversión, falta de mantenimiento, tipo de suelo a nivel de subrasante de la carretera y falta de coordinación de autoridades responsables y del gobierno actual; estas condiciones tienen repercusiones negativas en cuanto a accesibilidad, seguridad y productividad para las comunidades rurales. Ante ello debemos buscar soluciones innovadoras que aborden esta problemática y promuevan a mejorar el bienestar de los habitantes del área urbana.

Luego de describir la problemática, la formulación del problema general se realiza de la siguiente manera: ¿Qué efecto tiene la adición de CCA y cal en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable de Chontalí, Jaén 2023?, del mismo modo se plantean los problemas específicos siguientes: El primero ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo a nivel de subrasante de la trocha carrozable Piñas – Chontalí?, el segundo, ¿Cuál es la influencia de la adición de cal sobre el Proctor y CBR del suelo a nivel de subrasante?, el tercero, ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz sobre el Proctor y CBR del suelo tratado con cal? y el cuarto ¿Cuál es el costo de mejoramiento del suelo a nivel de subrasante con la adición de ceniza de cascarilla de arroz y cal?

La justificación científica de la investigación radica en que, conociendo los efectos de la CCA, se puede difundir entre las entidades gubernamentales encargadas de la administración de este tipo de carreteras y empresas especializadas en este rubro, con la intención de que se realicen estudios complementarios y en algún momento se pueda aplicar en obras reales y se mejore la transitabilidad de este tipo de vías a un costo más accesible y sin generar mucho perjuicio al medio ambiente. Económicamente se justifica porque de aplicarse en obras reales, en primera instancia permitirá reducir el costo de mejoramiento y como efecto principal la dinamización de la economía al contar con carreteras en mejores condiciones que ofrezca garantías de buena transitabilidad para que la población pueda transportar sus productos hacia los mercados más cercanos. Ambientalmente porque con el uso de estas cenizas se pretende además reducir la contaminación del ambiente con estas cascarillas y cenizas.

El objetivo general se plantea de la siguiente forma: Determinar qué efecto hay al adicionar CCA y cal en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chontalí, Jaén 2023. Para ello se plantean como objetivos específicos los siguientes: El primero, identificar las características físicas y mecánicas del suelo a nivel de subrasante de la trocha carrozable Piñas – Chontalí, el segundo, determinar la influencia de la adición de cal sobre el Proctor y CBR del suelo a nivel de subrasante, el tercero, determinar la influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz sobre el Proctor y CBR del suelo tratado con cal y el cuarto objetivo determinar el costo de mejoramiento del suelo a nivel de subrasante con la adición de ceniza de cascarilla de arroz y cal.

Tomando en cuenta lo mencionado, se plantea como hipótesis general la siguiente: La adición de CCA y cal influye favorablemente en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable de Chontalí, Jaén 2023. Para ello se plantean también como hipótesis específicas las siguientes: La primera, De acuerdo a las características físicas y mecánicas del suelo a nivel de subrasante de la trocha carrozable Piñas – Chontalí, presenta suelos arcillosos y bajo CBR, la adición de cal incrementa el valor del Proctor y CBR del suelo a nivel de subrasante, como tercera la adición de ceniza de cascarilla de arroz incrementa el valor del Proctor y CBR del suelo tratado con cal y como cuarta, el mejoramiento del suelo a nivel de subrasante con la adición de ceniza de cascarilla de arroz y cal presenta ventajas económicas.

## II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional, Alemshet et al., (2023) con su estudio denominado “Efecto de mejora de las cenizas volantes y la escoria de acero molida en polvo para mejorar el suelo de subrasante expansivo”, plantearon como propósito determinar el efecto de mejora de estos materiales sobre la subrasante, de acuerdo con el método de estudio fue experimental, la muestra fue de tres calicatas a las que se adicionó 10% y 20% de estos materiales. Como resultados obtuvieron que los valores de CBR que contienen 20% FA y 10% mezcla de PGSS fueron 13.8% y 16.21% respectivamente, sin adición un valor UCS de 0,34 kg/cm<sup>2</sup>, con el 20% de FA y 10% de tiene un valor UCS de 13,42 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica que la resistencia del suelo aumenta en un 97,47 %, concluyeron que estos materiales se pueden usar para mejorar este tipo de suelos.

Andriani et al., (2023) en su investigación denominada “Análisis del mejoramiento de arcillas como subrasante utilizando cenizas combustibles de aceite de palma (Pofa)”, establecieron como objetivo analizar el mejoramiento de arcillas como subrasante utilizando cenizas combustibles de aceite de palma, de acuerdo con la metodología utilizada fue un estudio cuantitativo y diseño cuasi-experimental, la muestra fue el suelo de dos calicatas a las que se adicionó 5% de cal + 4%, 8%, 12% y 16% ceniza. Obtuvieron como resultados que la adición de 5% de cal + 16% de ceniza aumenta la cantidad de agua sin remojar y valores de CBR empapados y reducir el valor de hinchazón a < 1%. Concluyeron que la adición de estos materiales en suelos arcillosos aumenta la densidad del suelo, el valor CBR y reduce el valor de hinchamiento en suelo arcilloso.

Correa et al., (2023) en su investigación denominada “Mejoramiento de subrasante con CBC en el tramo de la vía Totumo Martinica”, plantearon como objetivo comparar el efecto de subrasante con las cenizas mencionadas en el tramo indicado, la metodología de estudio fue básica, cuantitativo y diseño experimental, la muestra fue de dos calicatas y se adicionó 0%, 25% y 50% de estas cenizas. Como resultados obtuvieron un 70.86% de arena y 28.42% es fino, clasificando según SUCS como SW-CH. Concluyeron que la CBC influye de manera positiva en la subrasante tanto en la MDS del suelo y el OCH, generando menos costos en el nivel de mantenimiento.

Reddy y Singh (2023) en su estudio titulado “Rendimiento de la subrasante de pavimento utilizando suelo de turba estabilizado con cenizas volantes y reforzado con fibra de nailon”, plantearon como objetivo evaluar estabilización de suelo tipo turba con cenizas volantes con 3, 6, 9, 12 y 15% y fibra de nailon con 0.5, 1.0 y 1.5%, de acuerdo con el método de estudio fue experimental, la muestra fue de tres calicatas. Como resultados obtuvieron que el CBR aumentó de 2.5% a 9.3% con 12% de cenizas y 1% de fibra, y aumenta hasta 9,7% con 15% de cemento, la resistencia de la fibra reforzada con turba estabilizada con cenizas disminuye en un 50% y con cemento reduce su resistencia en un 30%. Concluyeron que el 15% de cemento se puede reemplazar con un 12% de cenizas volantes y un 1% de fibra de nailon juntos para que la estabilización sea efectiva en condiciones normales.

Zhang et al., (2023) en su investigación denominada “Propiedades de ingeniería y diseño óptimo de cenizas volantes compuestas de suelo liviano de espuma: un material de subrasante ecológico”, plantearon como objetivo evaluar las propiedades y diseño óptimo de cenizas volantes compuestas de suelo liviano de espuma como un material de subrasante ecológico, de acuerdo con el método de estudio fue experimental, la muestra fue de tres calicatas con adiciones de 10, 15%, 20, 25 y 30%. Como resultados obtuvieron que la deformación del asentamiento y la deformación lateral de la subrasante podrían controlarse mejor utilizando 20% FLS como material de relleno en comparación con el suelo ordinario, concluyendo que es factible aplicar FLS en ingeniería de subrasante.

Kumar et al., (2022) en su investigación denominada “Subrasante de pavimento estabilizada con cenizas de carbón residual y geosintéticos”, plantearon como objetivo analizar la subrasante de pavimento estabilizada con estas cenizas, de acuerdo con el método de estudio fue experimental, la muestra fue de dos calicatas con adición de 10, 20, 30, 40 y 50%. Como resultados obtuvieron que del valor CBR obtenido, suelo con 10% a 20% de adición de las cenizas de carbón podrían utilizarse eficazmente como subrasante de suelo estabilizada, los valores de CBR empapados de la muestra aumentaron junto con la adición de capas de geotextil a muestras tratadas con WCA, concluyeron que los geotextiles pueden reducir la socavación y el espesor del material base y subbase, así como los costos del ciclo de vida de el pavimento.

Andaluz (2022) en su estudio “Estudio del efecto de la CCA en las características de suelos de subrasante”, estableció como finalidad realizar el análisis del efecto de la CCA sobre las características del suelo, según el método de estudio fue cuantitativa y experimental, la muestra estuvo conformada por tres calicatas a las cuales se adicionó 1, 3, 5 y 8% de estas cenizas. Como resultados obtuvo que al incrementar estas cenizas de 0% al 8%, el CBR aumenta para la muestra del sector Santa Isabel del 7.80% a 12.10%, para la muestra del sector Fátima del 8.60% a 13.20%, y en la muestra del sector Veracruz del 8.40% a 13.50%, concluyeron que al adicionar estas cenizas se mejora las características del suelo y resulta más beneficiosa.

Hernández y Pérez (2022) en su investigación denominada “Evaluación del comportamiento de terreno natural con adiciones de escoria de acería de Gerdau Diaco para mejoramiento de la subrasante”, establecieron como finalidad determinar cómo se comporta el suelo con adiciones de escoria del material mencionado, de acuerdo con el método de estudio fue básica y experimental, la muestra estuvo constituida por cinco calicatas y se adicionó 1 y 2% del material mencionado. Como resultados obtuvieron que de los tramos evaluados las propiedades del suelo que lograron mejoras significativas fue la reducción de la plasticidad y el incremento del valor del CBR, por lo que al mejorar con este material reducirá en parte el costo de mantenimiento de este tipo de carreteras, concluyeron que si es posible mejorar el suelo con estos materiales.

Barragán y Cuervo (2019) con su investigación denominada “Estudio del comportamiento de la adición de CCA en suelo areno-arcilloso”, tuvieron como finalidad analizar el comportamiento de este tipo de suelo adicionando de estas cenizas, de acuerdo con la metodología aplicada tuvo un diseño experimental, la muestra fue de una calicata y se adicionó 1, 2 y 3% de cenizas. Como resultados se evidenció una mejora en la resistencia del suelo con adición de CCA al 1% logrando incrementar el CBR en un 19% con respecto a la muestra sin adición, adicionando 1% se vio reducida la MDS en un 0,7% pasando de un valor de 1,726 gr/cm<sup>3</sup> hasta un 1,714 gr/cm<sup>3</sup>, concluyeron es posible dar un segundo uso a las cenizas de este desperdicio agroindustrial para estabilizar suelos de este tipo lo cual es beneficioso en la parte económica.

Chinchilla et al., (2019) en su investigación denominada "Estudio de las propiedades de la subrasante de la cantera la caima, estabilizada con CBCA y cemento", establecieron como finalidad determinar las propiedades de la subrasante estabilizada con estas cenizas más cemento, de acuerdo con el método de estudio fue aplicada, cuantitativa y experimental, la muestra estuvo conformada por tres calicatas y se adicionó 3, 5 y 7% de cenizas. Como resultados obtuvieron una menora significativa en las principales características del suelo al reemplazar el cemento por la CBCA, específicamente y en mayor medida la propiedad de CBR, la resistencia al desgaste y humedecimiento, concluyeron que es viable la adición de CBCA para mejorar la subrasante.

Como antecedentes nacionales, Cristobal y Quinte (2022) en su estudio denominado "Mejoramiento de subrasante utilizando cenizas de eucalipto", plantearon como objetivo examinar los efectos al incluir cenizas de eucalipto para estabilizar la subrasante, la metodología fue explicativo y experimental, la muestra la conformaron tres calicatas y se adicionó 5, 10 y 15% de cenizas. Los resultados con el 10% de ceniza de eucalipto fueron que la DMS aumentó el 10.45%, una disminución del 54.97% en el IP, un incremento del 385.14% en el CBR y un incremento del 157.94% en el módulo de resiliencia. Concluyeron que la incorporación del 10% de ceniza de eucalipto al suelo tiene un impacto significativo en la estabilización de la subrasante.

Carrasco (2022) en su estudio titulado "Mejoramiento de la calidad del suelo de una carretera en Pampas de Hospital mediante la incorporación de CCA en el pavimento rígido", Como objetivo planteó examinar el impacto de añadir CCA para estabilizar la capa inferior de esta vía, la muestra abarcó un 1 kilómetro de dicha carretera, la metodología empleada fue de carácter práctico y un diseño experimental. Como resultados obtuvo que con el 6% y 10% de adición aumentó el CBR del suelo, inicialmente se registró un CBR de 5.5 en campo, clasificado como "Mala", después de agregar CCA, aumentó de 5.4 a 9.1, mejorando la clasificación a "Regular". Concluyó que, al agregar estas cenizas para estabilizar el suelo, resultó en una notable mejora en CBR.

Chayña (2022) en su estudio denominado "Análisis del uso de cenizas de totora para estabilizar la capa inferior en la trocha carrozable Ccota-Quipata", tuvo como objetivo examinar el impacto de incorporar estas cenizas para estabilizar la subrasante, se adicionó porcentajes de 4%, 8%, 12% y 16%, la muestra fue de 2,75 km, la metodología fue cuasi experimental con un enfoque explicativo. Como resultados obtuvo una clasificación CL y A-6(6), siendo una arcilla arenosa de baja plasticidad; 11.1% de grava, 33.3% de arena; un L.L. 35, L.P. 20, un I.P. 15, con CH de 14.80%, 672gr/cm<sup>3</sup> de MDS y 17.33% de OCH, CBR de 7.20% y 5.30%; el costo aplicando cemento fue de S/. 36.33 y con ceniza de S/. 20.55 Concluyó que la proporción ideal fue adicionando 16% de este material.

Ñaupari (2021) con su estudio titulado "Propuesta para estabilizar una arena arcillosa de mediana plasticidad analizado el CBR, OCH y DMS usando cal y aceite sulfonado", planteó como objetivo evaluar la dosificación ideal del material, se aplicó una metodología experimental. Como resultados obtuvo un aumento del CBR al adicionar cal y aceite sulfonado, el CBR mínimo fue de 11.5% para el 2% de cal y el máximo 20.7% en 6% cal + 3% aceite sulfonado. Concluyó que al adicionar estos materiales tienen una influencia en la mejora de la MDS, reduce el OCH y en el aumento del CBR el cual es el principal indicador de calidad de una subrasante.

Valdivia y Quijano (2021) en su investigación titulada "Mejora del CBR en la trocha carrozable Lomaspata - Coracora mediante la adición de ceniza de carbón y tusa de maíz", plantearon como objetivo evaluar el CBR mediante el uso de estabilizadores, se empleó una metodología cuantitativa y diseño experimental. Como resultados obtuvieron que al incorporar 25% de ceniza de carbón un OCH de 21.60% y una MDS de 1.600 (gr/cm<sup>3</sup>), en estado natural un OCH de 18.20% y una MDS de 1.630 (gr/cm<sup>3</sup>), con 25% de tusa de maíz un OCH de 17.20% y una MDS de 1.441, con 25% de CC, el CBR aumentó a un 8,2%, con 25% de tusa de maíz, el CBR aumentó a un 9%. Concluyendo que ambas adiciones tienen un efecto positivo en el aumento del CBR, pero la tusa de maíz es más efectiva, porque genera un mayor incremento en el CBR.

López (2021) en su estudio titulado "Mejoramiento de la subrasante en Moyobamba mediante la estabilización de suelos arcillosos con CCA", planteó como finalidad determinar el impacto de la adición de CCA como estabilizante en suelos arcillosos de subrasante, tuvo una metodología cuantitativa con un diseño experimental, en adiciones de 5%, 10% y 15%. Como resultados obtuvo del CBR mostraron que la resistencia a una DMS del 95% en el suelo patrón de 3.96%, con un 5% de CCA la resistencia aumentó a 6.90%, mientras que con un 10% de CCA alcanzó un 9.60% y con un 15% de CCA se logró un 10.5% de resistencia. Concluyendo que la utilización de CCA como agente estabilizante en suelos arcillosos fue beneficiosa.

Acuña et al (2020) en su estudio denominado "Uso de CCA para mejoramiento de subrasantes arcillosas", plantearon como objetivo aumentar las propiedades de las subrasantes arcillosas de bajo desempeño, la metodología fue aplicada y experimental. Como resultados obtuvieron que la CCA adicionada con el suelo de la subrasante aumenta el CBR a valores superiores al 6% mejorando sus propiedades; por otro lado, comparando con la cal y el cemento se ve que es una buena alternativa económica, además, genera menos contaminación que la elaboración del cemento. Concluyeron que la CCA es una buena alternativa y tiene una mayor difusión en lugares donde existe producción de arroz.

Panta y Paitan (2020) en su estudio titulado "Impacto de la CCA sobre las características de subrasantes en suelos arcillosos", plantearon como objetivo determinar el potencial de utilizar residuos de CA como ceniza fina para mejorar la construcción de carreteras, tanto pavimentadas como no pavimentadas, la metodología empleada fue un enfoque experimental. Como resultados obtuvieron para el CH con 0%= 11.20, 14%=8.76, 18%=8.30, 24%=7.86; para la capacidad de soporte con 0%= 9.70, 14%=12.72, 18%=14.40, 24%=15.04. Concluyendo que la dosificación óptima es del 18%, porque se alcanzan mejores resultados de CBR.

Lujan y Vizcarra (2020) en su estudio titulado "Análisis experimental de la adición de CCA a la subrasante arcillosa de una carretera mejorado con cal", plantearon como objetivo evaluar la influencia de este tipo de suelos estabilizados con un 3% de cal y 0, 11, 16, 22 y 28% de CCA, según la metodología fue aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvieron un CBR con 3% cal y 16% CCA llegando

a 51.3% de CBR, una MDS de 1.65g/cm<sup>3</sup> y un OCH de 15.80%, se obtuvo un 1.56% de mayor CBR solo con cal. Concluyendo que con la adición de cal el CBR aumentó en 11.20 veces; y al adicionarle ceniza, llegó a valores de 45% y 50% hasta al agregarle 28% de CCA se observó una menora.

Como antecedentes locales, Torres (2022) en su investigación titulada "Mejoramiento de las propiedades de suelos arcillosos adicionando CCA", planteó como tuvo como finalidad evaluar cómo influye las cenizas sobre las propiedades de suelos arcillosos, la metodología tuvo un enfoque cuantitativo y experimental. Como resultados obtuvo un suelo CL y A-7-6 (12), con el suelo patrón un CBR al 95% de la MDS, un valor de 16.40% y con adición de 7.5% y 8.5% de CCA se tiene valores de CBR de 36% y 34%. Concluyendo que la proporción ideal de esta ceniza fue del 7.5%.

Fonseca (2022) en su investigación titulada "Evaluación, incorporando cal y cemento para estabilizar suelos cohesivos en subrasante de carretera", estableció como finalidad determinar la adición de cemento y cal para estabilizar este tipo de suelos, la metodología fue cuantitativa, correlacional y diseño experimental. Como resultados según SUCS el suelo clasifica como limo arcilloso y arenosos de alta plasticidad, el CBR fue menor de 8, al adicionar 3% y 5% de cal y cemento alcanzó valores entre 13 y 30, siendo la proporción ideal 3% de cal para C1-C3 y 5% de cal para C4-C6. Concluyendo que luego de la adición de estos materiales los valores requeridos para subrasante se mejoran.

Tello (2022) en su estudio titulado "Mejoramiento de la infraestructura vial de una vía, aplicando cal", planteó como objetivo aumentar la infraestructura Vial de la carretera aplicando Cal, el método usado fue cuantitativa, aplicada con diseño preexperimental, la población fue de 5km de la carretera. Como resultados según el IMDA de 16 vehículos por día lo cual según a la clasificación de DG 2018 corresponde a una trocha carrozable, de tipo ML, SC-CL, se identificó suelos del tipo A-4(5), A-6(10), A-6(5), A-7- 6(15), A-4(6), A-4(3), A-6(9), A6(9), A6(9), y A-2-7(1). Concluyendo que incrementa el CBR aplicando cal al 8%.

Verástegui (2021) en su investigación titulada “Mejoramiento de la trocha carrozable de Cuñish-San Luis-San Pablo-Cajamarca,2021”, planteó como finalidad evaluar el mejoramiento de la vía mencionada, de acuerdo al método de estudio fue descriptiva, experimental. Como resultados para el contenido de humedad se tuvo valores de 12.99 hasta 15.16, proctor de 8.73% a 17.87%, CBR de 5.62% a 6.41%. Concluyendo que la adición de este material mejora las condiciones de la vía.

Palacios y Villalobos (2021) en su estudio titulado “Estabilización del suelo adicionando Cal para el mejoramiento CBR en la vía Huito-Jaén 2021”, plantaron como finalidad como estabilizar el suelo agregando cal para el mejoramiento del CBR en la vía mencionada, la metodología utilizada fue aplicada con un diseño experimental. Como resultados el LP fue 30%, LL de 22% y el IP de 8%, se identificó el CBR de 4.80%, calificando como subrasante pobre, con cal al 2%,4% y 8 el CBR se incrementó a 17.81%, 50.40% y 111.00%. Concluyeron que al adicionar cal al 2%, 4% y 8% mejora las características del suelo.

Rojas (2021) en su estudio titulado “Influencia de CBCA en la subrasante de la vía San Antonio”, tuvo como finalidad evaluar como influye la CBCA en la subrasante del centro poblado San Antonio, la metodología utilizada fue aplicada con un diseño cuasiexperimental. Como resultados para el IP tuvo una disminución de 24% al 11% con la adición de 30%; para el CBR al 95% de la MDS un incremento de 8.6% a 17.5% con la adición de 8% de CBCA. Concluyendo que la ceniza mejoró la resistencia de la subrasante.

Pérez y Troyes (2021) en su investigación titulada “Efecto estabilizador iónico y cal en el CBR del suelo”, tuvo como finalidad evaluar el efecto estabilizador iónico y cal, sobre el CBR del suelo, la metodología usada fue cuantitativa, experimental. Como resultados obtuvieron un suelo limo-arcilloso de plasticidad media, con una CBR de 4.5% clasificándolo como subrasante pobre; al aplicar la dosificación de 0.30 l/m<sup>3</sup> de E.I + 4% cal arroja un CBR de 12.13% incrementando en 171% en su CBR. Concluyendo que la adición de cal mejora el suelo en subrasante buena.

Como bases teóricas se tiene que la trocha carrozable es la vía en la que circulan menos de 200 veh/día, tienen un ancho de calzada como mínimo de 4m, la capa de rodadura es afirmada o sin afirmar (DG – 2018,). También se tiene que, la subrasante es la capa de la carretera a nivel de movimiento de tierras; de acuerdo al valor de CBR se clasifican: inadecuada con CBR menor de 3%, insuficiente con CBR mayor o igual a 3% y menos de 6%, regular con CBR mayor o igual a 6% y menos de 10%, buena con CBR mayor o igual de 10% y menos de 20%, muy buena con CBR mayor o igual a 20% y menos de 30% y excelente con CBR mayor o igual de 30% (MTC, 2014). Como características del suelo se tiene al contenido de humedad es el % de agua que tiene una muestra de suelo (MTC, 2014). El análisis granulométrico determina las cantidades de sus elementos que lo conforman para realizar la clasificación con respecto al tamaño de sus partículas que confirman una muestra de suelo (MTC, 2014). Los límites de Atterberg determinan el comportamiento del suelo con referencia a su humedad, en el LL el suelo pasa de semiplástico a plástico y puede moldearse, en el LP el suelo pasa de plástico a semisólido y se quiebra, el IP la diferencia entre estos dos, los suelos con IP mayor a 20 son de plasticidad alta, muy arcillosos con IP mayor a 7 y menor o igual a 20 de plasticidad media, arcillosos con IP menor 7 de baja plasticidad, poco arcillosos y IP igual a 0, no plásticos suelos libres de arcilla (MTC, 2014). El CBR es el valor de soporte del suelo y está referido al 95% de su MDS y a una penetración de carga, parámetro más usado para dimensionar pavimentos (Yato et al., 2019).

Como estabilización de suelos, se define a la utilización de un agente estabilizador para transferir al suelo propiedades que tienden a mejorar sus características en la etapa de construcción (MTC, 2014), técnica para buscar el mejoramiento del suelo y es utilizada principalmente para suelos con características desfavorables (Wu et al., 2021). Es la mayor preocupación hoy en día debido al crecimiento y desarrollo (Daud et al., 2019), técnica común y asequible en ingeniería para mejorar las propiedades del suelo (Bahadori et al., 2019). Se define como ceniza de cascarilla de arroz al subproducto de la molienda del arroz después de la descomposición del arroz (Ghavami et al., 2019). La cal es un compuesto químico ampliamente utilizado proveniente de la calcinación de rocas calizas, conocida por sus propiedades aglomerantes y estabilizantes, es en un material fundamental en la construcción (Galván y Velázquez, 2021).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Según su finalidad, aplicada, porque como para mejorar las características del suelo predominante en la trocha carrozable Piñas – Chontalí, se adicionó bajo condiciones de laboratorio los materiales indicados en los objetivos con la finalidad de lograr mejoras en las características del suelo especialmente el CBR, de esta forma se aplica un material ecológico que no genera contaminación para buscar el mejoramiento de suelos. Se define como la que se abastece por las de tipo básica porque a través las definiciones se resuelve problemáticas existentes, se fundamenta en los descubrimientos y soluciones para el propósito de la investigación, comunmente se utiliza en ciencias sociales (Arias y Covinos, 2021).

Diseño cuasi-experimental, porque se han manipulado las variables establecidas de manera intencional con el propósito de buscar mejorar las características del suelo a nivel de subrasante de la vía elegida para la investigación. Es donde se realiza la manipulación de manera deliberada de las variables con la el propósito de obtener cambios significativos en la unidad de análisis o estudio (Cohen y Gómez, 2019).

Enfoque cuantitativo, porque los resultados de las dimensiones de las variables de estudio, como las características del suelo y CBR del suelo a nivel de subrasante, fueron expresados en valores numéricos que a su vez ayudan a clasificar en grupos o tipos determinados de suelo de acuerdo a la normativa peruana. Este enfoque orienta el planteamiento de objetivos específicos enfocados en variables medibles, se realiza prueba de hipótesis, con diseños ya establecidos, utiliza instrumentos ya definidos y todos los resultados de la investigación son medidos en datos numéricos (Hernández et al., 2018).

Nivel explicativo, porque con la adición de los materiales elegidos para esta investigación se buscó mejorar el suelo a nivel de subrasante encontrando relación entre la cantidad de ceniza y estas mejoras. Este tipo de estudios pretenden establecer los orígenes de los eventos y fenómenos de cualquier tipo, definen relaciones entre causa y efecto entre variables, hechos o fenómenos en un grupo en específico, establecen un sentido de entendimiento de situaciones problemáticas que se plantean estudiar (Hernández et al., 2018).

### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable dependiente: Subrasante

Definición conceptual: Superficie determinada de una vía a nivel de movimiento de tierras, sobre esta se establece la estructura del pavimento o en su defecto el afirmado (MTC, 2014).

Definición operacional: Se elaboraron calicatas una por cada kilómetro para el estudio de clasificación de suelos y de estas se obtuvo muestra para el estudio de CBR de una trinchera o calicata cada tres kilómetros.

Dimensiones: Granulometría, Humedad, Límites de Atterberg, Proctor, CBR.

Escala de medición: Nominal

Variable independiente: Ceniza de cascarilla de arroz y Cal

Definición conceptual: La ceniza es el desecho agrícola producido de la quema de la cáscara del arroz después del proceso de pilado del arroz (Ghavami et al., 2019). La cal es un compuesto químico ampliamente utilizado que proviene de la calcinación de rocas calizas o materiales similares ricos en carbonato de calcio, es conocida por sus propiedades aglomerantes y estabilizantes, lo que la convierte en un material fundamental en el sector de la construcción (Galván y Velázquez, 2021).

Definición operacional: Las cenizas fueron obtenidas de los hornos de las ladrilleras artesanales de la ciudad de Jaén y la cal fue obtenida de un centro comercial que comercializa este tipo de productos.

Dimensiones: propiedades químicas de la ceniza de cascarilla de arroz.

Escala de medición: Nominal.

### **3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

La población está constituida por el suelo de todas las carreteras que unen las comunidades de Chontalí con cada uno de los pueblos cercanos. Es el conjunto de elementos con una característica en común, es medida en cada individuo de un todo denominado universo (Carhuancho et al., 2019).

Los principales criterios para seleccionar fueron que, las calicatas fueron elaboradas a una distancia de 1km tal como lo establece la normativa, pudiendo estar algunos metros antes o después debido a que por algunas circunstancias no se pudo elaborar en la progresiva exacta.

Los principales criterios de exclusión fue que no se utilizó para el estudio los residuos de cenizas más grandes al momento de obtenerlas de los hornos de las ladrilleras artesanales, sólo se eligieron las cenizas más finas.

La muestra está representada por el suelo de seis calicatas elaboradas a lo largo de los 6km de carretera. Es un sub grupo de individuos que conforman parte de un universo (Hernández et al. 2014).

Se aplicó un muestreo no probabilístico, porque la muestra se definió de acuerdo a lo establecido por la normativa peruana vigente correspondiente de acuerdo al tipo y longitud de la carretera. Este tipo de muestreo se fundamenta en el criterio propio del tesista, porque las unidades de la muestra no se eligen por pasos al azar, pueden ser de forma intencional o seleccionados de acuerdo a parámetros de normativas (Sánchez et al., 2018).

La unidad de análisis es el suelo, el cual fue transportado con el cuidado necesario hasta el laboratorio para su estudio correspondiente sin alterar sus propiedades reales siguiendo los procedimientos y protocolos establecidos por las normas correspondientes. Produce los resultados e información para pasar por un proceso de evaluación o estudio (Hernández et al., 2018).

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Como técnica se aplicó la observación, con ella se pudo observar y llevar un registro de forma coherente los principales datos que se fueron obteniendo desde el muestreo de suelos (los perfiles estratigráficos), ensayos para determinar las características del suelo (humedad, granulometría y límites de Atterberg) y finalmente el comportamiento del CBR ante las diferentes adiciones de CCA y cal. La técnica es un recurso para el registro ordenado de información acerca de las variables de investigación (Hernández y Mendoza, 2018).

Los instrumentos fueron las fichas de observación de acuerdo a cada ensayo a realizar, para el presente estudio estas fichas estuvieron conformadas por los formatos que tiene el laboratorio de mecánica de suelos donde fueron realizados los ensayos, adaptados a la presente investigación. Es el medio que se aplica con el propósito de obtener información acerca de las variables definidas para un estudio en específico (Hernández y Mendoza, 2018).

Validez y confiabilidad. La validez o validación de los instrumentos son presentados en el anexo 3, fue realizada mediante el juicio de expertos conocedores del tema relacionado con la investigación; mientras que, la confiabilidad es que, estos instrumentos pueden ser aplicados en futuras investigaciones que se realicen en las condiciones climáticas parecidas a la de la zona de estudio y con el uso de materiales similares a los utilizados en esta investigación.

### **3.5. Procedimientos**

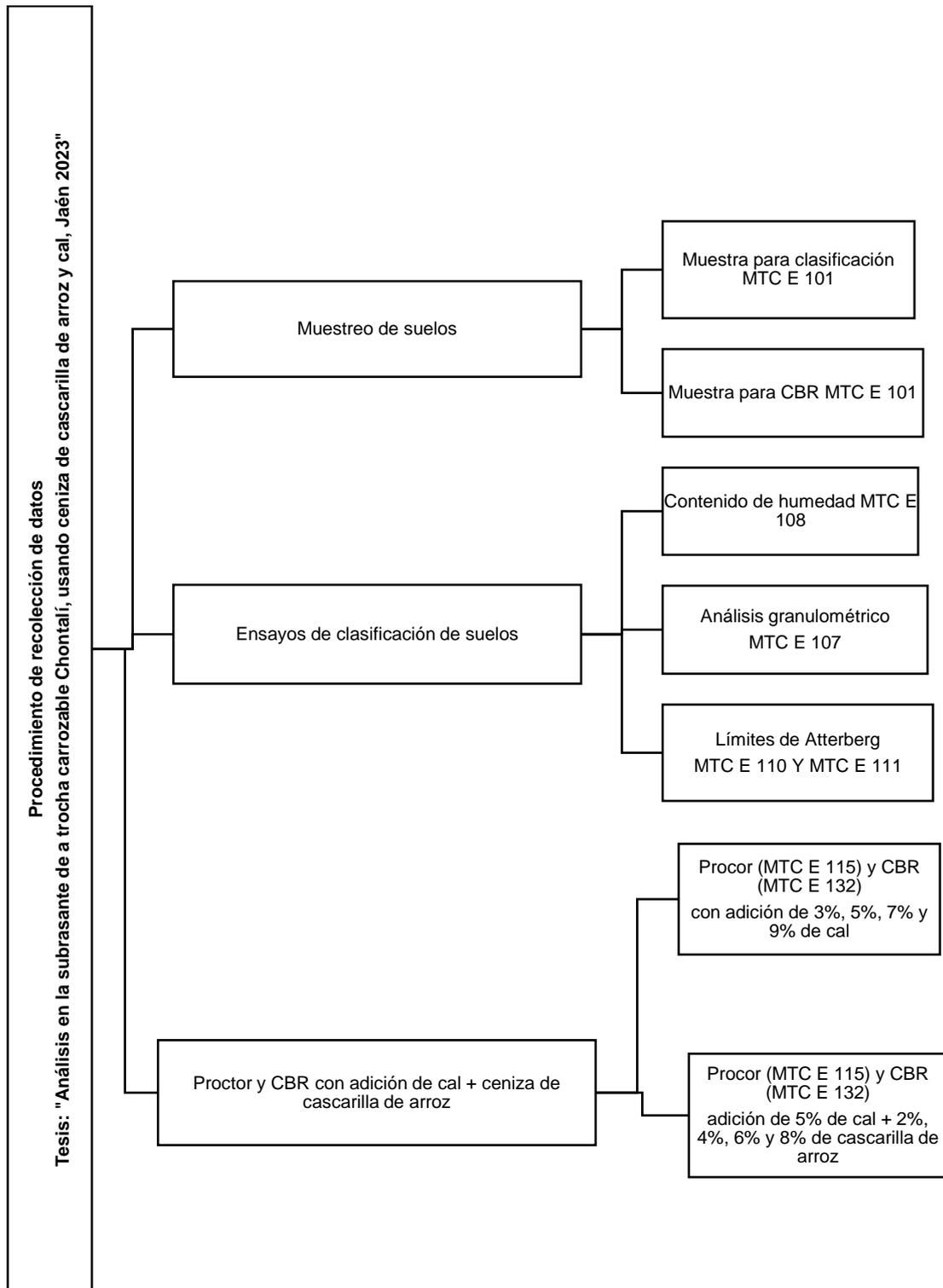
Etapa 1: Muestreo de suelos

Etapa 2: Identificación de las principales propiedades del suelo

Etapa 3: Estudio de Proctor

Etapa 3: Estudio de CBR

**Figura 1.** Procedimiento de recolección de datos



### **3.6. Método de análisis de datos**

Se realizó aplicando la estadística descriptiva, se ha elaborado tablas y figuras para la presentación de resultados de manera ordenada y resumida para su respectiva interpretación. Se usa para ordenar, presentar y analizar resultados o valores cuantificables (Sánchez et al., 2018).

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación fue elaborada según los parámetros de forma y fondo estipulados por la UCV en sus lineamientos para este tipo de investigación, los resultados obtenidos originales, preservando así su originalidad. Los principios éticos son: beneficencia, ya que los resultados aportan a la población de los pueblos aledaños al área de estudio; no maleficencia, porque los resultados obtenidos son veraces y originales de cada una de las características del suelo estudiada, autonomía, porque los resultados no son dependientes de otros estudios y justicia, porque este estudio se aplicó en las condiciones reales de una carretera que se encuentra en malas condiciones y donde llega poco la ayuda de las entidades competentes, se espera que se considere el uso de estos materiales para el mejoramiento de este camino.

#### IV. RESULTADOS

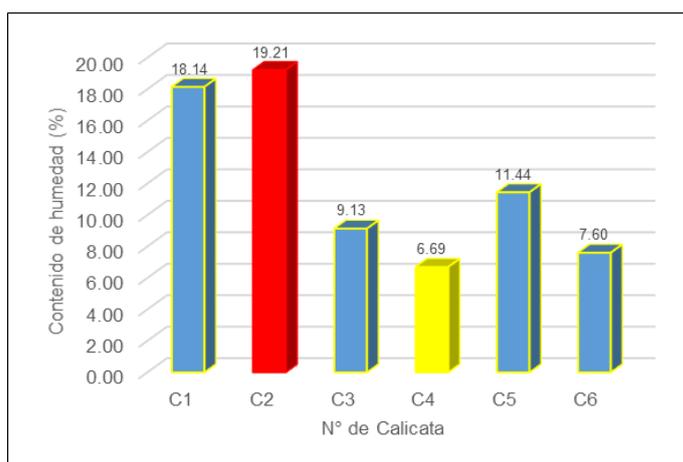
##### OE 1. Características del suelo sin adición

Tabla 1. Características del suelo natural

N° Calicata	Humedad	Análisis granulométrico			Límites de consistencia			Clasificación	
		% Grava	% Arena	% Finos	L. L.	L. P.	I P.	SUCCS	AASHTO
C-1	18.14	11.40	27.60	61.00	50	24	26	CL	A-7-6(12)
C-2	19.21	11.20	27.70	61.10	48	22	26	CL	A-7-6(13)
C-3	9.13	40.80	42.20	17.00	30	21	9	SC	A-2-4(0)
C-4	6.69	41.10	42.40	16.50	30	21	9	SC	A-2-4(0)
C-5	11.44	30.20	37.00	32.80	36	25	11	SM	A-2-6(0)
C-6	7.60	24.90	24.10	33.00	30	24	6	SM	A-2-4(0)

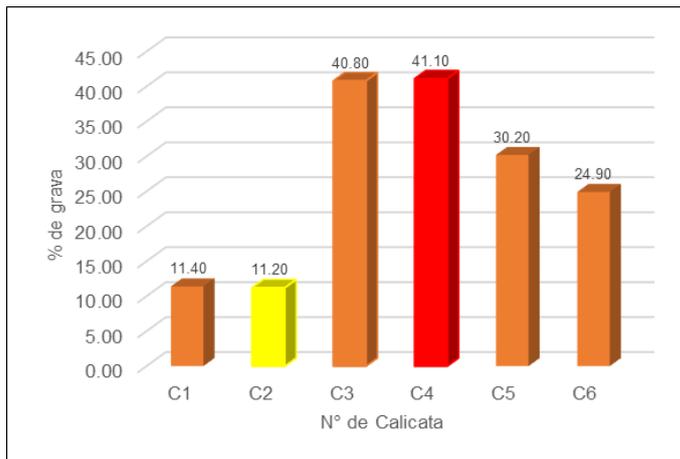
La tabla 1 muestra las propiedades del suelo a nivel de subrasante, se muestran los valores de cada una de las características: humedad natural, porcentaje de grava, porcentaje de arenas y porcentaje de finos como, límites de consistencia.

Figura 2. Humedad natural del suelo



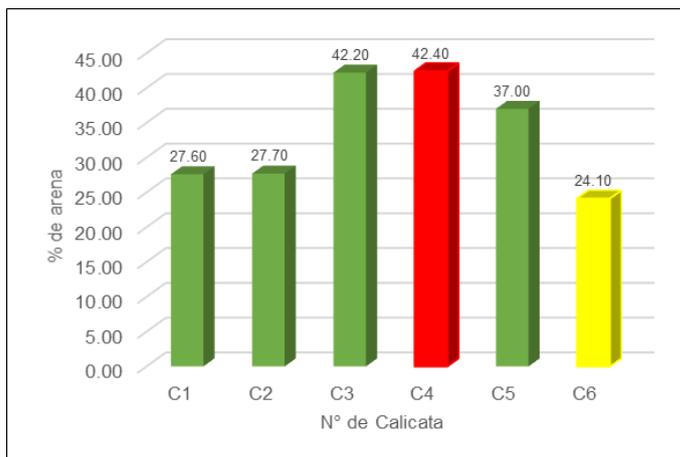
La figura 2, muestra el gráfico de barras, las que representan la humedad natural promedio del suelo sin ningún porcentaje de adición de las seis calicatas realizadas a lo largo de los 6km de carretera, los resultados indican que el valor más bajo de esta característica fue alcanzado de la C-4 con un promedio de 6.69%; mientras que la humedad más alta fue alcanzada en la C-2 con un promedio de 19.21%.

**Figura 3. Porcentaje de grava del suelo natural**



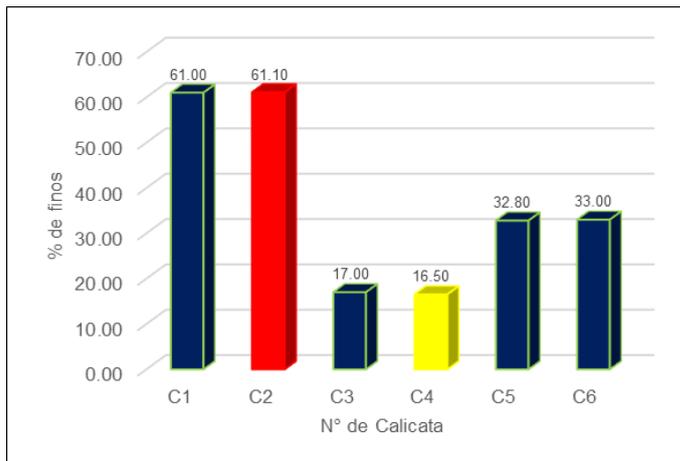
La figura 3, muestra el gráfico de barras, las que representan el % de grava que tiene el suelo natural de todas las calicatas evaluadas, estos resultados indican que en la C-2 se alcanzó la más baja cantidad de grava con 11.20% y en la C-4 el más alto porcentaje de grava con 41.10%.

**Figura 4. Porcentaje de arena del suelo natural**



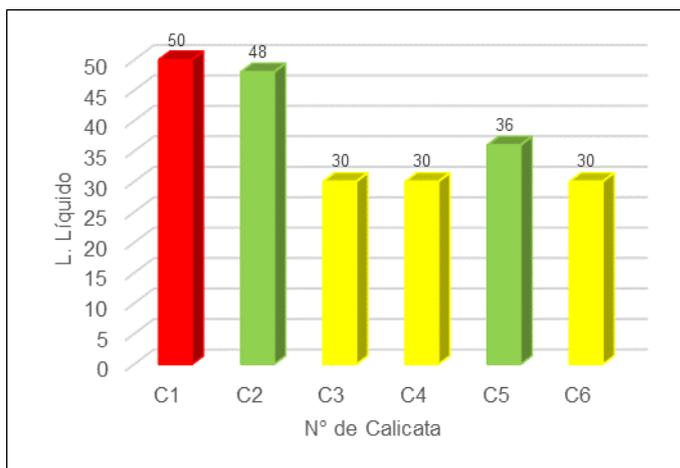
La figura 4, muestra el gráfico de barras, las que representan el % de arena que tiene el suelo sin ningún porcentaje de adición de todas las calicatas evaluadas, los resultados indican que en la C-6 se alcanzó el más bajo porcentaje de arena con 24.10% y en la C-4 el más alto porcentaje de arena con 42.40%.

**Figura 5. Porcentaje de finos del suelo natural**



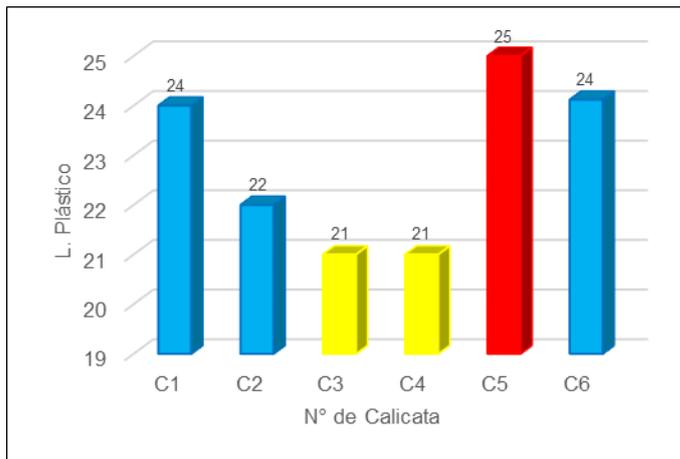
La figura 5, muestra el gráfico de barras, las que representan el porcentaje de finos presente en el suelo sin ningún porcentaje de adición de todas las calicatas evaluadas, los resultados indican que en la C-4 se alcanzó el más bajo porcentaje de finos con 16.50% y en la C-2 el más alto porcentaje de finos con 61.10%.

**Figura 6. Límite líquido del suelo natural**



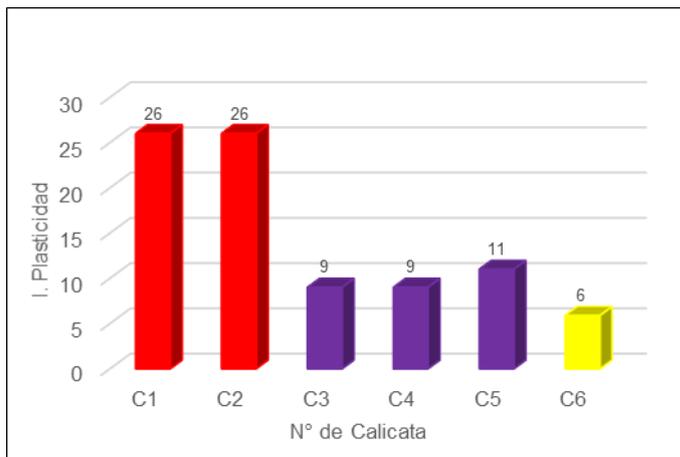
La figura 6, muestra el gráfico de barras, las que representan el límite líquido que presenta el suelo sin ningún porcentaje de adición de todas las calicatas evaluadas, los resultados indican que, en la tercera, C-4 y C-6 se alcanzó el más bajo LL con un valor de 30 y en la C-1 el más alto LL con un valor de 50.

**Figura 7. Límite plástico del suelo natural**



La figura 7, muestra el gráfico de barras, las que representan el LP que presenta el suelo sin ningún porcentaje de adición de todas las calicatas evaluadas, los resultados indican que en la C-3 y C-4 se alcanzó el más bajo LP con un valor de 21 y en la C-5 el más alto LP con un valor de 25.

**Figura 8. Índice de plasticidad del suelo natural**



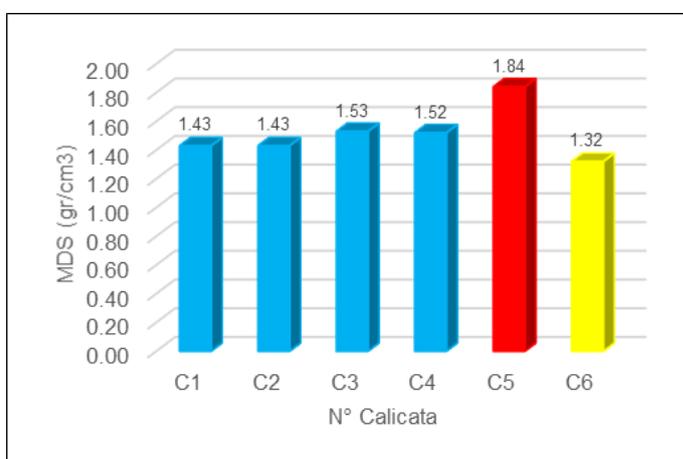
La figura 8, muestra el gráfico de barras, las que representan el índice de plasticidad que presenta el suelo sin ningún porcentaje de adición de todas las calicatas evaluadas, los resultados indican que en la C-6 se alcanzó el más bajo IP con un valor de 6 y en la C-1 y C-2 el más alto IP con un valor de 26.

**Tabla 2. Proctor sin adición**

N° de Calicata	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
C-1	1.43	9.60
C-2	1.43	9.38
C-3	1.53	9.74
C-4	1.52	10.02
C-5	1.84	10.96
C-6	1.32	9.77

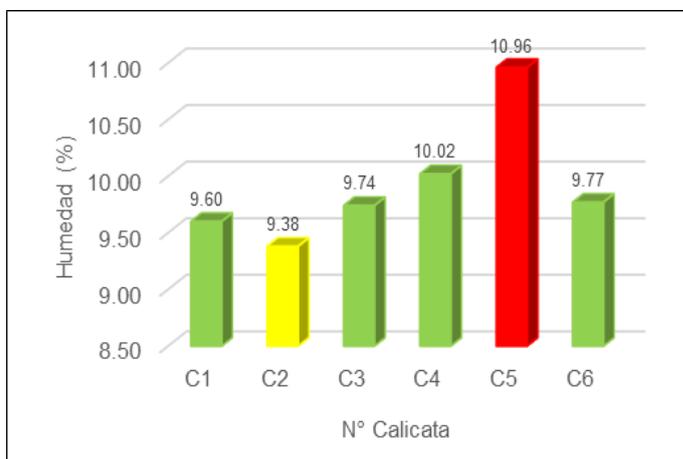
La tabla 2, presenta los resultados del ensayo de Proctor modificado del suelo sin ningún porcentaje de adición, se presenta la MDS y OCH.

**Figura 9. MDS sin adición**



La figura 9, el gráfico de barras representa la MDS del suelo sin adición, los resultados muestran que el menor valor de la MDS del suelo es de la C-6 con 1.32gr/cm<sup>3</sup> y el mayor valor fue de la C-5 con 1.84gr/cm<sup>3</sup>.

**Figura 10. OCH sin adición**



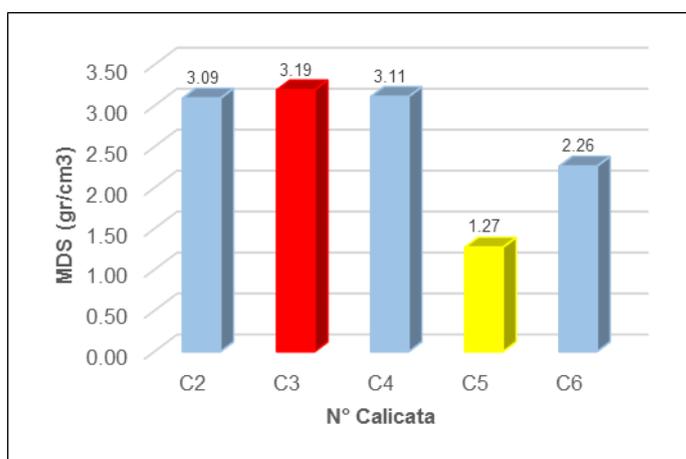
La figura 10, el gráfico de barras representa el OCH del suelo sin adición, los resultados indican que el más bajo valor fue de la C-2 con un valor de 9.38% y el más alto valor fue de la C-5 con un valor de 10.96%.

**Tabla 3. CBR sin adición**

N° de Calicata	CBR (%)	Clasificación
C-1	2.60	Sub rasante inadecuada
C-2	3.09	Sub rasante insuficiente
C-3	3.19	Sub rasante insuficiente
C-4	3.11	Sub rasante insuficiente
C-5	1.27	Sub rasante inadecuada
C-6	2.26	Sub rasante inadecuada

La tabla 3, muestra los resultados del ensayo de CBR realizado a la muestra de suelo natural de todas las calicatas evaluadas, se presenta el número de calicata y el valor obtenido de CBR para cada una.

**Figura 11. CBR sin adición**



La figura 11, el gráfico de barras representa el CBR obtenido en todas las calicatas evaluadas, los resultados indican que el más bajo CBR fue de la C-5 con 1.27% y el más alto CBR de la C-2 con un valor de 3.19%.

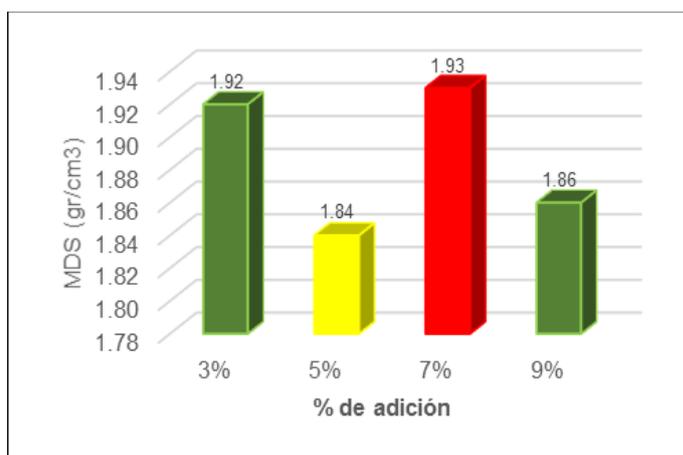
## OE 2. Proctor y CBR con adición de cal

Tabla 4. Proctor con adición de cal

% de adición de cal	N° de Calicata	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
3%	C-5	1.92	11.10
5%	C-5	1.84	12.62
7%	C-5	1.93	12.68
9%	C-5	1.86	13.42

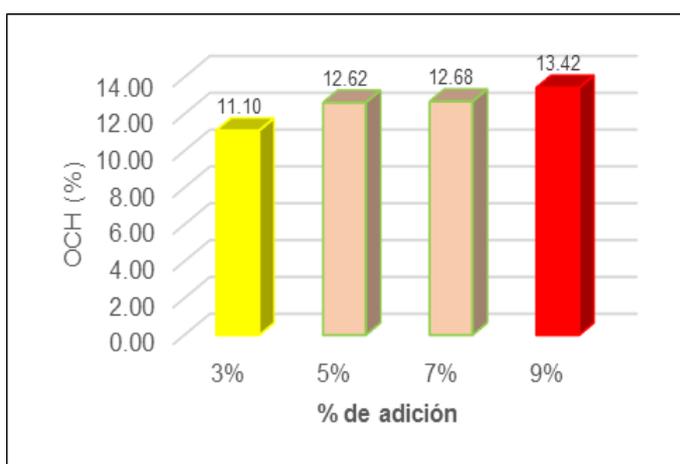
La tabla 4, presenta los resultados del ensayo de Proctor con adición de cal en los porcentajes indicados, realizado al suelo de la C-5, por ser de la que se obtuvo el menor valor de CBR, se presenta el número de calicata y el valor obtenido de la MDS y OCH para cada una.

Figura 12. MDS con adición de cal



La figura 12, el gráfico de barras representa la MDS del suelo con adición de cal, los resultados indican que el menor valor de la MDS del suelo fue con la adición de 5% en la que se determinó un valor de 1.84gr/cm<sup>3</sup> y el mayor valor fue con la adición de 7% en la que se determinó un valor de 1.93gr/cm<sup>3</sup>.

**Figura 13.** OCH con adición de cal



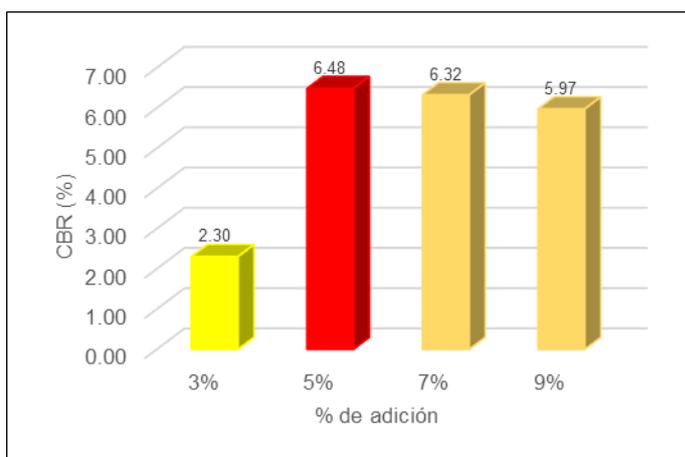
La figura 13, el gráfico de barras representa el OCH del suelo con adición de cal, la figura indica que el valor más bajo del OCH fue con la adición de 3% en la que se determinó un 11.10% y el valor más alto fue con la adición de 9% en la que se determinó un valor de 13.42%.

**Tabla 5.** CBR con adición de cal

% de adición de cal	N° de Calicata	CBR (%)	Mejoramiento	Clasificación
0%	C-5	1.27	0	Sub rasante inadecuada
3%	C-5	2.30	1.03	Sub rasante inadecuada
5%	C-5	6.48	5.21	Sub rasante regular
7%	C-5	6.32	5.05	Sub rasante regular
9%	C-5	5.97	4.70	Sub rasante insuficiente

La tabla 5, muestra los resultados del CBR realizado al suelo con adición de cal a la muestra de suelo de la C-5 por ser la más desfavorable, se presenta el valor de CBR, el mejoramiento y la clasificación de la subrasante.

**Figura 14.** CBR con adición de cal



La figura 14, el gráfico de barras representa el CBR obtenido con la adición de cal para la muestra de suelo de la C-5, la figura indica que el valor más bajo de CBR fue con la adición de 3% con 2.30% y el valor más alto de CBR con la adición de 5% con 6.48%.

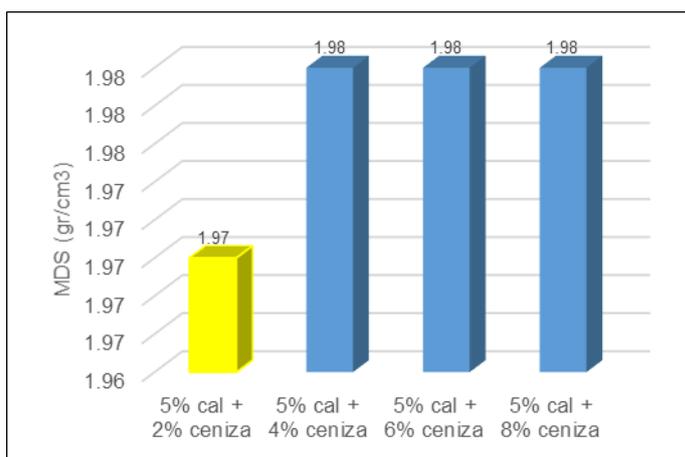
### OE 3. Proctor y CBR con adición de 5% de cal + CCA

**Tabla 6.** Proctor con adición de 5% de cal + CCA

% de adición de cal + ceniza	N° de Calicata	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
5% cal + 2% ceniza	C-5	1.97	13.28
5% cal + 4% ceniza	C-5	1.98	13.79
5% cal + 6% ceniza	C-5	1.98	14.59
5% cal + 8% ceniza	C-5	1.98	16.44

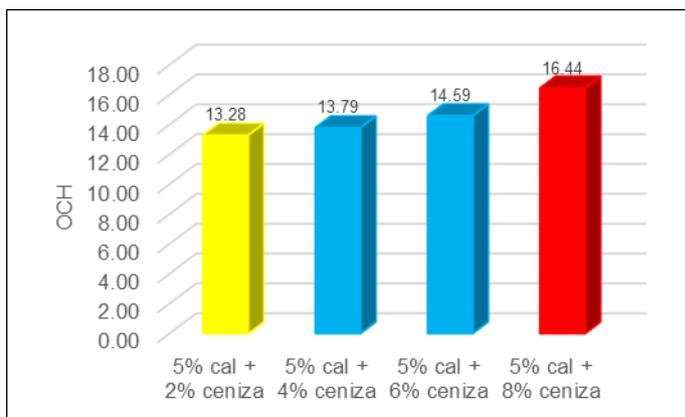
La tabla 6, presenta los resultados de la MDS y OCH con adición de cal y CCA, realizado al suelo de la C-5, por ser de la que se obtuvo el menor valor de CBR, se presenta el número de calicata y el valor obtenido de la MDS y OCH para cada una.

**Figura 15.** MDS con adición de 5% de cal + CCA



La figura 15, el gráfico de barras representa la MDS del suelo con adición de cal y CCA, los resultados indican que el menor valor de la MDS del suelo fue con la adición de 5% de cal + 2% de ceniza en la que alcanzó un valor de 1.97gr/cm<sup>3</sup> y el mayor valor fue con la adición de 5% de cal + 4%, 6% y 8% de ceniza en la que se alcanzó un valor igual de 1.98gr/cm<sup>3</sup>.

**Figura 16.** OCH con adición de 5% de cal + CCA



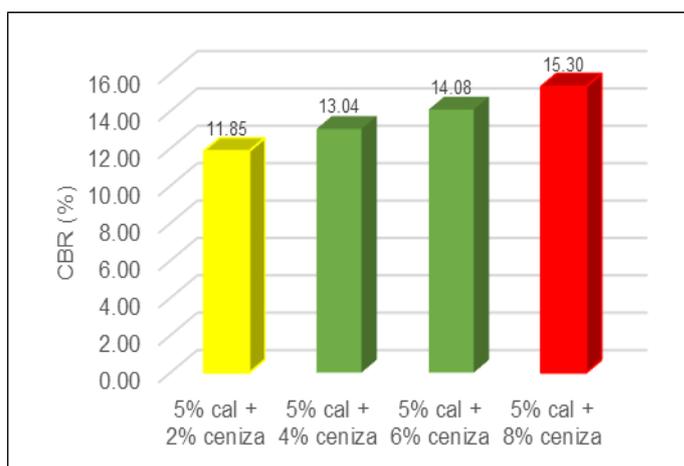
La figura 16, el gráfico de barras representa el OCH del suelo con adición de cal y CCA, los resultados indican que el menor valor de la OCH del suelo fue con la adición de 5% de cal + 2% de ceniza en la que alcanzó un valor de 13.28% y el mayor valor fue con la adición de 5% de cal + 8% de ceniza en la que se alcanzó un valor de 16.44%.

**Tabla 7.** CBR con adición de 5% de cal + CCA

% de adición de cal + ceniza	N° de Calicata	CBR (%)	Mejoramiento	Clasificación
5% cal + 2% ceniza	C-5	11.85	5.37	Sub rasante regular
5% cal + 4% ceniza	C-5	13.04	6.56	Sub rasante buena
5% cal + 6% ceniza	C-5	14.08	7.60	Sub rasante buena
5% cal + 8% ceniza	C-5	15.30	8.82	Sub rasante buena

La tabla 7, muestra los resultados del ensayo de CBR con adición de cal y CCA en los porcentajes indicados, realizado al suelo de la C-5, por ser de la que se obtuvo el menor valor de CBR, se presenta el número de calicata y el valor obtenido del CBR para cada muestra.

**Figura 17.** CBR con adición de 5% de cal + CCA



La figura 17, el gráfico de barras representa el CBR obtenido con la adición de cal y CCA para la muestra de suelo de la C-5, los resultados indican que el menor CBR fue con la adición de 5% de cal + 2% de ceniza con un valor de 11.85% y el mayor CBR con la adición de 5% de cal + 8% de ceniza con un valor de 15.30%.

## OE 4. Costo del mejoramiento de suelo a nivel de subrasante

**Tabla 8. Costo del mejoramiento del suelo con adición de 5% de cal**

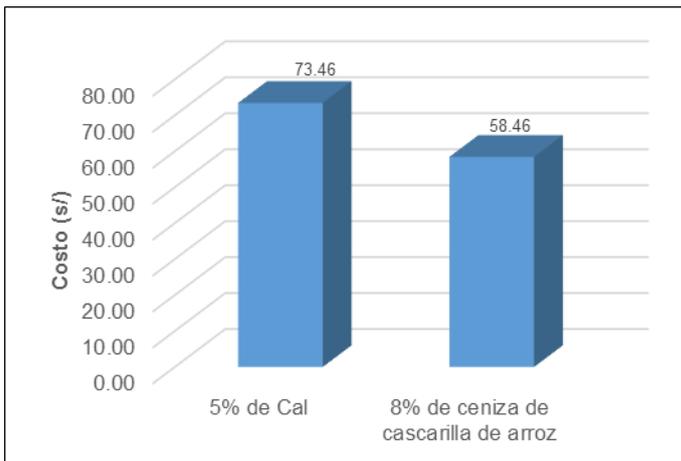
Partida	01.01.01	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE CON 5% DE CAL					
Rendimiento	m3/día		EQ.	250.0000	Costo unitario directo por m3		73.46
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
101010001	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	27.49	27.49
101010003	PEÓN		hh	3.0000	1.0000	19.56	19.56
							<b>47.05</b>
<b>Materiales</b>							
101010004	CAL (Bolsa de 20kg)		bol		1.0000	20.00	20.00
101010005	AGUA		m3		0.0100	10.00	0.10
							<b>20.10</b>
<b>Equipos</b>							
101010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	47.05	1.41
101010007	EXCAVADORA SOBRE ORUGA		hm	1.0000	0.0050	350.00	1.75
101010008	TRACTOR SOBRE ORUGA		hm	0.5000	0.0030	300.00	0.90
101010009	RODILLO LISO VIBRATORIO		hm	1.0000	0.0050	150.00	0.75
101010010	MOTONIVELADORA		hm	1.0000	0.0050	300.00	1.50
							<b>6.31</b>

**Tabla 9. Costo del mejoramiento del suelo con adición de 8% de ceniza de cascarilla de arroz**

Partida	01.01.01	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE CON 5% DE CAL					
Rendimiento	m3/día		EQ.	250.0000	Costo unitario directo por m3		58.46
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
101010001	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	27.49	27.49
101010003	PEÓN		hh	3.0000	1.0000	19.56	19.56
							<b>47.05</b>
<b>Materiales</b>							
101010004	CENIZA (Bolsa de 20kg)		bol		1.0000	5.00	5.00
101010005	AGUA		m3		0.0100	10.00	0.10
							<b>5.10</b>
<b>Equipos</b>							
101010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	47.05	1.41
101010007	EXCAVADORA SOBRE ORUGA		hm	1.0000	0.0050	350.00	1.75
101010008	TRACTOR SOBRE ORUGA		hm	0.5000	0.0030	300.00	0.90
101010009	RODILLO LISO VIBRATORIO		hm	1.0000	0.0050	150.00	0.75
101010010	MOTONIVELADORA		hm	1.0000	0.0050	300.00	1.50
							<b>6.31</b>

Las tablas 8 y 9 presentan el análisis de costos unitarios del mejoramiento de suelos a nivel de subrasante con la adición del 5% de cal y el 8% de ceniza de cascarilla de arroz respectivamente, estos porcentajes de adición han sido elegidos porque son con los que se logra obtener mejoras significativas en el suelo, principalmente reduciendo la plasticidad e incrementando el valor del CBR, pasando a ser de una subrasante insuficiente e inadecuada en algunos casos a ser una subrasante regular y buena con la adición de cal y ceniza respectivamente.

**Figura 18.** Costo de mejoramiento de suelo con adición de cal y ceniza



La figura 18, muestra el costo por m<sup>3</sup> de mejoramiento de suelo a nivel de subrasante con la adición de cal y ceniza de cascarilla de arroz, los resultados indican que el costo más alto es con la cal con un valor de s/.73.46 y el más bajo con ceniza con un valor de s/.58.46. Esta diferencia se debe principalmente a que el costo de cal en bolsa de 20kg es de s/.20.00 obtenido de un centro comercial, mientras que, el costo de la ceniza fue de s/.5.00 obtenido de un horno de ladrillos artesanales de la ciudad de Jaén.

## V. DISCUSIÓN

### **OE 1: Identificar las características físicas y mecánicas del suelo a nivel de subrasante de la trocha carrozable Piñas – Chontalí**

De las características del suelo se obtuvo que el más bajo CH fue de la cuarta calicata con 6.69% y la más alta de la segunda con 19.21%; en la segunda calicata la más baja cantidad de grava con 11.20% y en la cuarta el más alto con 41.10%; en la sexta calicata el más bajo porcentaje de arena con 24.10% y en la cuarta el más alto con 42.40%; en la cuarta calicata se alcanzó el más bajo porcentaje de finos con 16.50% y en la segunda calicata el más alto con 61.10%; en la tercera, cuarta y sexta calicata se alcanzó el más bajo LL con un valor de 30 y en la primera el más alto con un valor de 50; en la tercera y cuarta calicata se alcanzó el más bajo LP con un valor de 21 y en la quinta el más alto con un valor de 25; en la sexta calicata se alcanzó el más bajo IP con un valor de 6 y en la primera y segunda el más alto con un valor de 26; el menor valor de la MDS del suelo es de la sexta calicata con 1.32gr/cm<sup>3</sup> y el mayor valor en la quinta con 1.84gr/cm<sup>3</sup>; el más bajo valor fue de la segunda calicata con un valor de 9.38% y el más alto valor fue de la quinta con un valor de 10.96%; el más bajo CBR fue de la quinta calicata con 1.27% y el más alto CBR de la segunda calicata con un valor de 3.19%. Estos resultados se comparan con los obtenidos en otros estudios como el realizado por Correa et al., (2023) que obtuvieron que de la granulometría el 70.86% es arena y el 28.42% es fino, clasificando según SUCS como arena bien gradada con arcillas de alta plasticidad (SW-CH); también se compara con Chayña (2022) que obtuvo 11.1% de grava y 33.3% de arena, con L.L. 35, L.P. 20 e I.P. 15, con CH de 14.80%, 672gr/cm<sup>3</sup> de MDS y 17.33% de OCH, CBR al 100% y al 95% de la MDS fue 7.20% y 5.30%, clasificando como CL y como A-6(6), siendo una arcilla arenosa de baja plasticidad; del mismo modo se compara con la investigación de Panta y Paitan (2020) que obtuvieron un CH con 0%=11.20, 14%=8.76, 18%=8.30, 24%=7.86; para la capacidad de soporte con 0%= 9.70, 14%=12.72, 18%=14.40, 24%=15.04; por su parte Tello (2022) obtuvo un ML, arenas arcillosas y arcillas limosas de baja plasticidad SC-CL, clasificó como A-4(5), A-6(10), A6(5), A-7- 6(15), A-4(6), A-4(3), A-6(9), A6(9), A6(9), y A-2-7(1); por su parte Torres (2022) que obtuvo como resultado una clasificación de suelo CL por SUCS y A-7-6 (12) por AASHTO, para el suelo patrón tuvo un CBR al 95% de la MDS, un valor de 16.40%.

## **OE2: Determinar la influencia de la adición de cal sobre el Proctor y CBR del suelo a nivel de subrasante**

Como resultados de los ensayos de Proctor y CBR con adición de cal se ha obtenido como resultados que el menor valor de la MDS del suelo fue con la adición de 5% en la que se determinó un valor de 1.84gr/cm<sup>3</sup> y el mayor valor fue con la adición de 7% en la que se determinó un valor de 1.93gr/cm<sup>3</sup>; el valor más bajo del OCH fue con la adición de 3% en la que se determinó un 11.10% y el valor más alto fue con la adición de 9% en la que se determinó un valor de 13.42%; y el valor más bajo de CBR fue con la adición de 3% con 2.30% y el valor más alto de CBR con la adición de 5% con 6.48%. Estos resultados se pueden comparar con los de otras investigaciones como la realizada por Andriani et al., (2023) que obtuvieron como resultado que la adición de 5% de cal y 16% de pofa puede aumentar la cantidad de agua sin remojar y valores de CBR empapados y reducir el valor de hinchazón a < 1%; también se compara con Carrasco (2022) que obtuvo como resultado que con el 6% y 10% de adición aumentó el CBR del suelo, inicialmente se registró un CBR de 5.5 en campo, clasificado como "Mala", después de agregar CCA, aumentó de 5.4 a 9.1, mejorando la clasificación a "Regular"; de la misma manera se compara con Pérez y Troyes (2021) que obtuvieron como resultados que el suelo es limo-arcilloso de plasticidad media, con una CBR de 4.5% clasificandolo como subrasante pobre; al aplicar la dosificación de 4% cal arroja un CBR de 12.13% viendo un aumento de 171% su CBR.

## **OE3: Determinar la influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz sobre el Proctor y CBR del suelo mejorado con cal.**

Del tercer objetivo se han obtenido como resultados que el menor valor de la MDS del suelo fue con la adición de 5% de cal + 2% de ceniza en la que alcanzó un valor de 1.97gr/cm<sup>3</sup> y el mayor valor fue con la adición de 5% de cal + 4%, 6% y 8% de ceniza en la que se alcanzó un valor igual de 1.98gr/cm<sup>3</sup>; el menor valor de la OCH del suelo fue con la adición de 5% de cal + 2% de ceniza en la que alcanzó un valor de 13.28% y el mayor valor fue con la adición de 5% de cal + 8% de ceniza en la que se alcanzó un valor de 16.44%; y el menor CBR fue con la adición de 5% de cal + 2% de ceniza con un valor de 11.85% y el mayor CBR con la adición de 5% de cal + 8% de ceniza con un valor de 15.30%. Estos resultados se pueden

comparar con los de otras investigaciones como la realizada por Reddy y Singh (2023) que obtuvieron como resultados que el CBR aumentó de 2.5% a 9.3% con 12% de cenizas y 1% de fibra, y aumenta hasta 9,7% con 15% de cemento, la resistencia de la fibra reforzada con turba estabilizada con cenizas volantes disminuye en un 50% y con cemento reduce su resistencia en un 30%; también se compara con Andaluz (2022) que obtuvo como resultado que al aumentar la CCA en un rango del 0% al 8% en los suelos la capacidad portante CBR de las muestras analizadas de suelos de subrasante incrementa en el rango de los valores: en el sector de Santa Isabel del 7.80% al 12.10%, en el sector de Fátima del 8.60% al 13.20%, y en el sector de Veracruz del 8.40% al 13.50%; de la misma manera se compara con Barragán y Cuervo (2019) que pudieron determinar un efecto positivo en la resistencia del suelo areno arcilloso con la adición de CCA al 1% logrando incrementar su el CBR en 19% con respecto a la muestra natural, al 1% se redujo la MDS en un 0,7% pasando de 1,726 gr/cm<sup>3</sup> a 1,714 gr/cm<sup>3</sup>;

**OE4: Determinar el costo de mejoramiento del suelo a nivel de subrasante con la adición de ceniza de cascarilla de arroz y cal.**

Con respecto al cuarto objetivo específico se ha obtenido como resultados que el costo más alto es con la cal con un valor de s/.73.46 y el más bajo con ceniza con un valor de s/.58.46. Esta diferencia se debe principalmente a que el costo de cal en bolsa de 20kg es de s/.20.00 obtenido de un centro comercial, mientras que, el costo de la ceniza fue de s/.5.00 obtenido de un horno de ladrillos artesanales de la ciudad de Jaén. Estos resultados se pueden comparar con los alcanzados en otras investigaciones como la que realizó Chayña (2022) que obtuvo como resultados que el costo con cemento es de S/. 36.33 y con ceniza de totora en 1m<sup>3</sup> es S/. 20.55 entonces, la estabilización con ceniza de totora tiene un menor costo y por lo tanto muy económica; también se compara con Hernández y Pérez (2022) que determinaron un costo de S/35 con el uso de escoria y s/.70.00 con estabilizador químico.

## VI. CONCLUSIONES

- La adición de ceniza de cascarilla de arroz sobre el suelo de la subrasante tratada con cal mejora el suelo principalmente se reduce la plasticidad e incrementa el valor del CBR.
- Las características del suelo determinan un suelo CL para C1 y C2, SC para C3 y C4 y SM para C5 y C6 según la clasificación SUCCS y A-7-6(12) para C1, A-7-6(13) para C2, A-2-4(0) para C3 y C4 y A-2-6(0) para C5 y C6 según AASHTO; el CBR del suelo natural fue de 2.60%, 3.09%, 3.19%, 3.11%, 1.27% y 2.26% para las calicatas desde la 1-6 respectivamente.
- La adición de cal mejora el CBR del suelo, siendo con el 5% que se logra un CBR de 6.48% mejorando esta propiedad del suelo en un 5.05% con respecto al suelo de la calicata N° 5 sin adición.
- La ceniza de cascarilla de arroz permite lograr mejoras el suelo mejorado con el 5% de cal, siendo con el 5% de cal + 8% de ceniza que se logra el valor más alto de CBR con un valor de 8.82%.
- El costo de mejoramiento más alto es con la cal con un valor de s/.73.46 y el más bajo con ceniza con un valor de s/.58.46.

## VII. RECOMENDACIONES

- Aplicar el estudio en el tramo más crítico de la carretera especialmente en el km 5 porque de ahí se obtuvo el más bajo valor de CBR, de esta forma se podrá establecer si es posible alcanzar también buenos resultados.
- Realizar otros ensayos especiales como SPT para conocer otras propiedades del suelo, específicamente en zonas donde existen deslizamientos y suelo con más condiciones desfavorables.
- Realizar también la estabilización con cemento, porque este material es utilizado para estabilizar suelos con más frecuencia en carreteras cercanas a la zona de estudio, de esta forma se puede determinar cuál es el más eficiente entre cal y cemento.
- Las cenizas de cascarilla de arroz se deben obtener de caso aplicar para el mejoramiento de esta vía, de lugares más cercanos posibles a la carretera en estudio, para que se puedan también reducir los costos.
- Realizar investigaciones a nivel aplicativo en los tramos más desfavorables de esta carretera, para que de esta forma se determinen los rendimientos reales de la maquinaria y mano de obra, para que de esta forma se establezca un costo más preciso de acuerdo a la zona de estudio.

## REFERENCIAS

- Acuña-Supo, S. M., Liendo-Luque, C. E., Lavado-Sánchez, K. M., Cusinga-Vargas, G., & Castro-Marchán, S. R. (2020). *Uso de la ceniza de cáscara de arroz como alternativa para el mejoramiento de subrasantes arcillosas en pavimentos*. [Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/20754>
- Alemshet, D., Fayiss, B., Geremew, A., & Chala, G. (2023). Amelioration Effect of Fly Ash and Powdered Ground Steel Slag for Improving Expansive Subgrade Soil. *Journal of Engineering*. doi:<https://doi.org/10.1155/2023/1652373>
- Andaluz-López, R. S. (2022). *Estudio del efecto de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánicas en suelos finos de subrasante*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34106>
- Andriani, Putra, H. G., Yuliet, R., Maulana, R., & Marel, S. P. (2023). Analysis of clay improvement as subgrade using Palm Oil Fuel Ash (Pofa). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. doi:10.1088/1755-1315/1173/1/012024
- Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación* (Primera ed.). Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>
- Bahadori, H., Hasheminezhad, A., & Taghizadeh, F. (2019). Experimental Study on Marl Soil Stabilization Using Natural Pozzolans. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 31(2). doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002577
- Barragán Garzón, C. A., & Cuervo Camacho, H. A. (2019). *Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso*. [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6488>

- Bautista Gomez, J. U. (2022). *Aplicación de cal hidratada con ceniza de madera para la estabilidad de la subrasante en la carretera Larampuquio – Accocapillapata, Ayacucho, 2022*. [Tesis de pregrado, Ayacucho: Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/98582>
- Carhuancho Mendoza, I. M., Nolazco Labajos, F. A., Sicheri Monteverde, L., Guerrero Bejarano, M. A., & Casana Jara, K. M. (2019). *Metodología para la investigación holística* (Primera ed.). Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3893>
- Carrasco Lozano, B. L. (2022). *Estabilización de la subrasante adicionando ceniza de cáscara de arroz en diseño del pavimento rígido en pampas de hospital, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99690>
- Chayña Pineda, R. H. (2022). *Análisis del uso de ceniza de totora en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable Ccota-Quipata, Puno, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104462>
- Chinchilla Barajas, J. C., Galindo Sandoval, H. F., & Sierra Herrera, A. F. (2019). *Evaluación de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante de la cantera la caima, estabilizada con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cemento hidráulico*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12494/14571>
- Cohen, N., & Gómez Rojas, G. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?* (Primera ed.). Obtenido de <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1363>
- Correa Ruiz, J. L., Gomez Castellon, J. E., & Loaiza Rivas, C. E. (2023). *Mejoramiento de subrasante con ceniza de bagazo de caña en el tramo de la vía Totumo Martinica*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/48872>

- Cristobal Gavancho, F. P., & Quinte Baltazar, M. M. (2022). *Estabilización de subrasante con cenizas de eucalipto, paraje turístico Piedra Parada, Concepción, Junín 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11362>
- Daud, N. N., Jalil, F. N., & Albayrak, Z. N. (2019). The important aspects of subgrade stabilization for road construction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. doi:10.1088/1757-899X/512/1/012005
- Ewa, D. E., Egbe, E. A., Ukpata, J. O., & Etika, A. (2023). Sustainable subgrade improvement using limestone dust and sugarcane bagasse ash. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, 2(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.stae.2022.100028>
- Fonseca Sanchez, M. O. (2022). *Evaluación, incorporando cal y cemento para estabilización de suelos cohesivos en subrasante de carretera Corralcucho - Las Palmas, Cajamarca – 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101747>
- Galván Ruiz , M., & Velázquez Castillo , R. (2021). Cal, un antiguo material como una renovada opción para la construcción. 12(1). doi:[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432011000100010](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000100010)
- Gavidia Reyes, R. D. (2023). *Influencia de agregado de ceniza de pulpa de café para estabilización de la vía Chontalí – Pachapiriana km 0 a km 9.5 km Jaén, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/33586>
- Ghavami, S., Nematpour, H., Rajabi, M., & Hossein Mobini, M. (2019). Evaluation of the strength characteristics of clayey soils stabilized with rice husk ash and cement. *The 4 Iranian Conference on Geotechnical Engineering, November 2019 Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*.
- Hernández Méndez, C., & Pérez Quemba, W. Y. (2022). *Evaluación del comportamiento de terreno natural con adiciones de escoria de acería de*

- Gerdau Diaco como capa de mejoramiento de la sub-rasante en el suelo de Nemocón.* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/39999>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera ed.). Obtenido de <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edición ed.). México. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Khandelwal, A., Kisho, R., & Singh, V. P. (2023). Sustainable utilization of sugarcane bagasse ash in highway subgrade- a critical review. *Materials Today: Proceedings*, 78(1), 114-119. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.11.310>
- Kumar, C. V., Swaminathen, A. N., Vittalaiah, A., & Kumar, C. R. (2022). Pavement Subgrade Stabilized with Waste coal Ash and Geosynthetics: An Experimental Study and Multiple Regression Modelling. *Materials Today: Proceedings*, 1543-1550. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.23>
- López Barbarán, J. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín.* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Obtenido de <repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654616>
- Lujan Cabrera, I. L., & Vizcarra Arapa, S. (2020). *Análisis experimental de la adición de ceniza de cáscara de arroz a la subrasante arcillosa de un camino estabilizado con cal.* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Obtenido de <repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648864>

- Minaño Tacanga, M. G., & Ruiz Ojeda de Alayo, R. (2023). *Influencia del residuo de combustión de biomasa de palma aceitera, en el mejoramiento de la subrasante de la avenida Las Américas, Moche-La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/11135>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2014). *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos*. Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- Ñaupari Aparco, J. M. (2021). *Propuesta de estabilización de una arena arcillosa de mediana plasticidad analizado el CBR, óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca utilizando cal al 2%, 4 y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%. Lima Norte 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29743>
- Palacios Chuquiruna, R., & Villalobos Ascurra, J. G. (2021). *Estabilización del suelo adicionando Cal para Mejorar el CBR de la carretera del Huito tramo km0+100 al km1+100, Jaén 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80432>
- Panta Eche, J. A., & Paytan Soyori, D. J. (2020). *Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59900>
- Pérez Suyón, F. M., & Troyes Rimapa, J. F. (2021). *Efecto del estabilizador iónico y cal en la capacidad portante del suelo de la prolongación de avenida La Agricultura- Chota*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76317>

- Quijano Chavez, D. M., & Valdivia Salomon, F. A. (2021). *Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tusa de maíz en trocha carrozable Lomaspatá - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86459>
- Reddy, A. R., & Singh, K. L. (2023). Performance of Pavement Subgrade Using Fly ash Stabilized Peat Soil Reinforced with Nylon Fiber. *International Journal of Pavement Research and Technolog.* doi:<https://doi.org/10.1007/s42947-023-00286-y>
- Rojas Gálvez, J. A. (2021). *Influencia de ceniza de caña en la subrasante de la trocha carrozable del centro poblado San Antonio, Cajamarca – 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85763>
- Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, teconológica y humanpística*. Obtenido de <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- Tello Luna, J. A. (2022). *Mejoramiento de la infraestructura vial de la carretera Unión Bellavista de Camse a Huichud-Cutervo, aplicando cal*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/117011>
- Versátegui Centurión, G. D. (2021). *Mejoramiento de la trocha carrozable en la comunidad de Cuñish, distrito de San Luis, provincia de San Pablo, departamento de Cajamarca, 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81569>
- Vilca Yucra, A. (2022). *Aplicación de ceniza de cascara de semilla de girasol en la subrasante de la carretera vía Altoqosqo, Cusco, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91909>

- Wang, C., Liu, H., Wu, D., & Liu, X. (2023). Engineering and environmental evaluation of red mud amended volcanic ash as a sustainable subgrade material. *Journal of Cleaner Production*, 393. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136353>
- Wu, J., Deng, Y., Zhang, G., Zhou, A., Tan, Y., Xiao, H., & Zheng, Q. (2021). A Generic Framework of Unifying Industrial By-products for Soil Stabilization. *Journal of Cleaner Production*, 321. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128920>
- Yato Katte, V., Moupe Mfoyet, S., Manefouet, B., Ludovic Wouatong, A. S., & Aleh Bezeng, L. (2019). Correlation of California Bearing Ratio (CBR) Value with Soil Properties of Road Subgrade Soil. *Geotechnical and Geological Engineering*, 37(1), 217-234. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10706-018-0604-x>
- Zhang, C., Zhu, Z., Zhang, Y., Liu, F., Yang, Y., Wan, Y., . . . Yang, L. (2023). Engineering properties and optimal design of foam lightweight soil composite fly ash: An eco-friendly subgrade material. *Journal of Cleaner Production*, 429(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139631>

## **ANEXOS**

### **Anexo 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	<b>INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>
Variable dependiente: Subrasante	Propiedades físicas y mecánicas	Contenido de humedad	%	Observación	Guía de observación (MTC E 108)
		Granulometría	%	Observación	Guía de observación (MTC E 107)
		Límite líquido	%	Observación	Guía de observación (MTC E 110)
		Límite plástico	-	Observación	Guía de observación (MTC E 111)
		Índice de plasticidad	-	Observación	Guía de observación (MTC E 111)
		Proctor	%	Observación	Guía de observación (MTC E 115)
		CBR	%	Observación	Guía de observación (MTC E 132)
Variable independiente 1: Cal	Peso de cal	3%	Kg	Observación	Guía de observación
		5%	Kg	Observación	Guía de observación
		7%	Kg	Observación	Guía de observación
		9%	Kg	Observación	Guía de observación
Variable independiente 2: Ceniza de cascarilla de arroz	Peso de ceniza	2%	Kg	Observación	Guía de observación
		4%	Kg	Observación	Guía de observación
		6%	Kg	Observación	Guía de observación
		8%	Kg	Observación	Guía de observación

## **Anexo 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TÍTULO	PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO GENERAL	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DA DATOS
Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023	Los desafíos que enfrenta la carretera rural que conecta Piñas con el distrito de Chontalí están vinculados a la insuficiente inversión, falta de mantenimiento, tipo de suelo a nivel de subrasante de la carretera y falta de coordinación de autoridades responsables y del gobierno actual; estas condiciones tienen repercusiones negativas en cuanto a accesibilidad, seguridad y productividad para las comunidades rurales.	La adición de CCA y cal influye favorablemente en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable de Chontalí, Jaén 2023	Determinar qué efecto hay al adicionar CCA y cal en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chontalí, Jaén 2023	Según su finalidad: Aplicada Diseño: Cuasi-experimental Enfoque: Cuantitativo Nivel: Explicativo	Técnica: observación. Instrumento: Fichas de observación
	<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS</b> Estadística descriptiva
	¿Qué efecto tiene la adición de CCA y cal en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la trocha carrozable de Chontalí, Jaén 2023?	La justificación científica de la investigación radica en que, conociendo los efectos de la CCA, se puede difundir entre las entidades gubernamentales encargadas de la administración de este tipo de carreteras y empresas especializadas en este rubro, con la intención de que se realicen estudios complementarios y en algún momento se pueda aplicar en obras reales y se mejore la transitabilidad de este tipo de vías a un costo más accesible y sin generar mucho perjuicio al medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar las características físicas y mecánicas del suelo a nivel de subrasante de la trocha carrozable Piñas – Chontalí</li> <li>- Determinar la influencia de la adición de cal sobre el Proctor y CBR del suelo a nivel de subrasante</li> <li>- Determinar la influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz sobre el Proctor y CBR del suelo tratado con cal</li> <li>- Determinar el costo de mejoramiento del suelo a nivel de subrasante con la adición de ceniza de cascarilla de arroz y cal.</li> </ul>	Dependiente: Subrasante  Independientes: Cal y ceniza de cascarilla de arroz	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b> Población: El suelo de todas las carreteras que unen las comunidades de Chontalí con cada uno los pueblos cercanos Muestra: El suelo de seis calicatas elaboradas a lo largo de los 6km de carretera

### **Anexo 3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

### TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023”

### TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy Bueno

N°	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	<b>Claridad:</b> Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible			x		
2	<b>Objetividad:</b> Permite medir hechos observables				x	
3	<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				x	
4	<b>Organización:</b> Presentación ordenada			x		
5	<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos en cantidad y claridad				x	
6	<b>Pertinencia:</b> Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos				x	
7	<b>Consistencia:</b> Permite conseguir datos basados en modelos teóricos				x	
8	<b>Coherencia:</b> Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems				x	
9	<b>Metodología:</b> La estrategia responde al propósito de la investigación				x	
10	<b>Aplicación:</b> Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente					x

Muchas gracias por su respuesta.

Octubre 2023

  
Jonathan Smith Fernandez Correa  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 244336

.....  
Firma del Juez Experto

### TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023”

### TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy Bueno

N°	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	<b>Claridad:</b> Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible			x		
2	<b>Objetividad:</b> Permite medir hechos observables			x		
3	<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			x		
4	<b>Organización:</b> Presentación ordenada			x		
5	<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos en cantidad y claridad			x		
6	<b>Pertinencia:</b> Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos				x	
7	<b>Consistencia:</b> Permite conseguir datos basados en modelos teóricos				x	
8	<b>Coherencia:</b> Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems				x	
9	<b>Metodología:</b> La estrategia responde al propósito de la investigación				x	
10	<b>Aplicación:</b> Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente			x		

Muchas gracias por su respuesta.

Octubre 2023



JUAN ALBERTO CONTRERAS MORETA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 169290

.....  
Firma del Juez Experto

### TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023”

### TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy Bueno

N°	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	<b>Claridad:</b> Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible			x		
2	<b>Objetividad:</b> Permite medir hechos observables					x
3	<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			x		
4	<b>Organización:</b> Presentación ordenada			x		
5	<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos en cantidad y claridad				x	
6	<b>Pertinencia:</b> Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos				x	
7	<b>Consistencia:</b> Permite conseguir datos basados en modelos teóricos			x		
8	<b>Coherencia:</b> Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems			x		
9	<b>Metodología:</b> La estrategia responde al propósito de la investigación				x	
10	<b>Aplicación:</b> Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente				x	

Muchas gracias por su respuesta.

Octubre 2023

  
ROSMEN JOEL CHINCHAY JULCA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 24337

.....  
Firma del Juez Experto

## RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (JUICIO DE EXPERTOS)

TÍTULO DE IA INVESTIGACIÓN:

“Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023”

INVESTIGADORES:

Paredes Barrantes, Luis Alberto

Villalobos Flores, Juan Carlos

El presente instrumento fue puesto a consideración de tres expertos, todos ellos profesionales temáticos con amplia experiencia, según se detalla a continuación:

N°	JUECES EXPERTOS
1	Ing. Jonathan Smith Fernández Correa
2	Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
3	Ing. Rosmen Joel Chinchay Julca

CRITERIOS	JUECES			TOTAL
	J1	J2	J3	
Claridad	3	3	3	9
Objetividad	4	3	5	12
Actualidad	3	3	3	9
Organización	3	3	3	9
Suficiencia	4	3	4	11
Pertinencia	4	4	4	12
Consistencia	3	4	3	10
Coherencia	3	4	3	10
Metodología	4	4	4	12
Aplicación	5	3	4	12
<b>Total de opinión</b>	36	34	36	106

0,53 a menos	Validez Nula
0,54 a 0,59	Validez Baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy Válida
0,72 a 0,99	Excelente Validez
1,00	Validez Perfecta

**Total, Máximo = (N° de criterios) x (N° de jueces) x (Puntaje máximo de Respuestas)**

Total, Máximo =  $10 \times 3 \times 5 = 150$

Cálculo del coeficiente de validez:

*total de opinión*

*validez* = \_\_\_\_\_

*total Máximo*

*validez* =  $106/150 = 0.71$ .

### Conclusión:

El coeficiente de validez es de 0.71, lo que lo califica como muy válida por lo tanto si se puede aplicar los instrumentos

 <p><b>FMEC SAC</b> F &amp; M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción</p>	<b>F&amp;M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.</b>
	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

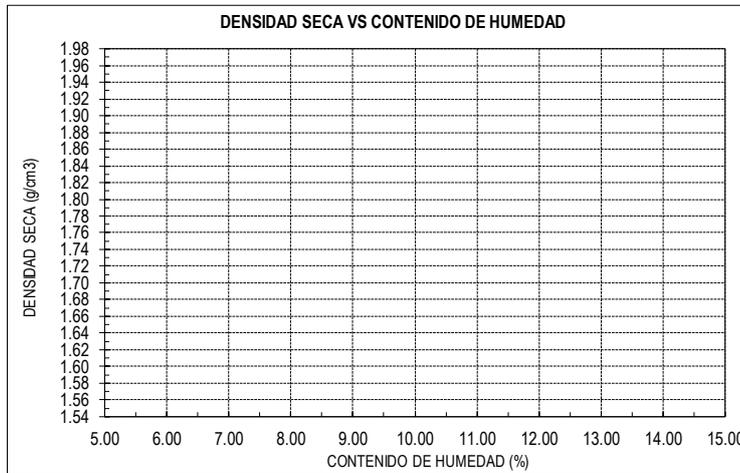
Tesis:	
Tesista:	

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**PROCTOR MODIFICADO**

<b>MUESTRA:</b>	<b>CAPA:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
-----------------	--------------	-------------------

<b>DATOS</b>					
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>				
Peso de molde	g				
Peso de la muestra compactada + molde	g				
Peso del envase + suelo humedo	g				
Peso del envase + suelo seco	g				
Nº de envase	-				
Peso del envase	g				

<b>CÁLCULOS</b>					
Densidad humeda (1.6-1.5)/1.4	g/cm <sup>3</sup>				
Peso del agua (1.7-1.8)	g				
Peso de suelo seco (1.8-1.10)	g				
Contenido de humedad (2.2-2.3)*100	%				
Densidad seca (2.1)/(100+2.4)*100	g/cm <sup>3</sup>				



**RESULTADOS**

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )
O.C.H (%)

Observaciones:

  
 Jonathan Smith Peralta Correa  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 244336

  
 Juan Alberto Colares Morero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 169298

  
 ROSMERY DEL CHINCHAY JULCA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 249337

 <p><b>FMEC SAC</b> F &amp; M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción</p>	<b>F&amp;M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.</b>
	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis:	
Tesista:	

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR**

<b>MUESTRA:</b>	0	<b>CAPA:</b>	0	<b>UBICACIÓN :</b>	0
-----------------	---	--------------	---	--------------------	---

<b>1. Datos:</b>							
		1	2	3			
1.1 N° de molde	-						
1.2 Diametro interior de molde	cm						
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm						
1.4 Peso del molde (incluye base)	g						
1.5 N° de capas	-						
1.6 N° de golpes por capa	-						
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g						
<b>2. Cálculo de contenido de humedad:</b>							
		P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.1 Cápsula N°	-						
2.2 Peso de cápsula	g						
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g						
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g						
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g						
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g						
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%						

<b>3. Resultados:</b>							
3.1 Área superficial del molde	pulg2						
3.2 Volúmen de suelo	cm3						
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g						
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3						
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3						

<b>EXPANSION</b>											
MOLDE		1				2				3	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	Expansión		DIAL (mm)	Expansión		DIAL (mm)	Expansión		
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)	

<b>PENETRACION</b>																	
MOLDE			1						2						3		
PENETRACION		CARGA ESTANDAR (lb/pulg2)	CARGA						CARGA						CARGA		
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%

Observaciones:

  
Jonathan Smith Fernandez Cortes  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 244335

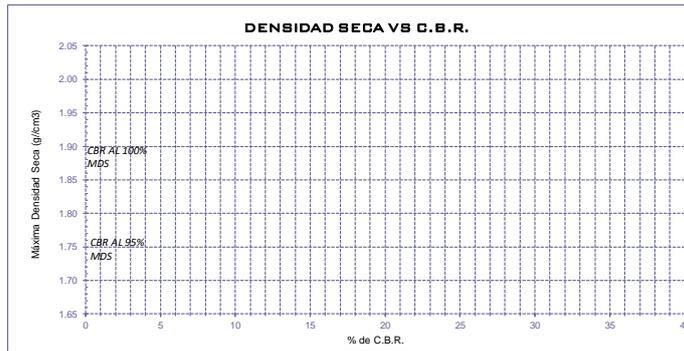
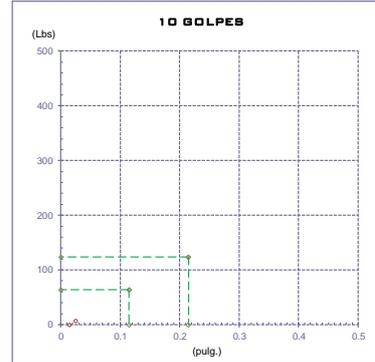
  
Juan Carlos  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 10994

  
OSCAR DEL OLIVERA ALCA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 245337

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR**

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	
CBR al 95% de MDS (%)	
CBR al 100%: 0.2"	
CBR al 95% de MDS (%)	



Observaciones:

  
Jonathan Smith Paredes Cortes  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 244336

  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 160224

  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 243337

## **Anexo 4. SOLICITUD Y AUTORIZACIÓN DE EJECUCIÓN DE TESIS**

**CARGO**

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”



**SOLICITO:  
CARTA DE PRESENTACIÓN PARA  
REALIZAR PROYECTO DE TESIS  
EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
DE CHONTALÍ – JAÉN**

**Sr. JUAN MARTÍN MEGO SANTA CRUZ  
Alcalde del Distrito de Chontalí – Jaén – Cajamarca  
Presente**

De mi consideración:

Tengo el agrado de saludarle cordialmente como Jefe del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo - Filial CHICLAYO, y a la vez señalar que nuestros estudiantes como parte de su formación profesional, requieren poner en práctica su formación teórica; por lo que vienen solicitando a las Instituciones Públicas relacionada al rubro de la ingeniería, que se les permita el asesoramiento e información para su investigación de tesis denominada **"Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"**.

En tal sentido, presento a los estudiantes de Ingeniería Civil, **PAREDES BARRANTES LUIS ALBERTO** con el código **1000136933**, **VILLALOBOS FLORES JUAN CARLOS** con el código **7002360406** del X Ciclo de nuestro Programa Académico, solicitando a usted considere la realización de su Proyecto de tesis, en la institución en la que es partícipe.

Por lo que agradeceré brindar las facilidades necesarias al recurrente, lo que redundará en beneficio de la formación y aporte de mejores profesionales para nuestra sociedad.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración más distinguida y estima.

Atentamente;


Mgtr. Robert Edinson Suclupe Sandoval  
Jefe de Programa Académico de Ingeniería Civil  
Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo

UCV, licenciada para que  
puedas salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

**CARCO**



**Sr. JUAN MARTÍN MEGO SANTA CRUZ**  
**Alcalde del Distrito de Chontalí – Jaén – Cajamarca**  
Presente. –

- PAREDES BARRANTES, Luis Alberto, identificado con DNI N° 45032601 y alumno de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad César Vallejo con código 1000136933 y código de investigador ORCID 0009-0005-5776-7645.
- VILLALOBOS FLORES, Juan Carlos, identificado con DNI N° 44099848 y alumno de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad César Vallejo con código 7002360406 y código de investigador ORCID 0000-0003-1199-2124.

Hacemos de su conocimiento que hemos iniciado las investigaciones que corresponden para la elaboración de nuestra tesis denominada **"Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"**.

Así mismo le informamos que hemos determinado tomar como campo de investigación, el Camino Vecinal comprendido, desde el caserío Las Piñas hasta el distrito de Chontalí, para la cual se ha planteado entre sus actividades en campo realizar la elaboración de calicatas para la obtención de muestras de suelo y su estudio en laboratorio.

Como es de su conocimiento el área de investigación para la realización de nuestra tesis, se pertenece al distrito de Chontalí, jurisdicción de la cual Usted es el alcalde.

Por lo expuesto Señor alcalde, le solicitamos nos autorice coordinar con los responsables de la Gerencia de Infraestructura Local y la Jefatura de la División de Catastro y Control Urbano, y de esta forma se nos brinde el apoyo necesario para poder elaborar nuestra tesis y de esta forma contribuir con el mejoramiento de la infraestructura en nuestro distrito.

Esperando que nuestra solicitud sea aceptada, nos despedimos agradeciéndole anticipadamente el apoyo a nuestro proyecto.

Chontalí, 10 de octubre de 2023.

Atentamente,

Paredes Barrantes Luis Alberto

DNI: 45032601

Juan Carlos Villalobos Flores

DNI: 44099848



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHONTALI

JAÉN - CAJAMARCA

R.U.C. 20201602506



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Chontali, 11 de octubre del 2023

Señor.

Mg. Robert Edinson Suclupe Sandoval  
Jefe de Programa Académico de Ingeniería Civil  
Universidad Cesar Vallejo – filial Chiclayo

Presente.-

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, la presente para saludarlo y al mismo tiempo comunicarle que respecto a la solicitud presentada por los alumnos: PAREDES BARRANTES, Luis Alberto, identificado con DNI N° 45032601 y VILLALOBOS FLORES, Juan Carlos, identificado con DNI N° 44099848. Estudiantes de Ingeniería Civil del X ciclo del Programa Académico en mención, están facultados para realizar el Estudio para la Investigación de tesis denominada: "Análisis en la Subrasante de la trocha carrozable Chontali, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023", dicho tramo en mención es de 6 km. En beneficio de su Formación Académica y aporte para nuestra sociedad.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DISTRITAL CHONTALI  
DE LA U.C.

C.P.C. Carlos A. Meneses Bermúdez  
GERENTE MUNICIPAL

*"Trabajando por el desarrollo y progreso de Chontali"*

2023 - 2026

**Anexo 5. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA  
CALICATA N° 01**



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**PROYECTO** : "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**SOLICITANTE** : Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**UBICACIÓN** : Chontalí, - Jaén

**FECHA** : 16/10/2023

**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128  
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129  
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**

Calicata: C-01

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.20 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg		
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa			
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (LL)	50	
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	24	
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	25	
1"	25.000	0.0	100.0			
3/4"	19.000	0.0	100.0			
1/2"	12.500	2.7	97.3			
3/8"	9.500	5.6	94.4			
1/4"	6.300	9.5	90.5			
Nº 4	4.750	11.4	88.6			
Nº 10	2.000	17.6	82.4			
Nº 20	0.850	24.1	75.9			
Nº 40	0.425	31.6	68.4			
Nº 60	0.250	34.5	65.5			
Nº 140	0.106	37.7	62.3			
Nº 200	0.075	39.0	61.0			
Distribución granulométrica				Clasificación (S.U.C.S.)		
% Grava	G.G. %	0.0	11.4	CL		
	G.F. %	11.4		Descripción del suelo		
	A.G. %	6.2		Arcilla arenosa de baja plasticidad		
% Arena	A.M. %	14.0	27.6	Clasificación (AASHTO)		
	A.F. %	7.4		A-7-6 (12)		
	% Arcilla y Limo			61.0	Descripción	
Total		100.0	100.0	MALO		
Contenido de Humedad (%)			18.14			
CURVA GRANULOMETRICA						

Observación:  
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

**Minayar Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Ingeniería y Construcción S.A.S.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto** : "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante** : Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar** : Chontalí, - Jaén  
**Fecha de excavación** : 16/10/2023 C - 1  
**Fecha de muestreo** : 16/10/2023 **Nivel freático:** No se encontro

**CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO**  
**EXPLORACIÓN: C-01**

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	L.L	L.P	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1								Terreno Natural
0.2								
0.3	1.30m	E-01	CL	18.14%	50	24	25	Profundidad de 0.20 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "CL", Arcilla arenosa de baja plasticidad, identificado en el sistema AASTHO, como A-7-6 (12), suelos de color marrón claro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra  
C = Calicata  
S/M = Sin muestra

Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengincoringsac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



ISO 9001:2015



Ingeniería - Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

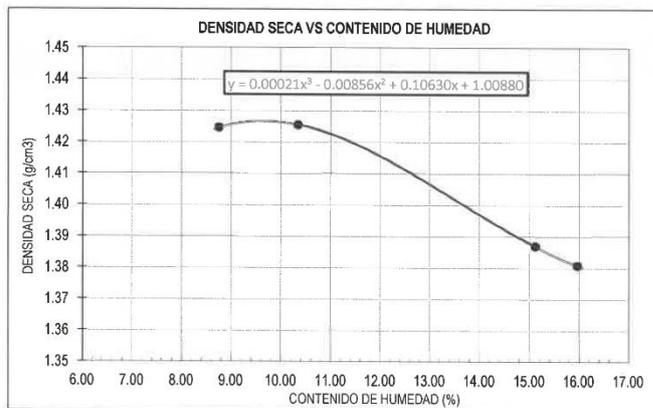
**Fecha:** 18/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-1	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Terreno Existente
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	2123.40	2123.40	2123.40	2123.40
Peso de molde	g	7350	7350	7350	7350
Peso de la muestra compactada + molde	g	10640	10690	10740	10750
Peso del envase + suelo humedo	g	118.41	94.37	108.93	108.15
Peso del envase + suelo seco	g	109.93	86.85	96.31	94.80
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	13.10	14.16	12.82	11.19

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.549	1.573	1.596	1.601
Peso del agua	g	8.5	7.5	12.6	13.4
Peso de suelo seco	g	96.83	72.7	83.49	83.61
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.8</b>	<b>10.3</b>	<b>15.1</b>	<b>16.0</b>
<b>Densidad seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.42</b>	<b>1.43</b>	<b>1.39</b>	<b>1.38</b>



### RESULTADOS

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )	1.43
O.C.H (%)	9.60

### Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn.m/m<sup>2</sup>.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



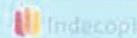
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.R.L.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontali, usando ceniza de cascarrilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar:** Chontali, - Jaén  
**Fecha:** 14/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

<b>MUESTRA:</b> C-1	<b>CAPA:</b> M-1	<b>UBICACIÓN:</b> Terreno Existente
---------------------	------------------	-------------------------------------

1. Datos:							
		1		2		3	
1.1 N° de molde	-	1		2		3	
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.21		15.207		15	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.62		11.655		11.5	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8520		8600		8650	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra		S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13090	13130	12960	13020	13940	13000
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	29.71	12.07	112.58	29.02	19.38	22.41
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	109.09	110.21	198.51	116.59	91.47	119.73
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	96.15	90.91	190.63	107.10	85.05	107.34
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	12.94	19.30	7.88	9.49	6.42	12.39
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	66.44	78.84	78.05	78.08	65.67	84.93
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	19.48	24.48	10.10	12.15	9.78	14.59
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.16		28.15		27.39	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2143.00		2143.00		2143.00	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4570	4610	4360	4420	5290	4350
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2.133	2.151	2.035	2.063	2.469	2.030
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.785	1.728	1.848	1.840	2.249	1.772

EXPANSION													
MOLDE		1				2				3			
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)			
19-Oct	03:00:00 p. m.	0	0.00	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-		
20-Oct	03:00:00 p. m.	24	0.17	0.422	0.363%	0.19	0.483	0.414%	0.22	0.559	0.496%		
21-Oct	03:00:00 p. m.	48	0.22	0.559	0.481%	0.24	0.610	0.523%	0.28	0.711	0.618%		
22-Oct	03:00:00 p. m.	72	0.22	0.566	0.488%	0.25	0.635	0.545%	0.30	0.762	0.663%		
23-Oct	03:00:00 p. m.	96	0.25	0.632	0.544%	0.3	0.686	0.588%	0.32	0.813	0.707%		

PENETRACION																	
MOLDE			1					2					3				
PENETRACION		CARGA ESTANDAR (lb/pulg2)	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00		
0.025	0.64		11.00	24.25	8.08			8.60	14.90	4.97			7.50	16.53	5.51		
0.050	1.27		27.50	60.63	20.21			20.10	21.50	7.17			15.12	33.33	11.11		
0.075	1.91		40.90	90.17	30.06			33.00	28.20	9.40			21.10	46.52	15.51		
0.100	2.54	1000	54.00	119.05	39.68	38.62	3.86	44.10	97.22	32.41	32.54	3.25	31.22	68.83	22.94	26.01	2.60
0.125	3.18		61.60	135.80	45.27			52.80	116.40	38.80			40.02	88.23	29.41		
0.150	3.81		71.90	158.51	52.84			63.30	139.55	46.52			54.12	119.31	39.77		
0.175	4.45		82.20	181.22	60.41			70.50	155.43	51.81			56.56	124.69	41.56		
0.200	5.08	1500	93.30	205.69	68.56	67.04	4.47	75.30	166.01	55.34	58.39	3.89	69.15	152.45	50.82	48.42	3.23
0.300	7.62		116.60	257.06	85.69			100.20	220.90	73.63			84.85	187.06	62.35		
0.400	10.16		146.90	323.86	107.95			122.00	268.96	89.65			99.56	219.49	73.16		
0.500	12.70		168.50	371.48	123.83			138.30	304.90	101.63			100.15	220.79	73.60		

**Observaciones:**  
- Normativa.  
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



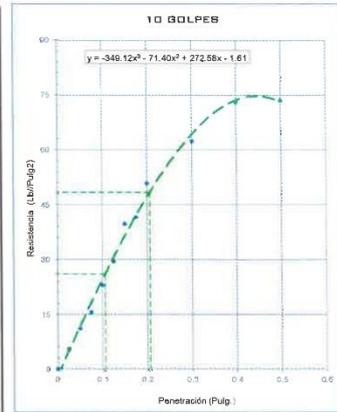
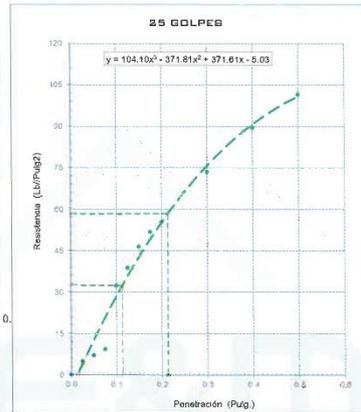
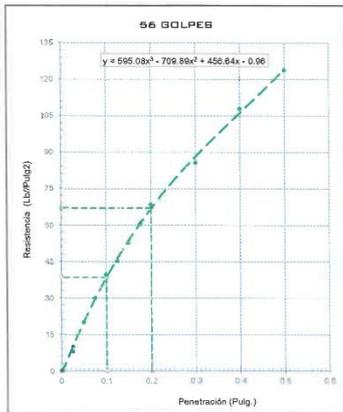
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	9.60
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.43
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.35

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	2.60
CBR al 95% de MDS (%)	2.60
CBR al 100%: 0.2"	3.89
CBR al 95% de MDS (%)	3.23



**Observaciones:**

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coriconcha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



finengineeringnac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



ISO 9001:2015

**Anexo 6. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA  
CALICATA N° 02**



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

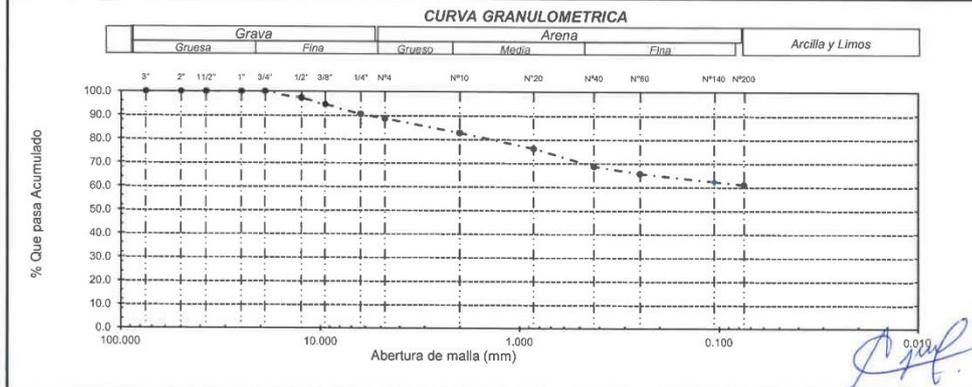
SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**PROYECTO** : "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**SOLICITANTE** : Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**UBICACIÓN** : Chontalí, - Jaén  
**FECHA** : 16/10/2023  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP:339.129  
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**

Calicata: C-02 Muestra: E - 01 Profundidad: 0.20 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa				
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (LL)	48		
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	22		
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	26		
1"	25.000	0.0	100.0				
3/4"	19.000	0.0	100.0				
1/2"	12.500	2.7	97.3				
3/8"	9.500	5.5	94.5				
1/4"	6.300	9.3	90.7				
Nº 4	4.750	11.2	88.8				
Nº 10	2.000	17.2	82.8				
Nº 20	0.850	23.7	76.3				
Nº 40	0.425	31.2	68.8				
Nº 60	0.250	34.3	65.7				
Nº 140	0.106	37.6	62.4				
Nº 200	0.075	38.9	61.1				
Distribución granulométrica				CURVA DE FLUIDEZ			
% Grava	G.G. %	0.0	11.2				
	G. F. %	11.2					
% Arena	A.G. %	6.0	27.7				
	A.M. %	14.0					
	A.F. %	7.7					
% Arcilla y Limo		61.1	61.1			Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Total		100.0	100.0			Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Contenido de Humedad (%)			19.21			Clasificación (AASHTO)	A-7-6 (13)
						Descripción	MALO



Observación:  
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

*[Signature]*

Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285 46584  
Nº00146585



Compañía de Ingeniería y Construcción S.A.S.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto** : "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante** : Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar** : Chontalí, - Jaén  
**Fecha de excavación** : 16/10/2023 C - 2  
**Fecha de muestreo** : 16/10/2023 **Nivel freático:** No se encontro

**CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO**  
**EXPLORACIÓN: C-02**

<b>CALICATA:</b>	C-02	<b>UBICACIÓN:</b>	Chontalí
------------------	------	-------------------	----------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1								Terreno natural
0.2								
0.3	1.30m	E-01	CL	19.21%	48	22	26	Profundidad de 0.20 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "CL", Arcilla arenosa de baja plasticidad, identificado en el sistema AASTHO, como A-7-6 (13), suelos de color marrón claro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra  
C = Calicata  
S/M = Sin muestra

  
Mineyer Hernández Arco  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



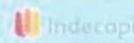
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cotacamarca



941915761  
949327495



ingenieros@fmsac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

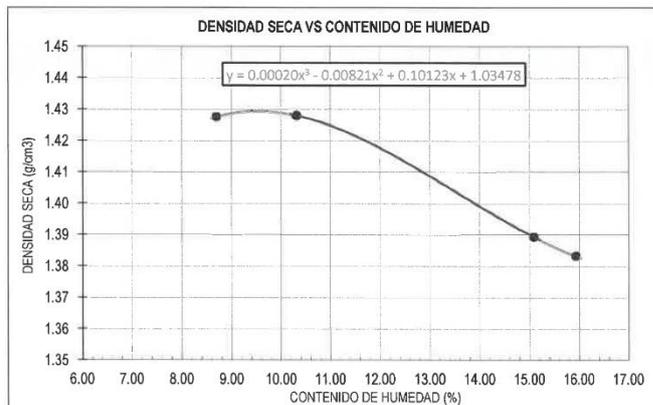
**Fecha:** 18/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-2	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Terreno Existente
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	2123.40	2123.40	2123.40	2123.40
Peso de molde	g	7350	7350	7350	7350
Peso de la muestra compactada + molde	g	10645	10695	10745	10755
Peso del envase + suelo humedo	g	118.35	94.35	108.90	108.12
Peso del envase + suelo seco	g	109.93	86.85	96.31	94.80
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	13.10	14.16	12.82	11.19

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.552	1.575	1.599	1.604
Peso del agua	g	8.4	7.5	12.6	13.3
Peso de suelo seco	g	96.83	72.7	83.49	83.61
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.7</b>	<b>10.3</b>	<b>15.1</b>	<b>15.9</b>
<b>Densidad seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>	<b>1.39</b>	<b>1.38</b>



### RESULTADOS

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )	1.43
O.C.H (%)	9.38

### Observaciones:

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/pts.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



Indecapi

Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015





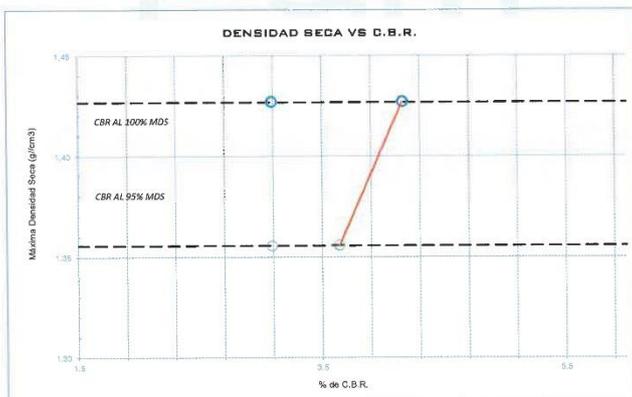
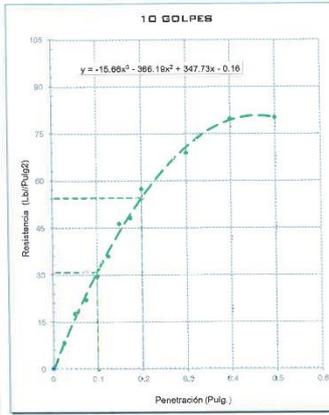
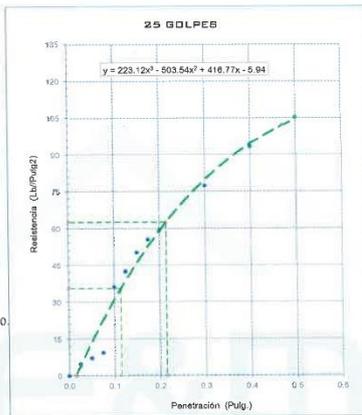
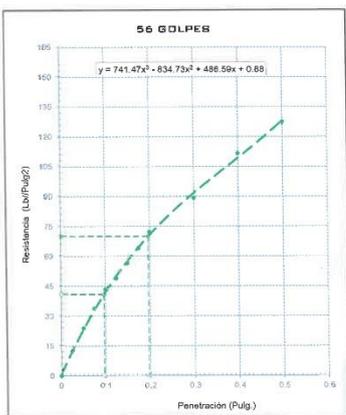
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	9.38
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.43
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.36

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	3.09
CBR al 95% de MDS (%)	3.09
CBR al 100%: 0.2"	4.16
CBR al 95% de MDS (%)	3.64



**Observaciones:**

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



ISO 9001:2015

**Anexo 7. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA  
CALICATA N° 03**



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**PROYECTO :** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**SOLICITANTE :** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**UBICACIÓN :** Chontalí, - Jaén  
**FECHA :** 16/10/2023  
**ENSAYO :** SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129  
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**

Calicata: C-03

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.30 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg		
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa			
3"	75.000	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	30	
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	21	
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	9	
1"	25.000	13.2	86.8			
3/4"	19.000	21.2	78.8			
1/2"	12.500	25.8	74.2			
3/8"	9.500	30.7	69.3			
1/4"	6.300	37.2	62.8			
Nº 4	4.750	40.8	59.2			
Nº 10	2.000	52.3	47.7			
Nº 20	0.850	63.3	36.7			
Nº 40	0.425	72.9	27.1			
Nº 60	0.250	76.3	23.7			
Nº 140	0.106	79.8	20.2			
Nº 200	0.075	83.0	17.0			
Distribución granulométrica						
% Grava	G.G. %	21.2	40.8	Clasificación (S.U.C.S.)		
	G. F %	19.6		SC		
	A.G %	11.5		Descripción del suelo		
% Arena	A.M %	20.6	42.2	Arena arcillosa con grava		
	A.F %	10.1		Clasificación (AASHTO)		
	Total			17.0	A-2-4 (0)	
		17.0	100.0	Descripción		
Contenido de Humedad (%)			9.13	BUENO		
CURVA GRANULOMETRICA						
Grava		Arena			Arcilla y Limos	
Gruesa		Fina		Gruesa		Fina
3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"
						1/4"
						Nº4
						Nº10
						Nº20
						Nº40
						Nº60
						Nº140
						Nº200

Observación:  
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cañar

941915761  
949327495



finengincingsac@gmail.com



REG. C.I.P. 152285

Nº00146585



Iso 9001:2015



Ingeniería y Construcción S.A.S.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto** : "Análisis en la subrasante de a trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante** : Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar** : Chontalí, - Jaén  
**Fecha de excavación** : 16/10/2023 C - 3  
**Fecha de muestreo** : 16/10/2023 **Nivel freático:** No se encontro

**CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO**  
**EXPLORACIÓN: C-03**

<b>CALICATA:</b>	C-03	<b>UBICACIÓN:</b>	Chontalí
------------------	------	-------------------	----------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	L.P	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1								Terreno Natural
0.2								
0.3								
0.4	1.20m	E-01	SC	9.13%	30	21	9	Profundidad de 0.30 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "SC", Arena arcillosa con grava, identificado en el sistema AASTHO, como A-2-4 (0), suelos de color marrón claro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra  
C = Calicata  
S/M = Sin muestra

  
**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringasoci@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



ISO 9001:2015



Ingeniería y Construcción S.A.S.  
Ingeniería - Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de a trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

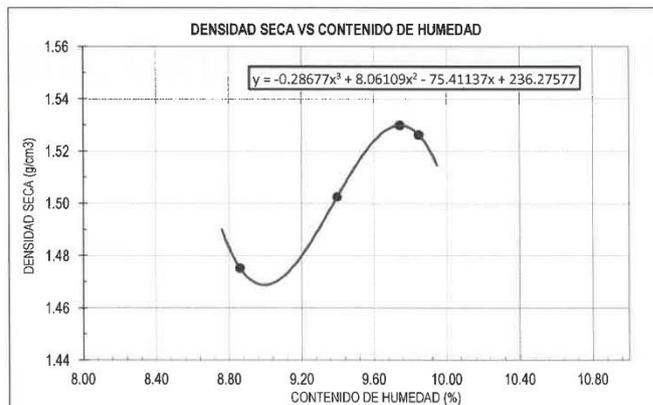
**Fecha:** 18/10/2023

**CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

<b>MUESTRA:</b>	C-3	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Terreno Existente
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	2123.40	2123.40	2123.40	2123.40
Peso de molde	g	7350	7350	7350	7350
Peso de la muestra compactada + molde	g	10760	10840	10910	10915
Peso del envase + suelo humedo	g	95.83	103.03	103.11	89.43
Peso del envase + suelo seco	g	89.08	95.10	94.87	82.50
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12.90	10.70	11.19	11.38

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.606	1.644	1.677	1.679
Peso del agua	g	6.8	7.9	8.2	6.9
Peso de suelo seco	g	76.18	84.4	83.68	71.12
<b>Contenido de humedad</b>	%	8.9	9.4	9.8	9.7
<b>Densidad seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.48	1.50	1.53	1.53



**RESULTADOS**

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )	1.53
O.C.H (%)	9.74

**Observaciones:**

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m<sup>3</sup>.

*Aguy*

**Minayer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de a trocha carrozable Chontali, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar:** Chontali, - Jaén  
**Fecha:** 23/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

**MUESTRA:** C-3 **CAPA:** M-1 **UBICACIÓN:** Terreno Existente

1. Datos:		1		2		3							
1.1 N° de molde	-	1		2		3							
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.22		15.24		15							
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.66		11.641		11.5							
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8670		8670		8740							
1.5 N° de capas	-	5		5		5							
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10							
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada						
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13340	13370	13350	13380	13165	13355						
2. Cálculo de contenido de humedad:		P-01		P-02		P-03		P-04		P-05		P-06	
2.1 Cápsula N°	-	P-01		P-02		P-03		P-04		P-05		P-06	
2.2 Peso de cápsula	g	29.71		12.07		112.58		29.02		19.38		22.41	
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	109.09		110.21		198.51		116.59		91.47		119.73	
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	96.15		90.91		190.63		107.10		85.05		107.34	
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	12.94		19.30		7.88		9.49		6.42		12.39	
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	66.44		78.84		78.05		78.08		65.67		84.93	
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	19.48		24.48		10.10		12.15		9.78		14.59	
3. Resultados:		1		2		3							
3.1 Área superficial del molde	pulg <sup>2</sup>	28.18		28.27		27.39							
3.2 Volumen de suelo	cm <sup>3</sup>	2143.00		2143.00		2143.00							
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4670	4700	4680	4710	4425	4615						
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm <sup>3</sup>	2.179	2.193	2.184	2.198	2.065	2.154						
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm <sup>3</sup>	1.824	1.762	1.984	1.960	1.881	1.880						

EXPANSION		MOLDE		1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		
19-Oct	04:00:00 p. m.	0	0.00	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-	
20-Oct	04:00:00 p. m.	24	0.17	0.422	0.362%	0.19	0.483	0.415%	0.22	0.559	0.486%	
21-Oct	04:00:00 p. m.	48	0.22	0.559	0.479%	0.24	0.610	0.524%	0.28	0.711	0.618%	
22-Oct	04:00:00 p. m.	72	0.22	0.566	0.486%	0.25	0.635	0.545%	0.30	0.762	0.663%	
23-Oct	04:00:00 p. m.	96	0.25	0.632	0.543%	0.3	0.686	0.589%	0.32	0.813	0.707%	

PENETRACION		MOLDE		1				2				3						
PENETRACION	mm	CARGA ESTANDAR (lb/pulg <sup>2</sup> )	CARGA				CARGA				CARGA							
			Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	
0.000			0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.025	0.64		12.50	27.56	9.19		7.10	14.90	4.97		6.50	14.33	4.78					
0.050	1.27		28.30	62.39	20.80		20.90	21.50	7.17		18.56	40.92	13.64					
0.075	1.91		43.60	96.12	32.04		37.70	28.20	9.40		35.00	77.16	25.72					
0.100	2.54	1000	57.20	126.10	42.03	41.31	4.13	53.60	118.17	39.39	39.83	3.98	48.56	107.06	35.69	31.87	3.19	
0.125	3.18		64.50	142.20	47.40			66.60	146.83	48.94			50.12	110.50	36.83			
0.150	3.81		81.30	179.24	59.75			71.10	156.75	52.25			60.55	133.49	44.50			
0.175	4.45		93.00	205.03	68.34			88.40	194.89	64.96			75.26	165.92	55.31			
0.200	5.08	1500	105.30	232.15	77.38	76.52	5.10	99.40	219.14	73.05	76.02	5.07	80.00	176.37	58.79	61.72	4.11	
0.300	7.62		142.00	313.06	104.35			138.20	304.68	101.56			115.00	253.53	84.51			
0.400	10.16		174.60	384.93	128.31			165.60	365.09	121.70			130.00	286.60	95.53			
0.500	12.70		196.90	434.09	144.70			191.20	421.52	140.51			120.00	264.55	88.18			

**Observaciones:**  
 - Normativa:  
 NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

**Mineyer Hernández Arca**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 152285



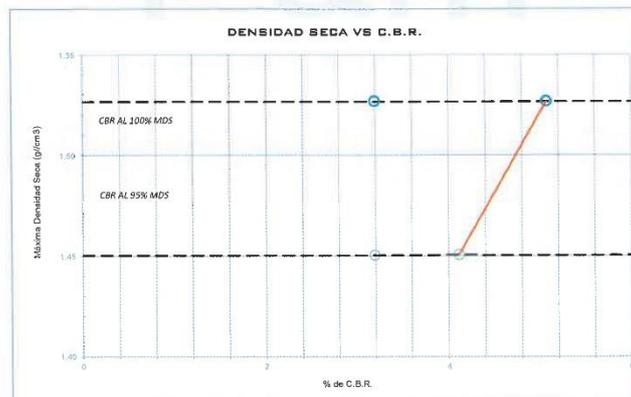
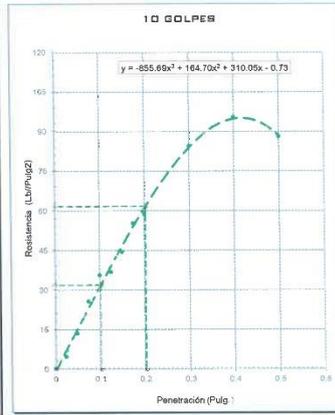
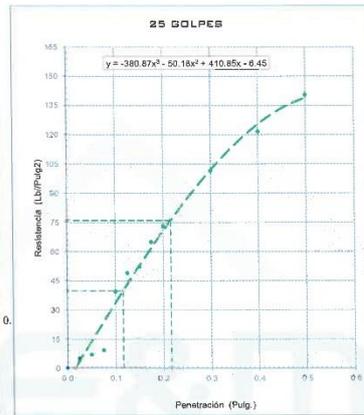
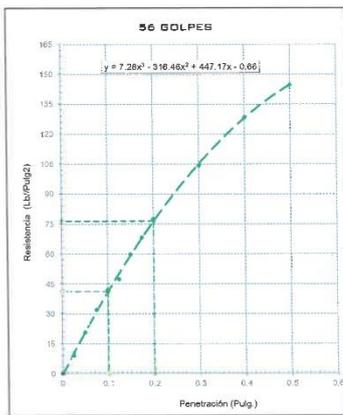
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	9.74
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.53
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.45

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	3.19
CBR al 95% de MDS (%)	3.19
CBR al 100%: 0.2"	5.07
CBR al 95% de MDS (%)	4.11



**Observaciones:**

.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fnengineeringnac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015

**Anexo 8. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA  
CALICATA N° 04**



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

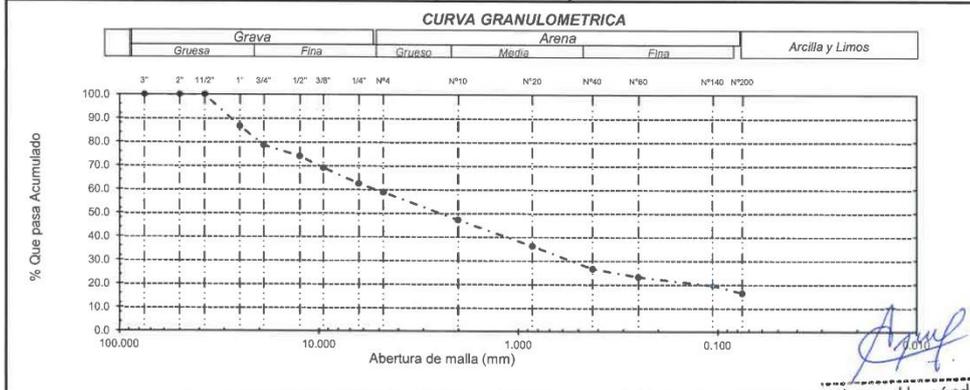
SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**PROYECTO :** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**SOLICITANTE :** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**UBICACIÓN :** Chontalí, - Jaén  
**FECHA :** 16/10/2023  
**ENSAYO :** SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129  
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**

Calicata: C-04 Muestra: E - 01 Profundidad: 0.30 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg		
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa			
3"	75.000	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	30	
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	21	
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	9	
1"	25.000	13.2	86.8			
3/4"	19.000	21.2	78.8			
1/2"	12.500	25.9	74.1			
3/8"	9.500	30.8	69.2			
1/4"	6.300	37.4	62.6			
Nº 4	4.750	41.1	58.9			
Nº 10	2.000	52.7	47.3			
Nº 20	0.850	63.7	36.3			
Nº 40	0.425	73.3	26.7			
Nº 60	0.250	76.7	23.3			
Nº 140	0.106	80.3	19.7			
Nº 200	0.075	83.5	16.5			
Distribución granulométrica				Clasificación (S.U.C.S.)		SC
% Grava	G.G. %	21.2	41.1	Descripción del suelo		Arena arcillosa con grava
	G.F. %	19.9		Clasificación (AASHTO)		A-2-4 (0)
% Arena	A.G. %	11.6	42.4	Descripción		BUENO
	A.M. %	20.6				
	A.F. %	10.2				
% Arcilla y Limo		16.5	16.5			
Total			100.0			
Contenido de Humedad (%)			9.69			



Observación:  
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

*Arca*  
**Mimoy Hernández Arca**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 152285



Ingeniería y Construcción S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto** : "Análisis en la subrasante de a trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante** : Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar** : Chontalí, - Jaén  
**Fecha de excavación** : 16/10/2023 C - 4  
**Fecha de muestreo** : 16/10/2023 **Nivel freático:** No se encontro

**CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO**  
**EXPLORACIÓN: C-04**

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	L.L	L.P	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1								Terreno Natural
0.2								
0.3								
0.4	1.20m	E-01	SC	9.69%	30	21	9	Profundidad de 0.30 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "SC", Arena arcillosa con grava, identificado en el sistema AASTHO, como A-2-4 (0), suelos de color marrón claro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

**Observaciones:**

M = Muestra  
C = Calicata  
S/M = Sin muestra

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cañamarca

941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Indecopi

N°00146584  
N°00146585



ISO 9001:2015



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de a trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

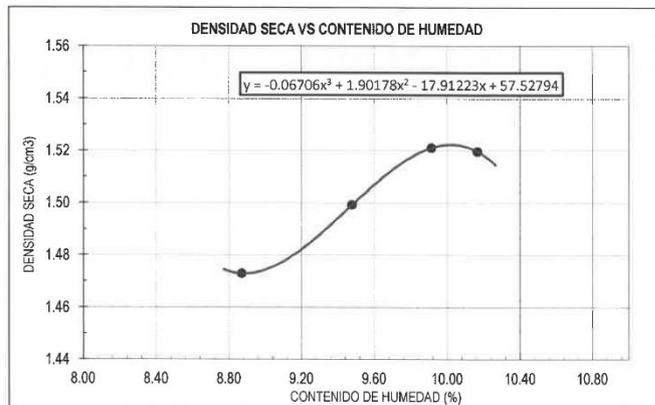
**Fecha:** 18/10/2023

**CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

<b>MUESTRA:</b>	C-4	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Terreno Existente
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	2123.40	2123.40	2123.40	2123.40
Peso de molde	g	7350	7350	7350	7350
Peso de la muestra compactada + molde	g	10755	10835	10900	10905
Peso del envase + suelo humedo	g	95.75	103.00	103.10	89.40
Peso del envase + suelo seco	g	89.00	95.01	94.81	82.20
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12.90	10.70	11.19	11.38

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.604	1.641	1.672	1.674
Peso del agua	g	6.8	8.0	8.3	7.2
Peso de suelo seco	g	76.1	84.3	83.62	70.82
<b>Contenido de humedad</b>	%	8.9	9.5	9.9	10.2
<b>Densidad seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.47	1.50	1.52	1.52



**RESULTADOS**

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )	1.52
O.C.H (%)	10.02

**Observaciones:**

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn·m/m<sup>2</sup>.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015





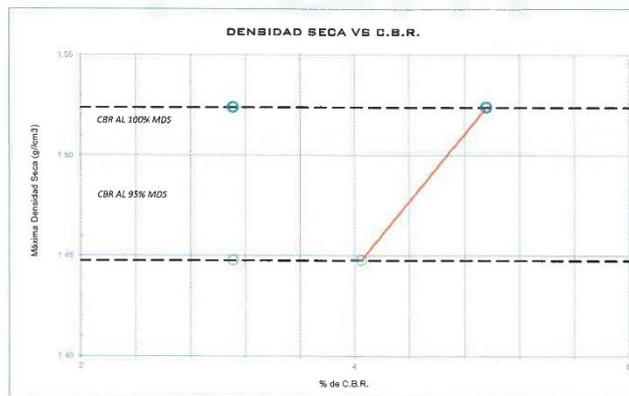
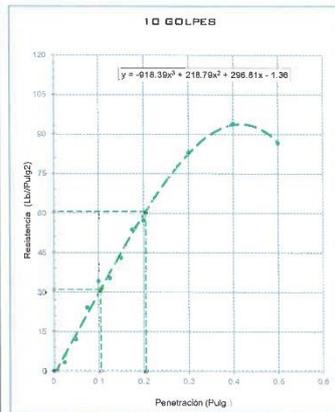
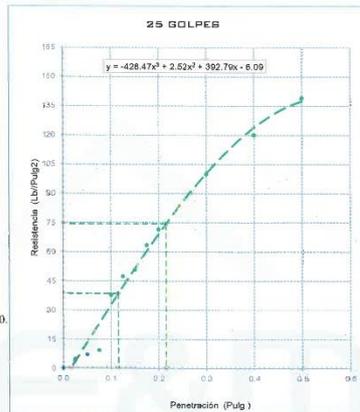
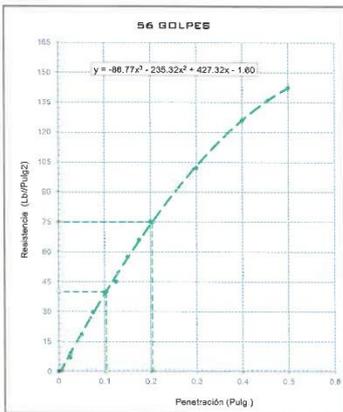
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10.02
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.52
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.45

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	3.11
CBR al 95% de MDS (%)	3.11
CBR al 100%: 0.2"	4.96
CBR al 95% de MDS (%)	4.05



**Observaciones:**

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancho S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015

**Anexo 9. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA  
CALICATA N° 05**



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

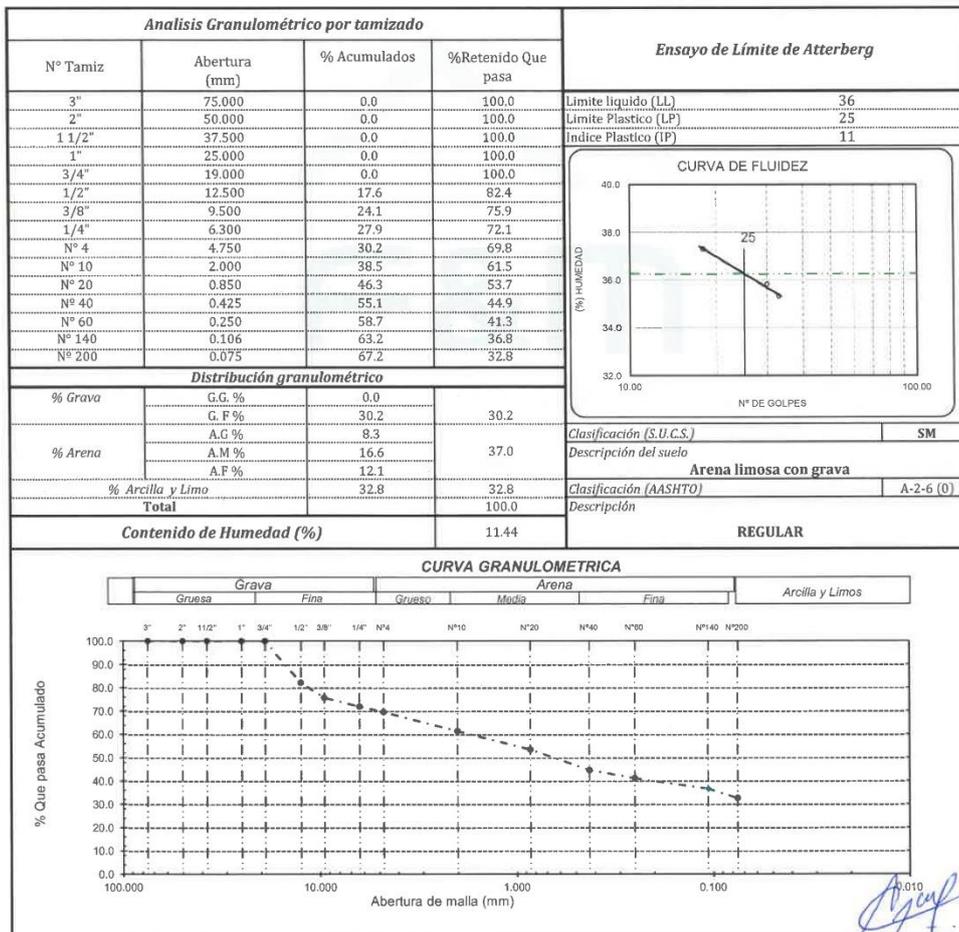
**PROYECTO** : "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarrilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**SOLICITANTE** : Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**UBICACIÓN** : Chontalí, - Jaén  
**FECHA** : 16/10/2023  
**ENSAYO** : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del sue! NTP.339.129  
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**

Calicata: C-05

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.20 - 1.50m



Observación:  
 - Muestreo realizado, por el Solicitante.

Mineyer Hernández Arca  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
 949327495



fmengineeringsac@gmail.com



Nº00146584

Nº00146585



Iso 9001:2015



Ingeniería y Construcción S.A.S.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto** : "Análisis en la subrasante de a trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante** : Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar** : Chontalí, - Jaén  
**Fecha de excavación** : 16/10/2023 C - 5  
**Fecha de muestreo** : 16/10/2023 **Nivel freático:** No se encontro

**CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO**  
**EXPLORACIÓN: C-05**

<b>CALICATA:</b>	C-05	<b>UBICACIÓN:</b>	Chontalí
------------------	------	-------------------	----------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	L.L	L.P	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1								Terreno natural
0.2								
0.3	1.30m	E-01	SM	11.44%	36	25	11	Profundidad de 0.20 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "SM", Arena limosa con grava, identificado en el sistema AASTHO, como A-2-6 (0), suelos de color marrón claro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra  
C = Calicata  
S/M = Sin muestra

**Minsyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cañar



941915761  
949327495



fmengineeringas@gmail.com



Indecopi

N°00146584  
N°00146585



ISO 9001:2015



Ingeniería y Construcción S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

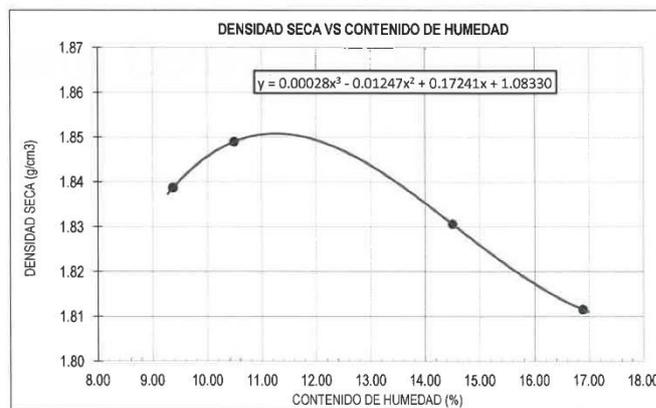
**Fecha:** 18/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-5	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Terreno Existente
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-------------------

DATOS						
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	939.81	939.81	939.81	939.81	939.81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6300	6330	6380	6400	6400
Peso del envase + suelo humedo	g	83.63	80.29	92.58	84.48	84.48
Peso del envase + suelo seco	g	77.55	73.85	82.30	74.10	74.10
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-04
Peso del envase	g	12.68	12.47	11.44	12.63	12.63

CÁLCULOS						
Densidad humeda	g/cm <sup>3</sup>	2.011	2.043	2.096	2.117	2.117
Peso del agua	g	6.1	6.4	10.3	10.4	10.4
Peso de suelo seco	g	64.87	61.4	70.86	61.47	61.47
<b>Contenido de humedad</b>	%	9.4	10.5	14.5	16.9	16.9
<b>Densidad seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.84	1.85	1.83	1.81	1.81



#### RESULTADOS

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )	1.84
O.C.H (%)	10.96

#### Observaciones:

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m<sup>3</sup>.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringssac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015





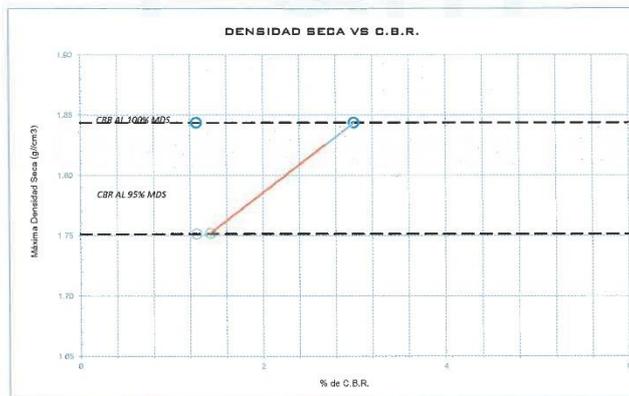
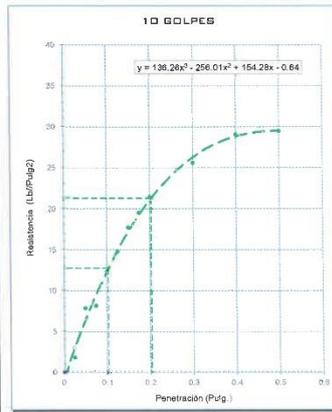
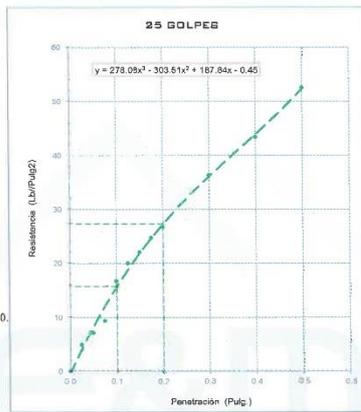
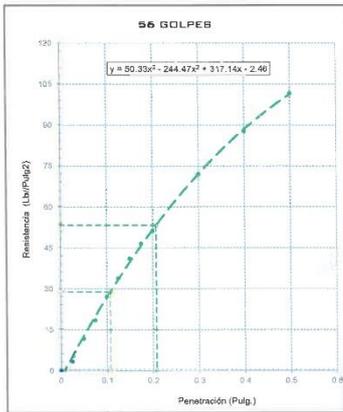
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10.96
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.84
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.75

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	1.27
CBR al 95% de MDS (%)	1.27
CBR al 100%: 0.2"	3.00
CBR al 95% de MDS (%)	1.42



**Observaciones:**

Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

*Asuf*  
**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015

**Anexo 10. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LA MUESTRA DE SUELO DE LA  
CALICATA N° 06**



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

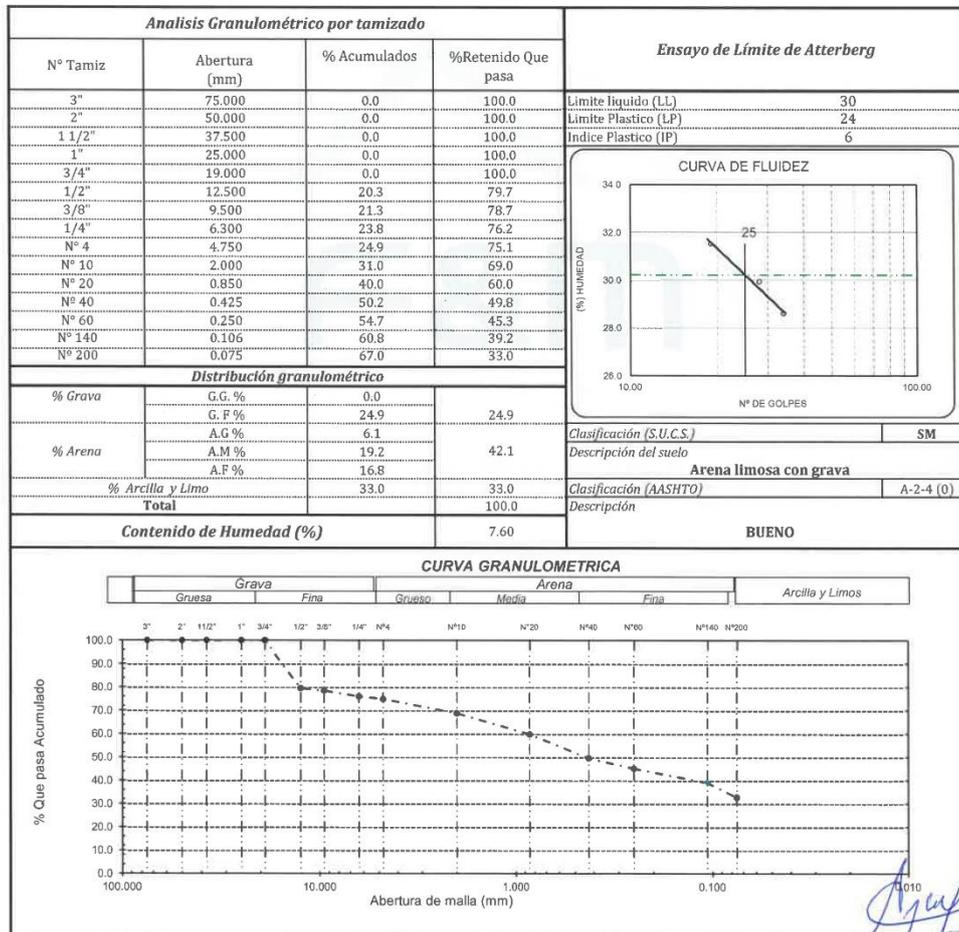
**PROYECTO :** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**SOLICITANTE :** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**UBICACIÓN :** Chontalí, - Jaén  
**FECHA :** 16/10/2023  
**ENSAYO :** SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129  
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**

Calicata: C-06

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.20 - 1.50m



Observación:  
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

Minayer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Nº 00146584



ISO 9001:2015



Ingeniería y Construcción S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto** : "Análisis en la subrasante de a trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarrilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante** : Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar** : Chontalí, - Jaén  
**Fecha de excavación** : 16/10/2023 C - 6  
**Fecha de muestreo** : 16/10/2023 **Nivel freático:** No se encontro

**CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO**  
**EXPLORACIÓN: C-06**

<b>CALICATA:</b>	C-06	<b>UBICACIÓN:</b>	Chontalí
------------------	------	-------------------	----------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	L.L	L.P	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1								Terreno natural
0.2								
0.3	1.30m	E-01	SM	7.60%	30	24	6	Profundidad de 0.20 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "SM", Arena limosa con grava, identificado en el sistema AASTHO, como A-2-4 (0), suelos de color marrón claro, suelo semi compacto, con un intermedio contenido de humedad natural e intermedio índice de plasticidad.
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

**Observaciones:**

M = Muestra  
C = Calicata  
S/M = Sin muestra

*Agustín*  
**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de a trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

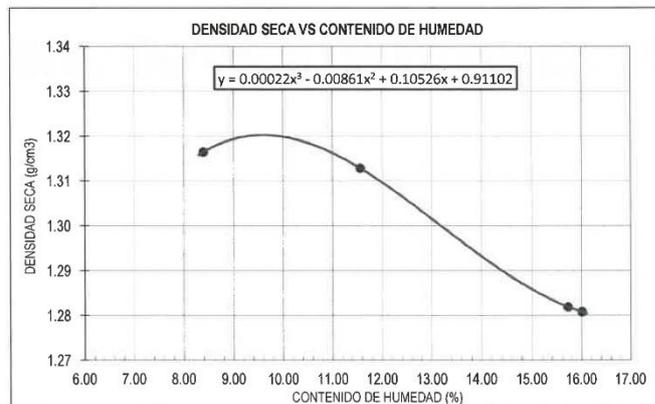
**Fecha:** 18/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-6	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Terreno Existente
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	-------------------

DATOS						
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	2123.40	2123.40	2123.40	2123.40	2123.40
Peso de molde	g	7350	7350	7350	7350	7350
Peso de la muestra compactada + molde	g	10380	10460	10500	10505	10505
Peso del envase + suelo humedo	g	92.66	86.50	95.80	90.03	90.03
Peso del envase + suelo seco	g	86.45	78.84	84.40	79.23	79.23
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-04
Peso del envase	g	12.49	12.62	11.92	11.78	11.78

CÁLCULOS						
Densidad humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.427	1.465	1.483	1.486	1.486
Peso del agua	g	6.2	7.7	11.4	10.8	10.8
Peso de suelo seco	g	73.96	66.2	72.48	67.45	67.45
<b>Contenido de humedad</b>	%	8.4	11.6	15.7	16.0	16.0
<b>Densidad seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.32	1.31	1.28	1.28	1.28



### RESULTADOS

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )	1.32
O.C.H (%)	9.77

### Observaciones:

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700 kN/m<sup>2</sup>.

**Miner Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de a trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar:** Chontalí, - Jaén  
**Fecha:** 23/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

**MUESTRA:** C-6 **CAPA:** M-1 **UBICACIÓN:** Terreno Existente

1. Datos:		1		2		3							
1.1 N° de molde	-	1		2		3							
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.21		15.279		15							
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.65		11.647		11.5							
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8510		7890		8720							
1.5 N° de capas	-	5		5		5							
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10							
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojor	Mojada	S/Mojor	Mojada	S/Mojor	Mojada						
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13000	13040	12460	12500	12310	12450						
2. Cálculo de contenido de humedad:		P-01		P-02		P-03		P-04		P-05		P-06	
2.1 Cápsula N°	-	P-01		P-02		P-03		P-04		P-05		P-06	
2.2 Peso de cápsula	g	11.89		11.30		13.33		12.53		19.38		22.41	
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	93.61		111.89		96.05		108.04		91.47		119.73	
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	80.94		97.86		89.14		94.39		85.05		107.98	
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	12.67		14.03		6.91		13.65		6.42		11.75	
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	69.05		86.56		75.81		81.86		65.67		85.57	
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	18.35		16.21		9.11		16.67		9.78		13.73	
3. Resultados:		1		2		3							
3.1 Área superficial del molde	pulg <sup>2</sup>	28.16		28.42		27.39							
3.2 Volúmen de suelo	cm <sup>3</sup>	2143.00		2143.00		2143.00							
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4490	4530	4570	4610	3590	3730						
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm <sup>3</sup>	2.095	2.114	2.133	2.151	1.675	1.741						
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm <sup>3</sup>	1.770	1.819	1.955	1.844	1.526	1.531						

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	1 Expansión			2 Expansión			3 Expansión		
				(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)	
19-Oct	04:30:00 p. m.	0	0.00	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-	
20-Oct	04:30:00 p. m.	24	0.04	0.099	0.085%	0.03	0.079	0.068%	0.05	0.127	0.110%	
21-Oct	04:30:00 p. m.	48	0.04	0.107	0.092%	0.03	0.084	0.072%	0.04	0.102	0.088%	
22-Oct	04:30:00 p. m.	72	0.04	0.109	0.094%	0.34	0.864	0.741%	0.50	1.270	1.104%	
23-Oct	04:30:00 p. m.	96	0.04	0.112	0.096%	0.4	0.889	0.763%	0.50	1.270	1.104%	

#### PENETRACION

MOLDE	PENETRACION	CARGA ESTANDAR (lb/pulg <sup>2</sup> )	1 CARGA				2 CARGA				3 CARGA							
			Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	
0.000			0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00					
0.025	0.64		8.70	19.18	6.39		7.80	14.90	4.97		7.00	15.43	5.14					
0.050	1.27		22.10	48.72	16.24		16.80	21.50	7.17		10.70	23.59	7.86					
0.075	1.91		37.40	82.45	27.48		26.70	28.20	9.40		21.10	46.52	15.51					
0.100	2.54	1000	52.80	116.40	38.80	39.99	4.00	36.40	80.25	26.75	27.27	2.73	26.80	59.08	19.69	22.57	2.26	
0.125	3.18		66.70	147.05	49.02			43.60	96.12	32.04			30.10	66.36	22.12			
0.150	3.81		74.70	164.69	54.90			52.70	116.18	38.73			44.12	97.27	32.42			
0.175	4.45		87.40	192.68	64.23			60.80	134.04	44.68			56.56	124.69	41.56			
0.200	5.08	1500	90.60	199.74	66.58	71.11	4.74	70.30	154.98	51.66	51.76	3.45	59.15	130.40	43.47	41.05	2.74	
0.300	7.62		131.10	289.03	96.34			93.20	205.47	68.49			64.85	142.97	47.66			
0.400	10.16		157.30	346.79	115.60			118.20	260.59	86.86			89.56	197.45	65.82			
0.500	12.70		190.00	418.88	139.63			137.80	303.80	101.27			90.15	198.75	66.25			

#### Observaciones:

- Normativa.  
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

**Mineyer Hernández Arca**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



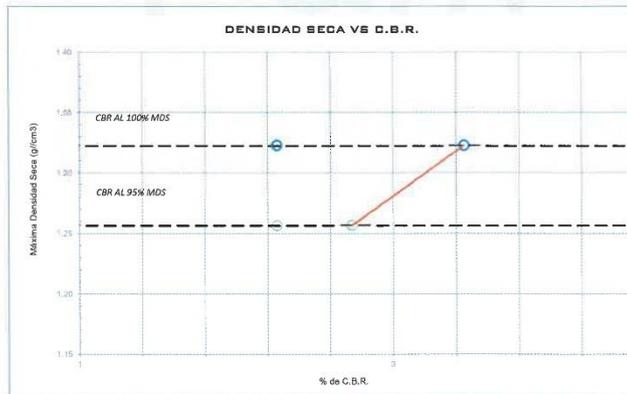
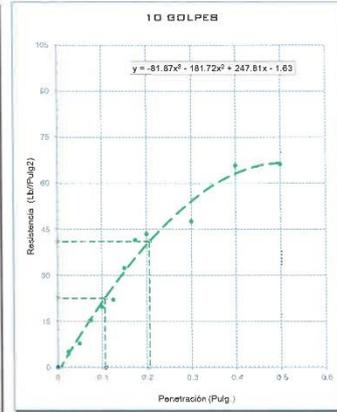
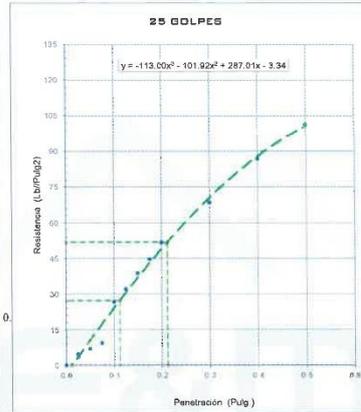
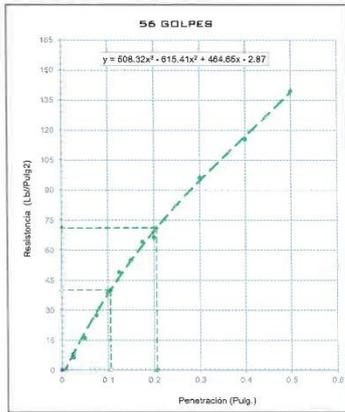
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	9.77
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.32
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.26

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	2.26
CBR al 95% de MDS (%)	2.26
CBR al 100%: 0.2"	3.45
CBR al 95% de MDS (%)	2.74



**Observaciones:**

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR. Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

*Asuf*

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineersac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



ISO 9001:2015

**Anexo 11. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE PROCTOR Y CBR DE LA  
MUESTRA DE SUELO DE LA CALICATA N°05 CON ADICIÓN DE CAL**





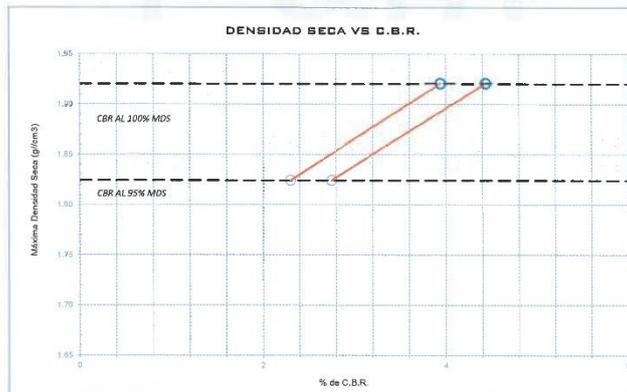
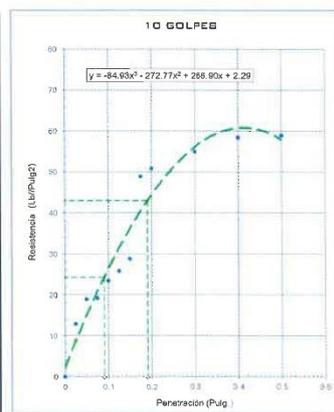
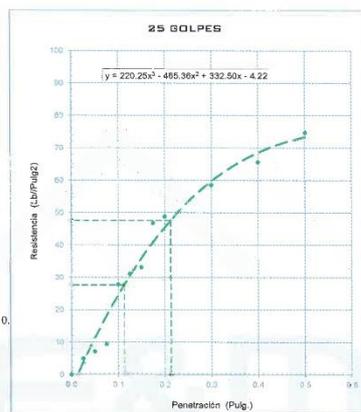
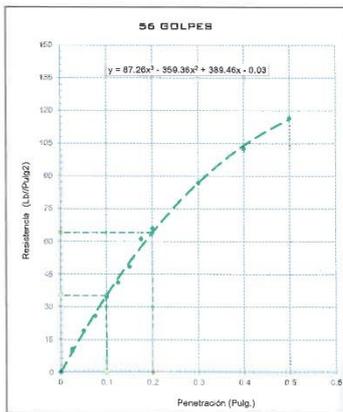
Ingeniería - Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	11.10
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.92
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.82

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	3.94
CBR al 95% de MDS (%)	2.30
CBR al 100%: 0.2"	4.43
CBR al 95% de MDS (%)	2.75



**Observaciones:**

.- Normativa,

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285

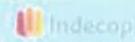


Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



ISO 9001:2015



Programa de Ingeniería Civil 2020  
Ingeniería - Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

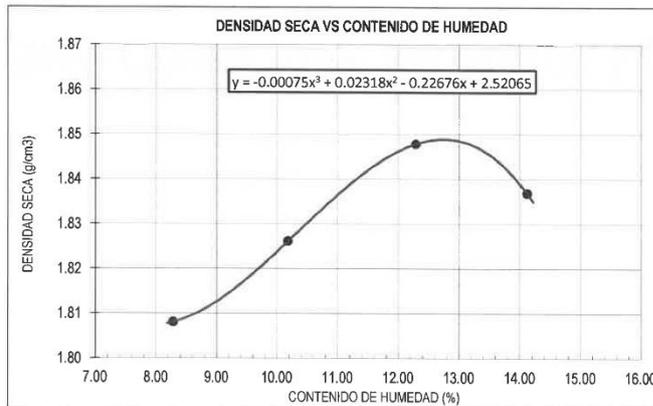
**Fecha:** 24/10/2023

**CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

<b>MUESTRA:</b>	C-5	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Suelo+5% Cal
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--------------

DATOS					
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	939.81	939.81	939.81	939.81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6250	6301	6360	6380
Peso del envase + suelo húmedo	g	602.60	492.30	524.60	625.80
Peso del envase + suelo seco	g	556.50	446.80	467.20	548.40
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	0.00	0.00	0.00	0.00

CÁLCULOS					
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.958	2.012	2.075	2.096
Peso del agua	g	46.1	45.5	57.4	77.4
Peso de suelo seco	g	556.5	446.8	467.2	548.4
<b>Contenido de humedad</b>	%	8.3	10.2	12.3	14.1
<b>Densidad seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.81	1.83	1.85	1.84



**RESULTADOS**

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )	1.84
O.C.H (%)	12.62

**Observaciones:**

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

*Agustín*  
**Miner Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringssac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Ingeniería - Construcción y Construcción  
Ingeniería - Construcción y Construcción

### SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontali, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar:** Chontali, - Jaén  
**Fecha:** 29/10/2023

## CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

**MUESTRA:** C-5      **CAPA:** M-1      **UBICACIÓN:** Suelo+5% Cal

1. Datos:							
1.1 N° de molde	-	1	2	3			
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.23	15.3	15			
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.64	11.3	11.5			
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	7721	8047	7690			
1.5 N° de capas	-	5	5	5			
1.6 N° de golpes por capa	-	56	25	10			
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	12403	12474	12654	12710	12056	12260
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	426.10	426.10	624.80	624.80	562.40	562.20
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	379.60	372.10	536.20	536.20	500.20	475.20
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	46.50	54.00	88.60	88.60	62.20	87.00
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	379.60	372.10	536.20	536.20	500.20	475.20
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.25	14.51	16.52	16.52	12.44	18.31
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg <sup>2</sup>	28.24	28.50	27.39			
3.2 Volúmen de suelo	cm <sup>3</sup>	2143.00	2143.00	2143.00			
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4602	4753	4607	4663	4366	4570
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm <sup>3</sup>	2.185	2.218	2.150	2.176	2.037	2.133
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm <sup>3</sup>	1.947	1.937	1.845	1.867	1.812	1.803

EXPANSION														
MOLDE			1				2				3			
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)				
25-Oct	02:00:00 p. m.	0	0.00	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-			
26-Oct	02:00:00 p. m.	24	0.17	0.432	0.371%	0.18	0.457	0.405%	0.20	0.508	0.442%			
27-Oct	02:00:00 p. m.	48	0.19	0.483	0.415%	0.19	0.483	0.427%	0.22	0.559	0.486%			
28-Oct	02:00:00 p. m.	72	0.21	0.533	0.458%	0.21	0.533	0.472%	0.25	0.635	0.552%			
29-Oct	02:00:00 p. m.	96	0.23	0.584	0.502%	0.24	0.610	0.539%	0.27	0.686	0.596%			

PENETRACION																	
MOLDE			1				2				3						
PENETRACION		CARGA ESTANDAR (lb/pulg <sup>2</sup> )	CARGA				CARGA				CARGA						
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00		
0.025	0.64		49.50	109.13	36.38			45.80	14.90	4.97			39.50	87.08	29.03		
0.050	1.27		61.00	134.48	44.83			56.40	21.50	7.17			47.70	105.16	35.05		
0.075	1.91		70.20	154.76	51.59			60.70	28.20	9.40			48.10	106.04	35.35		
0.100	2.54	1000	82.00	180.78	60.26	76.13	7.61	64.80	142.86	47.62	78.83	7.88	53.80	118.61	39.54	64.79	6.48
0.125	3.18		91.10	200.84	66.95			69.30	152.78	50.93			57.10	125.88	41.96		
0.150	3.81		100.90	222.45	74.15			72.10	158.95	52.98			61.12	134.75	44.92		
0.175	4.45		253.40	558.65	186.22			243.70	537.27	179.09			246.56	543.57	181.19		
0.200	5.08	1500	259.80	572.76	190.92	152.60	10.17	246.40	543.22	181.07	155.80	10.39	249.15	549.28	183.09	137.16	9.14
0.300	7.62		288.00	634.93	211.64			259.50	572.10	190.70			254.85	561.85	187.28		
0.400	10.16		309.40	682.11	227.37			269.10	593.26	197.75			259.56	572.23	190.74		
0.500	12.70		328.30	723.78	241.26			281.50	620.60	206.87			260.15	573.53	191.18		

**Observaciones:**  
- Normativa: NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



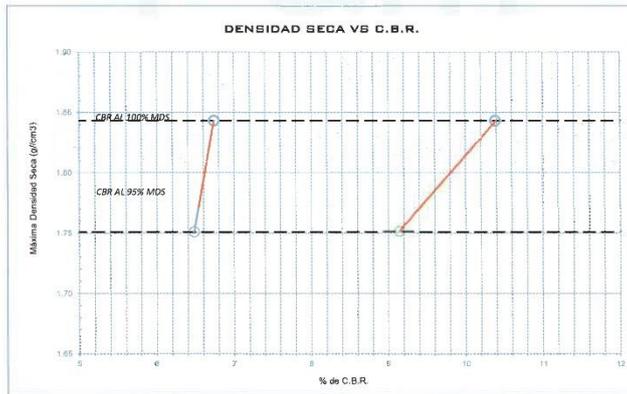
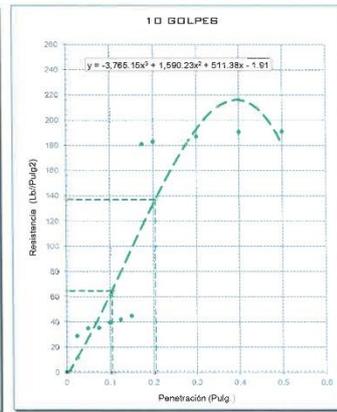
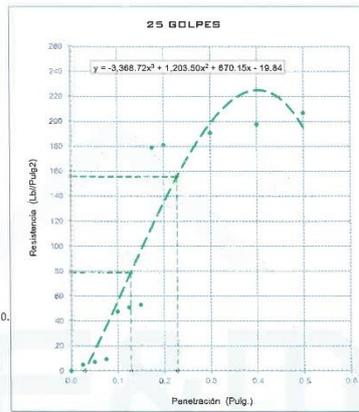
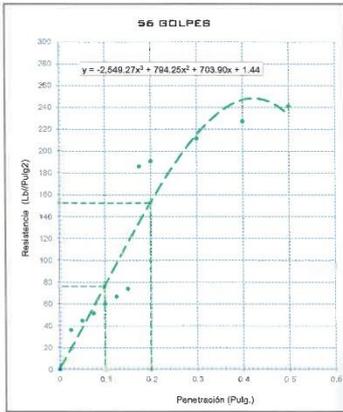
Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	12.62
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.84
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.75

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	6.74
CBR al 95% de MDS (%)	6.48
CBR al 100%: 0.2"	10.39
CBR al 95% de MDS (%)	9.14



Observaciones:  
- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285

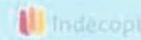


Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



N°001465B4  
N°001465B5



Iso 9001:2015



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

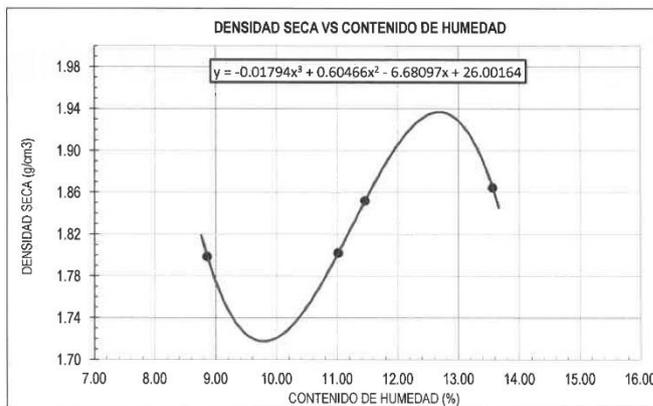
**Fecha:** 24/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-5	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Suelo+7% Cal
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--------------

DATOS						
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	939.81	939.81	939.81	939.81	939.81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6250	6290	6350	6400	6400
Peso del envase + suelo húmedo	g	718.80	682.40	705.20	621.20	621.20
Peso del envase + suelo seco	g	660.30	614.70	632.70	547.00	547.00
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-04
Peso del envase	g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CÁLCULOS						
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.958	2.000	2.064	2.117	2.117
Peso del agua	g	58.5	67.7	72.5	74.2	74.2
Peso de suelo seco	g	660.3	614.7	632.7	547	547
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>8.9</b>	<b>11.0</b>	<b>11.5</b>	<b>13.6</b>	<b>13.6</b>
<b>Densidad seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.80</b>	<b>1.80</b>	<b>1.85</b>	<b>1.86</b>	<b>1.86</b>



### RESULTADOS

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )
1.93
O.C.H (%)
12.68

### Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m<sup>3</sup>.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



ISO 9001:2015



Ingeniería - Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontali, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar:** Chontali, - Jaén  
**Fecha:** 29/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

**MUESTRA:** C-5 **CAPA:** M-1 **UBICACIÓN:** Suelo+7% Cal

**1. Datos:**

1.1 N° de molde	-	1	2	3			
1.2 Diámetro Interior de molde	cm	15.23	15.3	15			
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.64	11.3	11.5			
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8076	7189	8076			
1.5 N° de capas	-	5	5	5			
1.6 N° de golpes por capa	-	56	25	10			
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	12763	12821	11678	11821	12425	12628
<b>2. Cálculo de contenido de humedad:</b>							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	682.40	682.10	630.80	630.70	592.60	592.20
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	621.40	613.60	577.20	562.60	542.60	524.10
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	61.00	68.50	53.60	68.10	50.00	68.10
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	621.40	613.60	577.20	562.60	542.60	524.10
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	9.82	11.16	9.29	12.10	9.21	12.99
<b>3. Resultados:</b>							
3.1 Área superficial del molde	pulg <sup>2</sup>	28.24	28.50	27.39			
3.2 Volumen de suelo	cm <sup>3</sup>	2143.00	2143.00	2143.00			
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4687	4745	4489	4632	4349	4552
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm <sup>3</sup>	2.187	2.214	2.095	2.161	2.029	2.124
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm <sup>3</sup>	1.991	1.992	1.917	1.928	1.858	1.880

**EXPANSION**

MOLDE			1				2				3			
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)				
25-Oct	03:00:00 p. m.	0	0.00	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-			
26-Oct	03:00:00 p. m.	24	0.18	0.457	0.393%	0.19	0.483	0.427%	0.21	0.533	0.464%			
27-Oct	03:00:00 p. m.	48	0.20	0.508	0.436%	0.20	0.508	0.450%	0.23	0.584	0.508%			
28-Oct	03:00:00 p. m.	72	0.20	0.508	0.436%	0.22	0.559	0.495%	0.26	0.660	0.574%			
29-Oct	03:00:00 p. m.	96	0.24	0.610	0.524%	0.25	0.635	0.562%	0.28	0.711	0.618%			

**PENETRACION**

MOLDE			1						2						3					
PENETRACION		CARGA ESTANDAR (lb/pulg <sup>2</sup> )	CARGA						CARGA						CARGA					
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg <sup>2</sup>	Correc.	%			
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00					
0.025	0.64		34.50	76.06	25.35			30.80	14.90	4.97			29.50	65.04	21.68					
0.050	1.27		46.00	101.41	33.80			41.40	21.50	7.17			37.70	83.11	27.70					
0.075	1.91		55.20	121.70	40.57			45.70	28.20	9.40			38.10	84.00	28.00					
0.100	2.54	1000	67.00	147.71	49.24	70.33	7.03	49.80	109.79	36.60	73.77	7.38	43.80	96.56	32.19	63.20	6.32			
0.125	3.18		76.10	167.77	55.92			54.30	119.71	39.90			47.10	103.84	34.61					
0.150	3.81		85.90	189.38	63.13			57.10	125.88	41.96			51.12	112.70	37.57					
0.175	4.45		238.40	525.58	175.19			238.70	526.24	175.41			241.56	532.55	177.52					
0.200	5.08	1500	244.80	539.69	179.90	147.93	9.86	241.40	532.20	177.40	151.99	10.13	244.15	538.26	179.42	137.43	9.16			
0.300	7.62		288.00	634.93	211.64			259.50	572.10	190.70			254.85	561.85	187.28					
0.400	10.16		294.40	649.04	216.35			264.10	582.24	194.08			254.56	561.21	187.07					
0.500	12.70		313.30	690.71	230.24			276.50	609.58	203.19			255.15	562.51	187.50					

**Observaciones:**

- Normativa.  
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

*Mineyer Hernández Arca*  
**Mineyer Hernández Arca**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. 152285



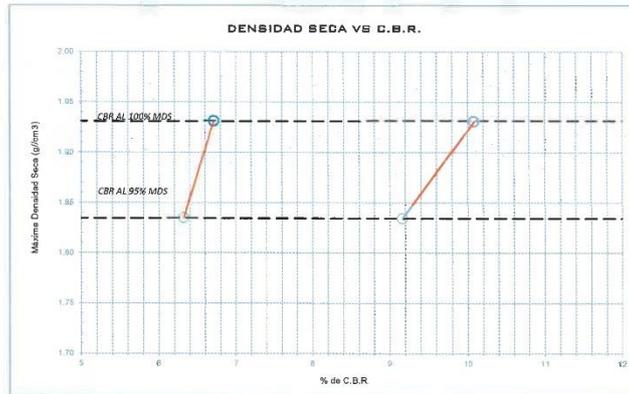
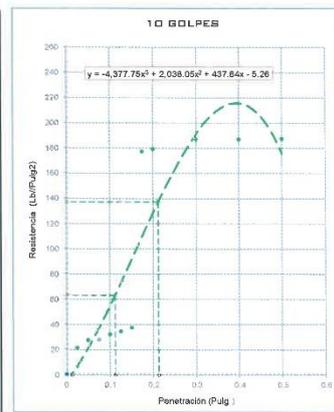
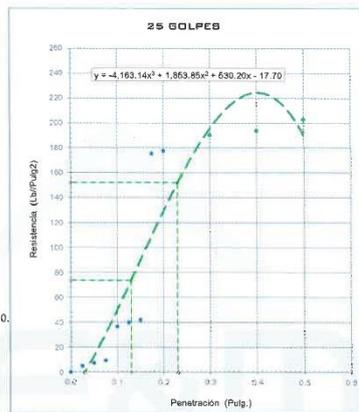
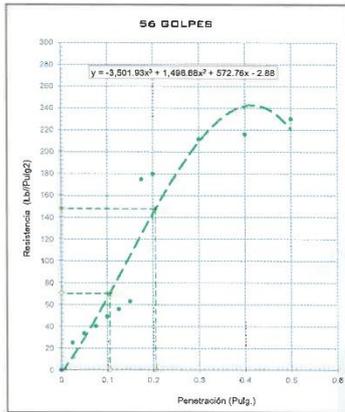
Ingeniería y Construcción S.A.S.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	12.68
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.93
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.83

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	6.71
CBR al 95% de MDS (%)	6.32
CBR al 100%: 0.2"	10.08
CBR al 95% de MDS (%)	9.16



**Observaciones:**

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

*Aguel*

Mineyer Hernández Arca  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



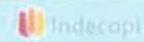
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmil.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Ingeniería y Construcción SAC  
Ingeniería - Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

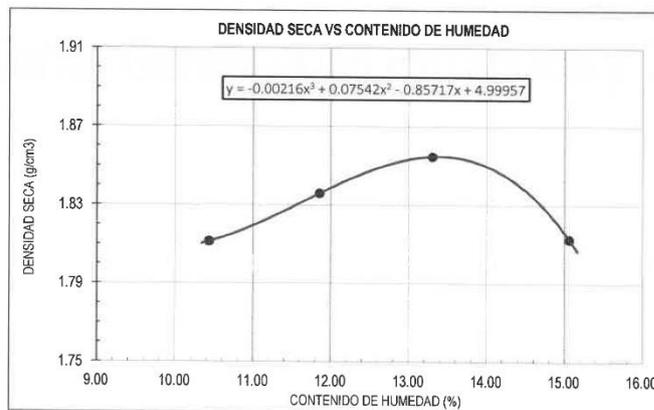
**Fecha:** 24/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-5	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Suelo+9% Cal
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--------------

DATOS					
Volumen de molde	cm <sup>3</sup>	939.81	939.81	939.81	939.81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6290	6340	6385	6370
Peso del envase + suelo húmedo	g	425.30	560.40	561.00	516.80
Peso del envase + suelo seco	g	385.10	501.00	495.12	449.15
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	0.00	0.00	0.00	0.00

CÁLCULOS					
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.000	2.054	2.101	2.086
Peso del agua	g	40.2	59.4	65.9	67.7
Peso de suelo seco	g	385.1	501.0	495.12	449.15
<b>Contenido de humedad</b>	%	<b>10.4</b>	<b>11.9</b>	<b>13.3</b>	<b>15.1</b>
<b>Densidad seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.81</b>	<b>1.84</b>	<b>1.85</b>	<b>1.81</b>



### RESULTADOS

M.D.S (g/cm <sup>3</sup> )	1.86
O.C.H (%)	13.42

### Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m<sup>3</sup>.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585

Iso 9001:2015





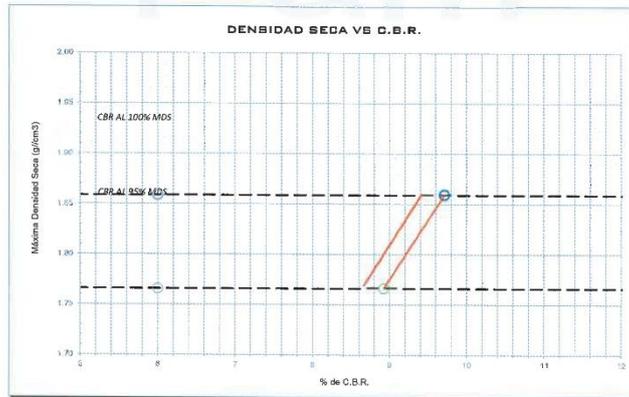
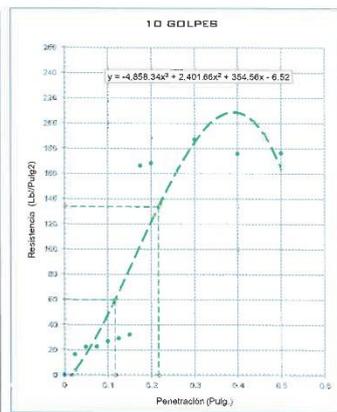
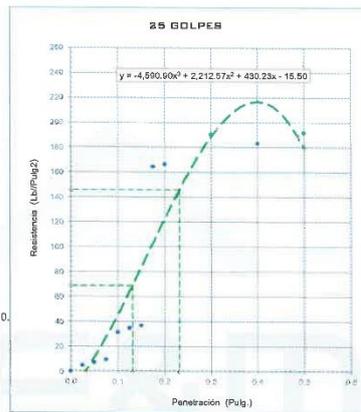
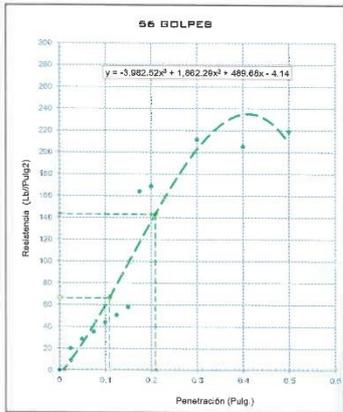
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	13.42
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.86
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.77

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	6.00
CBR al 95% de MDS (%)	5.97
CBR al 100%: 0.2"	9.71
CBR al 95% de MDS (%)	8.92



**Observaciones:**

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR. Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

**Mineyer Hernández Arca**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. 152285

**Anexo 12. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE PROCTOR Y CBR DE LA  
MUESTRA DE SUELO DE LA CALICATA N°05 CON ADICIÓN DE 5% DE CAL  
+ CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ**



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarrilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

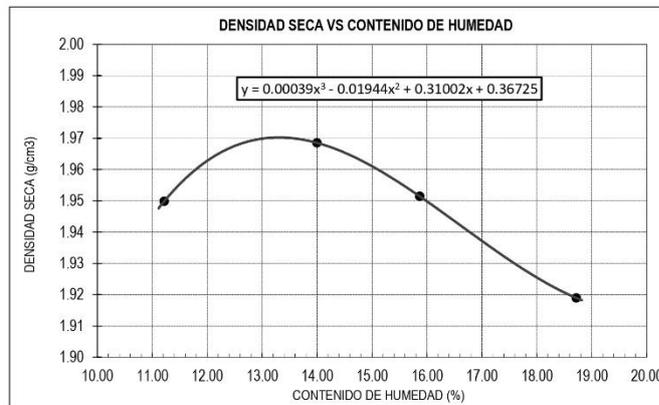
**Fecha:** 30/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-5	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Suelo+5% Cal+2% Ceniza de cascara de arroz
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--

DATOS					
Volumen de molde	cm3	939.81	939.81	939.81	939.81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6448	6519	6535	6551
Peso del envase + suelo humedo	g	69.32	76.23	72.48	86.17
Peso del envase + suelo seco	g	63.65	68.30	64.50	74.65
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	13.10	11.65	14.21	13.10

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm3	2.169	2.244	2.261	2.278
Peso del agua	g	5.7	7.9	8.0	11.5
Peso de suelo seco	g	50.55	56.7	50.29	61.55
<b>Contenido de humedad</b>	%	11.2	14.0	15.9	18.7
<b>Densidad seca</b>	g/cm3	1.95	1.97	1.95	1.92



### RESULTADOS

M.D.S (g/cm3)

1.97

O.C.H (%)

13.28

### Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m3.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495

fmengincingsac@gmail.com

Indecopi

Nº00146584

Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontali, usando ceniza de cascarrilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar:** Chontali, - Jaén  
**Fecha:** 04/11/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA: C-5 CAPA: M-1 UBICACIÓN: Suelo+5% Cal+2% Ceniza de cascara de arroz

1. Datos:									
1.1 N° de molde	-	1			2			3	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.24			15.24			15.24	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.64			11.64			11.64	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	7250			7105			6780	
1.5 N° de capas	-	5			5			5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56			25			10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada		S/Mojar	Mojada		S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	11400	11560		10965	11255		10345	10745
2. Cálculo de contenido de humedad:									
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02		P-03	P-04		P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	15.97	19.11		18.23	10.48		14.95	16.35
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	58.26	104.68		64.64	87.16		65.18	99.46
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	52.08	90.41		58.04	73.95		57.85	81.98
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	6.18	14.27		6.60	13.21		7.33	17.48
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	36.11	71.30		39.81	63.47		42.90	65.63
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	17.11	20.01		16.58	20.81		17.09	26.63
3. Resultados:									
3.1 Área superficial del molde	pulg <sup>2</sup>	28.27			28.27			28.27	
3.2 Volumen de suelo	cm <sup>3</sup>	2143.00			2143.00			2143.00	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4150	4310		3860	4150		3565	3965
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm <sup>3</sup>	1.937	2.011		1.801	1.937		1.664	1.850
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm <sup>3</sup>	1.654	1.676		1.545	1.603		1.421	1.461

EXPANSION											
MOLDE		1				2				3	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL Pulg	Expansión (mm) (%)	
31-Oct	01:00:00 p. m.	0	0.00	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01-Nov	01:00:00 p. m.	24	0.17	0.432	0.371%	0.18	0.457	0.393%	0.20	0.508	0.436%
02-Nov	01:00:00 p. m.	48	0.19	0.483	0.415%	0.19	0.483	0.415%	0.22	0.559	0.480%
03-Nov	01:00:00 p. m.	72	0.21	0.533	0.458%	0.21	0.533	0.458%	0.25	0.635	0.546%
04-Nov	01:00:00 p. m.	96	0.23	0.584	0.502%	0.24	0.610	0.524%	0.27	0.686	0.589%

PENETRACION																				
MOLDE		CARGA ESTANDAR (lb/pulg <sup>2</sup> )	1						2				3							
PENETRACION pulgadas	mm		CARGA Lectura		lb		lb/pulg <sup>2</sup>		CARGA Lectura		lb		lb/pulg <sup>2</sup>		CARGA Lectura		lb		lb/pulg <sup>2</sup>	
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
0.025	0.64		12.50	27.56	9.19			8.50	14.90	4.97			6.50	14.33	4.78			5.50	12.50	4.50
0.050	1.27		34.50	76.06	25.35			27.50	21.50	7.17			24.50	54.01	18.00			21.50	48.50	14.50
0.075	1.91		71.50	157.63	52.54			63.50	28.20	9.40			51.50	113.54	37.85			48.50	108.50	31.50
0.100	2.54	1000	128.50	283.29	94.43	96.67	9.67	98.50	217.16	72.39	83.87	8.39	94.50	208.34	69.45	70.68	7.07	91.50	203.50	67.50
0.125	3.18		141.50	311.95	103.98			122.50	270.07	90.02			106.50	234.79	78.26			98.50	223.50	73.50
0.150	3.81		170.50	375.89	125.30			152.50	336.20	112.07			126.50	278.88	92.96			112.50	253.50	81.50
0.175	4.45		201.50	444.23	148.08			176.50	389.12	129.71			136.50	300.93	100.31			122.50	281.50	85.50
0.200	5.08	1500	222.50	490.53	163.51	160.00	10.67	187.50	413.37	137.79	132.27	8.82	161.50	356.05	118.68	114.17	7.61	148.50	331.50	103.50
0.300	7.62		254.50	561.08	187.03			200.50	442.03	147.34			176.50	389.12	129.71			162.50	361.50	111.50
0.400	10.16		285.50	629.42	209.81			221.50	488.32	162.77			196.50	433.21	144.40			182.50	406.50	131.50
0.500	12.70		304.50	671.31	223.77			282.50	622.81	207.60			206.50	455.25	151.75			202.50	446.50	149.50

**Observaciones:**  
.- Normativa.  
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152285



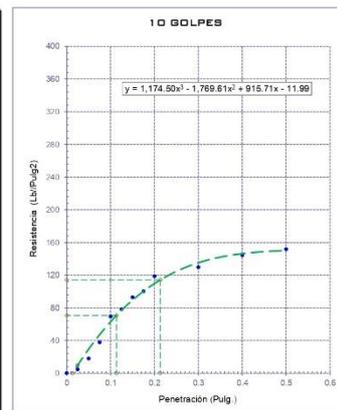
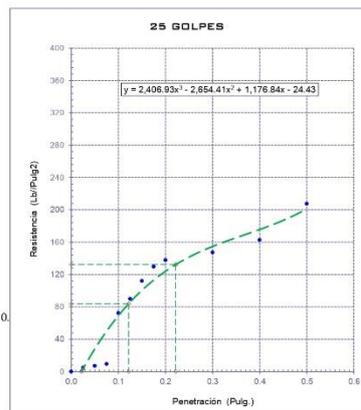
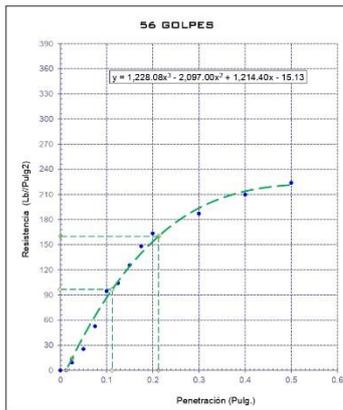
Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	13.28
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.97
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.87

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	13.18
CBR al 95% de MDS (%)	11.85
CBR al 100%: 0.2"	16.02
CBR al 95% de MDS (%)	11.99



Observaciones:  
.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152285



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

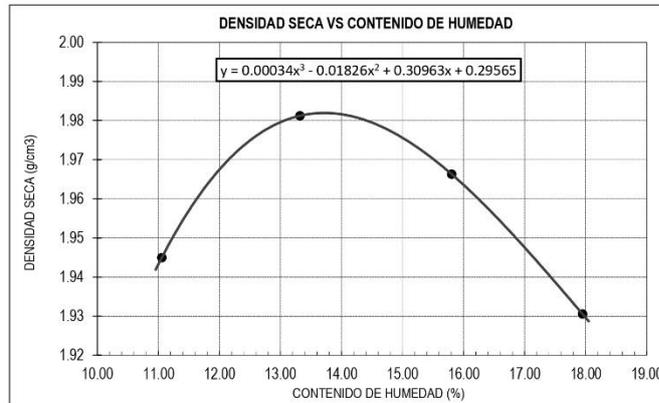
**Fecha:** 30/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-5	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Suelo+5% Cal+4% Ceniza de cascara de arroz
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--

DATOS					
Volumen de molde	cm3	939.81	939.81	939.81	939.81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6440	6520	6550	6550
Peso del envase + suelo humedo	g	69.25	75.85	72.45	86.12
Peso del envase + suelo seco	g	63.65	68.30	64.50	75.00
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	13.00	11.62	14.20	13.05

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm3	2.160	2.245	2.277	2.277
Peso del agua	g	5.6	7.6	8.0	11.1
Peso de suelo seco	g	50.65	56.7	50.3	61.95
<b>Contenido de humedad</b>	%	11.1	13.3	15.8	17.9
<b>Densidad seca</b>	g/cm3	1.94	1.98	1.97	1.93



### RESULTADOS

M.D.S (g/cm3)

1.98

O.C.H (%)

13.79

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152265

### Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m3.



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com

Indecopi

Nº00146584

Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontali, usando ceniza de cascarrilla de arroz y cal, Jaén 2023"  
**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos  
**Lugar:** Chontali, - Jaén  
**Fecha:** 04/11/2023

## CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA: C-5

CAPA: M-1

UBICACIÓN: Suelo+5% Cal+4% Ceniza de cascara de arroz

### 1. Datos:

1.1 N° de molde	-	1	2	3			
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.25	15.25	15.25			
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.65	11.65	11.65			
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	7252	7107	6782			
1.5 N° de capas	-	5	5	5			
1.6 N° de golpes por capa	-	56	25	10			
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	11402	11562	10966	11256	10346	10746

### 2. Cálculo de contenido de humedad:

2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	15.97	19.11	18.23	10.48	14.95	16.35
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	58.27	104.69	64.65	87.17	65.19	99.47
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	52.09	90.42	58.05	73.96	57.85	81.99
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	6.18	14.27	6.60	13.21	7.34	17.48
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	36.12	71.31	39.82	63.48	42.90	65.64
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	17.11	20.01	16.57	20.81	17.11	26.63

### 3. Resultados:

3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.31	28.31	28.31			
3.2 Volumen de suelo	cm3	2143.00	2143.00	2143.00			
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4150	4310	3859	4149	3564	3964
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.937	2.011	1.801	1.936	1.663	1.850
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.654	1.676	1.545	1.603	1.420	1.461

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	1			2			3		
			DIAL Pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL Pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL Pulg	Expansión (mm)	(%)
31-Oct	02:00:00 p. m.	0	0.00	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01-Nov	02:00:00 p. m.	24	0.19	0.483	0.414%	0.20	0.508	0.436%	0.21	0.533	0.458%
02-Nov	02:00:00 p. m.	48	0.20	0.508	0.436%	0.21	0.533	0.458%	0.23	0.584	0.501%
03-Nov	02:00:00 p. m.	72	0.22	0.559	0.480%	0.22	0.559	0.480%	0.26	0.660	0.567%
04-Nov	02:00:00 p. m.	96	0.24	0.610	0.523%	0.25	0.635	0.545%	0.28	0.711	0.610%

### PENETRACION

PENETRACION	MOLDE	CARGA ESTANDAR (lb/pulg2)	1				2				3						
			Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00		
0.025	0.64		26.50	58.42	19.47			22.50	14.90	4.97			20.50	45.19	15.06		
0.050	1.27		48.50	106.92	35.64			41.50	21.50	7.17			38.50	84.88	28.29		
0.075	1.91		85.50	188.50	62.83			77.50	28.20	9.40			65.50	144.40	48.13		
0.100	2.54	1000	142.50	314.16	104.72	103.47	10.35	112.50	248.02	82.67	91.83	9.18	108.50	239.20	79.73	77.66	7.77
0.125	3.18		155.50	342.82	114.27			136.50	300.93	100.31			120.50	265.66	88.55		
0.150	3.81		184.50	406.75	135.58			166.50	367.07	122.36			140.50	309.75	103.25		
0.175	4.45		215.50	475.10	158.37			190.50	419.98	139.99			150.50	331.80	110.60		
0.200	5.08	1500	236.50	521.39	173.80	168.91	11.26	201.50	444.23	148.08	143.25	9.55	175.50	386.91	128.97	123.37	8.22
0.300	7.62		268.50	591.94	197.31			214.50	472.89	157.63			190.50	419.98	139.99		
0.400	10.16		299.50	660.28	220.09			235.50	519.19	173.06			210.50	464.07	154.69		
0.500	12.70		318.50	702.17	234.06			296.50	653.67	217.89			220.50	486.12	162.04		

### Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495

[fmengineering@gmail.com](mailto:fmengineering@gmail.com)

Indecopi N°00146584  
N°00146585  
 Iso 9001:2015



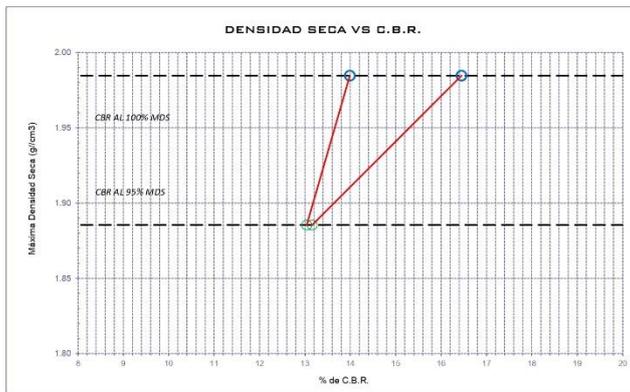
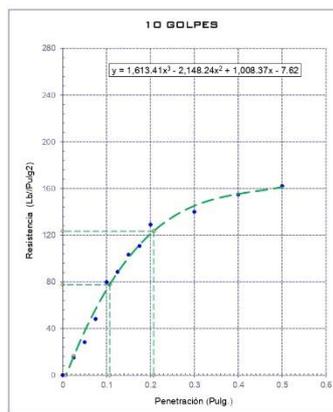
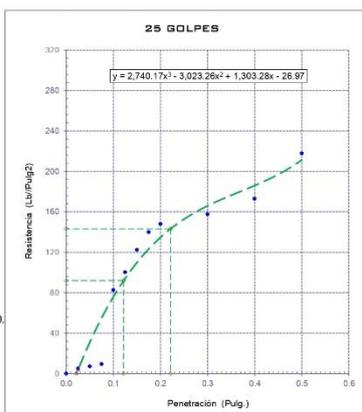
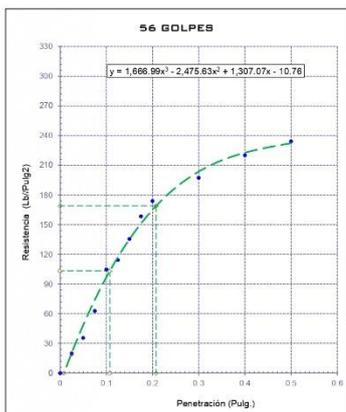
Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	13.79
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.98
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.89

DATOS DEL CBR	
CBR al 100% de 0.1"	13.99
CBR al 95% de MDS (%)	13.04
CBR al 100% de 0.2"	16.45
CBR al 95% de MDS (%)	13.16



Observaciones:  
.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495

[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)

Indecopi N°00146584  
N°00146585  
 Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

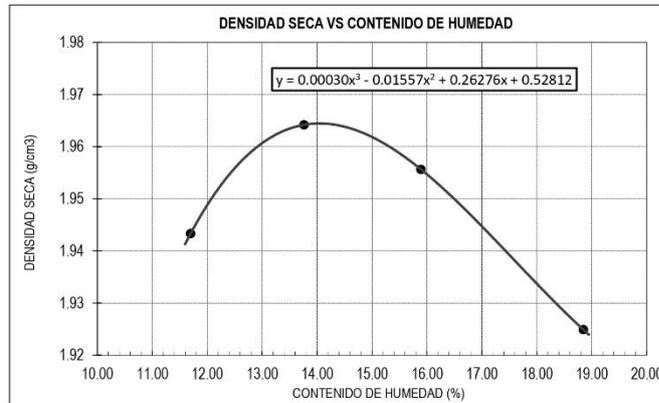
**Fecha:** 30/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-5	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Suelo+5% Cal+6% Ceniza de cascara de arroz
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--

DATOS					
Volumen de molde	cm3	939.81	939.81	939.81	939.81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6450	6510	6540	6560
Peso del envase + suelo humedo	g	69.66	76.14	72.52	86.30
Peso del envase + suelo seco	g	63.72	68.33	64.52	74.70
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12.94	11.58	14.18	13.15

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm3	2.171	2.234	2.266	2.288
Peso del agua	g	5.9	7.8	8.0	11.6
Peso de suelo seco	g	50.78	56.8	50.34	61.55
<b>Contenido de humedad</b>	%	11.7	13.8	15.9	18.8
<b>Densidad seca</b>	g/cm3	1.94	1.96	1.96	1.92



### RESULTADOS

M.D.S (g/cm3)
1.98
O.C.H (%)
14.59

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152285

### Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m3.





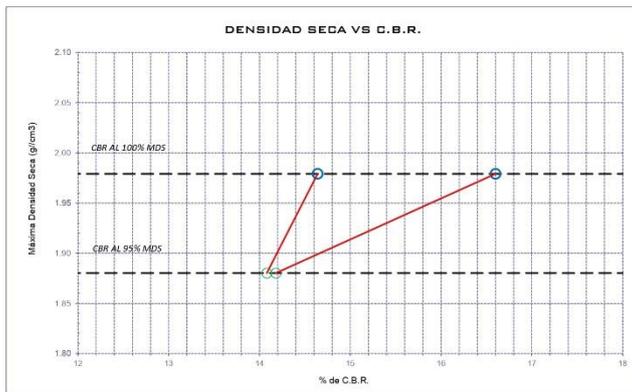
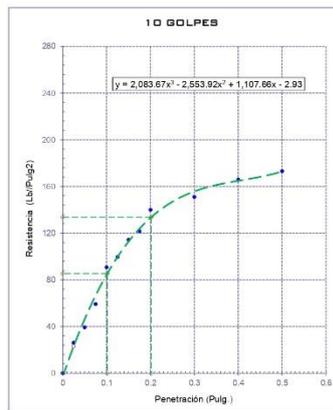
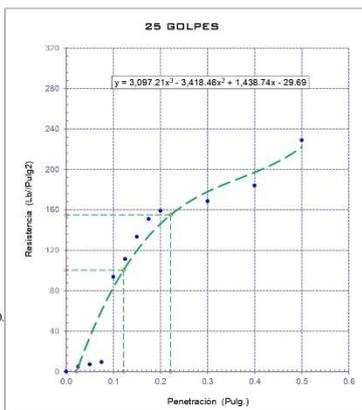
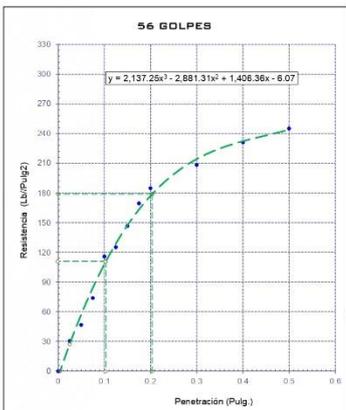
Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	14.59
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.98
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.88

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	14.64
CBR al 95% de MDS (%)	14.08
CBR al 100%: 0.2"	16.60
CBR al 95% de MDS (%)	14.18



Observaciones:  
.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152285



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Proyecto:** "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023"

**Solicitante:** Paredes Barrantes, Luis Alberto - Villalobos Flores, Juan Carlos

**Lugar:** Chontalí, - Jaén

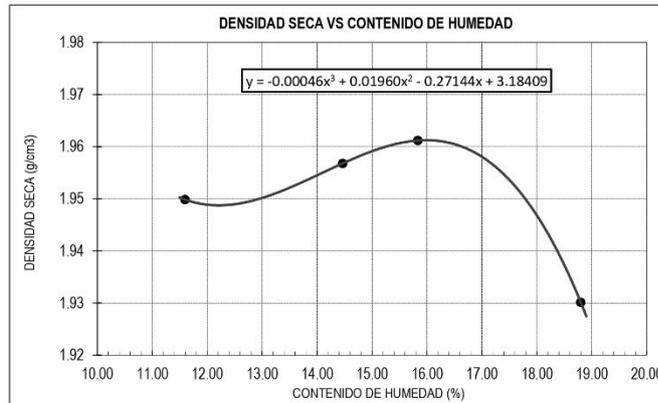
**Fecha:** 30/10/2023

### CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

<b>MUESTRA:</b>	C-5	<b>CAPA:</b>	M-1	<b>MATERIAL:</b>	Suelo+5% Cal+8% Ceniza de cascara de arroz
-----------------	-----	--------------	-----	------------------	--

DATOS					
Volumen de molde	cm3	939.81	939.81	939.81	939.81
Peso de molde	g	4410	4410	4410	4410
Peso de la muestra compactada + molde	g	6455	6515	6545	6565
Peso del envase + suelo humedo	g	69.66	76.55	72.52	86.30
Peso del envase + suelo seco	g	63.72	68.33	64.52	74.70
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12.50	11.50	14.00	13.00

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm3	2.176	2.240	2.272	2.293
Peso del agua	g	5.9	8.2	8.0	11.6
Peso de suelo seco	g	51.22	56.8	50.52	61.7
<b>Contenido de humedad</b>	%	11.6	14.5	15.8	18.8
<b>Densidad seca</b>	g/cm3	1.95	1.96	1.96	1.93



### RESULTADOS

M.D.S (g/cm3)

1.98

O.C.H (%)

16.44

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152285

### Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m3.

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495

fengineering@sac@gmail.com

Indecopi  
N°00146584  
N°00146585  
  
ISO  
Iso 9001:2015





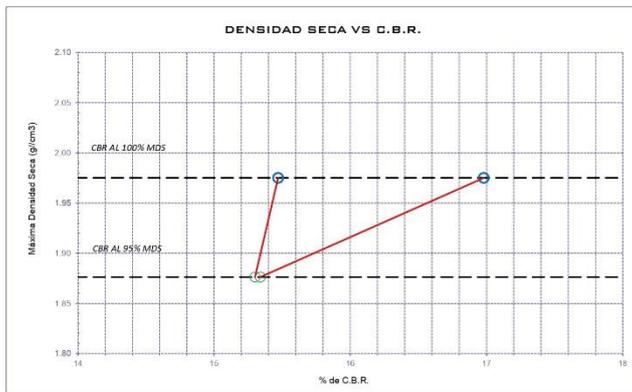
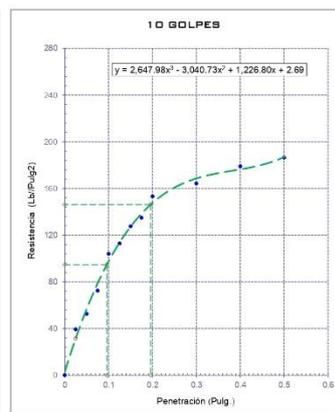
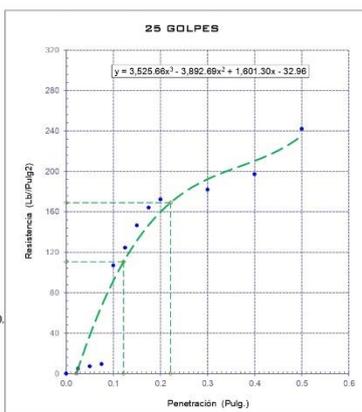
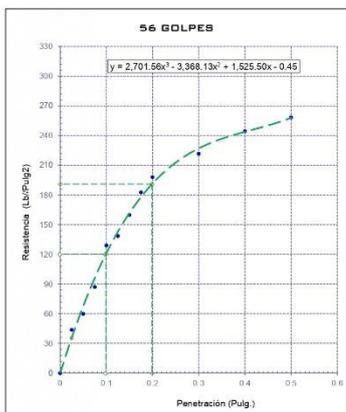
Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	16.44
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.98
95% MDS (g/cm <sup>3</sup> )	1.88

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	15.47
CBR al 95% de MDS (%)	15.30
CBR al 100%: 0.2"	16.98
CBR al 95% de MDS (%)	15.34



Observaciones:  
.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. 152285

**Anexo 13. REGISTRO DE PROPIEDAD INDUSTRIAL DE LABORATORIO**



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por  
CARLOS SALAZAR Sergio José Pérez FAU  
20130405.53 hard  
Fecha: 11/04/2023 17:25:56-0500

# Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

**CERTIFICADO N° 00146584**

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008785-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 37 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004591-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Servicios de construcción



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:z036ner2zm

Pág. 1 de 1



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por  
CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Pierre FAU  
20133840533 hard  
Fecha: 11/04/2023 17:25:59-0500

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

### CERTIFICADO N° 00146585

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008786-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 42 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004590-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Estudios de mecánica de suelos



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:vl2q0d0p6m

Pág. 1 de 1

## **Anexo 14. CERTIFICACIÓN ISO DE LABORATORIO**



# CERTIFICATE

*This is to certify that the Quality Management System of*

## F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION

MZA, C LOTE, 11 SEC. PUEBLO LIBRE – JAEN – JAEN – CAJAMARCA – PERÚ.

*has been assessed and found to conform to the requirements of*

## ISO 9001:2015

*This Certificate is valid for the following scope*

SOIL MECHANICS, CONCRETE AND ASPHALT AND GEOTECHNICAL EXPLORATION  
LABORATORY SERVICES.

Certificate No.	:AMER11653
Registration Date	:24/06/2023
Issue Date	:28/06/2023
Expiry Date	:23/06/2024
Recertification Date	:23/06/2026



*Director*

AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD

Key Location: 1910 Thomas Ave, Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA  
Operations Office: D 303, 104, Nisarg plaza, Bhumkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune 411057



For verification and updated information concerning the present certificate, please visit [www.americocert.com](http://www.americocert.com). The Certificate is valid for period of 3 years subject to satisfactory annual surveillance audit. This Certificate is the property of Americo Quality Standards Registech Pvt Ltd. & shall be returned immediately when demanded.

**Anexo 15. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS  
PARA TODOS LOS ENSAYOS**



## LABORATORIO DE METROLOGIA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2102-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION  
DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN  
FECHA : 2023/01/31  
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA - PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 30 kg  
N° DE SERIE : 8354661311 DIV. DE ESCALA ( d ) 0.001 kg  
MODELO : R21PE30ZH DIV. DE VERIFICACIÓN ( e ) 0.010 kg  
TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO DE LA BALANZA NO INDICA  
CLASE III CAPACIDAD MÍNIMA 0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 333, 334, 335, 336-CM-M-2022

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

#### INSPECCIÓN VISUAL

	TIENE	ESCALA	NO TIENE
AJUSTE DE CERO	TIENE	NO TIENE	
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	25.1	24.9		70	70

Medición N°	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
	I ( kg )	ΔL ( kg )	E ( kg )	I ( kg )	ΔL ( kg )	E ( kg )
1	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
2	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0002	0.0003
3	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
4	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001
5	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001
6	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0009	0.0006
7	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0004	0.0001
9	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006
10	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

Carga ( kg )	Diferencia Máxima ( kg )	E.M.P. ( kg )
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0005	0.003

#### OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	24.9	24.9

	Inicial	Final
	70	70

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (kg)	
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)
1	0.010	0.010	0.0005	0.0000	10.000	10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.002
3		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
4		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0007	-0.0002	0.0000	0.002
5		0.010	0.0006	-0.0001		10.000	0.0006	-0.0001	0.0000	0.002

\* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

#### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final	Inicial	Final	Final
Temp. °C	25.0	24.9	70	70	70

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.20	0.20	0.0080	-0.0075						
0.50	0.50	0.0070	-0.0065	0.0010	0.50	0.0006	-0.0001	0.0074	0.001
0.10	0.10	0.0070	-0.0065	0.0010	0.10	0.0002	0.0003	0.0078	0.001
0.50	0.50	0.0080	-0.0075	0.0000	0.50	0.0008	-0.0003	0.0072	0.001
1.00	1.00	0.0005	0.0000	0.0075	1.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.001
5.00	5.00	0.0009	-0.0004	0.0071	5.00	0.0008	-0.0003	0.0072	0.001
10.00	10.00	0.0007	-0.0002	0.0073	10.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.002
15.00	15.00	0.0007	-0.0002	0.0073	15.00	0.0005	0.0000	0.0075	0.002
20.00	20.00	0.0007	-0.0002	0.0073	20.00	0.0005	0.0000	0.0075	0.002
25.00	25.00	0.0005	0.0000	0.0075	25.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.003
30.00	30.00	0.0009	-0.0004	0.0071	30.00	0.0009	-0.0004	0.0071	0.003

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:  $U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$

Revisado por:  
Eler Pozo S  
Dpto. Metrología

Calibrado por:  
Javier Negrón C.  
Dpto. Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3673 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*



## LABORATORIO DE METROLOGIA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2101-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION  
DIRECCION : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN  
FECHA : 2022/01/31  
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 6200 g  
Nº DE SERIE : C213945170 DIV. DE ESCALA (d) 0.1 g  
MODELO : SPX6201ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 1 g  
TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO NO INDICA  
CLASE III CAPACIDAD MÍNIMA 2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 335-CM-M-2022 / 336-CM-M-2022

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	26.7	26.7		67	67

Medición Nº	Carga L1 = 3000.00 g			Carga L2 = 6000.00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
2	3000.00	0.080	-0.030	5999.90	0.040	-0.090
3	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
4	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
5	2999.90	0.040	-0.090	5999.90	0.050	-0.100
6	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
7	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
8	3000.00	0.060	-0.010	5999.90	0.030	-0.080
9	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
10	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.00	0.080	0.03
6000.00	0.080	0.03

#### OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilidad de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*

### LABORATORIO DE METROLOGIA

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)	
	Carga Mínima* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2	1.00	1.00	0.080	-0.030	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.060	0.02
3	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
4	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
5	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02

\* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

#### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Carga L (g)	CRECIENTES					DECRECIENTES					E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)			
2.00	2.00	0.070	-0.020	0.000	2.00	0.070	-0.020	0.000	0.01		
10.00	10.00	0.070	-0.020	0.000	10.00	0.070	-0.020	0.000	0.01		
100.00	100.00	0.080	-0.030	-0.010	100.00	0.070	-0.020	0.000	0.01		
500.00	500.00	0.070	-0.020	0.000	499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.01		
1000.00	999.90	0.040	-0.090	-0.070	999.90	0.020	-0.070	-0.050	0.01		
1500.00	1499.90	0.050	-0.100	-0.080	1499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02		
2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	1999.90	0.030	-0.080	-0.060	0.02		
3000.00	3000.00	0.070	-0.020	0.000	3000.00	0.060	-0.010	0.010	0.02		
4000.00	4000.10	0.090	0.060	0.080	4000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02		
5000.00	5000.10	0.090	0.060	0.080	5000.20	0.090	0.160	0.180	0.03		
6000.00	6000.00	0.070	-0.020	0.000	6000.00	0.070	-0.020	0.000	0.03		

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Revisado por:  
Eler Pozo S  
Dpto. Metrologia

Calibrado por:  
Javier Negrón C.  
Dpto. Metrologia





**LABORATORIO DE TEMPERATURA**  
**LT-1446-2023**

Página 1 de 4

<b>Solicitante</b>	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION	<p>Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.</p> <p>P Y S EQUIPOS E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Dirección</b>	MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN - JAEN	
<b>Equipo</b>	HORNO	
<b>Marca</b>	PYS EQUIPOS	
<b>Modelo</b>	STHZ-2A	
<b>Serie</b>	2205138	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	N/I	
<b>Ventilación</b>	FORZADA	
<b>Ubicación</b>	Laboratorio de Temperatura de PyS Equipos E.I.R.L.	
<b>Instr.de medida</b>	Termómetro	
<b>Alcance</b>	50°C hasta 300°C	
<b>Resolución</b>	0.1 °C	
<b>Marca</b>	N/I	
<b>Selector</b>	Digital	
<b>Alcance</b>	50°C hasta 300°C	
<b>Div. Escala</b>	0.1 °C	
<b>Marca</b>	N/I	
<b>Carga</b>	N/I	
<b>Fecha de calibración</b>	2023-05-29	
<b>Lugar</b>	Laboratorio de Temperatura de PyS Equipos E.I.R.L. Calle 4, Mz F1 Lt.5 Urb. Virgen del Rosario "S.M.P" - Lima Perú	
<b>Método utilizado</b>	Método de comparación según el PC-018 2da edición, junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermicos con aire como medio termóstatico" publicada por el snm/INDECOPI.	



*EPP*

Revisado y firmado digitalmente por:  
Eler Pozo S.  
Dpto. Metrología

Calibrado y firmado digitalmente por:  
Javier Nearon C.  
Dpto. Metrología



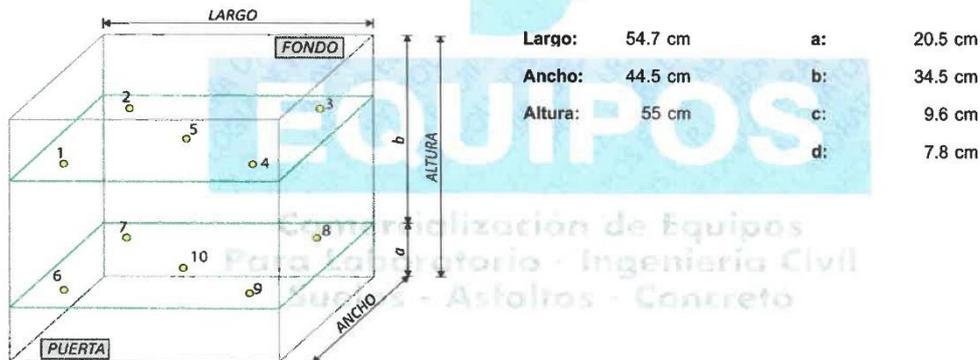
**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	28.9	29.4
Humedad Relativa (%)	63	60

**Patrones de referencia:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Cert. de calibración
Lab. De temperatura de DSI PERÚ AUTOMATION	Termómetro de indicación digital Lutron con sensor tipo "T", resolución 0.1°C, Incertidumbre de 0.12 °C	T-0030-2023
Lab. De Temperatura y humedad METROIL	Termohigrómetro digital con incertidumbres 0.3°C / 2.8%	1AT - 1184 - 2023

**Distribución de los termopares dentro del medio isotermico**



Los termopares 5 y 10 se encuentran ubicados al centro de sus respectivos niveles

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a "C" cm de las paredes laterales y a "D" cm del frente y fondo de la estufa

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado
- T.MAX: Temperatura máxima
- T.MIN: Temperatura mínima
- DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo



Resultados de medición

Temperatura de trabajo	Posición del controlador/Selector	Tiempo de calentamiento estabilización	Control de temperatura
110°C ± 5°C	110°C	3 horas	Electrónico

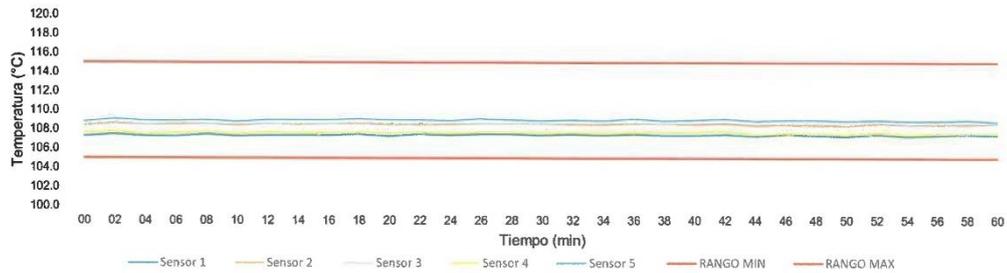
Tiempo (min)	T ind. (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
00	110	107.3	108.4	108.5	107.6	108.8	111.5	112.3	113.3	115.1	112.5	110.5	7.8
02	110	107.5	108.6	108.7	107.8	109.1	111.9	112.4	113.6	115.6	112.9	110.8	8.1
04	110	107.3	108.5	108.5	107.5	108.9	111.5	112.2	113.3	115.1	112.4	110.5	7.8
06	110	107.3	108.6	108.5	107.6	108.9	111.6	112.4	113.3	115.2	112.7	110.6	7.9
08	110	107.5	108.6	108.6	107.7	109.0	111.7	112.4	113.5	115.3	112.7	110.7	7.8
10	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.8	111.6	112.2	113.3	115.2	112.6	110.5	7.9
12	110	107.4	108.6	108.6	107.7	109.0	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.7	7.9
14	110	107.4	108.5	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.4	115.2	112.6	110.6	7.8
16	110	107.4	108.6	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.4	115.2	112.7	110.6	7.8
18	110	107.5	108.6	108.7	107.7	109.1	111.8	112.5	113.5	115.4	112.8	110.8	7.9
20	110	107.3	108.5	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.5	115.2	112.8	110.6	7.9
22	110	107.5	108.5	108.6	107.7	109.0	111.7	112.4	113.5	115.2	112.6	110.7	7.7
24	110	107.4	108.5	108.6	107.6	108.9	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.6	7.9
26	110	107.5	108.6	108.6	107.7	109.1	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.7	7.8
28	110	107.5	108.6	108.6	107.7	109.0	111.7	112.3	113.4	115.4	112.8	110.7	7.9
30	110	107.4	108.6	108.6	107.6	108.9	111.7	112.3	113.4	115.3	112.7	110.7	7.9
32	110	107.5	108.5	108.6	107.7	109.0	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.7	7.8
34	110	107.4	108.5	108.6	107.6	108.9	111.6	112.3	113.4	115.3	112.7	110.6	7.9
36	110	107.5	108.6	108.7	107.7	109.1	111.8	112.5	113.5	115.4	112.9	110.8	7.9
38	110	107.4	108.6	108.6	107.7	108.9	111.6	112.3	113.4	115.3	112.6	110.6	7.9
40	110	107.4	108.5	108.6	107.7	109.0	111.7	112.3	113.4	115.3	112.6	110.7	7.9
42	110	107.5	108.6	108.7	107.8	109.1	111.8	112.5	113.6	115.5	112.7	110.8	8.0
44	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.9	111.5	112.2	113.2	115.1	112.5	110.5	7.8
46	110	107.5	108.5	108.6	107.6	109.0	111.7	112.5	113.5	115.5	112.7	110.7	8.0
48	110	107.4	108.4	108.6	107.6	109.0	111.7	112.1	113.4	115.2	112.7	110.6	7.8
50	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.9	111.6	112.2	113.3	115.1	112.6	110.5	7.8
52	110	107.5	108.6	108.7	107.7	109.0	111.8	112.5	113.5	115.5	112.9	110.8	8.0
54	110	107.3	108.5	108.5	107.5	108.9	111.5	112.2	113.3	115.2	112.5	110.5	7.9
56	110	107.4	108.5	108.6	107.6	108.9	111.7	112.3	113.4	115.3	112.8	110.7	7.9
58	110	107.5	108.5	108.6	107.6	109.0	111.7	112.2	113.5	115.2	112.7	110.7	7.7
60	110	107.4	108.6	108.6	107.6	108.8	111.5	112.4	113.4	115.1	112.5	110.6	7.7
<b>T.PROM</b>	110.0	107.4	108.5	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.4	115.3	112.7		
<b>T.MAX</b>	110	107.5	108.6	108.7	107.8	109.1	111.9	112.5	113.6	115.6	112.9		
<b>T.MIN</b>	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.8	111.5	112.1	113.2	115.1	112.4		
<b>DTT</b>	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5		

Parametro	Valor (°C)	Incertidumbre
Máxima Temperatura medida	115.6	0.2
Mínima Temperatura medida	107.3	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.9	0.2
Estabilidad Medida (+/-)	0.2	0.0
Uniformidad medida	8.1	0.2

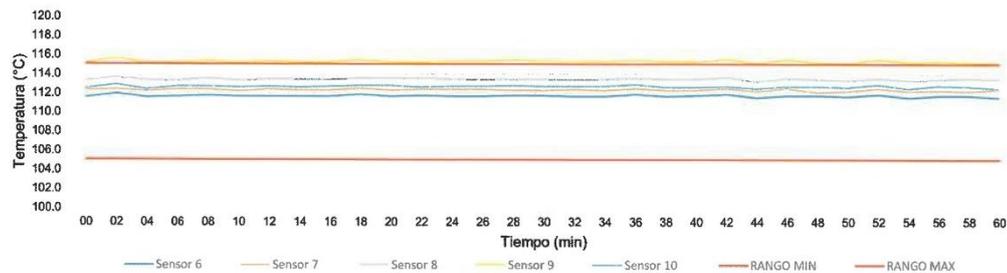


Distribución de la temperatura

**Gráfico de temperatura plano superior**



**Gráfico de temperatura plano inferior**



Suelos - Asfaltos - Concreto

**Incertidumbre:**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.  
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**Observaciones:**

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

**FIN DEL DOCUMENTO**

## LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquin - Bellavista - Callao  
(+51 1) 562 1263 Cel: 986 654 547 - 943 827 118  
www.pinzuar.com.co

# PINZUAR®

LABORATORIO DE METROLOGÍA

NA-6987-001 R0

Página 1 de 2

## Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN - JAEN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE DIGITAL

Marca : PINZUAR

Procedencia : Colombia

Modelo : PS-111

Identificación : No presenta

Serie : 0323

Fecha de calibración : 2023-07-18

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de medición del dimensionamiento del equipo con patrones calibrados acreditados por PINZUAR LTDA.

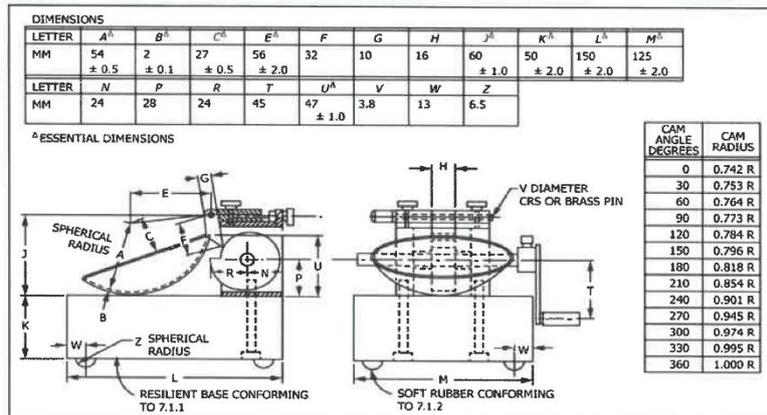
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en el Laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. Sucursal del Perú.  
Calle Ricardo Palma N° 998 Urb. San Joaquin Bellavista - Callao.

5. OBSERVACIONES

El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / MTC E 110-2000

6. REFERENCIAS DE MEDICIÓN ASTM D 4318



Ing. Felix Jaramillo Castillo

Metrólogo del Laboratorio de Metrología.  
PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ

(\*) Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.**

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Cailao  
(+51 1) 562 1263 Cel: 986 654 547 - 943 827 118  
www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología****NA-6987-001 R0**

Página 2 de 2

**7. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	50,9 %h.r.	50,0 %h.r.

**8. TRAZABILIDAD**

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

Equipo de Medición	Código de Identificación	Certificado de Calibración
Pie de Rey de 300 mm- Interiores	015201P	L-25931-002
Pie de rey de 150 mm- Exteriores	015202P	L-23351-001
Profundímetro Digital de 150 mm	025204P	L-25931-003
Balanza Digital 10200 g x 0,01 g	021202P	M-29430-001

**9. RESULTADOS**

Mediciones realizadas en partes donde indiquen una tolerancia.  
Los resultados son el promedio realizado de 5 mediciones

Letras	Características	Resultado	Incertidumbre
N.A.	Peso de la copa y el soporte	4006,67 g	0,25 g
E	Distancia del eje de rotación al eje central de la copa	56,26 mm	0,17 mm
B	Espesor de la copa	1,95 mm	0,11 mm
J	Profundidad de la copa	59,91 mm	0,16 mm
K	Altura de la base	49,80 mm	0,16 mm
M	Ancho de la base	150,82 mm	0,20 mm
L	Longitud de la base	125,66 mm	0,31 mm

-----  
Fin del Certificado

# PyS

## EQUIPOS

Comercialización de Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelos, Concreto, Asfalto, Tamices, Mantenimiento y Calibración

# CERTIFICADO DE CALIDAD

*El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.*

### **ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:**

**Norma de ensayo: ASTM D- 1883.**

### **DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:**

**Punto de Extensión: 50.8 Milímetros.**

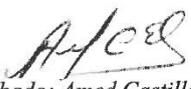
**NOMBRE DEL PRODUCTO: TRÍPODE DE EXPANSIÓN PARA CBR.**

**MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.**

**CODIGO DEL PRODUCTO: PYS142**

**SERIE DEL PRODUCTO: 330**

**FECHA: 23/05/2023**

  
Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad

**PyS**  
**EQUIPOS**

 Calle 4, Mz F1 Lt 05 Urb. Virgen del Rosario – SMP – Lima.  
 (511) 5220723  
 945183033 / 970055989 / 945181317  
 [ventas@pvs.pe](mailto:ventas@pvs.pe); [apoza@pvs.pe](mailto:apoza@pvs.pe); [vsalazar@pvs.pe](mailto:vsalazar@pvs.pe)  
 [www.pvs.pe](http://www.pvs.pe)

 [www.facebook.com/pvsequi/](https://www.facebook.com/pvsequi/)  
 [www.instagram.com/pvsequipos\\_eirl/](https://www.instagram.com/pvsequipos_eirl/)  
 [www.tiktok.com/@pvsquipos\\_eirl](https://www.tiktok.com/@pvsquipos_eirl)

**LABORATORIO DE METROLOGIA**  
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL-514-2023**

Página 1 de 2

Solicitante : **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**  
Dirección : **MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA – JAEN.**  
Instrumento de Medición : **COMPARADOR DE CUADRANTES**  
Fabricante : **BAKER**  
Modelo : **K50**  
Serie : **EJC884**  
Alcance de Identificación : **0 – 1”**  
División de Escala : **0.001”**  
Tipo : **Analógico**  
Lugar de Calibración : **Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.**  
Fecha de Calibración : **2023-01-31**  
Fecha de emisión : **2023-01-31**

**Método de calibración empleado**

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

**CONDICIONES AMBIENTALES**

	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>
Temperatura	23.7°C	23.7°C
Humedad Relativa	65%	65%

**INCERTIDUMBRE**

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 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%.



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)  
Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)

**"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."**

### TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-033-2022

### RESULTADO DE MEDICION

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1.5-1	0.0984	0.0988	0.0004
5	0.1968	0.1972	0.0004
5-1.5-1	0.2953	0.2956	0.0003
10	0.3937	0.3940	0.0003
10-1.5-1	0.4921	0.4924	0.0003
10-5	0.5906	0.5908	0.0002
10-5-1.5-1	0.6889	0.6892	0.0003
20	0.7874	0.7876	0.0002
20-1.5-1	0.8858	0.8862	0.0004
20-5	0.9843	0.9846	0.0003

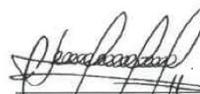
Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
5	Pulg	Pulg	Pulg
	0.1968	0.1972	0.0004
	0.1968	0.1972	0.0004
	0.1968	0.1972	0.0004
	0.1968	0.1972	0.0004

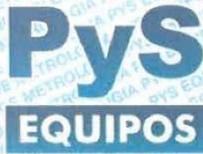
Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

Equivalencia  
 0.001 in = 1ml  
 1 in = 0.25mm  
 1 in = 0.01 pulgada

  
 Revisado por:  
 Eler Pozo S.  
 Dpto. de Metrología

  
 Calibrado por:  
 Javier Negrón C.  
 Dpto. de Metrología





**LABORATORIO DE METROLOGIA**  
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL-539-2023**

Página 1 de 2

Solicitante : **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**

Dirección : **MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN - JAEN**

Instrumento de Medición : **COMPARADOR DE CUADRANTES**

Fabricante : **BAKER**

Modelo : **K50**

Serie : **EJC925**

Alcance de Identificación : **0 – 1”**

División de Escala : **0.001”**

Tipo : **Analógico**

Lugar de Calibración : **Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.**

Fecha de Calibración : **2023-05-18**

Fecha de emisión : **2023-05-18**

**Método de calibración empleado**

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

**CONDICIONES AMBIENTALES**

	<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>
Temperatura	28.3°C	28.3°C
Humedad Relativa	65%	65%

**INCERTIDUMBRE**

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 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%.



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Tel.: 485 3873 ,Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)  
Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)

**"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."**

### TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-033-2022

### RESULTADO DE MEDICION

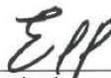
Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1-1.5	0.0984	0.0984	0.0000
5	0.1968	0.1970	0.0002
5-1-1.5	0.2952	0.2954	0.0002
10	0.3937	0.3938	0.0001
10-1-1.5	0.4922	0.4924	0.0002
10-5	0.5906	0.5908	0.0002
10-5-1-1.5	0.6889	0.6892	0.0003
20	0.7874	0.7876	0.0002
20-1-1.5	0.8858	0.8858	0.0000
20-5	0.9842	0.9844	0.0002

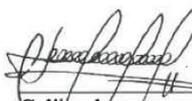
Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
10-5-1-1.5	Pulg	Pulg	Pulg
	0.6889	0.6892	0.0003
	0.6889	0.6892	0.0003
	0.6889	0.6892	0.0003
	0.6889	0.6892	0.0003

Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

Equivalencia  
 0.001 in = 1ml  
 1 in = 0.25mm  
 1 in = 0.01 pulgadas

  
 Revisado por:  
 Eler Pozo S.  
 Dpto. de Metrología

  
 Calibrado por:  
 Javier Negrón C.  
 Dpto. de Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC041 - F - 2023***Metrología & calibración**Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>230097</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; CALIBRACIÓN 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> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>F&amp;M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA	
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA CBR</b>	
<b>Capacidad</b>	5000 kgf	
<b>Marca</b>	PALIO	
<b>Modelo</b>	PE7026,2	
<b>Número de Serie</b>	0422003	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	HIWEIGH	
<b>Modelo</b>	X10	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,1 kgf	
<b>Ubicación</b>	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2023-06-22	
<b>6. Fecha de Emisión</b>	2023-06-26	

JEFE DE LABORATORIO

**Firmado**  
**digitalmente por**  
**Angel Perez**  
**Fecha: 2023.06.26**  
**10:04:57 -05'00'**

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC041 - F - 2023***Metrología & calibración**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

**7. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**8. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

**9. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

**10. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,2 %	LEDI-PUCP INF-LE 014-23 B

**11. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: MAVIN, Modelo: NS4-5T y Serie: HE9701110



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC041 - F - 2023

*Metrología & calibración*  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 12. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ ( kgf )	$F_1$ ( kgf )	$F_2$ ( kgf )	$F_3$ ( kgf )	$F_{Promedio}$ ( kgf )
10	500	500,6	498,6	498,6	499,3
20	1000	1002,6	1002,4	1002,3	1002,4
30	1500	1503,8	1503,7	1503,6	1503,7
40	2000	2004,8	2004,5	2004,1	2004,5
50	2500	2505,8	2505,8	2505,6	2505,7
60	3000	3006,7	3006,8	3006,1	3006,6
70	3500	3507,9	3507,8	3507,2	3507,6
80	4000	4008,4	4008,8	4007,9	4008,3
90	4500	4509,9	4510,1	4509,7	4509,9
100	5000	5011,4	5011,7	5011,0	5011,4
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F ( kgf )	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0,14	0,40	---	0,02	0,30
1000	-0,24	0,03	---	0,01	0,30
1500	-0,24	0,01	---	0,01	0,30
2000	-0,22	0,03	---	0,01	0,30
2500	-0,23	0,01	---	0,00	0,30
3000	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
3500	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
4000	-0,21	0,02	---	0,00	0,30
4500	-0,22	0,01	---	0,00	0,30
5000	-0,23	0,01	---	0,00	0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------



### 13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**Anexo 16. CERTIFICADOS DE LOS ESTUDIOS QUÍMICOS REALIZADOS A LA  
CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ**



## REPORTE DE ANÁLISIS N° 107 - FIQIA

### 1. DATOS DE CLIENTE:

- a) **Nombres:** PAREDES BARRANTES, LUIS ALBERTO  
VILLALOBOS FLORES, JUAN CARLOS
- b) **Proyecto:** Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023.

### 2. DATOS DE LA MUESTRA

- Número de muestras : 1
- Tipo de muestra : Sólidos – ceniza de cascarilla de arroz
- Fecha de muestreo : 06 de noviembre del 2023

### 3. RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETRO (mg/Kg)	LMC*	Ceniza
Plata - Ag	0.019	<LCM
Aluminio - Al	0.023	320.3
Arsénico - As	0.005	0.51
Boro - B	0.026	21.18
Bario - Ba	0.004	65.14
Berilio - Be	0.003	<LCM
Bismuto - Bi	0.016	<LCM
Calcio - Ca	0.124	3841
Cadmio - Cd	0.002	<LCM
Cerio - Ce	0.004	<LCM
Cobalto - Co	0.002	<LCM
Cromo - Cr	0.003	1.35
Cobre - Cu	0.018	9.64
Hierro - Fe	0.023	394.2
Potasio - K	0.051	8762
Litio - Li	0.005	0.69
Magnesio - Mg	0.019	856.5
Manganeso - Mn	0.003	320.3
Molibdeno - Mo	0.002	0.57
Sodio - Na	0.026	686.5
Níquel - Ni	0.006	0.8
Fósforo - P	0.024	2419
Plomo - Pb	0.004	6.71
Azufre - S	0.091	578.9
Antimonio - Sb	0.005	<LCM



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS**

Selenio - Se	0.007	<LCM
Silicio - Si	0.104	524.2
Estaño - Sn	0.007	<LCM
Estroncio - Sr	0.003	19.42
Titanio - Ti	0.004	10.73
Talio - Tl	0.003	0.4
Uranio - U	0.004	<LCM
Vanadio - V	0.004	1.63
Zinc - Zn	0.018	59.75
Oxido de Silicio - SiO <sub>2</sub>	0.222	1121.2638

\*LMC (Limite Máximo Cuantificable)

PARAMETRO	UNIDADES	CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ
CLORUROS	mg de Cl <sup>-</sup> /Kg	13.088
SULFATOS	mg de SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /Kg	213.157

**4. CONCLUSIONES**

- Los ensayos se realizaron con un equipo ICP- OES, de la marca ThermoScientific. El método que se utilizó es el EPA 200.7 para la determinación de metales en sólidos.
- Para la determinación de cloruros y sulfatos, se realizó mediante método gravimétrico - NTP 400.042 (2001). Agregados. Preparación de muestra y determinación de cloruros y sulfatos. Para esta metodología se usaron: balanza analítica OHAUS modelo AX224 y la mufla PROTHERM modelo PLF120/15.

Firma		Firma	
Analista	<b>Marilyn Catherine Quinteros Vilchez</b>	V°B°	<b>Ing. Cristian David Visconde Beltrán</b>
Fecha del Reporte	<b>15 de noviembre del 2023</b>		

**Anexo 17. PANEL FOTOGRÁFICO DE ELABORACIÓN DE CALICATAS Y  
MUESTREO DE SUELOS**

Figura 19. Registro de la ubicación de la calicata N° 01



Figura 20. Muestreo para clasificación de la calicata N° 02



**Figura 21. Registro de medida de sustratos de la calicata N° 03**



**Figura 22. Muestreo para CBR de la calicata N° 04**



Figura 23. Registro de medida de sustratos de la calicata N° 05



Figura 24. Muestreo para CBR de la calicata N° 06



**Anexo 18. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE CONTENIDO DE  
HUMEDAD**

Figura 25. Cuarteo de la muestra de la calicata N° 01



Figura 26. Pesado de la muestra de la calicata N° 02



Figura 27. Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 03



Figura 28. Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 04

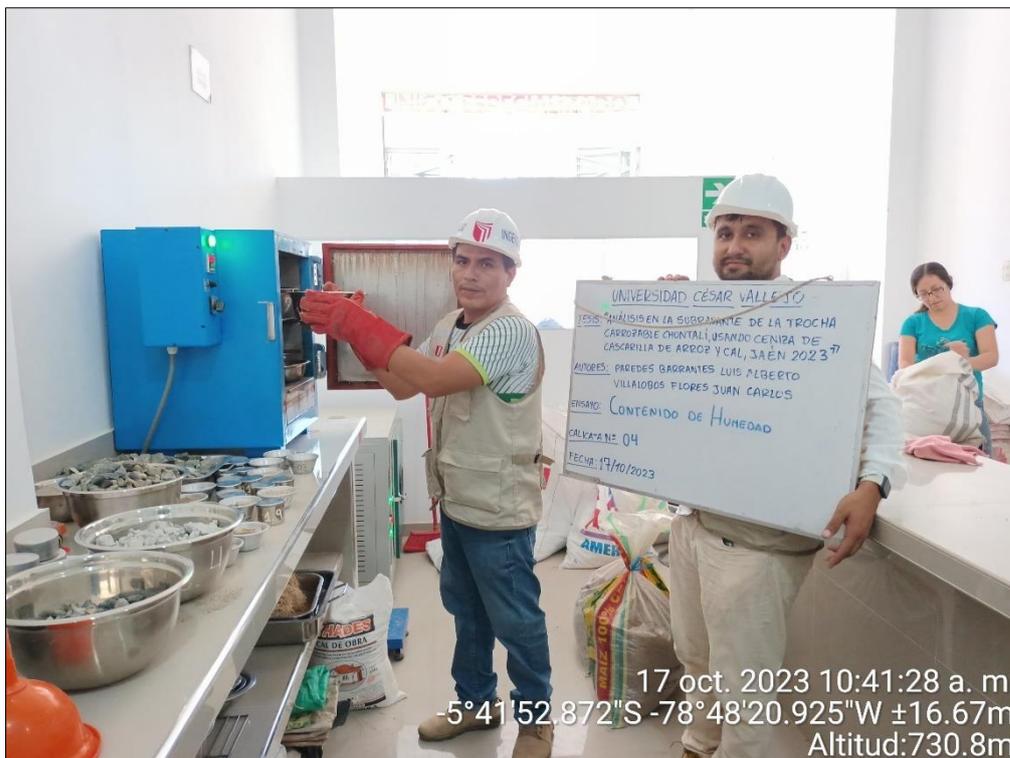


Figura 29. Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 05

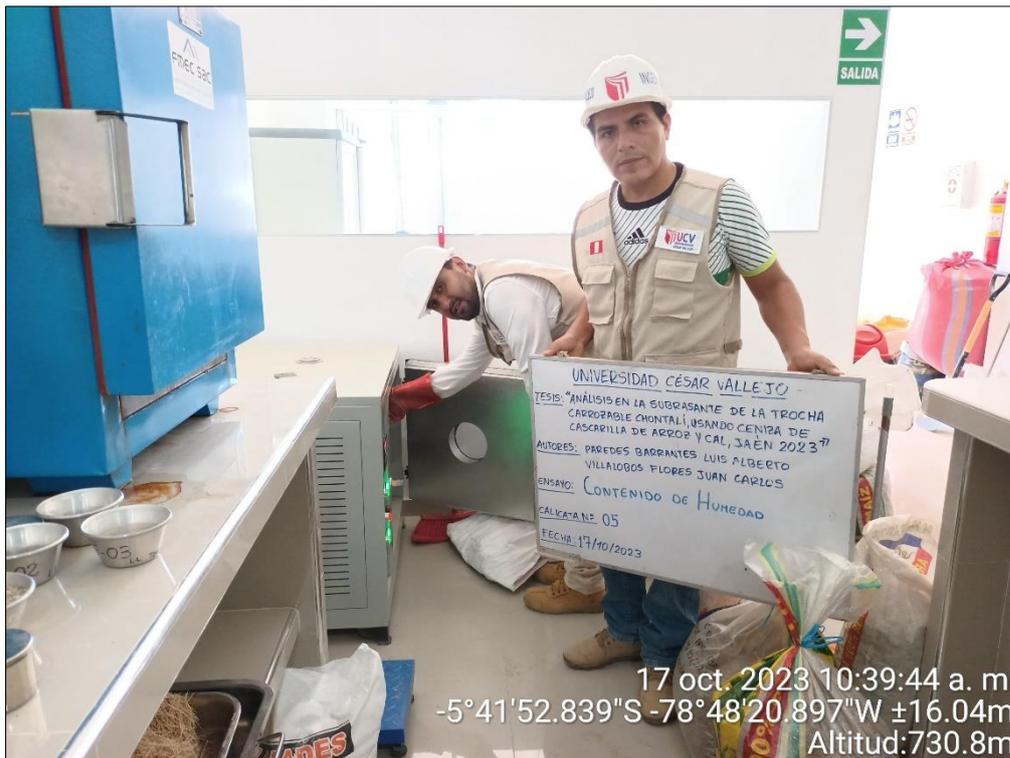
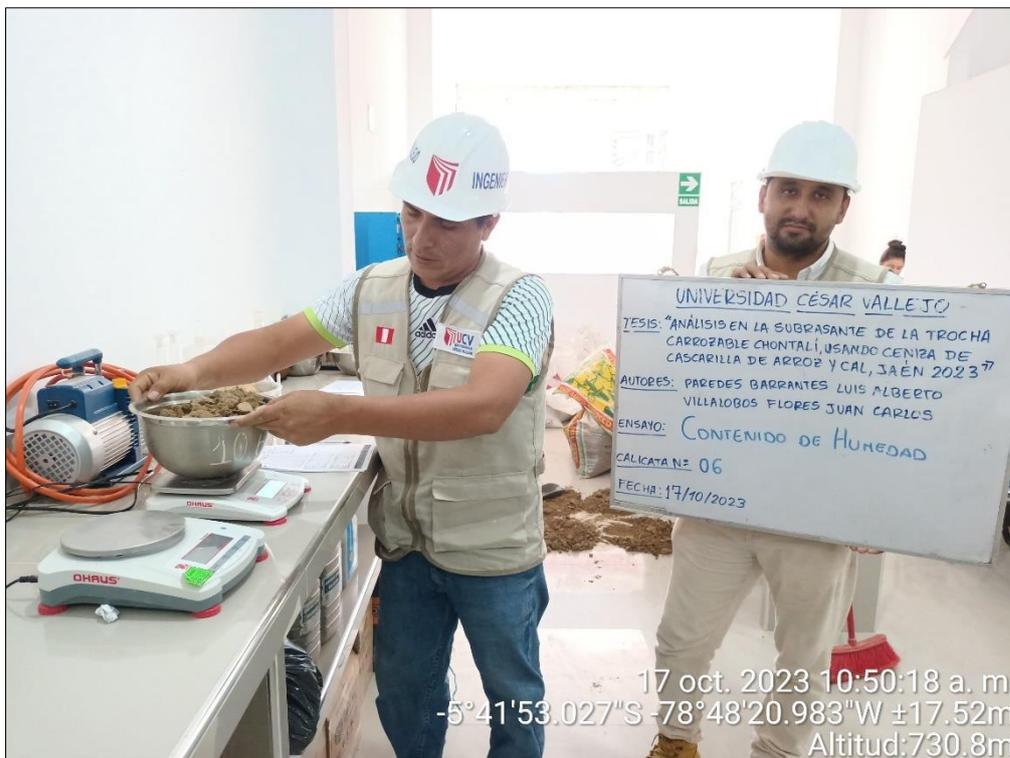


Figura 30. Pesado de la muestra de la calicata N° 06



**Anexo 19. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO**

**Figura 31. Cuarteo de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 01**



**Figura 32. Pesado de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 02**



Figura 33. Tamizado de la muestra de la calicata N° 03



Figura 34. Pesado de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 04



Figura 35. Tamizado de la muestra de la calicata N° 05

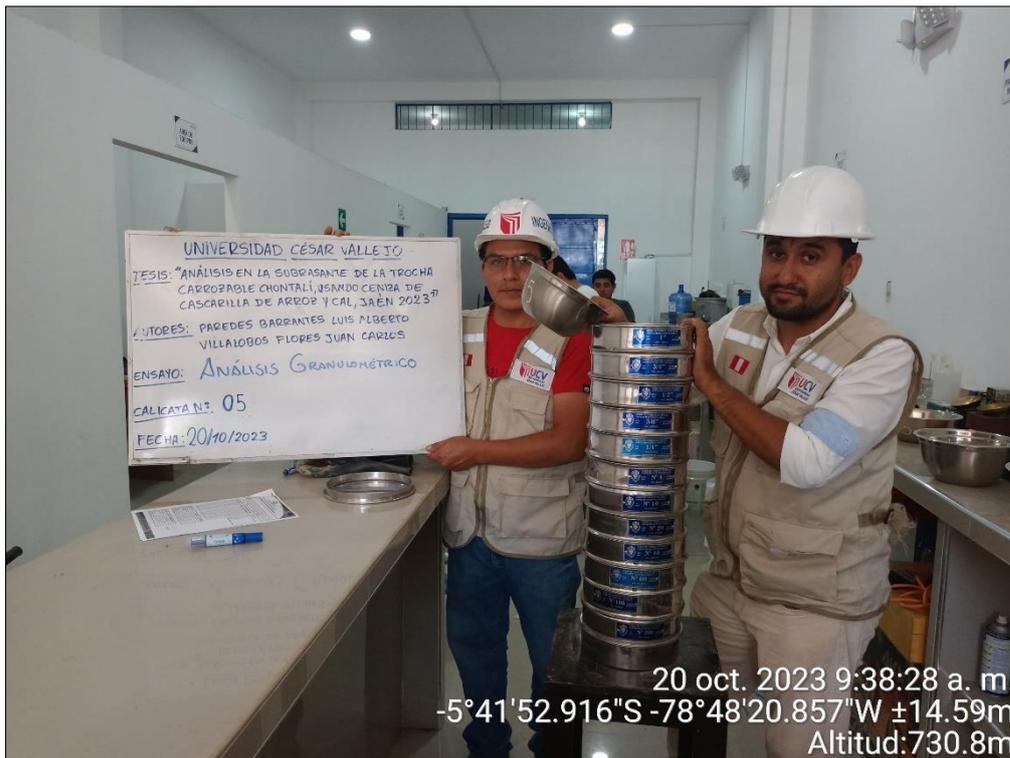


Figura 36. Cuarteo de la muestra para Análisis Granulométrico calicata N° 06

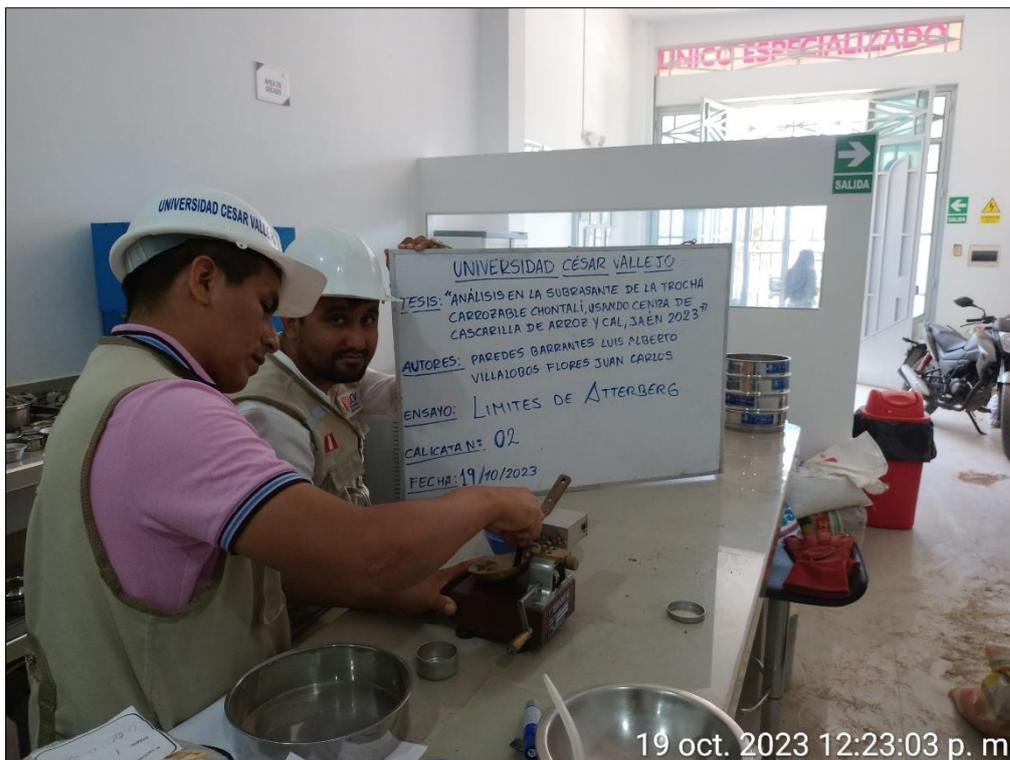


**Anexo 20. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE LÍMITES DE  
ATTERBERG**

**Figura 37.** Preparación de la muestra para Límites de Atterberg calicata N° 01



**Figura 38.** Muestra para Límite Líquido calicata N° 02



**Figura 39. Índice de plasticidad de la calicata N° 03**



**Figura 40. Muestra para Límite Líquido calicata N° 04**



Figura 41. Índice de plasticidad de la calicata N° 05

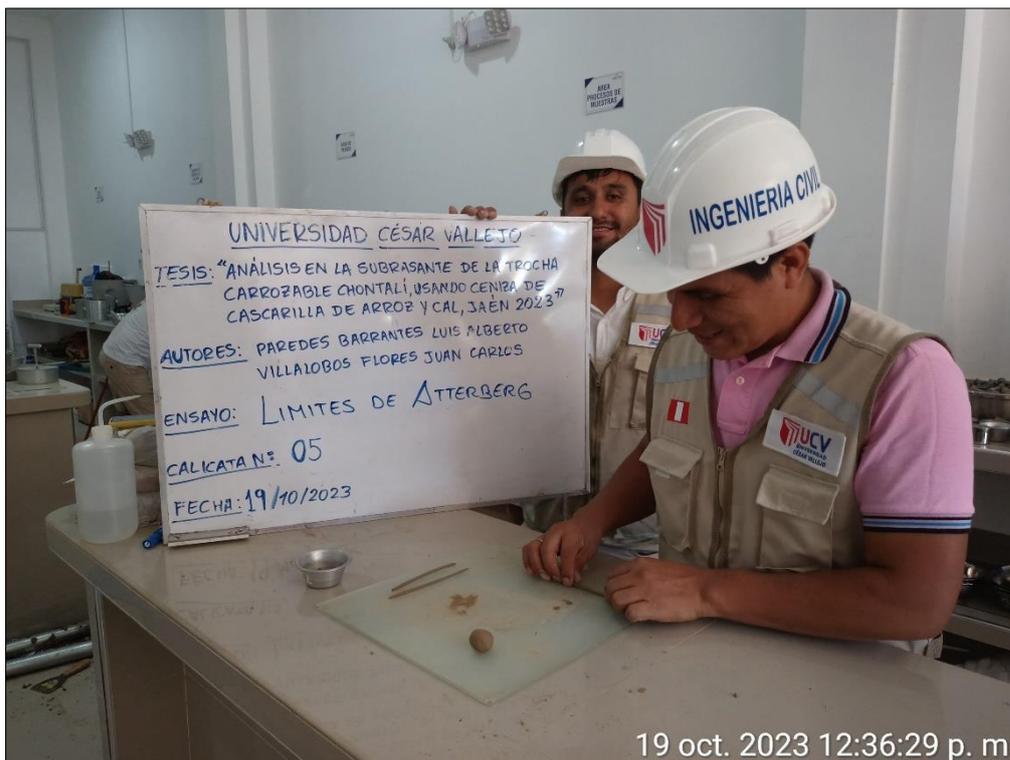


Figura 42. Muestra para Límite Líquido calicata N° 06



**Anexo 21. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE PROCTOR Y CBR SIN  
ADICIÓN**

Figura 43. Pesado de la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 01

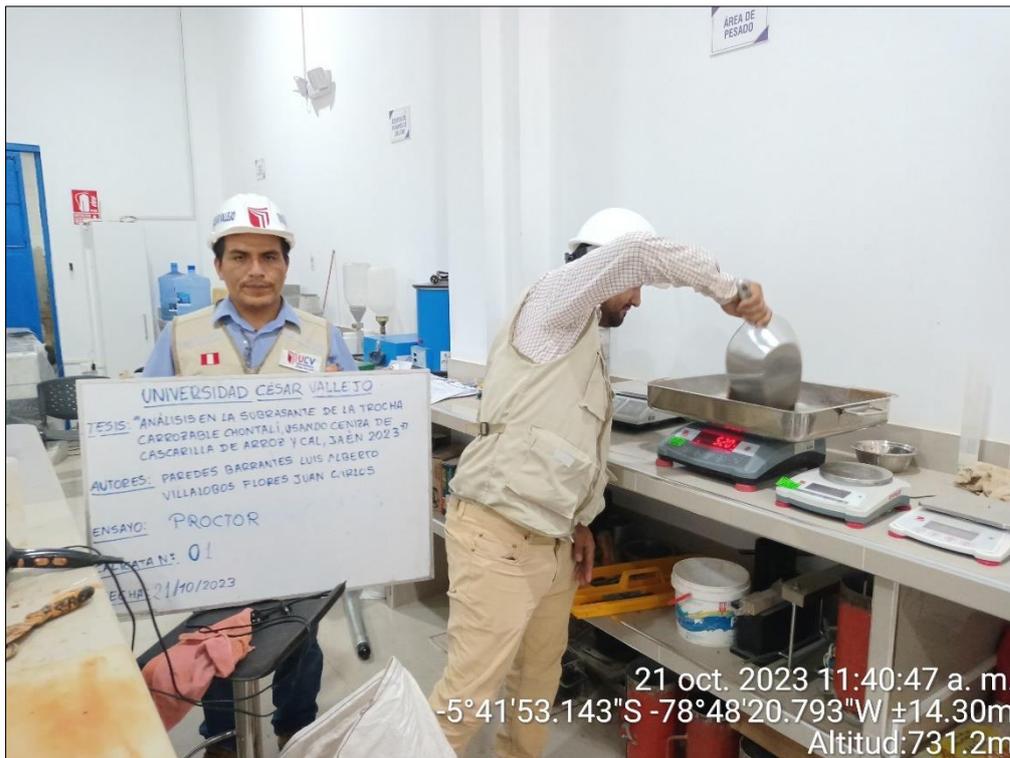


Figura 44. Colocar la muestra al molde, calicata N° 02



**Figura 45.** Humedeciendo de la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 03



**Figura 46.** Pesado de la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 04



Figura 47. Compactando de la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 05



Figura 48. Rasar la muestra para ensayo de Proctor, calicata N° 06



**Anexo 22. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE PROCTOR Y CBR CON  
ADICIÓN DE CAL**

**Figura 49. Ensayo de Proctor con adición de CCA al 2%**



**Figura 50. Ensayo de Proctor con adición de CAL al 3%**



**Figura 51. Ensayo de Proctor con adición de CCA al 4%**



**Figura 52. Ensayo de Proctor con adición de CAL al 5%**



**Figura 53. C Ensayo de Proctor con adición de CCA al 6%**



**Figura 54. Ensayo de Proctor con adición de CAL al 7%**



**Figura 55. Ensayo de Proctor con adición de CCA al 8%**



**Figura 56. Ensayo de Proctor con adición de CAL al 9%**



**Anexo 23. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE PROCTOR Y CBR CON  
ADICIÓN DE CAL + CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ**

**Figura 57. Ensayo de CBR con adición de 5% CAL+2% CCA**



**Figura 58. Ensayo de CBR con adición de 5% CAL+4% CCA**



Figura 59. Ensayo de CBR con adición de 5% CAL+6% CCA



Figura 60. Ensayo de CBR con adición de 5% CAL+8% CCA





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BENAVENTE LEON CHRISTHIAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Análisis en la subrasante de la trocha carrozable Chontalí, usando ceniza de cascarilla de arroz y cal, Jaén 2023", cuyos autores son PAREDES BARRANTES LUIS ALBERTO, VILLALOBOS FLORES JUAN CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

CHICLAYO, 11 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BENAVENTE LEON CHRISTHIAN <b>DNI:</b> 72228127 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2416-4301	Firmado electrónicamente por: CBLEON el 11-01- 2024 16:25:41

Código documento Trilce: TRI - 0693223