



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con  
adición de ceniza de stipa Ichu y totora en Av. Ejército, Puno -  
2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Ccallo Mamani, Fermin Marcos ([orcid.org/0000-0003-2074-7278](https://orcid.org/0000-0003-2074-7278))

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-4136-7189](https://orcid.org/0000-0002-4136-7189))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CALLAO – PERÚ**

**2022**

### **Dedicatoria**

A mi madre Teodora que está en el cielo guiándome; gracias por ser mi motivación más grande y enseñarme a ser un guerrero.

A mi querido padre Agustín que me está guiando desde el cielo, doy gracias por motivarme a seguir adelante, pese a los momentos difíciles.

A mi asesor Luis Alberto de esta casa superior de estudios que es la UCV por los consejos y apoyo constante en todo momento en la ejecución de mi tesis.

### **Agradecimiento**

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome, guiándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis padres por la dedicación, esfuerzo y apoyo incondicional que tuvieron hacia mi persona para hoy verme culminando una etapa más de mi vida profesional.

A mi asesor de tesis el Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana quien con sus conocimientos y amplia experiencia fue un sabio consejero, guía y apoyo profesional para hacer posible este proyecto y lograr titularme como ingeniero civil.

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	28
3.2. Variables y operacionalización.....	30
3.3. Población, muestra y muestreo.....	31
3.4. Técnicas e Instrumento de recolección de datos.....	34
3.5. Procedimiento.....	35
3.6. Método de análisis de datos.....	43
3.7. Aspectos éticos.....	43
IV. RESULTADOS.....	44
V. DISCUSIÓN.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	79
VII. RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	88

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Etapas de formación del suelo .....	11
<b>Tabla 2.</b> Propiedades físicas de los suelos .....	12
<b>Tabla 3.</b> Propiedades físicas-mecánicas de subrasante .....	12
<b>Tabla 4.</b> Estabilizadores disponibles en la naturaleza.....	19
<b>Tabla 5.</b> Estabilizadores manufacturados .....	19
<b>Tabla 6.</b> Tamaño de mallas y tamices .....	21
<b>Tabla 7.</b> Clasificación de los suelos por Método AASHTO.....	24
<b>Tabla 8.</b> <i>Especificaciones para Proctor Modificado ASTM D-1557</i> .....	26
<b>Tabla 9.</b> Tipología de Vía - Norma CE.010 .....	32
<b>Tabla 10.</b> Distribución de Ensayos.....	33
<b>Tabla 11.</b> Distribución de Ensayos.....	41
<b>Tabla 12.</b> Granulometría de la C-1 patrón.....	48
<b>Tabla 13.</b> Resultado del análisis granulométrico.....	48
<b>Tabla 14.</b> Granulometría de la C-2 patrón.....	49
<b>Tabla 15.</b> Resultado de granulometría de la C-2 patrón.....	50
<b>Tabla 16.</b> Granulometría de la C-3 patrón.....	50
<b>Tabla 17.</b> Resultado de granulometría de la C-3 patrón.....	51
<b>Tabla 18.</b> Resumen de datos del contenido de humedad de las calicatas C-1, C-2 y C-3 .....	51
<b>Tabla 19.</b> Clasificación de los suelos provenientes de las calicatas C-1, C-2 y C-3 .....	52
<b>Tabla 20.</b> Resultados de límites de Atterberg de las calicatas C-1, C-2 y C-3 ..	54
<b>Tabla 21.</b> Resumen de resultados de límites de Atterberg de las calicatas C-1, C-2 y C-3 con adición de ceniza de ichu (CI) y ceniza de totora (CT) .....	55
<b>Tabla 22.</b> Resumen de resultados de Proctor modificado de las calicatas C-1, C-2 y C-3 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	58
<b>Tabla 23.</b> Resumen de resultados de valor de soporte California de las calicatas C-1, C-2 y C-3 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)	61
<b>Tabla 24.</b> Influencia de la adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT) .....	64

## Índice de figuras

Figura 1. Suelo.....	11
Figura 2. Partículas de 0.016 mm a 2.0 mm.....	13
Figura 3. Estados de consistencia de suelos .....	14
Figura 4. Curva de Comportamiento de CBR .....	15
Figura 5. Ensayo Proctor Normal .....	16
Figura 6. Ensayo Proctor Modificado .....	16
Figura 7. Curva de compactación Proctor Estándar y Modificado y curva de Saturación.....	17
Figura 8. Humedad Óptima .....	17
Figura 9. Características del suelo .....	18
Figura 10. Movimiento de Tierra en subrasante .....	20
Figura 11. Avenida Ejército - Puno.....	20
Figura 12. Prueba de límite líquido y plástico .....	22
Figura 13. Carta de Plasticidad .....	23
Figura 14. Molde para ensayo de CBR .....	25
Figura 15. Ensayo de CBR.....	25
Figura 16. Curva para humedad óptima .....	27
Figura 17. Procedimiento de Aplicación .....	35
Figura 18. Stipa ichu en el centro poblado Totorani. ....	36
Figura 19. Obtención de stipa ichu en el centro poblado Totorani. ....	36
Figura 20. Obtención de ceniza de stipa ichu.....	37
Figura 21. Activación de la ceniza stipa ichu. ....	37
Figura 22. Preparado para identificación de sustancias de la stipa ichu.....	38
Figura 23. Totora en las orillas del lago.....	38
Figura 24. Obtención de totora de forma manual. ....	39
Figura 25. Obtención de ceniza de totora.....	39
Figura 26. Activación de la ceniza totora.....	40
Figura 27. Preparado para identificación de sustancias de la stipa ichu.....	40
Figura 28. Vista de la Av. Ejército de la ciudad de Puno. ....	41
Figura 29. Ensayo de laboratorio de suelos. ....	42
Figura 30. Mapa de Ubicación .....	44

Figura 31. Lugar de trabajo de investigación.....	45
Figura 32. Calicata en la Av. Ejercito. ....	46
Figura 33. Ensayo y toma de datos en laboratorio .....	47
Figura 34. Cuarteo de material.....	47
Figura 35. Análisis granulométrico. ....	48
Figura 36. Curva granulométrica de C-1 patrón. ....	49
Figura 37. Curva granulométrica de C-2 patrón .....	50
Figura 38. Curva granulométrica de C-3 patrón .....	51
Figura 39. Contenido de humedad de las calicatas C-1, C-2 y C-3 .....	52
Figura 40. Determinación del límite líquido .....	53
Figura 41. Determinación del límite plástico.....	53
Figura 42. Determinación del límite plástico.....	54
Figura 43. Límites de Atterberg de la calicata C-1 con adición de ceniza de ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	55
Figura 44. Límites de Atterberg de la calicata C-2 con adición de ceniza de ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	56
Figura 45. Límites de Atterberg de la calicata C-3 con adición de ceniza de ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	56
Figura 46. Test de Proctor modificado .....	57
Figura 47. Proctor modificado de la calicata C-1 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	58
Figura 48. Proctor modificado de la calicata C-2 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	59
Figura 49. Proctor modificado de la calicata C-3 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	60
Figura 50. Ensayo de valor de soporte California (CBR) .....	60
Figura 51. Valor de soporte California de la calicata C-1 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	61
Figura 52. Valor de soporte California de la calicata C-2 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	62
Figura 53. Valor de soporte California de la calicata C-2 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT).....	63

Figura 54. Influencia en el índice de plasticidad con la adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT) .....	64
Figura 55. Influencia en la MDS y CHO con la adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT) .....	65
Figura 56. Influencia en la MDS y CHO con la adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT) .....	66
Figura 57. Resultados de índice de plasticidad obtenido por Machaca (2022) .	68
Figura 58. Resumen de resultados de índice de plasticidad .....	69
Figura 59. Resultados de máxima densidad seca obtenido por Andaluz (2022)	70
Figura 60. Resumen de resultados de máxima densidad .....	71
Figura 61. Resultados de contenido de humedad obtenidos por Ormeño et al. (2020) .....	72
Figura 62. Resumen de resultados de contenido de humedad óptimo .....	72
Figura 63. Resultados de valor de soporte California obtenido por Calero (2021)	73
Figura 64. Resumen de resultados de valor de soporte California .....	74
Figura 65. Resumen de resultados de Dioses (2021) .....	75
Figura 66. Resumen de resultados de las propiedades físico-mecánicas .....	77



## Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022 para lo cual se adicionó dosificaciones de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT) en dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT. La metodología usada fue de tipo aplicada, diseño cuasi-experimental, enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Los resultados indicaron que la dosificación que mejor comportamiento tuvo fue la adición de 2% de ceniza de stipa ichu y 5% de ceniza de totora puesto que en la calicata C-2 logró incrementar el CBR al 95% de la MDS de 5.7% a 8.2%, reducir el CHO de 8.3% a 6.9%, incrementar la MDS de 1.9728 gr/cm<sup>3</sup> a 2.0198 gr/cm<sup>3</sup> y reducir el IP de 14.2% a 11.7%, obteniéndose valores similares en las calicatas C-1 y C-3. Llegando a la conclusión que la adición de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora influye de forma positiva en las propiedades físico mecánicas de la subrasante de la avenida Ejército de la ciudad de Puno 2022, puesto que la subrasante fue categorizada como regular.

**Palabras clave:** Ceniza, stipa ichu, totora, estabilización, subrasante.

## Abstract

The objective of this study was to evaluate how the addition of stipa ichu and totora ash influences the physical-mechanical properties of the subgrade at Av. Ejercito in the city of Puno 2022, for which dosages of stipa ichu ash (CI) and reed ash (CT) in dosages of SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT and SN+3%CI+6%CT. The methodology used was of the applied type, quasi-experimental design, quantitative approach and explanatory level. The results indicated that the dosage that had the best performance was the addition of 2% stipa ichu ash and 5% reed ash, since in pit C-2 it managed to increase the CBR to 95% of the MDS from 5.7% to 8.2%, reduce the CHO from 8.3% to 6.9%, increase the MDS from 1.9728 gr/cm<sup>3</sup> to 2.0198 gr/cm<sup>3</sup> and reduce the IP from 14.2% to 11.7%, obtaining similar values in pits C-1 and C-3. Coming to the conclusion that the addition of stipa ichu ash and totora ash positively influences the physical-mechanical properties of the subgrade of Ejercito avenue in the city of Puno 2022, since the subgrade was categorized as regular.

**Keywords:** Ash, stipa ichu, totora, stabilization, subgrade.

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional Palomino indica en su investigación que:

La subrasante se refiere a la superficie de la carretera después de que se hayan completado todos los trabajos de corte y relleno; esta palabra es comúnmente utilizada por subrasantes. Así mismo, comúnmente es sobre esta capa conformada, que se apoya la proyectada capa de pavimento o afirmado. En otras palabras, esta será la subrasante que soportará la superficie del pavimento y formará la interfaz entre la subrasante alterada naturalmente creada por la excavación y el relleno y la superestructura que formará la superficie del pavimento o se afirmará sobre ella (2017 p. 8).

Cabe señalar que en Latinoamérica y diversos sitios, el suelo no inspira confianza y seguridad para la longevidad del proyecto, lo que genera frecuentes retrocesos y deterioro de la superficie que ha sido hormigonada o pavimentada. Así también, el incremento de la infraestructura vial en Latinoamérica ha ido incrementándose debido al crecimiento socioeconómico, incluso debido a una gran extensión con presencia de suelos desfavorables para su construcción, como son los arcillosos. Debido a los problemas ambientales y económicos que aquejan a la región, en los últimos años han ido avanzando estudios que apuntan a brindar varias alternativas para estabilizar el sub rasante utilizando materiales orgánicos.

A nivel nacional, Aquellas superficies compuestas por arcillas altamente dispersas, colapsables, expansivas, licuables, o que simplemente contengan la presencia del nivel freático en las capas superficiales, han mostrado anomalías; estas capas suelen estar junto a las de subrasante para carreteras. Esto se debe a la composición única de los suelos peruanos, así como múltiples situaciones climatológicas y la ocurrencia recurrente de eventos relacionados con el clima, como la precipitación y la erosión. Por lo tanto, el período de diseño de la infraestructura de transporte, que suele durar alrededor de 15 años según las directrices del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, a menudo no se cumple, y los defectos o el deterioro de la estructura pavimentada a menudo se hacen evidentes incluso después de unos meses. desde que se realizó la obra. Además, la informalidad sigue presente en la construcción de infraestructura vial, como se muestra cuando los proyectos se realizan en zonas donde existen suelos agresivos para la estructura del pavimento, o incluso cuando se realizan sin un

estudio de suelos previo. Debido a que estas estructuras de pavimento no se consideran en el plan técnico, su capa superficial de asfalto laminado en deterioro empeora cada vez más a medida que pasa el tiempo. Este es un problema grave en esta región del mundo.

A nivel local, la presencia de suelos erráticos es común en áreas cercanas al núcleo de la cuenca del Titicaca, por lo que tiene sentido utilizar alternativas que mejoren los materiales que ya se utilizan allí. Para reducir los gastos operativos, es imperativo que estos materiales sean autóctonos de la zona. Lo mismo ocurre con las carreteras, muchas de ellas en mal estado o sin terminar según los criterios técnicos establecidos en la agenda del plan técnico. Además, se han detectado suelos calcáreos en la zona con baja capacidad de carga del suelo. Esto se suma a la creciente congestión vehicular en la ciudad de Puno debido a la actividad comercial en esta zona. Además, es vital resaltar las fallas de las agencias gubernamentales para supervisar los proyectos de mantenimiento y mejora de estas vías vitales al nivel de la superficie de la estructura del pavimento.

En tal sentido, para mejorar las propiedades físico mecánicas de la subrasante actual de la Av. Ejército en la ciudad de Puno, se plantea como problema general ¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022? Para lo cual, se deberá formular los problemas específicos: ¿Cómo influye la adición de ceniza stipa ichu y totora en las propiedades físicas de la subrasante en Av. Ejército, Puno 2022?, ¿Cómo influye la adición de ceniza Stipa Ichu y Totora en las propiedades mecánicas de la subrasante en Av. Ejército, Puno 2022?, ¿La dosificación de la adición de la ceniza Stipa Ichu y Totora influye en las propiedades de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022?

Como justificación teórica, De acuerdo con la ley peruana actualmente vigente para tales estudios, se entiende que la identificación de las propiedades de las muchas capas que componen un reclamo es un paso necesario para establecer puntos de referencia para evaluar los reclamos secundarios. Asimismo, los materiales no convencionales como la ceniza de Stipa Ichu y el polvo de Totora tienen un impacto significativo en la ciudad de Puno por la distancia que recorren.

Como justificación metodológica, Se entiende que existe una herramienta para conocer y comprender el estado físico y mecánico de las múltiples capas de la estructura del pavimento. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú ha emitido este documento como norma oficial EG-2013. Por otro lado, como justificación técnica Se cree que las propiedades físicas y mecánicas del casquete subrasante a lo largo de la Av. Ejército en la ciudad de Puno podría beneficiarse con la adición de una combinación de estos materiales. Por sus propiedades adhesivas para el estudio de los materiales constituyentes de la subrasante. Además, como justificación social La continuidad del tráfico a través de los nodos urbanos que conforman el área de estudio se considera crucial para el desarrollo saludable de la ciudad de Puno; esto se debe a que facilita el libre flujo de bienes, servicios e ideas entre la población que se beneficia de la Av. unidad militar mencionada. Como justificación económica El presente estudio se plantea como un sustituto para el desarrollo de proyectos de transporte en Puno mediante la mejora de las cualidades físicas y mecánicas de los sub-rasantes mediante la incorporación de materiales típicos y una gran cantidad de ellos existentes en la unidad de investigación macrorregional. Finalmente, como justificación ambiental Se propone que los materiales cercanos, que se pueden encontrar en abundancia en el área de Puno, se pueden utilizar para mejorar la durabilidad y resistencia de una estructura sin alterar significativamente su composición química o impactar negativamente el medio ambiente.

El objetivo general de esta presente investigación, implica evaluar cómo influye la adición de ceniza de Stipa Ichu y Totora en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022, se plantea como objetivos específicos y en primera instancia la determinación de la influencia en la incorporación de ceniza de Stipa Ichu y totora en las propiedades físicas – mecánicas de la subrasante de la Av. Ejército de la ciudad de Puno, 2022.

Como hipótesis general, se plantea que la adición de ceniza de Stipa Ichu y Totora influye positivamente en las propiedades físicas-mecánicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022. Como hipótesis específica, se contempla que, la incorporación de ceniza de Stipa Ichu y Totora influye positivamente en las propiedades físicas – mecánicas de la subrasante mencionada.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel Internacional tenemos a Gallo (2022) en su investigación Mejoramiento de suelos problemáticos haciendo uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, plantea como objetivo evaluar la estabilización de suelos arcillosos haciendo uso de la ceniza proveniente de la calcinación de bagazo de caña de azúcar. El estudio resulta con una metodología del tipo Exploratorio, Descriptivo - Explicativo. El autor da resultado que encontró que una ceniza de limosa negra, designada A-7-5, tenía un índice de plasticidad del 53 %, una transferencia de la malla #200 del 94 %, una densidad Proctor máxima de 1,402 kg/m<sup>3</sup> y una expansión del 6,5 %. En una mezcla de 70% mampostería, 20% hierro reciclado y 10% ceniza de basura, se produjo un 74% LL y 40% IP. La segunda mezcla consistió en 60 % de mampostería, 25 % de hormigón reciclado y 25 % de cenizas de basura, con un rendimiento de 50 % LL y 20 % IP; la tercera, 50% mampostería, 30% hormigón reciclado y 20% ceniza de basura, rindió 33% LL y 8% IP, satisfaciendo las solicitudes de mejora de 30% LL y 9% IP. Lo concluye que la investigación fue que las muestras calcinadas de cañazo de bagazo eran materiales con características similares a las muestras de arena, es decir que el mortero elaborado ceniza proveniente del quemado de bagazo de azúcar obtuvo mejores capacidades mecánicas que el de la muestra control.

Además, Andaluz (2022) en su investigación tuvo por objetivo evaluar como incide la ceniza proveniente de la calcinación de la cáscara de arroz, sobre las capacidades físicas y mecánicas en suelos cohesivos en un suelo subyacente. La investigación contempla una metodología de enfoque cuantitativo y nivel experimental. Los resultados en su investigación que, el contenido de humedad obtenido en los tres puntos de estudio fue: 121,51%, 170,55% y 155,29%. Los valores de humedad in situ y densidad seca fueron, respectivamente, 1,3626 g/cm<sup>3</sup> y 0,615 g/cm<sup>3</sup>, 1,292 g/cm<sup>3</sup> y 0,478 g/cm<sup>3</sup>, y 1,311 g/cm<sup>3</sup> y 0,514 g/cm<sup>3</sup>. La gravedad específica se obtuvo como 2.69, 2.73 y 2.73 encontradas como arcillas y limos típicos de suelos de grano fino. Los materiales anteriores de tamis N° 200 fueron 52,58 por ciento, 56,20 por ciento y 50,48 por ciento. Los límites líquidos y plásticos obtenidos fueron: 48,08% y 40,77%, 48,08% y 40,77% y 48,008% y 40,77%. Con base en el sistema de clasificación de AASHTO, sabemos que los

suelos (A-5) y (A-7-6). De acuerdo con el experimento de Proctor, agregar 1%, 3%, 5% u 8% de cenizas de cáscara de arroz reduce la densidad seca máxima al tiempo que aumenta el contenido de humedad óptimo. La densidad seca máxima se determinó en 1,241 g/cm<sup>3</sup> y la humedad óptima del suelo se determinó en 31,9 por ciento. Otros valores obtenidos fueron 28,1 por ciento, 31,8 por ciento y 32,5 por ciento. Los resultados de 49.56 por ciento, 37.91 por ciento y 41.59 por ciento en términos de compacidad GC indican que los suelos no son muy densos debido a los altos niveles de humedad natural. Al agregar ceniza de cáscara de arroz, se demostró que el CBR aumentó de 7,80 % a 12,10 %, de 8,60 % a 13,20 % y de 8,40 % a 13,50 %. Finalmente, el autor señala que la adición de ceniza de cascarilla de arroz al suelo subrasante resultó en un aumento del costo general del 26,41 %, a pesar de un aumento en el valor de CBR como estabilizador. El autor concluye que las capas granulares del pavimento diseñado de valores del CBR patrón fueron una subbase de 27cm, base de 20cm y una carpeta de rodadura de 4", en cambio al realizar el diseño con el suelo estabilizado los espesores fueron: una subbase de 20 cm, una base de 18 cm y una carpeta de rodadura de 4".

Asimismo, de la investigación de Yadav et al. (2017) en su estudio: "Mejoramiento del suelo aluvial para subyacentes haciendo uso de la ceniza de cascarilla de arroz o quema de bosta para caminos vecinales", que tuvo como propósito estudiar las capacidades ingenieriles de una muestra control y modificado mediante la incorporación de 2.50%, 5.0%, 7.50%, 10.0% y 12.5% de ceniza a un suelo. Como metodología se hizo uso del enfoque cuantitativo y diseño experimental. Como resultados los autores observaron que al incorporar 2.50%. 5.0%. 7.50%. 10.0% y 12.50% de ceniza de cáscara de arroz el LL se redujo de 36.06% a 35.20%, 35.06%, 34.87%, 34.52% y 34.49% respectivamente, sin embargo el LP se incrementó de 23.7% a 24.92%, 25.27%, 26.32%, 27.96% y 28.33% y el CBR empapado máximo es 7.68 %, 5.88 % y 4.87 % para RHA. SCBA y CDA. respectivamente. con un contenido de ceniza del 7.5 %. Llegando a la conclusión que la realizar la adición de distintas proporciones de cenizas, el IP decrece con las adiciones de 2.50% a 12.50%, se reduce de 13.0 a 24.0% con el empleo de cenizas de cascarilla de arroz.

A nivel Nacional tenemos a Calero (2021), en su investigación “Estabilización de subrasante utilizando cenizas de bagazo de caña en la Av. Los Alisos Distrito de Oquendo – Callao, 2021” plantean como objetivos calcular como influye las cenizas de bagazo de caña para estabilizar la subrasante en la Av. Los Alisos, Callao 2021. Fue un estudio con metodología del tipo aplicada y del nivel experimental correlacional. menciona como resultado que, con base en los resultados de las pruebas de laboratorio, se determinó que la cantidad óptima de estabilizador de calcio para agregar al suelo es 5.53%. Esta cantidad provoca variaciones mecánicas con respecto al estado natural del suelo, bajando significativamente el índice de plasticidad, el límite de contracción y el índice de expansibilidad. Se implementó cada uno de los métodos de estabilización sugeridos para la investigación de este estudio y se proporciona un análisis de costo-beneficio. Lo principal concluye de la investigación, que la adición de ceniza de bagazo de caña mejora la plasticidad de la subrasante, óptimo contenido de humedad y Máxima densidad seca.

Además, tenemos a Dioses (2021) en su investigación “Estabilización de subrasante con incorporación de ceniza de cáscara de arroz en el Jr. Junín, distrito de Corrales, Tumbes – 2021”, plantea como propósito el análisis del mejoramiento de un suelo subyacente con ceniza de cáscara de arroz sobre la unidad estudiada, mediante la determinación de la capacidad portante, determinación de la consistencia del suelo y cálculo del óptimo contenido de humedad. La metodología de la investigación es del tipo experimental. Se determina los resultados como la disminución en el contenido de humedad del suelo y la disminución en la consistencia medida con los límites de Atterberg. El CBR aumentó en un 13,12 por ciento estimado, superando el 15,42 por ciento del suelo nativo y aumentando al 28,5 por ciento después de que se agregó el 21 por ciento de ceniza de cáscara de arroz. Además, se registró una caída del 6,22 %, con un total del 24,15 % para el patrón del 30,37 % con la dosis del 21 % utilizada en el estudio. En cuanto al contenido de humedad óptimo, los resultados muestran una caída del 7,2 % en comparación con el 31,62 % de la muestra de referencia, con un valor de 24,42 % que se logra al incluir el 21 % de cascarilla de arroz en uno de los métodos mencionados. De la investigación se concluye que se realizó la estabilización con



cenizas de cáscara de arroz, logrando aportar mejores características respecto a la capacidad portante del suelo

Además, el autor Machaca (2022), plantea como objetivo general analizar la incidencia de las cenizas de las raíces de la totora en el mejoramiento de subyacente en la vía Orurillo-Nuñoa. El tipo de investigación contempla una metodología del tipo aplicado, con nivel explicativo. El autor sostiene como resultado que, haciendo uso de 6.0% de CSRT el LL disminuye en un 8.660%, el valor promedio de LP se incrementó en 36.180%, lo que produjo una disminución de 51.910% del índice de plasticidad, en relación a las propiedades mecánicas, haciendo el uso del sistema radicular de la totora la densidad del suelo aumentó en 8.250%, la humedad del suelo se incrementó en 20.610% y el CBR aumentó de 1.50% a 16.60%. El autor concluyó que con el empleo de cenizas de las raíces de la totora se estabiliza el camino comprendido entre los distritos de Orurillo – Nuñoa categorizándola como una subrasante buena.

De artículos en otros idiomas, resalta la investigación de Kishor, Singh y Srivastava (2021), establece como objetivo analizar el comportamiento del suelo expansivo enmendado con ceniza de cascarilla de arroz, ceniza de bagazo de caña de azúcar y estabilizador activador alcalino líquido para subrasante de carreteras. La metodología de investigación es del tipo experimental. Los resultados indicaron que con la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% los valores de soporte California (CBR) fueron de 3.20%, 9.49%, 13.96%, 15.57%, 25.31%, 33.57% y 18.68% respectivamente. Concluyendo que se encuentra que los valores de CBR empapado de los suelos naturales tratados aumentan y los puntos máximos se alcanzan y luego disminuyen. Por lo tanto, el CBR óptimo se obtiene al 75 % de suelo y al 25 % de RHA con LAA y al 80 % de suelo, y al 20 % de SCBA con LAA. El valor de CBR empapado en el punto máximo cuando se trata con RHA y SCBA aumenta en 1753.67 y 3397.40 % a los 28 días de curado respectivamente en comparación con el suelo natural.

Por otro lado, Harun et al. (2019), establecen en la investigación “Un estudio comparativo sobre el uso de cenizas volantes y cenizas de bagazo como material de subrasante” que, como objetivo estudiar los efectos combinados de las cenizas volantes y las cenizas de bagazo en la densidad máxima seca, el contenido óptimo

de humedad, el CBR empapado y la presión de expansión del suelo expansivo. Para lo cual la metodología fue de diseño experimental y enfoque cuantitativo. Según los valores se observó que con la adición de 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5% de ceniza de bagazo el contenido de humedad fue de 13.5%, 14.16%, 14.62%, 14.8%, 15.13% y 15.26%, la densidad fue de 1.88 gr/cm<sup>3</sup>, 1.86 gr/cm<sup>3</sup>, 1.84 gr/cm<sup>3</sup>, 1.83 gr/cm<sup>3</sup>, 1.81 gr/cm<sup>3</sup> y 1.80 gr/cm<sup>3</sup>. Llegando a la conclusión tanto la ceniza volante como la ceniza de bagazo son adecuadas para la estabilización expansiva de suelos. Y las cenizas volantes son más adecuadas que las cenizas de bagazo para la estabilización del suelo. Con los porcentajes crecientes de cenizas volantes, el valor de CBR del factor rector aumenta continuamente. El trabajo de investigación muestra que los porcentajes óptimos para la Ceniza de Bagazo es del 10%

Así mismo, Ormeño et al. (2020) en su investigación “Estabilización de una Subrasante Compuesta por Arcilla de Baja Plasticidad con Ceniza de Cáscara de Arroz”, establece como propósito evaluar la incidencia de las cenizas de cascarilla de arroz, con el fin de perfeccionar un suelo subyacente de pésima capacidad mecánica. La metodología es del tipo experimental con enfoque cuantitativo. Además, como resultado menciona que al incorporar 0%, 10%, 15%, 20% y 25% de ceniza de cáscara de arroz el CHO fue de 10.6%, 15.8%, 17.50%, 19.1% y 19.8%, mientras que la densidad seca máxima fue de 1.694 gr/cm<sup>3</sup>, 1.671 gr/cm<sup>3</sup>, 1.608 gr/cm<sup>3</sup>, 1.550 gr/cm<sup>3</sup> y 1.508 gr/cm<sup>3</sup> y la capacidad de soporte fue de 4.3%, 15.40%, 18.90%, 20.70% y 23.70% respectivamente. Los investigadores concluyeron que los valores de CBR aumentan cuando se agrega más RHA. Por ello, para obtener una muy buena subrasante se debe alcanzar un valor de CBR del 20%, superándose este valor con la adición de un 20% de RHA, lo que da como resultado un 20.70% de CBR. Asimismo, las diferentes dosificaciones brindan diversos valores de CBR que podrían ser utilizados, de manera referencial, para la conformación de muros de contención o como estabilizadores de terraplenes.

De artículos científicos en español, destaca la investigación de Ojeda et al. (2018) titulada “Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante”, de la cual se desprende a manera de objetivo que, El objetivo de

esta investigación es aprender cómo mejorar las propiedades granulares del suelo mediante el uso de bagazo del procesamiento de la caña de azúcar como reemplazo del cemento; La metodología es del tipo aplicado con enfoque cuantitativo, a manera de resultado Se ve que las diversas mezclas funcionan de manera similar a lo que se mostró en la prueba de compresión simple; sin embargo, el suelo con 100 % de adición de CPC mostró aumentos significativos en los valores de CBR, más de tres veces el valor de CBR del suelo sin adición, que fue de 24,5 %. El valor CBR del suelo con 3% de adición de CPC fue 9. Sin embargo, los suelos enmendados con 3%, 5% y 7% de la combinación 75% PC-25% CBCA también mostraron un desempeño excelente en la prueba CBR, con 3 % de suelo enmendado logrando un CBR de 95% y el 5% de suelo enmendado logrando un CBR de 107%. Estos valores de CBR están muy cerca de los informados para suelos enmendados con 7% de la combinación 75% PC-25% CBCA. A manera de conclusión refiere que En un suelo granular aireado, se ha determinado que una tasa de reemplazo del 25% de CPC con CBCA es óptima, ya que el CBCA mostró un rendimiento excelente en las pruebas de compactabilidad, resistencia a la compresión y relación de carga de California (CBR), comportándose de una manera muy similar a la de suelos a los que se les había añadido cemento Portland al 100%. Esto sugeriría que usar CBCA como reemplazo parcial del cemento es una opción viable. La sustitución parcial del 50% del CPC por CBCA también mejora las propiedades del suelo, particularmente en el ensayo de compresión simple y el ensayo de comportamiento de compactación, donde los resultados muestran una mejora significativa en comparación con el suelo sin tratar y alcanzan valores de CBR que cumplen con la norma actual.

Goñas y Saldaña (2020) refieren en la investigación titulada “Mejoramiento de suelos adicionando cenizas de carbón para la conformación de una subrasante”, que el objetivo se refiere a probar muestras de suelo para determinar sus propiedades mecánicas después de haber sido tratadas con un subproducto de la combustión de carbono de materia mineral y vegetal. La metodología es del tipo experimental con enfoque cuantitativo. A manera de resultado refiere que, en calicata 1, la adición de un 15 % de cenizas de carbón aumentó la CBR a un 2,3 %; agregando 20% aumentó CBR a 2.9%; y al agregar un 25 % de cenizas de carbono, el CBR aumentó al 3,5 %. En calicata 2, agregar un 15 % de cenizas de carbono

aumentó la CBR a 2,6 %, 3,0 % y 3,7 %. Después de agregar 15%, 20% y 25% de cenizas de carbono, la CBR para el tipo de suelo CH de Calicata 1 aumentó a 2,3%, 2,9% y 3,5%, respectivamente. Para el tipo de suelo OH de Calicata 2, la CBR aumentó a 2,6%, 3,0% y 3,7%, respectivamente. En resumen, concluye el autor, la ceniza de carburo mejora las propiedades mecánicas (CBR) de los tipos de suelo CH y OH; sin embargo, no cumple con los requisitos para ser utilizado como una subrasante adecuada, con valores CBR de 3.5% y 3.7%, respectivamente, por debajo del valor mínimo de 6% recomendado por el Departamento de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Manual de pavimentos. Sección de Gamuzas y Pavimentos. Se encontraron valores de CBR de 2,1% y 2,2% en las calicatas 1 y 2 sin la adición de cenizas de carbón a nivel de subrasante, respectivamente.

Asimismo Purificación et al. (2021) en la investigación "Incremento del valor de Soporte del Suelo Adicionando Eco Estabilizante a partir de cenizas cascarilla de café arábica" plantean como objetivo de investigación que, Cuando se trata de las propiedades mecánicas de los suelos cohesivos, los suelos de grano fino como limo, arena mixta, arcilla y arcillo arenoso no son aptos para el cultivo, ya que sus volúmenes fluctúan significativamente cuando se exponen al agua. Todos los datos del estudio provienen de metodología cuantitativo; como resultado además que, al analizar las propiedades físicas del CCCA para mezclarlo con otros porcentajes, sabemos que tiene un peso específico de 1,079 g/cc y un contenido de humedad de 3,7%, por lo que no tendrá un efecto negativo en el cambio de volumen del suelo. en el momento de la codificación. Pon tu fe en un porcentaje entre el 10% y el 25%. Al observar el CBR al 95 %, se encontró que la mayoría de los estanques experimentaron un aumento constante en la resistencia del 17 % al 27 %, del 20 % al 28 % y del 27 % al 0 %, según los niveles de dosificación utilizados (10 %, 15%, 20% y 25%). Con la adición de ceniza de cáscara de café árabe, la dosis óptima es de 15 grados centígrados; esto estabiliza suelos cohesivos con valores de CBR de 19.70 grados al 95% y 27 grados al 100%. a manera de conclusión refiere que, Además, tiene un CBR de ,7%, que se considera insuficiente para la ingeniería, según el MTC, si su valor de CBR es  $\leq 6\%$ , necesita ser estable.

Respecto a las bases teóricas relacionadas a las variables dependiente e independiente, se consideraron los conceptos relacionados con las variables de

estudio y cada una de sus dimensiones, a saber: Suelo, capacidades físicas de los suelos, propiedades mecánicas de suelos, aditivo para suelos, Subrasante, Avenida, Stipa Ichu y Totora.



**Figura 1.** Suelo

De acuerdo a la UNPL el concepto de suelo es:

La formación de suelos ocurre a través de la erosión de la roca y la acumulación gradual de diversos materiales durante largos períodos de tiempo; este proceso va acompañado de numerosas variaciones físicas, químicas y biológicas, por lo que los suelos tienden a disponerse en capas estratificadas, similares a las de una torta, y pueden verse en puntos de fractura o rotura de la corteza terrestre. (2015, p. 15).

**Tabla 1.** *Etapas de formación del suelo*

Formación del suelo	
Primera Etapa	Los factores climáticos como la precipitación, la humedad y las variaciones de calor rompen el casquete rocoso (lecho rocoso), dispersando pedazos cada vez más pequeños.
Segunda Etapa	La mezcla de fragmentos de roca con material orgánico ayuda a su desintegración
Tercera etapa	Las capas elevadas de suelo se denominan "horizontes" y se forman cuando la materia orgánica y mineral se acumula en las capas superiores. Es posible ver una estructura dividiéndola en capas.
Cuarta Etapa	El suelo puede albergar vida animal y vegetal. La presencia de estos organismos vivos ayuda a fortalecer y enriquecer el suelo

**Fuente:** UNLP-Escuela Universitaria de Oficios (2015)

“Las capacidades físicas de un suelo se muestran en la tabla 2” (UNPL, 2015, p. 18).

**Tabla 2. Propiedades físicas de los suelos**

Propiedades físicas de los suelos	
Textura	Calcula la proporción de varios tamaños de partículas minerales del suelo
Estructura	Patrón de coalescencia de partículas en agregados impacto en la distribución de la planta
Densidad	Se afirma que los suelos más gruesos pueden soportar más vida vegetal
Temperatura	Afecta la distribución de la vegetación y está vinculado a la elevación
Color	Dependiendo de su composición, variará según la humedad del suelo

**Fuente:** UNLP-Escuela Universitaria de Oficios (2015)

Respecto a la subrasante, “las propiedades físicas establecidas” (Pavimentos, 2013, p. 14): son las siguientes:

**Tabla 3. Propiedades físicas-mecánicas de subrasante**

Propiedades Físicas
Granulometría
Límites de Atterberg
Valor Soporte (CBR)
Densidad (Proctor)
Humedad

**Fuente:** Portal Web Pavimentos (2013)

Según Sánchez se conceptualiza como suelo:

El tamaño de partícula se define como la distribución de las dimensiones de la partícula del suelo como porcentaje del peso seco total de una muestra. “Aprenderemos a emplearlo como un instrumento para caracterizar un suelo, siendo la caracterización de la dimensión específicas interés en la selección de materiales para el relleno de caminos y fosas, que requieren materiales de ciertas gradaciones (2020, p. 18).



**Figura 2.** Partículas de 0.016 mm a 2.0 mm

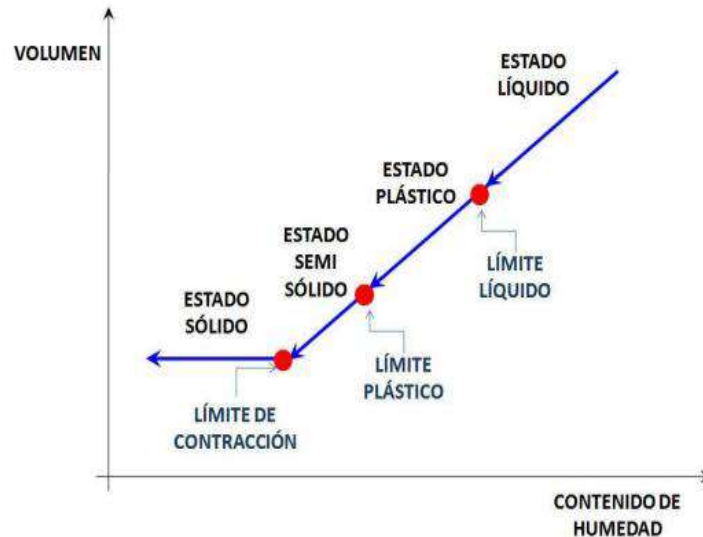
Para Sánchez el concepto de límites de Atterberg es:

Los límites de consistencia de los suelos de grano fino, fueron formulados a principios del siglo XX por el geotecnista de origen sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916). Atterberg trabajó en la industria de la cerámica y desarrolló pruebas sencillas para caracterizar la plasticidad de la arcilla, crucial para modelar y evitar la contracción y el dolor después de la cocción. Se descubrió que la plasticidad de las arcillas no era una cualidad constante sino temporal que variaba con la cantidad de agua presente en ellas. Este autor describió a la plasticidad como la capacidad de un suelo para sufrir deformación, y señaló que los suelos que contienen arcilla se comportan de forma plástica cuando se hallan húmedos y se endurecen considerablemente cuando se secan, la arena se rompe fácilmente en condiciones secas y los suelos a base de cal no siempre son maleables, pero se endurecen menos con el secado. También se observó que había tanto arcilla muy plástica como arcilla menos plástica (2020, p. 19).

De la misma manera Sánchez indica que el concepto de plasticidad es:

La plasticidad en el suelo implica los pasos de formar una masa de material, moldearlo en la forma deseada y mantener esa forma cuando se elimina la fuerza deformante y se evapora el agua. Dado que este fenómeno está relacionado con las moléculas de agua que rodean la arcilla, su apariencia cambiará según la mineralogía de la arcilla, así como la dimensión, su forma y la orientación de las partículas de suelo subyacentes. Atterberg descubrió que grandes cantidades de agua combinadas con las arcillas producían un fluido ligeramente viscoso. La reducción del contenido de agua transformó el líquido en una sustancia dura que se adhirió a las superficies. Debido al aumento de la evaporación, la arcilla ha perdido su viscosidad y ahora se le puede dar forma. Luego, hubo un punto de inflexión en el que, a medida que aumentaba la

evaporación, la propiedad de deformarse ya no se aplicaba. A partir de este punto, se establecieron varios grados de consistencia de pisos plásticos. (2020, p. 28).

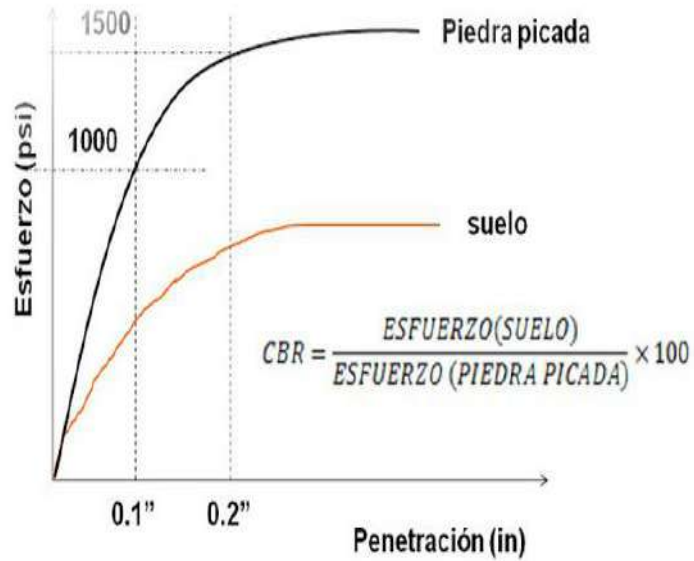


**Figura 3.** Estados de consistencia de suelos

El investigador Sánchez indica que el concepto de valor de soporte California es:

Es un test que se utiliza para analizar un material de respecto a su capacidad mecánica, parametradas mediante un test de escala graduada. A pesar de que en países como México el término se denomina como VRS, o Relative Support Value, las siglas en inglés CBR se refieren al California Bearing Ratio. Aunque la prueba en sí se desarrolló en 1925, no aparece en ninguna norma oficial de EE. UU. hasta 1964, cuando se publican una versión de laboratorio (ASTM D 1883) y una versión de campo (ASTM D 1883) (ASTM D 4429) CBR es una de las pruebas más utilizadas y aceptadas en el mundo hoy en día debido a su bajo costo de ejecución; está vinculado a una serie de ecuaciones correlacionadas y diversos métodos del diseño de una estructura de un pavimento que suelen ser semiempíricos, lo que ayuda a mantener bajos los costos. En relación la norma ASTM D 1883-07, CBR es una prueba de carga que consiste en introducir un pistón de metal con un área cuadrada de 0,5 pulgadas en un molde de metal desde la parte superior de una muestra compactada, "El parámetro de prueba CBR se conceptualiza como la relación entre la fuerza necesaria para penetrar 0,1 pulgadas (0,25 centímetros) y 0,2 pulgadas (0,5 centímetros) en el suelo de prueba y la fuerza necesaria para penetrar la misma profundidad en roca estándar bien triturada. Esta relación se expresa como un porcentaje (2020, p. 51).





**Figura 4.** Curva de Comportamiento de CBR

Para Sánchez el concepto de Proctor estándar es:

La prueba Proctor estándar está diseñada para realizar el cálculo de la densificación de un suelo y la cantidad de agua ideal necesario para lograr esa densidad. Para ello se hace uso de molde de forma cilíndrica, y se rellena con tres capas de material que han sido debidamente compactadas con un martillo de 2,5 kilogramos y se dejan caer como caída libre desde una altura de 30.5 centímetros. Las muestras de ensayo se prepararon secando y dimensionando primero con un tamiz UNE de 20 mm o un tamiz ASTM equivalente, y luego sometiénolas a una serie de humedades adaptadas a cada muestra. Cada capa de material se compacta mediante 26 golpes de martillo que se reparten uniformemente por el suelo. Las tres capas deben estar aproximadamente a la misma altura que el suelo. Después de compactar el material, se toma una muestra del medio del molde y se mide su densidad y contenido de humedad. Es común repetir el proceso con cantidades variables de humedad. Cuando se obtienen cinco o seis puntos que constituyen una curva que correlaciona la densidad aparente seca con la humedad relativa, la prueba de compactación Normal Proctor está completa (2020, p. 64).



**Figura 5.** Ensayo Proctor Normal

De la misma manera Sánchez conceptualiza al ensayo de Proctor modificado como:

El test denominado como Proctor modificado es comparable a la estándar, pero se diferencia en el volumen y tamaño de los moldes y la cantidad de energía de compactación requerida. Para el cual se utiliza un molde de forma cilíndrica de 2.320 centímetros cúbicos de volumen y el martillo Proctor de 4535 gramos, que se golpea desde una altura de 45.7 centímetros. La compactación de la muestra se hace en cinco capas de material el que se deja caer durante 56 veces. Así como se añaden distintas humedades y densidad dentro del molde a varios niveles de humedad, de manera que se puede realizar la curva de Proctor y concluir la prueba de Proctor. Esta prueba requiere más energía de compactación que la prueba Normal Proctor y, por lo tanto, recrea un medio de compactación más poderoso y energizante (2020, p. 39).

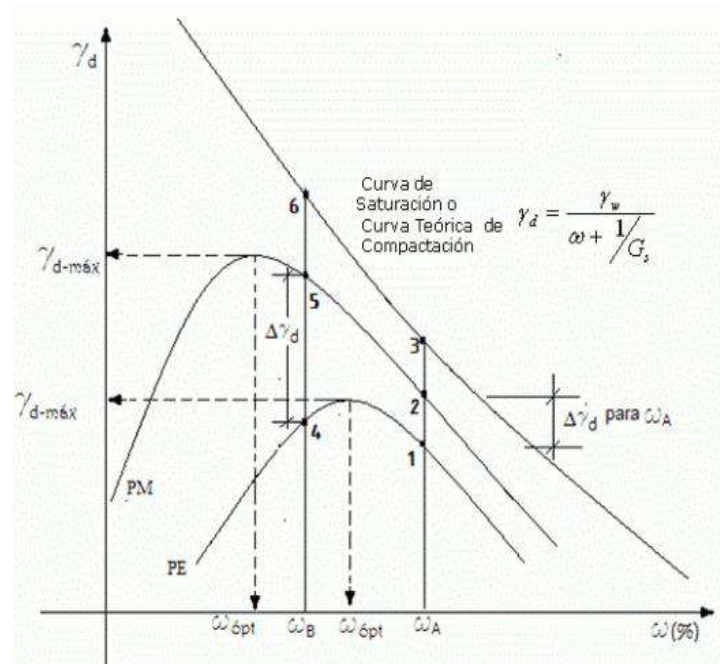


**Figura 6.** Ensayo Proctor Modificado

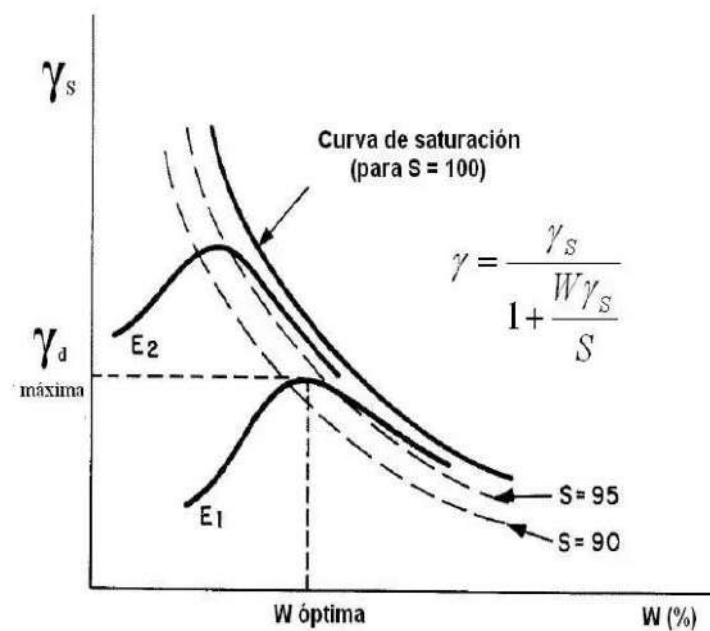
De acuerdo al Diccionario de Geotecnia la humedad óptima del suelo se conceptualiza como:

Peso unitario seco máximo que se puede compactar usando un pisón de trabajo usando el contenido de agua de un suelo dado. Como lo muestra su curva máxima densidad-humedad, la humedad óptima se logra cuando. Un horizonte seco es aquel

que corresponde a suelos bajos en humedad, ya que este tipo de suelo tiene problemas para volverse denso por factores como el rozamiento y la cohesión. Debido a que el agua absorbe la energía de compactación de un suelo muy húmedo en lugar del esqueleto mineral, el horizonte saturado es asimétrico con respecto a la línea de saturación (2020, p. 4).



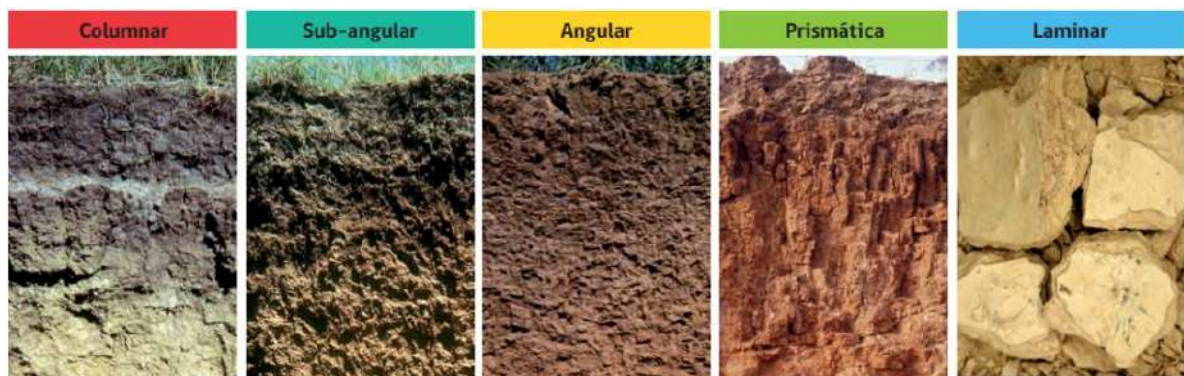
**Figura 7.** Curva de compactación Proctor Estándar y Modificado y curva de Saturación



**Figura 8.** Humedad Óptima

Para James el concepto de propiedades mecánicas del suelo es:

Se puede encontrar una variedad increíble en las capacidades mecánicas del suelo. El estudio de la mecánica del suelo, tanto empírica como teóricamente, ha avanzado hasta el punto de que los ingenieros de suelos pueden tener en cuenta una serie de propiedades mecánicas al diseñar estructuras que incluyen grandes volúmenes de suelo. Desde proyectos de ingeniería civil a gran escala hasta paisajismo de jardines, la mecánica del suelo se puede hacer uso en una infinidad de contextos. Las características más conocidas son la resistencia al corte, la durabilidad y la resistencia al calor. presión del suelo aplicada lateralmente, Consolidación, Capacidad de soportar una carga, Fluidez de paso y estabilidad de las membranas de tafetán (2018, p. 3).



**Figura 9.** Características del suelo

Para la WGBIS el concepto de estabilizante de suelos es:

Se pueden usar muchas sustancias diferentes para perfeccionar un suelo, para lo cual se realizan muchos estudios para identificar el estabilizador más efectivo para cada tipo de suelo. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, todavía no se ha desarrollado ningún estabilizador "milagroso" que pueda usarse en todas las circunstancias. Debido a que la estabilización no es una ciencia exacta, es necesario que el constructor cree bloques de prueba con diferentes tipos y cantidades de estabilizadores para determinar la combinación óptima. Los estabilizadores disponibles naturalmente más comúnmente utilizados en la construcción tradicional (2019, p. 2)"

**Tabla 4. Estabilizantes existentes en la naturaleza**

Estabilizadores disponibles en la naturaleza
Suelos arcillosos y arenosos
Fibras orgánicas
Savias orgánicas
Ceniza de madera
Estiércol de los animales
Productos de origen animal

**Fuente:** WGBIS (s.f.)

“Existe además una familia de estabilizadores manufacturados” (WGBIS, 2019, p. 4):

**Tabla 5. Estabilizadores manufacturados**

Estabilizadores artificiales
Cal y Puzonala
Cemento Portland
Yeso
Asfalto
Estabilizantes comunes
Vidrio soluble de silicatos
Resinas
Sueros
Melaza

**Fuente:** WGBIS (s.f.)

El Ministerio de Economía y Finanzas indica que el concepto de subrasante es:

Es la superficie terminada de una carretera después de que se ha realizado el movimiento de tierras (corte y relleno) y antes de que se instale el pavimento o los estribos. “Corresponde a la ubicación directa de una estructura de pavimento y se integra tanto en la carretera como en el paisaje circundante (2015, p. 5).



**Figura 10.** Movimiento de Tierra en subrasante

Según Buenos Aires el concepto de avenida es:

Conecta barrios y, en algunos casos, municipios o barrios completos entre sí, y permite un mayor volumen de tráfico de vehículos motorizados y transporte público que las calles convencionales. Puedo ver que esto causa tráfico en dos sentidos. La velocidad máxima del vehículo está limitada a 60 kilómetros por hora. Los tiempos de viaje se acortan a medida que se alivian los atascos en las calles estrechas y las conexiones con el transporte público se hacen más rápidamente mediante el uso de trazados colocados en las vías principales. Es lo suficientemente flexible para trabajar con cualquier método de transporte. Permite la conectividad en todo el barrio y entre diferentes zonas (2018, p. 4).



**Figura 11.** Avenida Ejército - Puno

De acuerdo a Materials Handbook el concepto de análisis granulométrico es:

El objetivo del análisis granulométrico es determinar cualitativamente cómo se distribuyen las partículas de la suspensión en relación con su tamaño. Específicamente,

esto se logra mediante una serie de pasos metodológicos diseñados para determinar qué fracción del suelo está atravesada por qué tipos de estructuras de suelo. Esto ayudará a clasificar el suelo y aprovechar al máximo sus cualidades únicas. Este método consiste en recolectar una muestra y luego reducirla usando una variedad de tamices; los datos resultantes pueden mostrarse en un gráfico que muestra el diámetro de tamiz frente a la curva de porcentaje de paso acumulativo. A través del proceso de clasificación de este estudio, contamos con una variedad de tipos de césped, cada uno con sus propias características únicas y usos óptimos (2016, p.21),

**Tabla 6. Tamaño de mallas y tamices**

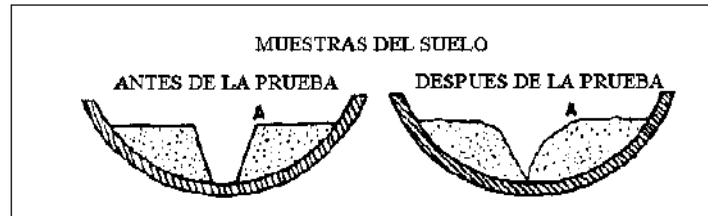
<i>Tamices</i>	<i>Abertura (mm)</i>
3"	75,000
2"	50,800
1 ½ "	38,100
1 "	25,400
¾ "	19,000
3/8	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

**Fuente:** *Manual de Ensayo de Materiales*

De acuerdo al Estudio Anual de Materiales el concepto de límite líquido es:

El límite líquido será "la humedad relativa expresada en porcentaje, momento en el que la sustancia estudiada se encontrará en una fase de transición entre líquida (con partículas en movimiento libre) y sólida (con menos movimiento libre). Al mismo tiempo, este límite líquido se puede localizar con el uso de la cuchara o taza de Casagrande, que está construida para ejercer un esfuerzo de 0,1 KN/m<sup>2</sup> cada golpe si se deja caer desde una altura de 1 cm. Si el suelo se rompe después de 25 golpes, entonces ha alcanzado su límite elástico. Este método se usa comúnmente en ingeniería para clasificar y caracterizar fragmentos de grano fino de acuerdo con las pautas proporcionadas en el manual correspondiente (SUCS Y ASHTO). Especificaciones para fragmentos de piedra triturada utilizados en la construcción (especificación ASTM

D1241). Los profesionales a menudo usan términos de plasticidad del suelo como "Límite líquido", "Límite plástico" e "Índice de plasticidad del suelo" junto con otras propiedades del suelo para correlacionar la permeabilidad, la compatibilidad y la contracción/expansión de los suelos (2016, p.8).



**Figura 12.** Prueba de límite líquido y plástico

Según el Manual de ensayo de materiales el límite plástico se conceptualiza como:

El objetivo declarado de este estudio es determinar cuantitativamente el Límite Plástico del Suelo en el Laboratorio y calcular el Índice Plástico en caso de que ya se conozca el Límite Líquido del Suelo: La gran mayoría de los problemas de clasificación en el ámbito de la ingeniería, con el fin de caracterizar las reacciones de grano fino de los sólidos. El procedimiento es primero darle a la muestra una forma elipsoide, luego golpearla con los dedos hasta desarrollar hilos cilíndricos y finalmente golpearla nuevamente hasta que se restablezca la forma elipsoide. Este proceso se repetirá cuando veces sea necesario hasta el punto de desmoronarse, finalmente el desmoronamiento ocurre por varios motivos, en los suelos más plásticos, por ejemplo, hilos divididos por fisuras de 3mm (2016, p. 25).

En relación al concepto de la clasificación de suelos SUCS Juárez indica que:

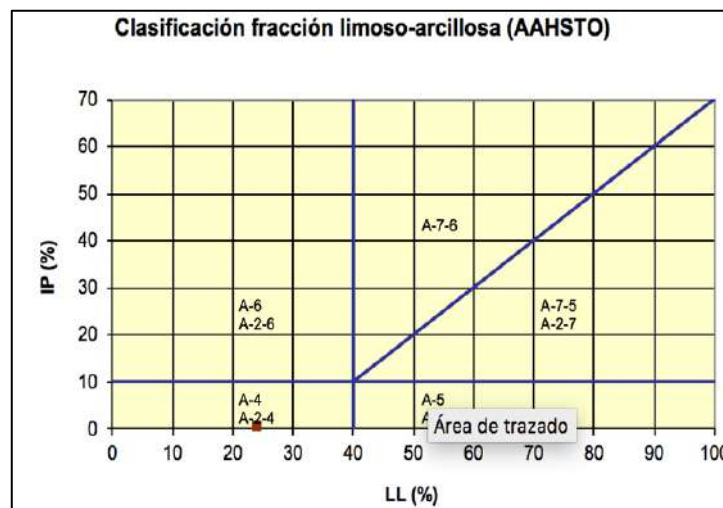
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) de Arthur Casagrande es el sistema de clasificación utilizado para categorizar la textura y el tamaño de partícula de un suelo. Con tamices, este esquema de clasificación se puede usar para la gran mayoría de materiales no consolidados y puede clasificar suelos con tamaños de muestra de menos de 3 pulgadas. Los tamiz número 200 se utilizarán para separar la granola fina de la granola más gruesa. El tamiz atraparán los pedazos más grandes de azúcar, mientras que los pedazos más pequeños lo atravesarán sin obstáculos. Si más de la mitad de las partículas son retenidas por el primer tamiz (tamiz N°. 200), entonces la suspensión se considera espesa. Sin embargo, si más del 5% de las partículas pasan a través del tamiz, se piensa que la muestra de suelo está compuesta por granos finos. Los símbolos de grupo sirven para distinguir entre los suelos; estos símbolos siempre tienen dos partes, un prefijo y un sufijo, que funcionan juntas para formar el símbolo completo. Los prefijos corresponden a las letras iniciales (en inglés) de los nombres comúnmente utilizados para referirse a los seis tipos de sulfitos más comunes (ver:



grava, arena, limo, arcilla, sulfitos derivados del alfabeto griego, sulfitos derivados del alfabeto latino, sulfitos derivados del alfabeto griego, sulfitos derivados de fem. La grava y la arena son las dos categorías principales. El suelo se clasifica como grava si el tamiz No. 4 retiene más del 50 por ciento de los granos del suelo. En caso contrario, se clasificará como arena. Gamuzas Flotantes: El sistema unificado clasifica los suelos pedregosos en tres categorías: inorgánicos (limos) (U), orgánicos (limos y argilita) (C), e inorgánicos (limos y argilita) (O). Cada uno de estos grupos se divide a su vez en dos grupos en función de sus respectivos límites líquidos. La línea divisoria entre estos dos grupos se encuentra en el umbral del 50% de LL. Si la LL del suelo es superior al 50%, se añadirá la letra H al símbolo universal (Alta Compresibilidad). Se agregará la letra L (Baja Compresibilidad) a menos que se indique lo contrario (2005, p. 50).

Asimismo para Juárez el concepto de la clasificación de suelos AASHTO es:

La clasificación AASHTO es ampliamente utilizada en la clasificación de suelos para la construcción de caminos, pistas de aeropuertos y carreteras, especialmente para material base. Para la clasificación SHTO, debe estar familiarizado con los límites de líquido y sólido, así como con las distribuciones de valor p y valor t. Esta clasificación organiza las alfombras en ocho grupos, numerados del 0 al 8. Los grupos primarios incluyen del 1 al 3. Estos grupos principales forman suelos de grano grueso, mientras que los suelos de grano fino están representados por los grupos - 4, - 5, A- 6 y A- 7. Finalmente, tenemos el grupo A-8, que se distingue del grupo A-7 por inspección visual. Para ilustrar los intervalos L. L. y P. I. para los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 (2005, p. 5).



**Figura 13.** Carta de Plasticidad

**Tabla 7. Clasificación de los suelos por Método AASHTO**

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08mm						Suelos finos más de 35% pasa po el tamiz de 0.08 mm					
Grupo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Simbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Analisis granulométrico												
%% que pasa por el tamiz												
2 mm	máx.50											
0.5 mm	máx.30	máx.50	máx.50									
0.08 mm	máx.15	máx.25	máx.10	máx.35	máx.35	máx.35	máx.35	mín.35	mín.35	mín.35	mín.35	mín.35
Limites Atterberg				máx.40	mín.40	máx.40	mín.40	máx.40	máx.40	máx.40	mín.40	mín.40
Límite de liquidez índice de plasticidad	máx.6	máx.6		máx.10	máx.10	mín.10	mín.10	máx.10	máx.10	mín.10	mín.10	mín.10
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx.4	máx.4	máx.8	máx.12	máx.16	máx.20	máx.20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcilloso		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

**Fuente: MTC 2005**

De acuerdo a Becerra el concepto del desgaste de los agregados es:

Prueba de agregados gruesos de menos de 37,5 mm (1 1/2") de tamaño usando la Máquina de Los Ángeles para calcular la resistencia de los materiales al desgaste. Se logra golpeando bolas de acero contra un tambor de acero mediante una combinación de abrasión, fricción y trituración. Estos son movidos por un mortero de acero a medida que gira el tambor, y luego se lanzan al lado opuesto del tambor para crear efectos de desgaste. Después del experimento, el agregado se saca del tambor y se pesa para determinar el grado de degradación (2019 p. 26).

Según Roncal el concepto de Californian Bearing Ratio es:

La llamada prueba CBR del suelo es un estudio empírico que se lleva a cabo bajo condiciones humedecidas y densificadas. Esta prueba se utiliza en proyectos de pavimento y hace uso de curvas de resistencia empíricas. La relación entre la carga unitaria necesaria para introducir un pistón en un orificio perforado en la piedra y la carga unitaria necesaria para introducir una pistola en el mismo orificio perforado se expresa gráficamente e indica el motivo de la diferencia. El CBR proyectado es el valor obtenido después de introducir una pastilla de 0,1 pulgada. Dado que el C B R de una muestra puede cambiar dependiendo de su nivel de compactación y humedad relativa, las condiciones de campo deben imitarse de cerca en el experimento de laboratorio, lo

que exige un estricto control de calidad. Vale la pena señalar que las muestras de suelo saturadas se utilizan en los experimentos CBR (2018, p. 60).

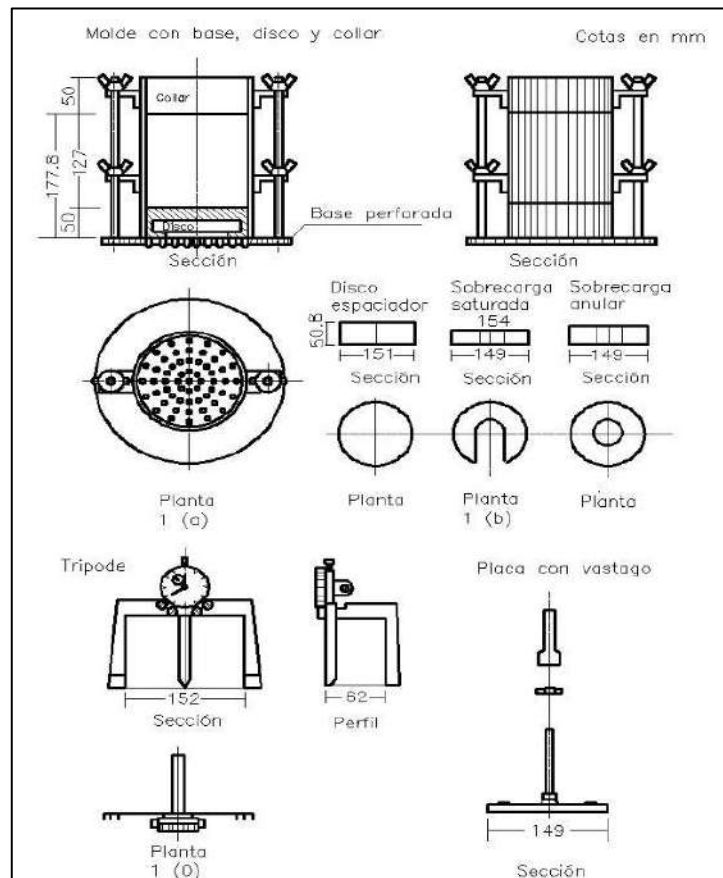


Figura 14. Molde para ensayo de CBR

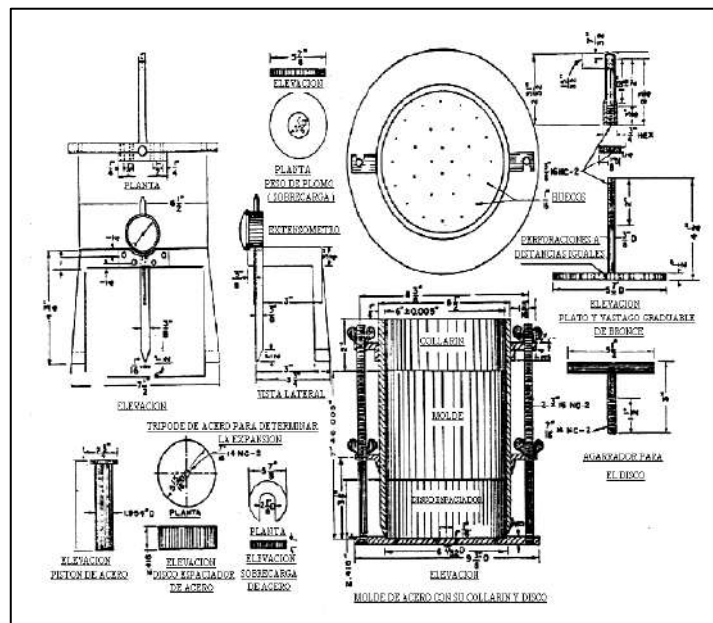


Figura 15. Ensayo de CBR

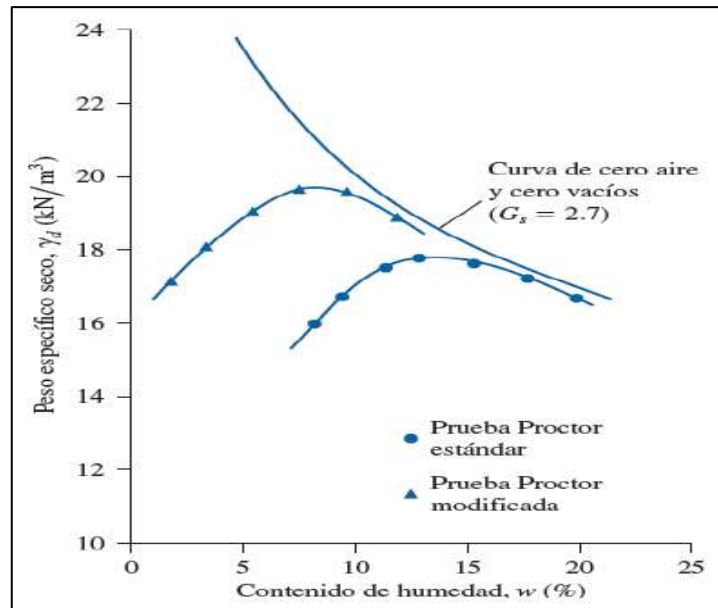
De acuerdo a Das el concepto de compactación de los suelos es:

Se utiliza un pisón para triturar capas de tierra en un molde. Luego, se repite el experimento de compactación, pero esta vez se cambia la humedad relativa del aire (cambiando el valor de  $w$ ), para determinar la sequedad del aire compactado a varios niveles de humedad relativa. “el porcentaje máximo de densificación y el contenido de humedad ideal se pueden determinar con el uso de un gráfico de peso contra humedad (Das, 2012, p. 5).

**Tabla 8.** Especificaciones para Proctor Modificado ASTM D-1557

Concepto	A	B	C
Diámetro con el que cuenta el molde	1001.60 mm	1001.60 mm	152.40 mm
Volumen	944.0 cm <sup>3</sup>	944 cm <sup>3</sup>	2124.cm <sup>3</sup>
Peso del pisón.	4.540 kg	4.54 kg	4.54 kg
Altura del golpe.	457.2. mm	457.2 mm	457.2 mm
# de golpes del martillo de cada capa.	25	25	56
# de capas de densificación.	5	5	5
Energía de densificación.	2700.00 KN*m/m <sup>3</sup>	2700 KN*m/m <sup>3</sup>	2700 KN*m/m <sup>3</sup>
Suelo a emplearse.	Pasante núm. 4 (4.570 mm) se usa si 20% o cantidad menor en peso en material que se no pasa la malla 9.5 mm	Pasante núm. 9.5mm, puede emplearse si el suelo no pasa la malla # 4 mm es más que 20% y 20 % menos en peso retenido en la malla de 9.5 mm.	Pasante de la malla de 19mm (3/4”), puede emplearse 20% en peso del suelo se retiene en la malla 9.5 mm. , y menos el 30% en peso se retiene en la malla de 19.0 mm.

**Fuente:** Das (2012)



**Figura 16.** Curva para humedad óptima

Respecto a la **variable Dependiente**, se denomina capacidades de la subrasante mencionando las propiedades físicas y las propiedades mecánicas. Esta variable contempla las siguientes **dimensiones**: “granulometría, contenido de agua, clasificación del suelo ASSHTO y SUCS, Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad, Densidad seca Máxima, Óptimo contenido de humedad y CBR” (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2010, p. 5).

Todo esto según la norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos se ejecutará.

Respecto a la **variable Independiente**, se denomina dosificación de Ceniza de stipa ichu y totora. Esta variable contempla las siguientes **dimensiones**: Dosificación 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT, 3%CI+6%CT.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

##### **Tipo de Investigación:** Aplicada

“Son conocidas 2 tipos de investigación: Básica conocida como fundamental o pura y la investigación tecnológica o aplicada” (Solís, 2008, p. 34).

Para Ñaupas las investigaciones de tipo aplicada se conceptualizan como:

“La razón por la que la investigación básica o fundacional se considera "pura" es porque sus motivaciones se fundamentan en la indagación, la energía ilimitada por descubrir nuevos conocimientos o, como dirían algunos, el amor a la sabiduría por sí misma. Nombrada así por su papel como base para la investigación aplicada y la tecnología, la fundamentalidad también se refiere al hecho de que es primordial para el avance de la ciencia. Veremos las tres etapas del análisis de Selltiz: descubrimiento, descripción y explicación. Esta categoría de diseños de investigación incluye estudios exploratorios, descriptivos, explicativos y predictivos. Por el contrario, la investigación tecnológica o aplicada El objetivo es eliminar los obstáculos encontrados durante la producción, distribución, circulación y consumo de algunos servicios o bienes en todas las actividades humanas. El término "aplicar" se refiere al proceso mediante el cual se desarrollan problemas o hipótesis de trabajo a partir de investigaciones básicas, puras o fundacionales en ciencias contemporáneas o formales para abordar problemas en la vida social productiva. Como su resultado final no es solo conocimiento, sino tecnología, también se le conoce con ese nombre. Este tipo de estudio tiene como objetivo mejorar, refinar o hacer más eficaz el cómo funcionan los sistemas, procedimientos, reglas y regulaciones tecnológicas preexistentes aprovechando los avances científicos y tecnológicos; como tal, no solo afirma que algo es verdadero, falso o probable, sino también si es o no efectivo, inexistente, ineficaz o efectivo” (Ñaupas, 2013, p. 23).

En este sentido, se definió el tipo de investigación como Aplicada, ya que se planteó demostrar la influencia en la adición de ceniza de stipa ichu y totora respecto a las propiedades físicas – mecánicas en la subrasante de la Av. Ejército.

##### **Diseño de Investigación:** Cuasi-experimental

De acuerdo a Vallejo el concepto de diseño experimental es:

“Otra forma de clasificarlos se basa en cuándo se recopilarán y analizarán los datos; si los datos se recopilaron en el pasado y se analizaron en el presente, lo llamamos

estudio retrospectivo, pero si se desarrollan las variables que se miden, lo llamamos estudio prospectivo. como resultado de una extensa investigación y un cuidadoso análisis, su diseño mira hacia el futuro. Otra forma de clasificar el diseño de un estudio es por el número de veces que se miden las variables; si se toma una sola medida de cada uno, el diseño es transversal. La investigación longitudinal ocurre cuando un investigador sigue a una cohorte de individuos a lo largo del tiempo, tomando medidas a intervalos regulares. En conclusión, los diseños de investigación descriptivos se utilizan cuando el objetivo principal del estudio es registrar las circunstancias, comportamientos o rasgos de la(s) población(es) bajo investigación. La estimación analítica, por otro lado, intenta aclarar la conexión causal entre los factores investigados” (Vallejo, 2002, p. 2).

Para esta investigación resultó Experimental, debido a la manipulación parcial de las variables, respecto a la adición de ceniza de stipa ichu y totora, resulta una Cuasi-Experimental. Esto debido a que las propiedades físico – mecánicas, intrínsecas en la subrasante de la Av. Ejército en la ciudad de Puno, no podrán ser manipuladas, sino que serán meramente comprendidas para los propósitos de estudio.

#### **Nivel de Investigación:** Explicativo

“En relación a los nivel de estudio, mencionar que estos dependerán de la estrategia de la investigación” (Tesis Investigación Científica, 2016 p. 2).

Esta investigación tiene como propósito describir los efectos de mezclar stipa ichu y ceniza de totora en la Av. Subrasante del Ejército, que fue el impulso original del estudio. Esto se logra recurriendo a teorías físicas y mecánicas sobre el comportamiento de la subrasante en estructuras de pavimento tanto completas como incompletas. Es por ello que la presente fue Explicativo.

#### **Enfoque de investigación:** Cuantitativo

De acuerdo a Hernández, Fernández y Bautista el enfoque cuantitativo se define como:

El método cuantitativo de probar hipótesis a través de una descripción cuidadosa y estadística inferencial. La recaudación y el análisis de datos son clave para el enfoque cuantitativo, que busca responder preguntas de investigación o revelar otras nuevas basadas en la información recopilada (2014, p. 32).

En tal implicancia, el enfoque de la investigación, debido a su naturaleza ingenieril y a su relación con las ciencias matemáticas, es que resultó del tipo cuantitativo.

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable Independiente:** La variable con la cual se espera desarrollar la presente investigación a partir de su manipulación, es la referida a Adición de ceniza de stipa ichu y totora.

**Definición Conceptual:** La acidez del suelo se reduce y la actividad de las bacterias que fijan nitrógeno en el suelo se potencia gracias a la adición de ceniza. También aportan enormes cantidades de potasio, el segundo macronutriente más esencial para las plantas después del nitrógeno. El potasio promueve el crecimiento de frutas y hojas y aumenta la resistencia a la sequía (Agronoticias, 2019, p. 11).

**Definición Operacional:** Se ha demostrado que la incorporación directa de una amplia variedad de residuos de plantas y cultivos, como la ceniza, mejora las propiedades de estabilización del suelo. “Se realizan ensayos de compactación granulometría AASHTO, CBR para conocer la severidad del impacto. Las dosis en estado seco son 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT, 3%CI+6%CT. En base a estas premisas, damos resultados de compactación y CBR” (Jacques L. & Torres S., 2019, p. 21).

**Dimensión:** Dosificación.

**Indicadores:** Los indicadores de la variable independiente son: Adición de Ceniza de stipa ichu y totora en dosificaciones patrón, 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT, 3%CI+6%CT respectivamente y en consideración a la muestra de subrasante en análisis de campo. Importante mencionar que estos materiales de origen vegetal serán añadidos a la subrasante de forma mixta, para evaluar la efectividad de esta alternativa natural de estabilización para subrasante.

**Escala de medición:** De razón.

**Variable Dependiente:** Para la presente investigación, la variable dependiente resulta Propiedades físico – mecánicas de Subrasante.

**Definición Conceptual:** Las características importantes del suelo que desempeñan un papel en el diseño y la operación/funcionamiento de la



pavimentación incluyen la clasificación del suelo AASHTO, el análisis granular, los límites de Atterberg, la gravedad específica y una prueba de peso/susceptibilidad. Además, existen otras características como la permeabilidad y la Capilaridad (Llanqui A., Pizarro M., 2021, p. 17).

**Definición Operacional:** Se ha evidenciado que los residuos en forma de ceniza de diversos cultivos y plantas favorecen las propiedades de estabilización de subrasantes, mediante su incorporación directa.

**Indicadores:** Los indicadores para comprender la variable dependiente son: Granulometría (%), Humedad (%), Clasificación AASHTO (adimensional), Límites de Atterberg (%), Capacidad Resistente de Subrasante (%) y Relación Humedad-Densidad (%).

**Escalas de medición:** De razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población**

“En estadística, una población es un conjunto de individuos que comparten ciertas características que los hacen interesantes de estudiar o analizar ya que no son compartidas por otras poblaciones” (Ejemplos, 2022 p. 1).

Bajo esta concepción, se define para el presente estudio la población como la subrasante estabilizada con y sin adición de ceniza de stipa ichu y totora.

#### **Criterios de inclusión:**

en este estudio de investigación se tomará los productos con los que se encuentra en la subrasante de la av. Ejército de la ciudad de Puno.

#### **Criterios de exclusión:**

En la investigación no se utilizará productos que no sean ceniza de stipa de ichu y totora.

#### **Muestra**

A efectos estadísticos, una muestra representativa de una población puede sustituir a toda la población. La implicación es que, si se encuentran algunas características

en un subconjunto de la población, entonces toda la población debe tener esos rasgos (Ejemplos, 2022 p. 2).

Para la presente investigación, se considera como longitud y ancho de vía en la avenida ejército, 300 m y ancho de vía de 6 m por carril. Con estas consideraciones, el área de vía es de 3600 m<sup>2</sup>.

De acuerdo al Plan Maestro de Transporte Urbano del Área Metropolitana de Lima y Callao de la República Peruana, las vías arteriales atienden el tráfico que tiene su origen en vías colectoras. También es común escuchar estos caminos referidos como avenidas o carreteras (Agencia Internacional de Cooperación Japonesa, 2018, p. 1).

Según plan regulador de rutas de transporte público menciona: “que la clase de vía de la Av. Ejército es ARTERIAL porque es vía para transporte regular”. ( 2021, p. 8).

En este sentido, la Avenida Ejército resulta de una naturaleza del tipo vía Arterial.

Así mismo, la norma CE.010 Pavimentos Urbanos, refiere que el número de puntos de investigación será considerado según el tipo de vía:

**Tabla 9. Tipología de Vía - Norma CE.010**

TIPO DE VÍA	Cantidad de sondeos	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Expresas	1 por	1000.00
Arteriales	1 por	1200.00
Colectoras	1 por	1500.00
Locales	1 por	1800.00

**Fuente:** CE.010 Pavimentos Urbanos. (2010)

En tal sentido, se considera un total de 03 puntos de investigación en la Avenida Ejército a manera de muestra para la presente investigación. Respecto a la adición de ceniza de stipa ichu y totora, se realizará (03 calicatas) en el pavimento flexible existente deteriorado para analizar la subrasante como prueba patrón de 2mx2m. En cada una de estas muestras se añade la ceniza de stipa ichu y totora en dosificaciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT respectivamente. Esta dosificación se establece debido a que diversos autores consideran un mínimo de 03 dosificaciones para estudios de adición de material estabilizante para subrasante. Respecto al ensayo CBR, la norma CE.010 indica que para vías

arteriales se considerará 01 control al 95% de su Máxima Densidad Seca Teórica, Proctor Modificado o Estándar. Para las propiedades de Granulometría, Clasificación AASHTO, Límites de Consistencia, Relación densidad seca – humedad lo dispuesto para el ensayo de CBR (01 por cada uno).

Basado en esta información, se considera la siguiente distribución de ensayos:

**Tabla 10. Distribución de Ensayos**

Ensayos	Norma	Muestra Patrón		Dosificaciones Ceniza de stipa ichu y ceniza de totora			Sub Total	Total
		Puntos de Investigación	Cantidad de ensayos	1%CI+ 4%CT	2%CI+ 5%CT	3%CI+ 6%CT		
CBR	NTP 339.145	3	1	3	3	3	12	72
Granulometría	NTP 400.128	3	1	3	3	3	12	
Clasificación de suelos	ASTM D-2487	3	1	3	3	3	12	
Límites de Consistencia	NTP 339.129	3	1	3	3	3	12	
contenido de humedad	NTP 339.127	3	1	3	3	3	12	
Proctor	NTP 339.141	3	1	3	3	3	12	

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## Muestreo

La frase "técnica de muestreo" se refiere a un grupo de métodos estadísticos que investigan cómo elegir una muestra que sea estadísticamente representativa de una población más grande; es decir, que esté lo más cerca posible de la población a partir de la cual se extrapolan o infieren los resultados de una investigación. Hay dos tipos de muestras: estadísticas y no estadísticas.

Para el presente estudio, e base a las consideraciones de la Norma CE.010 para definir los puntos de investigación, el cual indica cruces de vías y puntos intermedios de preferencia para realizan una investigación, es que resulta una técnica de muestreo del tipo No Probabilístico.

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

#### **Técnica de recolección de datos**

La forma en que se recopila la información depende de la pregunta de investigación que se plantee. Las técnicas de recopilación de datos pueden variar desde encuestas simples hasta entrevistas en profundidad, pruebas de laboratorio, evaluaciones clínicas, observaciones, revisiones de documentos y muestras biológicas. Debido a la necesidad de controlar la realización de ensayos mediante la supervisión de los mismo, es que la técnica del presente estudio es la observación directa in situ durante la toma de muestras y ejecución de ensayos de campo y laboratorio.

#### **Instrumento de recolección de datos**

La recolección de datos se efectuará mediante la utilización de fichas de recolección de datos, equipos, herramientas de laboratorio y software para procesamiento de datos.

#### **Validez**

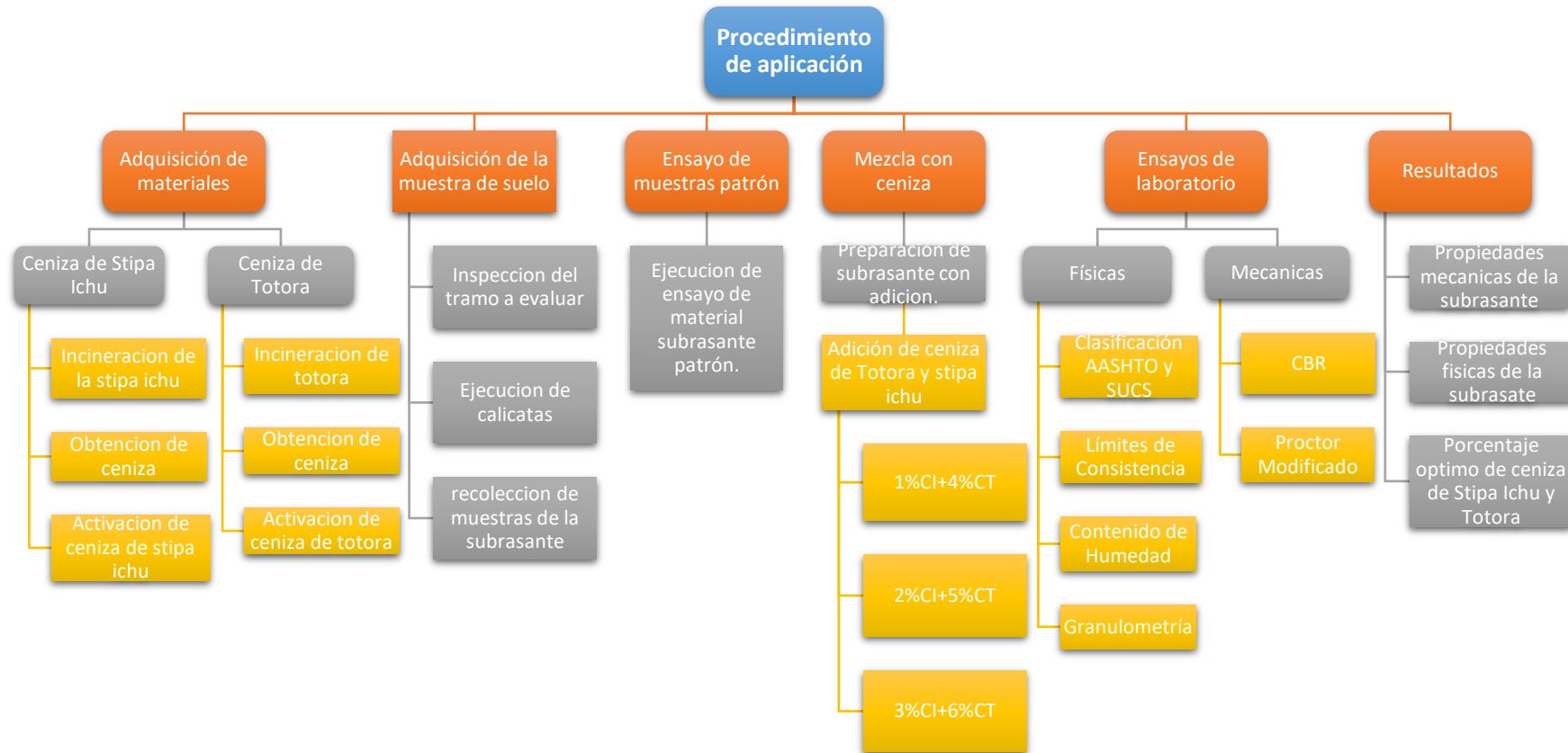
La validez de los instrumentos de obtención de datos se dió mediante la verificación por parte de 03 Ingenieros civiles habilitados, que evaluarán la efectividad de la utilización de ensayos y su normativa para la ejecución y cumplimiento de cada uno de los propósitos planteados. En anexos se adjunta la validación de los instrumentos empleados.

#### **Confiabilidad**

Este estudio es confiable se avala por los certificados de calibración de equipos, situación formal de la empresa de laboratorio para la realización de los ensayos mediante la verificación de su RUC, el encargado de los ensayos deberá ser un Ingeniero Civil habilitado, y el expedito de una boleta o recibo por servicios otorgados y el análisis estadístico de los resultados mediante software SPSS Statistics.

### 3.5. Procedimiento

A continuación, se presenta un cuadro de procedimientos del trabajo de investigación:



**Figura 17.** Procedimiento de Aplicación

## Obtención de la ceniza de stipa ichu y totora.

**Recolección de stipa ichu:** Se procede a recolectar la stipa ichu en las alturas de la zona norte de Puno, en el centro poblado de Totorani.



**Figura 18.** Stipa ichu en el centro poblado Totorani.

Se obtiene con personal la recolección de stipa ichu, de forma manual a cargo de mi persona.



**Figura 19.** Obtención de stipa ichu en el centro poblado Totorani.

**Quemado:** Para el quemado de la stipa ichu se realizó en la misma localidad de dicho centro poblado de Totorani.



**Figura 20.** Obtención de ceniza de stipa ichu.

**Calcinación de ceniza:** Se lleva la ceniza quemada a laboratorio para su correspondiente activación en la mufla a 600°C por 3 horas y verificación de minerales y/o sustancias.



**Figura 21.** Activación de la ceniza stipa ichu.



**Figura 22.** Preparado para identificación de sustancias de la stipa ichu.

**Recolección de totora:** Se procede a recolectar en las orillas de nuestro sagrado lago Titicaca de la ciudad de Puno.



**Figura 23.** Totora en las orillas del lago.



Se obtiene con personal la recolección de totora, de forma manual a cargo de mi persona.



**Figura 24.** Obtención de totora de forma manual.

**Quemado:** Para el quemado de la totora se lleva a un lugar cercano para obtener la ceniza de totora.

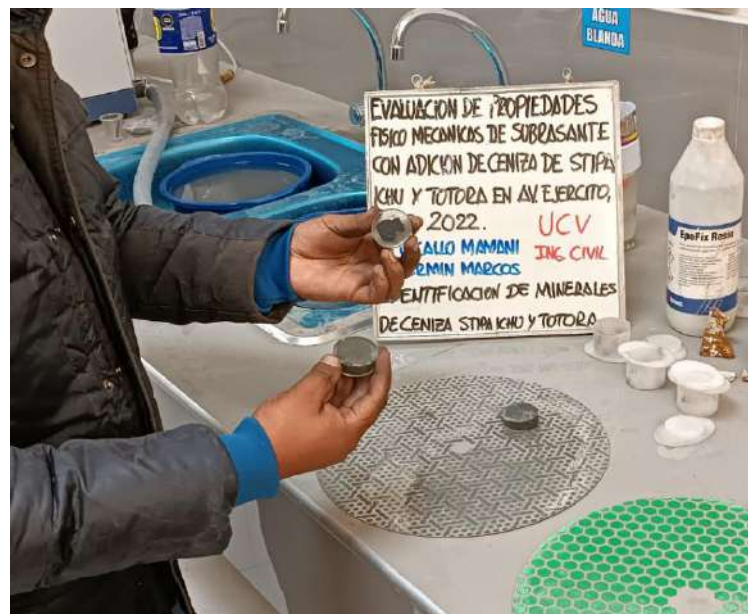


**Figura 25.** Obtención de ceniza de totora.

**Calcinación de ceniza:** Se lleva la ceniza quemada a laboratorio para su correspondiente activación en la mufla a 600°C por 3 horas y verificación de minerales y/o sustancias.



**Figura 26.** Activación de la ceniza totora.



**Figura 27.** Preparado para identificación de sustancias de la stipa ichu

### Obtención del material del suelo

Se desarrolló el reconocimiento del pavimento flexible en Av. Ejército como población de la presente investigación; por lo tanto, se considera como longitud de 300 m y ancho de vía de 6 m por carril. Con estas consideraciones, el área de vía es de 3600 m<sup>2</sup>, entonces se toma como muestreo el área más deteriorada (desfavorable) para recoger la muestra de suelo de los 3 sondeos de la vía estudiada, las cuales fueron excavadas a una profundidad de 150 cm según lo normados por la CE 010 Pavimentos urbanos, el suelo extraído fue almacenado en sacos terreros para ser llevados al laboratorio y realizar el respectivo análisis.

**Tabla 11.** *Distribución de Ensayos*

Sondeo	C-1	C-2	C-3
Profundidad (metros)	1.5	1.5	1.5

**Fuente:** *Elaboración Propia*



**Figura 28.** *Vista de la Av. Ejército de la ciudad de Puno.*

## Ensayos de laboratorio:

En este estudio, se consiguieron datos del suelo patrón o natural de la Av. Ejército de la ciudad de Puno, al cual se adicionó el 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT (CI: ceniza de stipa ichu, CT: ceniza de totora) con el fin de alcanzar los objetivos planteados, se tomó en cuenta lo estipulado en la normativa del MTC y ASTM, con los manuales del test de los materiales, para lo cual se analizó el material de suelo proveniente de 3 calicatas de la subrasante de esta dicha avenida. Los test empleados para este estudio fueron:

- Test granulométrico: norma ASTM D-422 - NTP 339.128/MTC E 107 (ver anexo).
- Contenido de humedad del suelo: Norma ASTM D-2216/NTP 339.127/MTC E-108 (ver anexo).
- Clasificación y caracterización de suelos: Norma ASTM D-2487 (ver anexo).
- Límites planteados por Atterberg: Norma ASTM D 4318/NTP 339.129/ MTC E 110,111. (ver anexo).
- Densificación de suelos (Proctor Modificado): Norma ASTM D 1557 y NTP 339.141/MTC E 115. (ver anexo).
- Valor de soporte California en laboratorio: Norma ASTM D 1883/NTP 339.145 / MTC E 132 (ver anexo).



**Figura 29.** Ensayo de laboratorio de suelos.

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

El análisis de resultados hace referencia al desarrollo de acciones a las que el investigador someterá los valores para cumplir los objetivos de esta investigación. Todos estos procedimientos son demasiado confusos para definirlos con precisión de antemano. La recopilación de datos y el análisis preliminar pueden indicar problemáticas y deficiencias que necesitan ajustar la estrategia inicial de análisis de los valores. No obstante, es fundamental preparar los indicadores fundamentales de análisis de acuerdo con la verificación de cada hipótesis desarrollada, ya que estas definiciones facilitarán la fase de recaudación. Hay principalmente dos grupos de métodos de análisis de datos: Combinación de métodos cualitativos y cuantitativos (TQM).

Para la presente investigación, por su naturaleza numérica es que se emplearán las cuantitativas, con un tratamiento basado en la estadística descriptiva e inferencial.

### **3.7. Aspectos éticos**

Cabe señalar que la investigación actual es genuina, basada en estudios preliminares sobre el uso de derivados vegetales para mejorar la estabilización de la subrasante durante la construcción de estructuras de pavimento. Lo mismo ocurre con no compartir ningún detalle sobre su desarrollo con terceros. Por otra parte, todo lo expuesto a continuación se basa en la legislación nacional vigente tal y como se detalla en Percualitativas y cuantitativas.

## IV. RESULTADOS

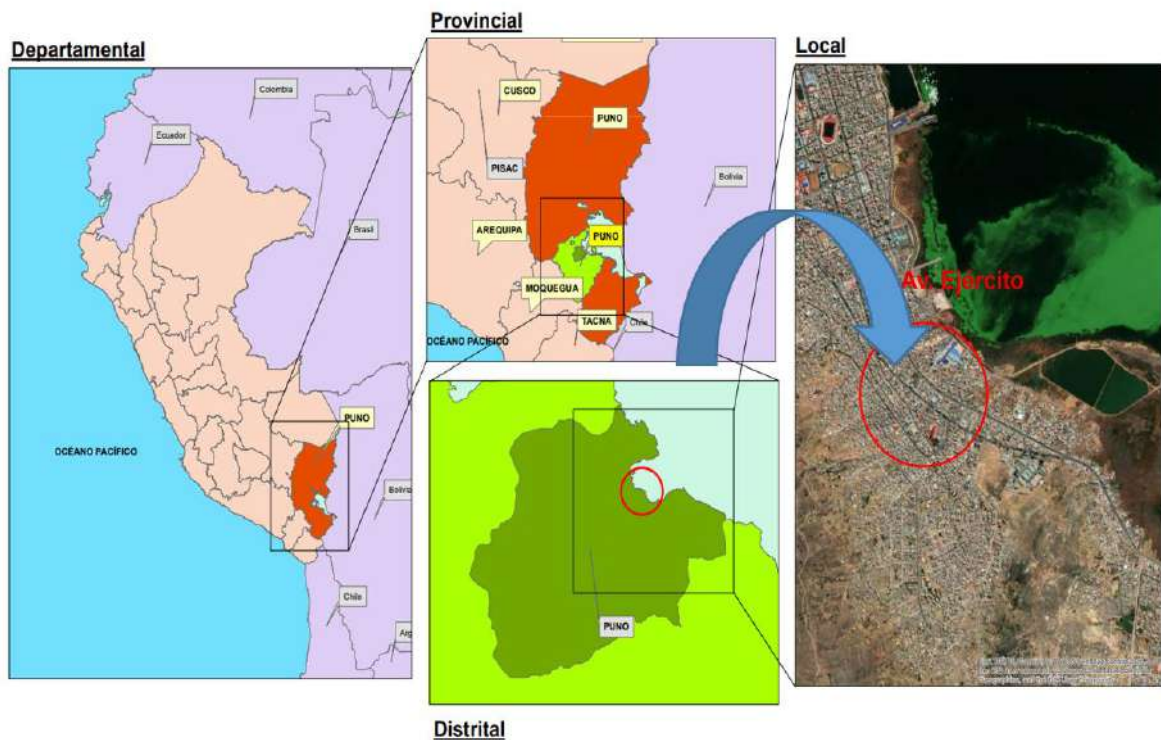
### Descripción de la zona en estudio

#### Nombre de la tesis

Evaluación de Propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de *Stipa Ichu* y *Totora* en Av. Ejército, Puno 2022.

#### Ubicación política

Este estudio fue desarrollado en la Avenida Ejército en el distrito, provincia y departamento de Puno.



**Figura 30.** Mapa de Ubicación

#### Límites

- Norte : Huancané y San Román
- Sur : El Collao y Región de Moquegua
- Este : Lago Titicaca y El Collao
- Oeste : San Román y la región de Moquegua

## Ubicación Geográfica

El distrito de Puno se ubica en las coordenadas geográficas: Latitud Sur 13°00'00" y 17°17'30" y Latitud Oeste 68°48'46" y 71°06'57", posee un área de 460.75 km<sup>2</sup> aproximadamente y se halla a una altura de 3827 m.s.n.m. Según INEI, alberga una población distrital de 229,236 habitantes.



*Figura 31. Lugar de trabajo de investigación.*

## Clima

Las condiciones climáticas en Puno son frías, precipitaciones moderadas y una sensación térmica moderada. La temperatura promedio anual suele estar entre los 14.40°C y 2.60°C.

La cantidad de lluvias promedio en los años 1964-1980 fue de 703.1 mm.

## TRABAJO EN CAMPO:

Se desarrolló la excavación de calicatas para la extracción de muestras y el análisis de la zona de estudio ubicada en la avenida Ejército, para lo cual se realizó tres sondeos ubicados en diferentes puntos de la avenida, para lo cual se tomó en cuenta lo señalado en la técnica peruana de Pavimentos Urbanos E.010.



**Figura 32.** Calicata en la Av. Ejército.

## TRABAJO EN LABORATORIO:

Para este estudio, los datos conseguidos fueron recaudados del análisis de los suelos extraídos de las calicatas, para esta investigación de la avenida Ejército en el distrito de Puno, Provincia de Puno. Para lo cual se desarrollaron los ensayos de test granulométrico, contenido de humedad, límites de Atterberg, compactación y valor de soporte California para las calicatas C-01, C-02 y C-03 de la subrasante. Luego de realizar el análisis del suelo patrón, se realizó ensayos con la adición de 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT de ceniza stipa ichu y ceniza de totora con el fin de calcular como influye de proporciones de las mezclas de ceniza de stipa ichu y totora en las propiedades físico-mecánicas del suelo subyacente.





**Figura 33.** Ensayo y toma de datos en laboratorio

**Objetivo Específico 1:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la propiedad física de la subrasante en Av. Ejército en la ciudad de Puno 2022.

Para el cumplimiento de este objetivo se desarrollaron los test de análisis granulométrico, contenido de humedad de los suelos junto a la clasificación AASHTO y SUCS, para las muestras extraídas de las calicatas, luego se describirán los ensayos de límites de consistencia para los tres sondeos, como para las adiciones de stipa ichu y ceniza de totora.

En primer lugar se hizo el cuarteo de la muestra de suelo, para lo cual se dividió en cuatro la muestra y se tomaron dos partes opuestas para asegurar la aleatoriedad de la muestra.



**Figura 34.** Cuarteo de material

### **Análisis Granulométrico por tamizado**

Esta prueba fue realizada con el propósito de calcular como se distribuyen partículas de suelo de acuerdo a sus dimensiones, para lo cual se emplearon

tamices de distintos tamaños de abertura, este ensayo fue realizado con la guía de las normas ASTM D-422 - NTP 339.128/ MTC E 107.

**Calicata C-01:** A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la calicata analizada.



**Figura 35.** Análisis granulométrico.

**Tabla 12.** Granulometría de la C-1 patrón.

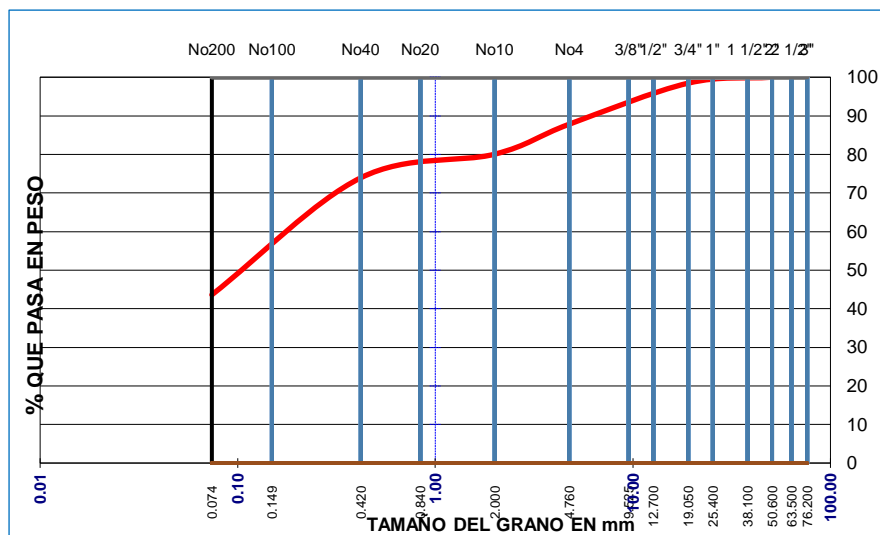
Dimensión Malla	Diametro mm	PESO Ret.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% Pasante
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.00
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.0	100.00
3/4"	19.050	88.00	1.54	1.54	98.46
1/2"	12.700	154.00	2.69	4.23	95.77
3/8"	9.525	109.00	1.91	6.14	93.86
N° 4	4.760	346.00	6.05	12.19	87.81
N° 10	2.000	66.00	7.76	19.95	80.05
N° 20	0.840	17.00	2.00	21.95	78.05
N° 40	0.420	35.00	4.11	26.06	73.94
N° 100	0.149	107.00	12.58	38.64	61.36
N° 200	0.074	151.00	17.75	56.39	43.61
-200		371.00	43.61	100.00	0.00

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 13.** Resultado del análisis granulométrico

CALICATA	% GRAVA	% ARENA	% FINOS
C-01	12.19	44.20	43.61

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 36.** Curva granulométrica de C-1 patrón.

**Interpretación:** Según los valores mostrados en la tabla 13, el tipo de suelo predominante en la calicata C-1 son los finos que representan el 43.61%, seguido de la arena con un 44.20% y de gravas con un 12.19%, que son valores característicos de un suelo fino.

**Calicata C-02:** A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la calicata analizada.

**Tabla 14.** Granulometría de la C-2 patrón.

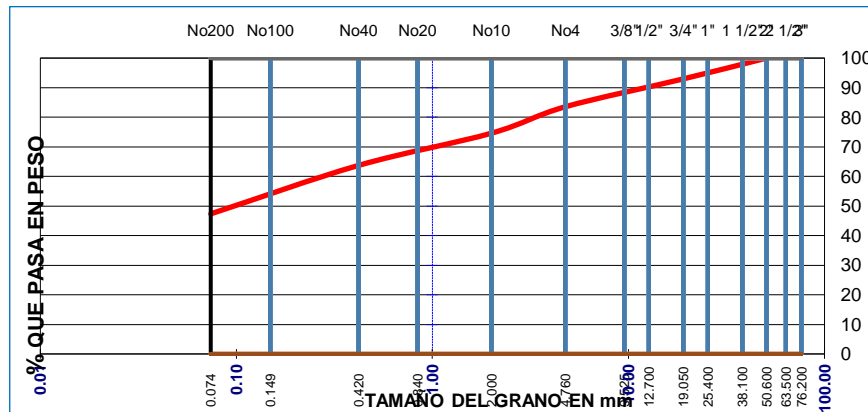
Mallas ASTM	Diámetro mm	PESO Ret.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% Pasante
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	<b>100.00</b>
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	<b>100.00</b>
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	<b>100.00</b>
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	<b>100.00</b>
1"	25.400	109.00	2.67	2.67	<b>97.33</b>
3/4"	19.050	178.00	4.36	7.04	<b>92.96</b>
1/2"	12.700	124.00	3.04	10.08	<b>89.92</b>
3/8"	9.525	94.00	2.31	12.38	<b>87.62</b>
N° 4	4.760	166.00	4.07	16.45	<b>83.55</b>
N° 10	2.000	96.00	8.93	25.39	<b>74.61</b>
N° 20	0.840	28.00	2.60	27.99	<b>72.01</b>
N° 40	0.420	89.00	8.28	36.27	<b>63.73</b>
N° 100	0.149	108.00	10.05	46.32	<b>53.68</b>
N° 200	0.074	68.00	6.33	52.64	<b>47.36</b>
<b>-200</b>		<b>509.00</b>	<b>47.36</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 15. Resultado de granulometría de la C-2 patrón**

CALICATA	% GRAVA	% ARENA	% FINOS
C-02	16.45	36.19	47.36

*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 37.** Curva granulométrica de C-2 patrón

**Interpretación:** Según los valores mostrados en la tabla 15, el tipo de suelo predominante en la calicata C-2 son los finos que representan el 47.36%, seguido de las partículas de arena que representan el 36.19% y de las partículas de grava que representan el 16.45%; por lo que se concluye que se trata de un suelo fino.

**Calicata C-03:** A continuación, se detallan los valores conseguidos de la calicata analizada.

**Tabla 16. Granulometría de la C-3 patrón.**

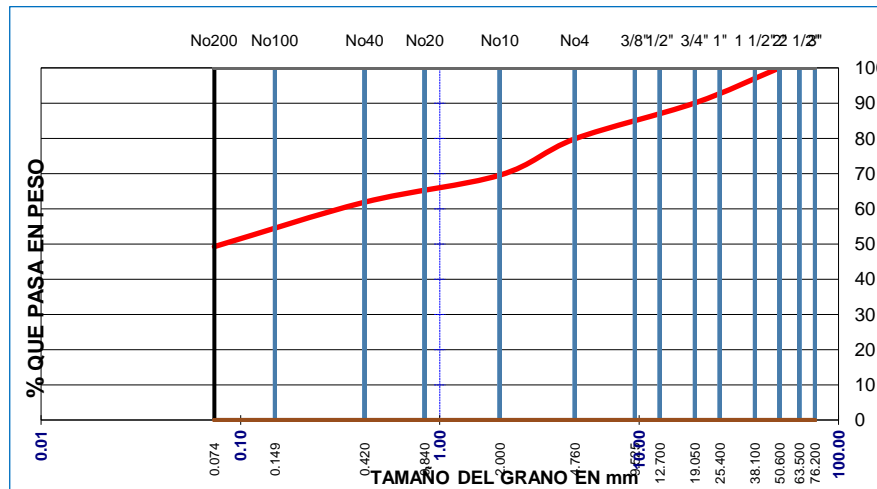
Malla ASTM	Diámetro mm	PESO Ret.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% Pasante
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	<b>100.0</b>
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	<b>100.0</b>
2"	50.60	0.00	0.00	0.00	<b>100.0</b>
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	<b>100.0</b>
1"	25.40	294.00	5.84	5.84	<b>94.16</b>
3/4"	19.050	207.00	4.11	9.96	<b>90.04</b>
1/2"	12.700	181.00	3.60	13.56	<b>86.44</b>
3/8"	9.525	107.00	2.13	15.68	<b>84.32</b>
N° 4	4.760	225.00	4.47	20.16	<b>79.84</b>
N° 10	2.000	125.00	10.31	30.47	<b>69.53</b>
N° 20	0.840	24.00	1.98	32.45	<b>67.55</b>
N° 40	0.420	69.00	5.69	38.14	<b>61.86</b>
N° 100	0.149	91.00	7.51	45.64	<b>54.36</b>
N° 200	0.074	62.00	5.11	50.76	<b>49.24</b>
-200		597.00	49.24	100.00	<b>0.00</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 17.** Resultado de granulometría de la C-3 patrón

CALICATA	% GRAVA	% ARENA	% FINOS
C-03	20.16	30.60	49.24

*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 38.** Curva granulométrica de C-3 patrón

**Interpretación:** Según los valores mostrados en la tabla 17, el tipo de suelo predominante en la calicata C-3 son los finos que representan el 49.24%, seguido de las partículas de arena que representan el 30.60% y de las partículas de grava que representan el 20.16%; por lo que se concluye que se trata de un suelo fino.

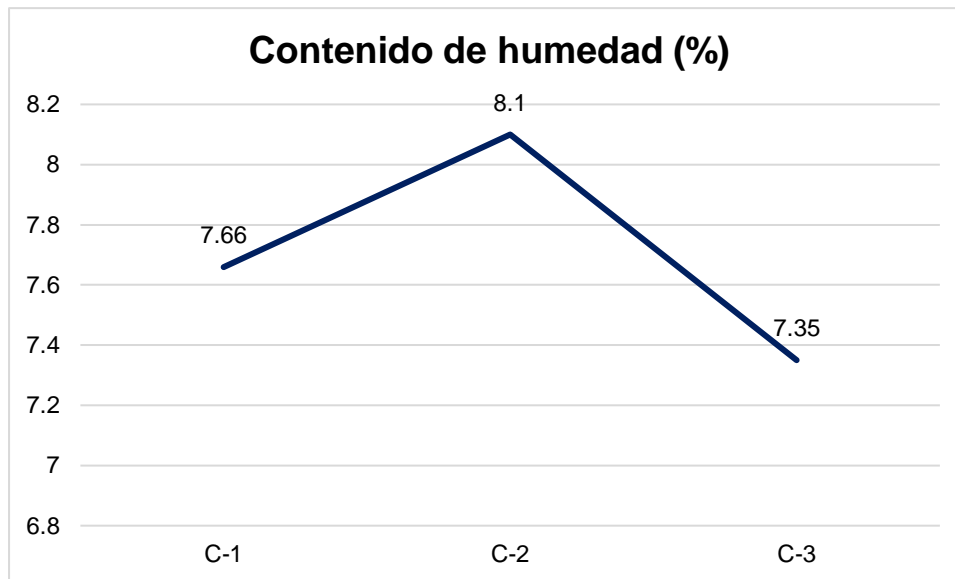
### Contenido de Humedad

En relación al contenido de humedad de las muestras de suelo obtenidas de los tres sondeos realizados en las calicatas C-1, C-2 y C-3 de la avenida Ejército, se consiguieron los resultados que se describen a continuación.

**Tabla 18.** Resumen de datos del contenido de humedad de las calicatas C-1, C-2 y C-3

Descripción	Calicata		
	C-1	C-2	C-3
Contenido de humedad (%)	7.66	8.10	7.35

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 39.** Contenido de humedad de las calicatas C-1, C-2 y C-3

Según los datos de la figura 39 se visualiza que el contenido de humedad de las calicatas C-1, C-2 y C-3, fueron de 7.66%, 8.10% y 7.35% consecutivamente.

### Clasificación AASHTO y SUCS de las muestras de suelo

Luego de realizar el análisis granulométrico y determinar la consistencia de los suelos se observó que las calicatas se clasificaban de la siguiente manera:

**Tabla 19.** Clasificación de los suelos provenientes de las calicatas C-1, C-2 y C-3

Descripción	Calicata		
	C-1	C-2	C-3
Muestra	M-1	M-2	M-3
Profundidad (m)	1.50	1.50	1.50
SUCS	SC	SC	SC
AASHTO	A-6(2)	A-6(4)	A-7-6(6)

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** En la tabla 19 se describe que según la clasificación SUCS los suelos son arenas arcillosas, pero poseen distinta clasificación según la clasificación AASHTO, puesto que se clasifican en A-6(2), A-6(4) y A-7-6(6) para las calicatas C-1, C-2 y C-3 respectivamente.

## Límites de Atterberg

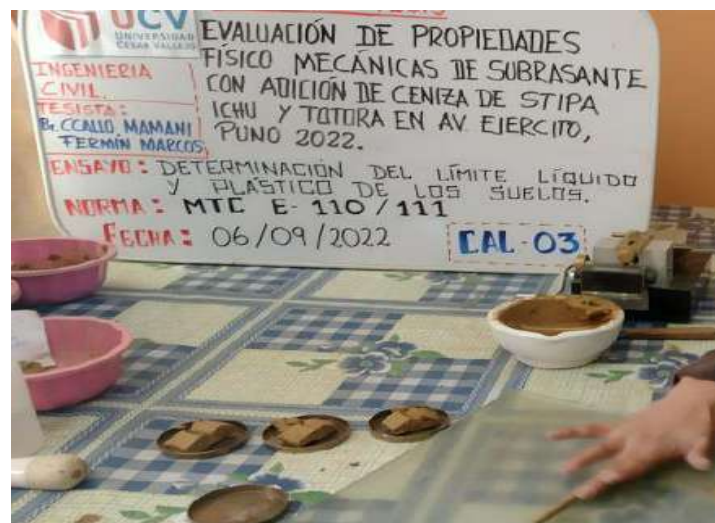
Los ensayos de límites de consistencia se realizaron con el propósito de determinar el límite plástico, el límite líquido y el índice de plasticidad de las muestras. Este ensayo se realizó siguiendo las indicaciones establecidas en las normas ASTM D 4318 y MTC E 110 – 111.

En primer lugar se desarrolló el ensayo de límite líquido como se detalla en la siguiente imagen:



**Figura 40.** Determinación del límite líquido

Posteriormente se realizó el ensayo de límite plástico como se visualiza en la siguiente figura

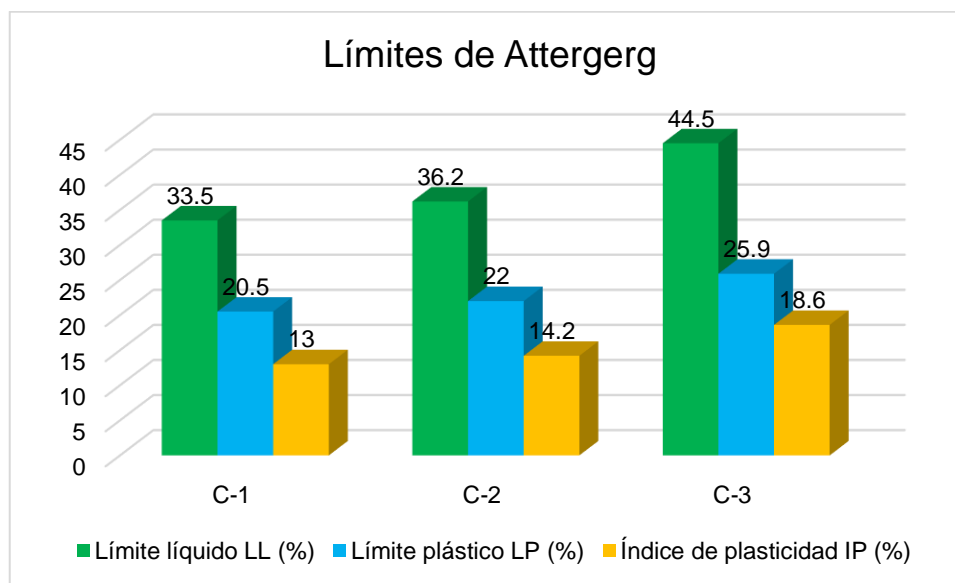


**Figura 41.** Determinación del límite plástico

**Tabla 20.** Resultados de límites de Atterberg de las calicatas C-1, C-2 y C-3

Descripción	Calicata		
	C-1	C-2	C-3
Límite líquido LL (%)	33.5	36.20	44.5
Límite plástico LP (%)	20.5	22.0	25.9
Índice de plasticidad IP (%)	13.0	14.2	18.6

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 42.** Determinación del límite plástico

**Interpretación:** En la tabla 20 y figura 42 se detalla que, la muestra proveniente de la calicata C-1 presenta 33.5% de LL, 20.5% de LP y 13.0% de IP, la calicata C-2 presenta 36.2% de LL, 22.0% de LP y 14.2% de IP, mientras que la calicata C-3 cuenta con 44.5% de LL, 25.9% de LP y 18.6% de IP respectivamente.

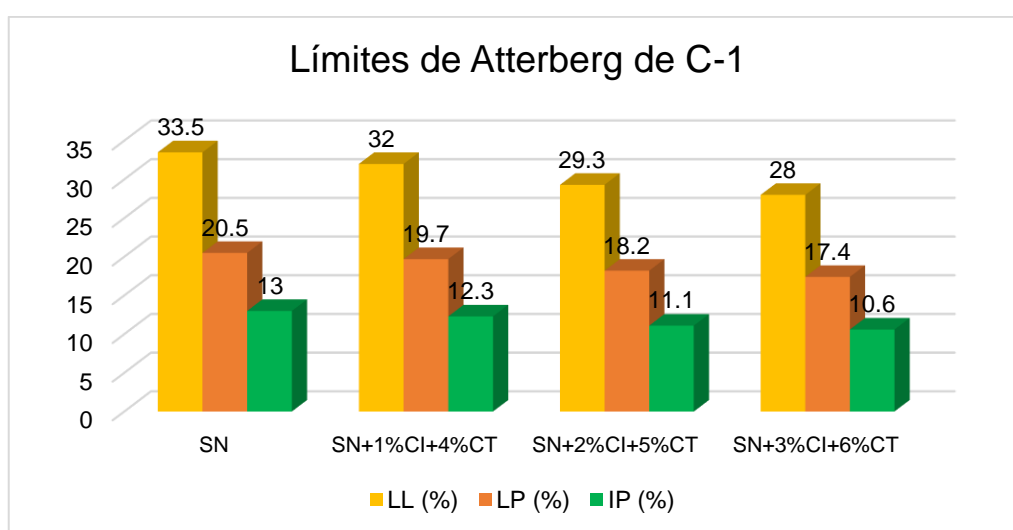
Posteriormente se realizó la adición de los diferentes porcentajes de ceniza de stipa ichu y totora a cada una de las muestras de provenientes de las calicatas.



**Tabla 21.** Resumen de resultados de límites de Atterberg de las calicatas C-1, C-2 y C-3 con adición de ceniza de ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

Límites de Atterberg				
Dosificación		LL (%)	LP (%)	IP (%)
Calicata C-1	SN	33.5	20.5	13.0
	SN+1%CI+4%CT	32.0	19.7	12.3
	SN+2%CI+5%CT	29.3	18.2	11.1
	SN+3%CI+6%CT	28.0	17.4	10.6
Calicata C-2	SN	36.2	22.0	14.2
	SN+1%CI+4%CT	33.8	20.5	13.2
	SN+2%CI+5%CT	31.3	19.6	11.7
	SN+3%CI+6%CT	27.9	17.6	10.3
Calicata C-3	SN	44.5	25.9	18.6
	SN+1%CI+4%CT	40.9	23.6	17.3
	SN+2%CI+5%CT	33.5	17.6	15.9
	SN+3%CI+6%CT	31.4	16.8	14.6

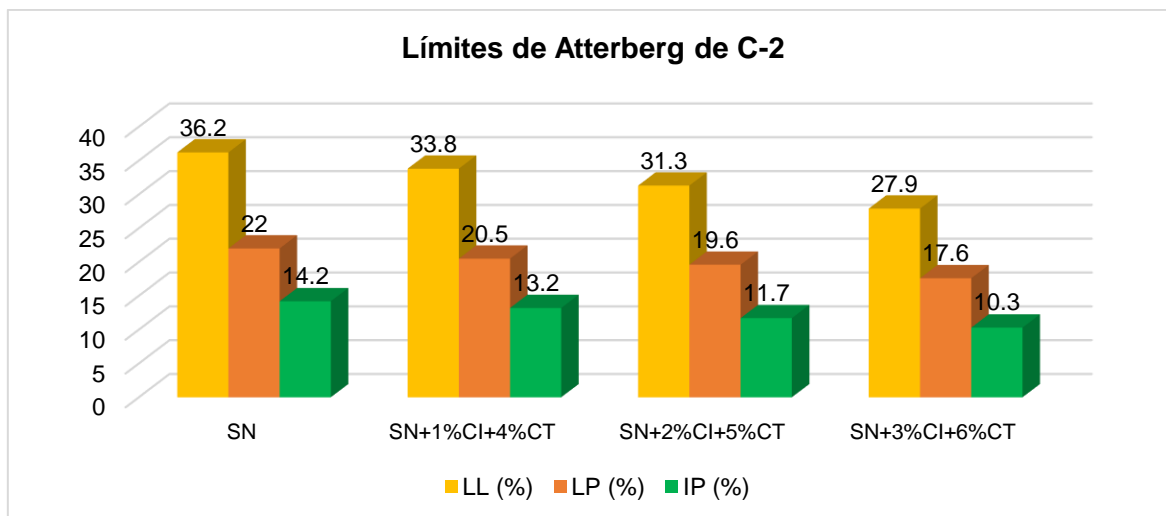
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 43.** Límites de Atterberg de la calicata C-1 con adición de ceniza de ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

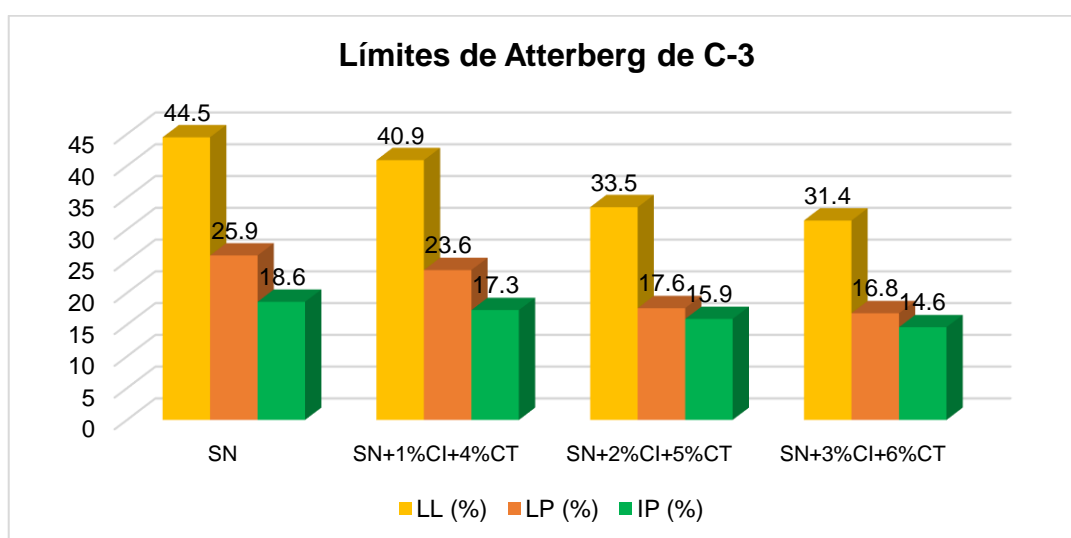
**Interpretación:** En la tabla 21 y figura 43 se detalla el suelo de la calicata C-1 sin ninguna adición posee un LL de 33.5%, un LP de 20.5% y un 13.0% de IP, con la adición de 1% de ceniza de stipa ichu y 4% de ceniza de totora el LL fue de 32.0%, el LP de 19.7% y el IP fue de 12.3%, con la adición de 2% de ceniza de stipa ichu y 5% de ceniza de totora el LL 29.3%, el LP de 18.2% y el IP fue de 11.1% y con la

adición de 3% de ceniza de stipa ichu y 6% de ceniza de totora el LL fue de 28.0%, el LP de 17.4% y el IP de 10.6% respectivamente.



**Figura 44.** Límites de Atterberg de la calicata C-2 con adición de ceniza de ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

**Interpretación:** En la tabla 21 y figura 44 se detalla el suelo de la calicata C-2 sin ninguna adición posee un LL de 36.2%, un LP de 22.0% y un 14.2% de IP, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el LL fue de 33.8%, el LP de 20.5% y el IP fue de 13.2%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el LL 31.3%, el LP de 19.6% y el IP fue de 11.7% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el LL fue de 27.9%, el LP de 17.6% y el IP de 10.3% respectivamente.



**Figura 45.** Límites de Atterberg de la calicata C-3 con adición de ceniza de ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

**Interpretación:** En la tabla 21 y figura 45 se detalla el suelo de la calicata C-3 sin ninguna adición posee un LL de 44.5%, un LP de 25.9% y un 18.6% de IP, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el LL fue de 40.9%, el LP de 23.6% y el IP fue de 17.3%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el LL 33.5%, el LP de 17.6% y el IP fue de 15.9% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el LL fue de 31.4%, el LP de 16.8% y el IP de 14.6% respectivamente.

**Interpretación final:** Se pudo observar que los valores de IP de las muestras de suelo provenientes de las calicatas C-1, C-2 y C-3, como los valores conseguidos con la adición de cenizas de ichu y cenizas de totora eran menores de 20% pero mayores al 7% por lo que se concluye que eran suelos de media plasticidad, resaltando que a medida que se incrementa los porcentajes de cenizas el índice de plasticidad disminuye.

**Objetivo Específico 2:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la propiedad mecánica de la subrasante en Av. Ejército en la ciudad de Puno 2022.

### Proctor modificado

El ensayo de compactación se realizó con el propósito de obtener el contenido de agua adecuado para conseguir el valor más alto de densidad, para este estudio se tomó en consideración lo estipulado en las normas ASTM D 1557, NTP 339-141 y MTC E115.

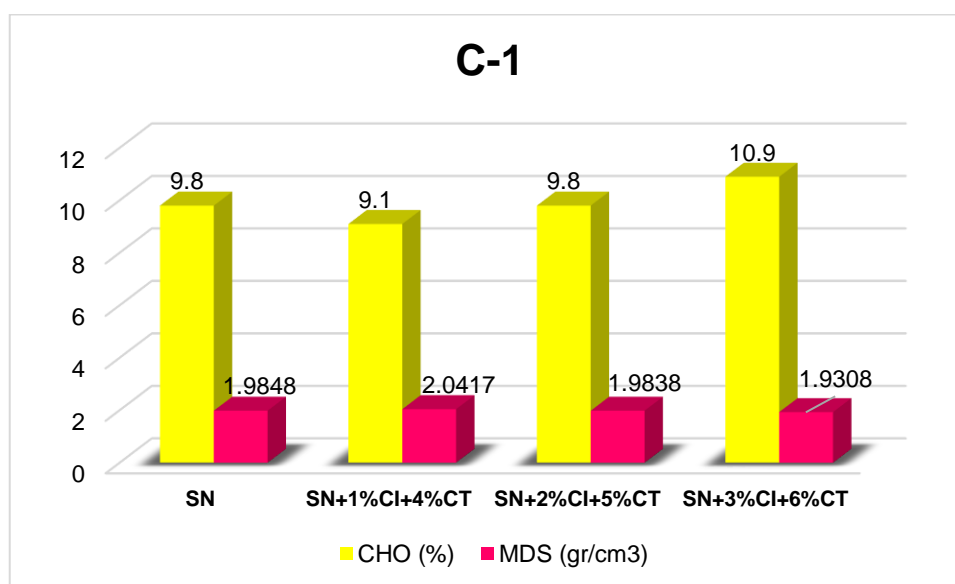


Figura 46. Test de Proctor modificado

**Tabla 22.** Resumen de resultados de Proctor modificado de las calicatas C-1, C-2 y C-3 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

Proctor modificado			
Dosificación		Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Contenido de humedad óptimo (%)
Calicata C-1	SN	1.9848	9.8
	SN+1%CI+4%CT	2.0417	9.1
	SN+2%CI+5%CT	1.9838	9.8
	SN+3%CI+6%CT	1.9308	10.9
Calicata C-2	SN	1.9728	8.3
	SN+1%CI+4%CT	1.9943	7.6
	SN+2%CI+5%CT	2.0198	6.9
	SN+3%CI+6%CT	1.9408	9.0
Calicata C-3	SN	1.9366	10.5
	SN+1%CI+4%CT	1.9539	9.6
	SN+2%CI+5%CT	1.9699	8.2
	SN+3%CI+6%CT	1.8921	9.2

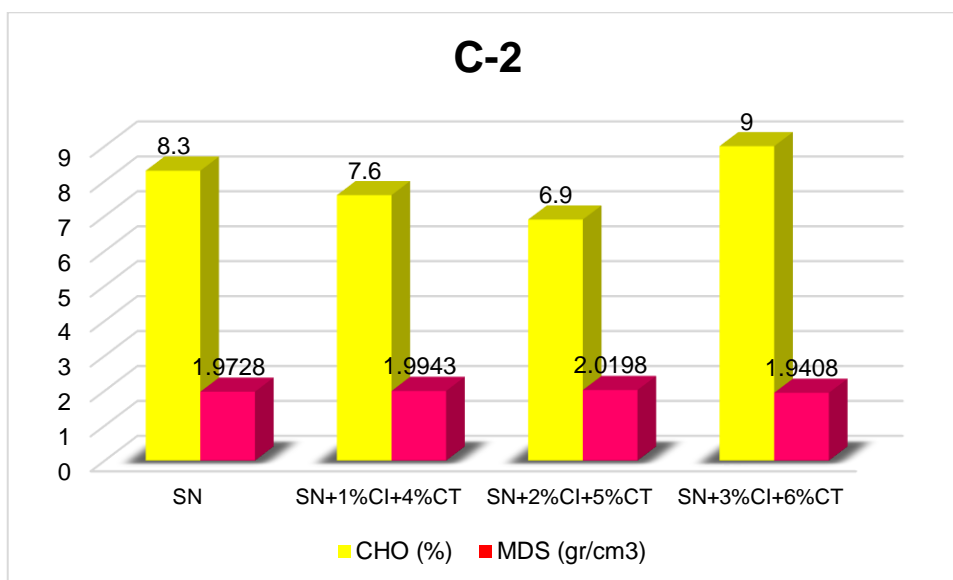
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 47.** Proctor modificado de la calicata C-1 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

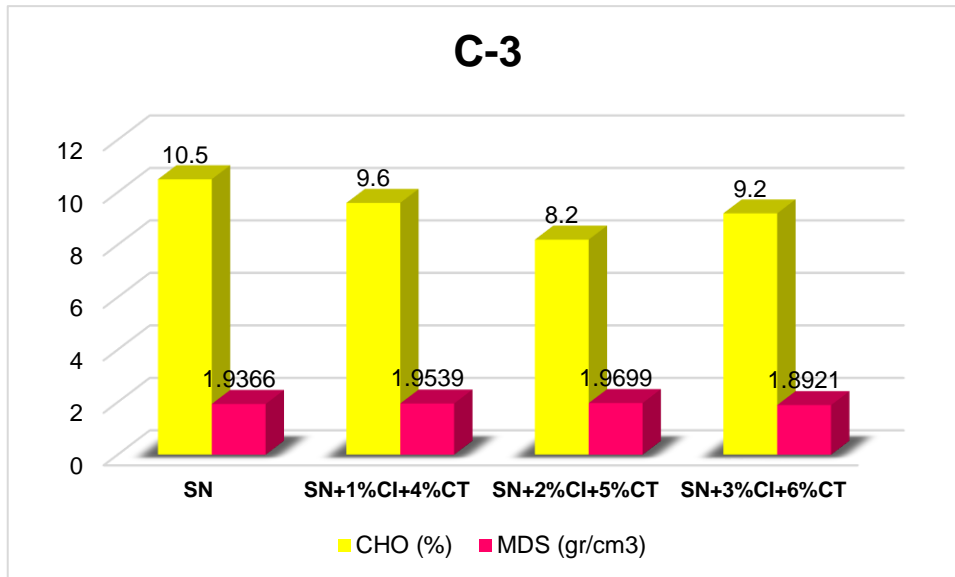
**Interpretación:** En la tabla 22 y figura 47 se detalla el suelo de la calicata C-1 sin ninguna adición posee un CHO de 9.8% y una MDS de 1.9848 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el CHO fue de 9.1% y la MDS

fue de 2.0417 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el CHO fue de 9.8% y la MDS fue de 1.9838 gr/cm<sup>3</sup> y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el CHO fue de 10.9% y la MDS fue de 1.9308 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.



**Figura 48.** Proctor modificado de la calicata C-2 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

**Interpretación:** En la tabla 22 y figura 48 se detalla el suelo de la calicata C-2 sin ninguna adición posee un CHO de 8.3% y una MDS de 1.9728 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el CHO fue de 7.6% y la MDS fue de 1.9943 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el CHO fue de 6.9% y la MDS fue de 2.0198 gr/cm<sup>3</sup> y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el CHO fue de 9.0% y la MDS fue de 1.9408 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.



**Figura 49.** Proctor modificado de la calicata C-3 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

**Interpretación:** En la tabla 22 y figura 49 se detalla el suelo de la calicata C-3 sin ninguna adición posee un CHO de 10.5% y una MDS de 1.9366 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el CHO fue de 9.6% y la MDS fue de 1.9539 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el CHO fue de 8.2% y la MDS fue de 1.9699 gr/cm<sup>3</sup> y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el CHO fue de 9.2% y la MDS fue de 1.8921 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.

### Valor de soporte California



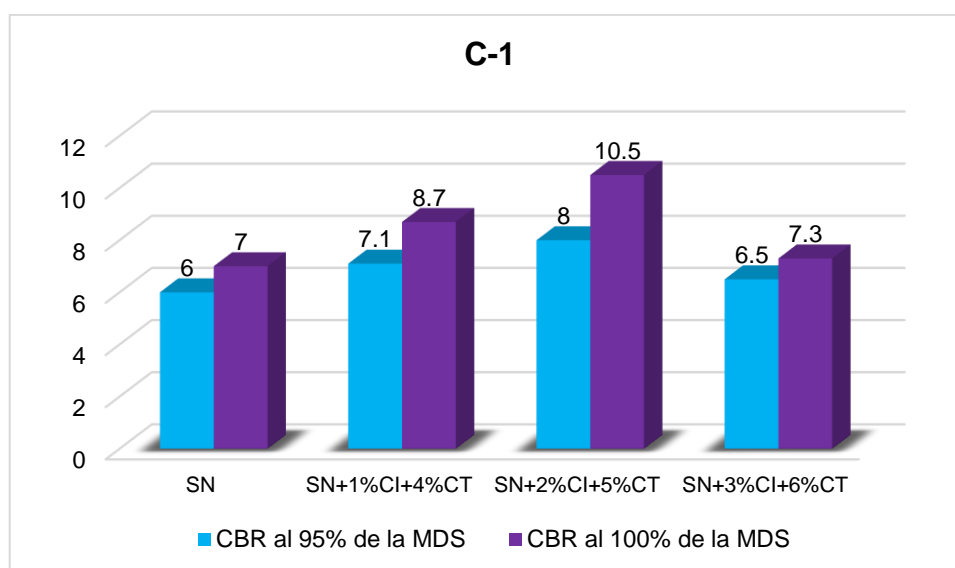
**Figura 50.** Ensayo de valor de soporte California (CBR)

Este ensayo se desarrolló con el propósito de obtener la capacidad de soporte de los suelos al 95% de la máxima densidad seca y al 100% de la máxima densidad seca, este teste se realizó tomando en cuenta las siguientes normas: ASTM D 1883, NTP 339.145 y MTC E 132.

**Tabla 23.** Resumen de resultados de valor de soporte California de las calicatas C-1, C-2 y C-3 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

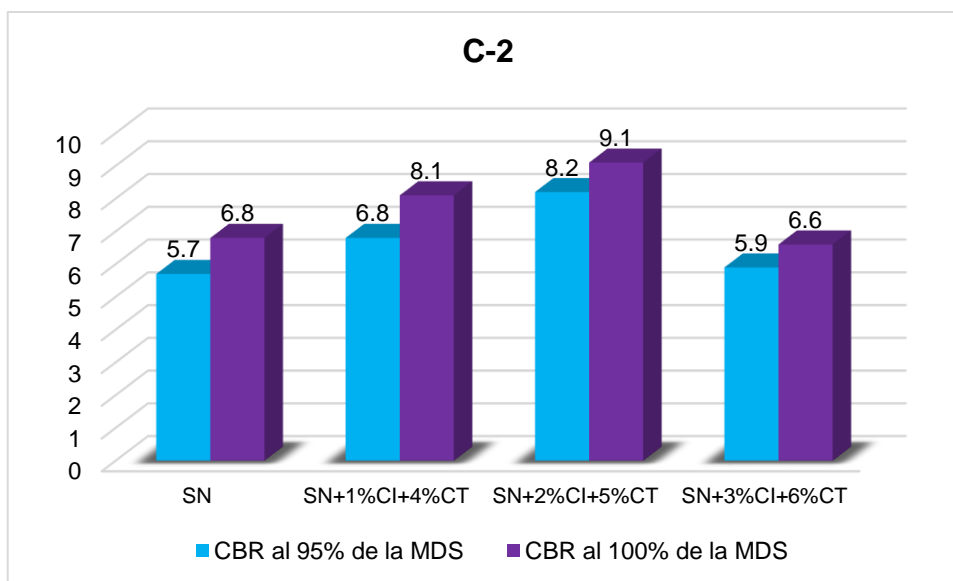
Valor de soporte California			
Dosificación		CBR al 95% de la MDS	CBR al 100% de la MDS
Calicata C-1	SN	6.0	7.0
	SN+1%CI+4%CT	7.1	8.7
	SN+2%CI+5%CT	8.0	10.5
	SN+3%CI+6%CT	6.5	7.3
Calicata C-2	SN	5.7	6.8
	SN+1%CI+4%CT	6.8	8.1
	SN+2%CI+5%CT	8.2	9.1
	SN+3%CI+6%CT	5.9	6.6
Calicata C-3	SN	5.3	6.5
	SN+1%CI+4%CT	6.4	7.4
	SN+2%CI+5%CT	7.5	8.1
	SN+3%CI+6%CT	5.6	6.5

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 51.** Valor de soporte California de la calicata C-1 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

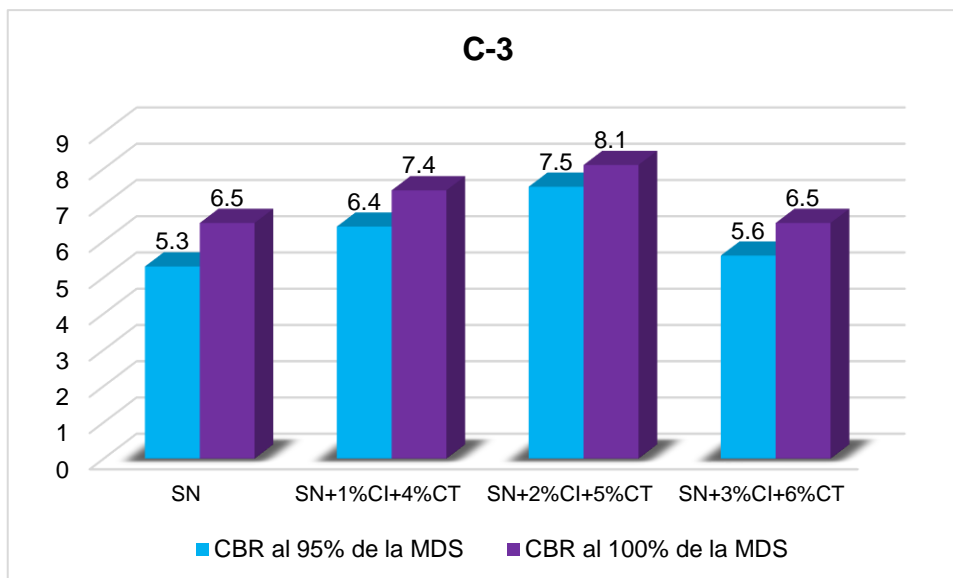
**Interpretación:** En la tabla 23 y figura 51 se detalla el suelo de la calicata C-1 sin ninguna adición posee un CBR al 95% de la MDS de 6% y un CBR al 100% de 7%, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 7.1% y un CBR al 100% de 8.7%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 8.0% y un CBR al 100% de 10.5% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 6.5% y un CBR al 100% de 7.3% respectivamente.



**Figura 52.** Valor de soporte California de la calicata C-2 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

**Interpretación:** En la tabla 23 y figura 52 se detalla el suelo de la calicata C-2 sin ninguna adición posee un CBR al 95% de la MDS de 5.7% y un CBR al 100% de 6.8%, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 6.8% y un CBR al 100% de 8.1%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 8.2% y un CBR al 100% de 9.1% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 5.9% y un CBR al 100% de 6.6% respectivamente.





**Figura 53.** Valor de soporte California de la calicata C-2 con adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

**Interpretación:** En la tabla 23 y figura 53 se detalla el suelo de la calicata C-3 sin ninguna adición posee un CBR al 95% de la MDS de 5.3% y un CBR al 100% de 6.5%, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 6.4% y un CBR al 100% de 7.4%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 7.5% y un CBR al 100% de 8.1% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 5.6% y un CBR al 100% de 6.5% respectivamente.

**Interpretación final:** Según los valores de capacidad de soporte, se observó que el valor más alto de CBR que se alcanzó fue con la dosificación de 2% de ceniza de stipa ichu y 5% de ceniza de totora en la calicata C-2, puesto que esta adición aumentó el valor de soporte California de 5.7% a 8.2%, es decir paso de ser una subrasante pobre a ser una subrasante regular.

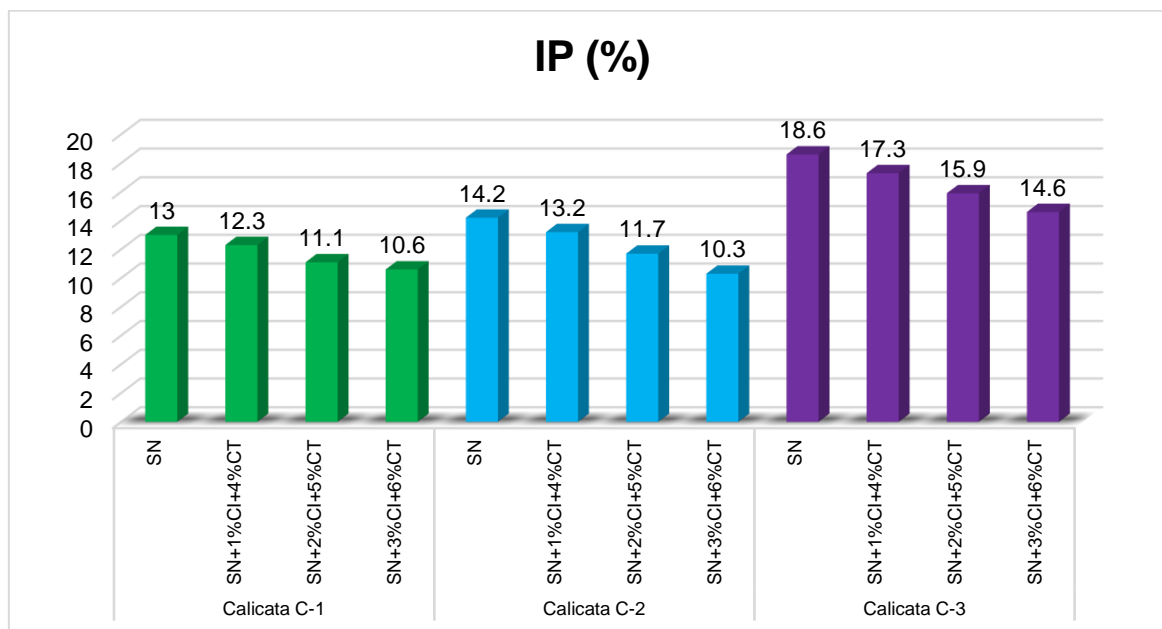
**Objetivo Específico 3:** Determinar la influencia de la dosificación en la adición de ceniza stipa ichu y totora en las propiedades de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022.

**Tabla 24.** Influencia de la adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

Proctor modificado					
Dosificación		IP (%)	OCH (%)	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)
Calicata C-1	SN	13.0	9.8	1.9848	6.0
	SN+1%CI+4%CT	12.3	9.1	2.0417	7.1
	SN+2%CI+5%CT	11.1	9.8	1.9838	8.0
	SN+3%CI+6%CT	10.6	10.9	1.9308	6.5
Calicata C-2	SN	14.2	8.3	1.9728	5.7
	SN+1%CI+4%CT	13.2	7.6	1.9943	6.8
	SN+2%CI+5%CT	11.7	6.9	2.0198	8.2
	SN+3%CI+6%CT	10.3	9.0	1.9408	5.9
Calicata C-3	SN	18.6	10.5	1.9366	5.3
	SN+1%CI+4%CT	17.3	9.6	1.9539	6.4
	SN+2%CI+5%CT	15.9	8.2	1.9699	7.5
	SN+3%CI+6%CT	14.6	9.2	1.8921	5.6

*Fuente:* Elaboración propia.

### Índice de plasticidad con adición de ceniza de stipa ichu y totora

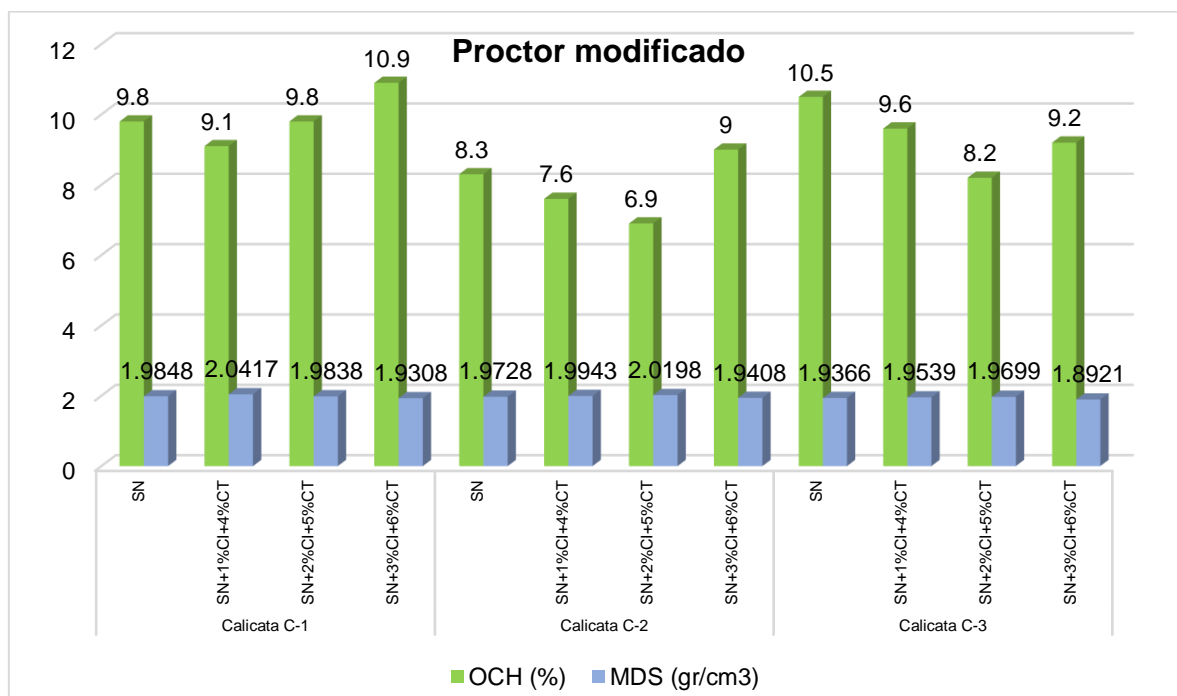


**Figura 54.** Influencia en el índice de plasticidad con la adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

**Interpretación:** En la figura 54 se detalla que el suelo de la calicata C-1 sin ninguna adición posee un LL de 33.5%, un LP de 20.5% y un 13.0% de IP, con la adición de

1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el LL fue de 32.0%, el LP de 19.7% y el IP fue de 12.3%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el LL 29.3%, el LP de 18.2% y el IP fue de 11.1% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el LL fue de 28.0%, el LP de 17.4% y el IP de 10.6% respectivamente, mientras que el suelo de la calicata C-2 sin ninguna adición posee un LL de 36.2%, un LP de 22.0% y un 14.2% de IP, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el LL fue de 33.8%, el LP de 20.5% y el IP fue de 13.2%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el LL 31.3%, el LP de 19.6% y el IP fue de 11.7% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el LL fue de 27.9%, el LP de 17.6% y el IP de 10.3% respectivamente y el suelo de la calicata C-3 sin ninguna adición posee un LL de 44.5%, un LP de 25.9% y un 18.6% de IP, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el LL fue de 40.9%, el LP de 23.6% y el IP fue de 17.3%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el LL 33.5%, el LP de 17.6% y el IP fue de 15.9% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el LL fue de 31.4%, el LP de 16.8% y el IP de 14.6% respectivamente.

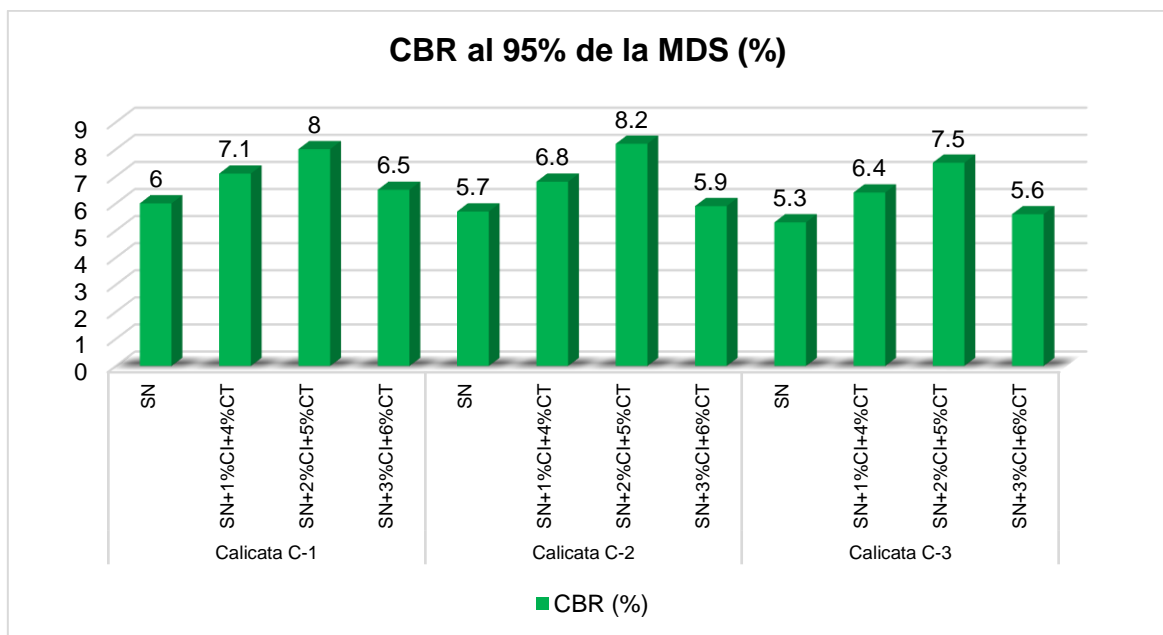
### MDS y CHO con adición de ceniza de stipa ichu y totora



**Figura 55.** Influencia en la MDS y CHO con la adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

**Interpretación:** Según lo mostrado en la figura 55 el suelo de la calicata C-1 sin ninguna adición posee un CHO de 9.8% y una MDS de 1.9848 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el CHO fue de 9.1% y la MDS fue de 2.0417 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el CHO fue de 9.8% y la MDS fue de 1.9838 gr/cm<sup>3</sup> y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el CHO fue de 10.9% y la MDS fue de 1.9308 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, mientras que el suelo de la calicata C-2 sin ninguna adición posee un CHO de 8.3% y una MDS de 1.9728 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el CHO fue de 7.6% y la MDS fue de 1.9943 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el CHO fue de 6.9% y la MDS fue de 2.0198 gr/cm<sup>3</sup> y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el CHO fue de 9.0% y la MDS fue de 1.9408 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente y el suelo de la calicata C-3 sin ninguna adición posee un CHO de 10.5% y una MDS de 1.9366 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora el CHO fue de 9.6% y la MDS fue de 1.9539 gr/cm<sup>3</sup>, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora el CHO fue de 8.2% y la MDS fue de 1.9699 gr/cm<sup>3</sup> y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora el CHO fue de 9.2% y la MDS fue de 1.8921 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.

**Valor de soporte California con adición de ceniza de stipa ichu y totora**



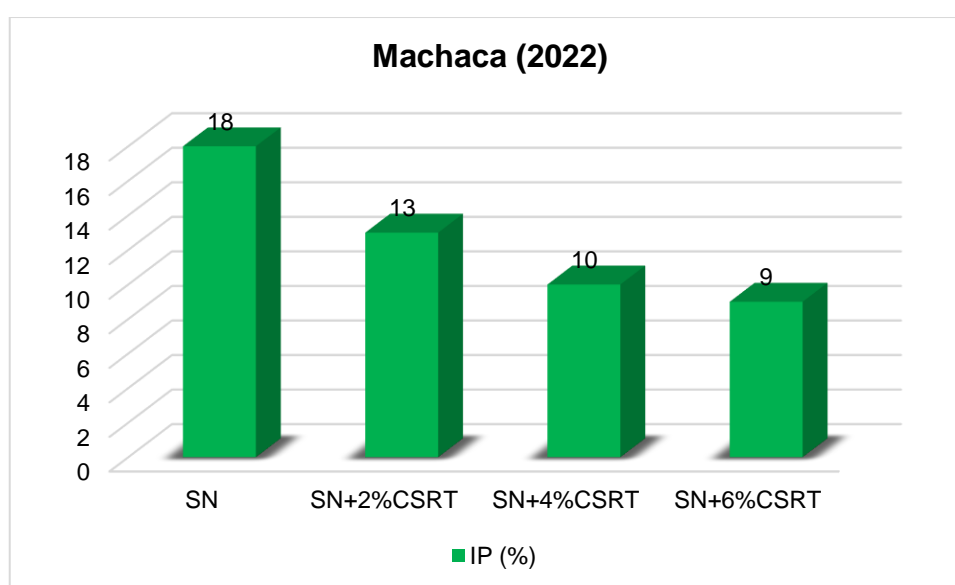
**Figura 56.** Influencia en la MDS y CHO con la adición de ceniza de stipa ichu (CI) y ceniza de totora (CT)

**Interpretación:** Según los valores mostrados en la figura 56 el suelo de la calicata C-1 sin ninguna adición posee un CBR al 95% de la MDS de 6% y un CBR al 100% de 7%, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 7.1% y un CBR al 100% de 8.7%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 8.0% y un CBR al 100% de 10.5% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 6.5% y un CBR al 100% de 7.3% respectivamente, mientras que el suelo de la calicata C-2 sin ninguna adición posee un CBR al 95% de la MDS de 5.7% y un CBR al 100% de 6.8%, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 6.8% y un CBR al 100% de 8.1%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 8.2% y un CBR al 100% de 9.1% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 5.9% y un CBR al 100% de 6.6% respectivamente y el suelo de la calicata C-3 sin ninguna adición posee un CBR al 95% de la MDS de 5.3% y un CBR al 100% de 6.5%, con la adición de 1% de ceniza de ichu y 4% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 6.4% y un CBR al 100% de 7.4%, con la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 7.5% y un CBR al 100% de 8.1% y con la adición de 3% de ceniza de ichu y 6% de ceniza de totora un CBR al 95% de la MDS de 5.6% y un CBR al 100% de 6.5% respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

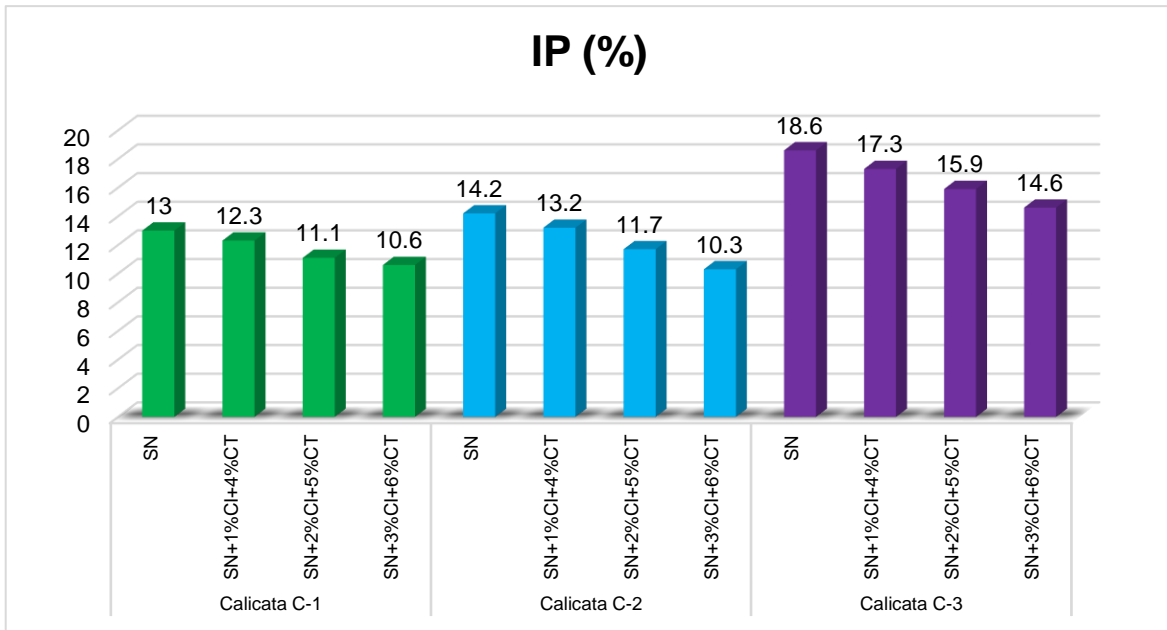
**Objetivo Específico 1:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la propiedad física de la subrasante en Av. Ejército en la ciudad de Puno 2022.

Para **Machaca (2022)** el suelo poseía un IP promedio de 18%, pero al realizar la incorporación de cenizas del sistema radicular de totora en porcentajes de 2%, 4% y 6% a un suelo de subrasante consiguió que el índice de plasticidad decrezca a 13%, 10% y 9%, es decir el IP disminuyó en 27.78%, 44.4% y 50.0% respectivamente como se detalla en la siguiente figura.



**Figura 57.** Resultados de índice de plasticidad obtenido por Machaca (2022)

Mientras que en este estudio la muestra no modificada de la calicata C-1 contaba con una IP de 13%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 12.3%, 11.1% y 10.6%, variando en -5.39%, -14.62% y -18.46%, mientras que la calicata C-2 contaba con un IP de 14.2%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 13.2%, 11.7% y 10.3%, variando en -7.04%, -17.61% y -27.46%; asimismo el suelo de la calicata C-3 contaba con IP de 18.6%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 17.3%, 15.9% y 14.6%, variando en -6.99%, -14.52% y -21.51% respectivamente.



**Figura 58.** Resumen de resultados de índice de plasticidad

Para Machaca (2022) al incorporar 2%, 4% y 6% de ceniza del sistema radicular de la totora, el IP disminuyó en 27.78%, 44.4% y 50.0% consecutivamente, en cambio para este estudio para las dosificaciones SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT en la calicata C-1, el IP disminuyó en 5.39%, 14.62% y 18.46%, en la calicata C-2 en 7.04%, 17.61% y 27.46% y en la calicata C-3 en 6.99%, 14.52% y 21.51% respectivamente, por lo que existe una SIMILITUD en los resultados conseguidos con los test de laboratorio.

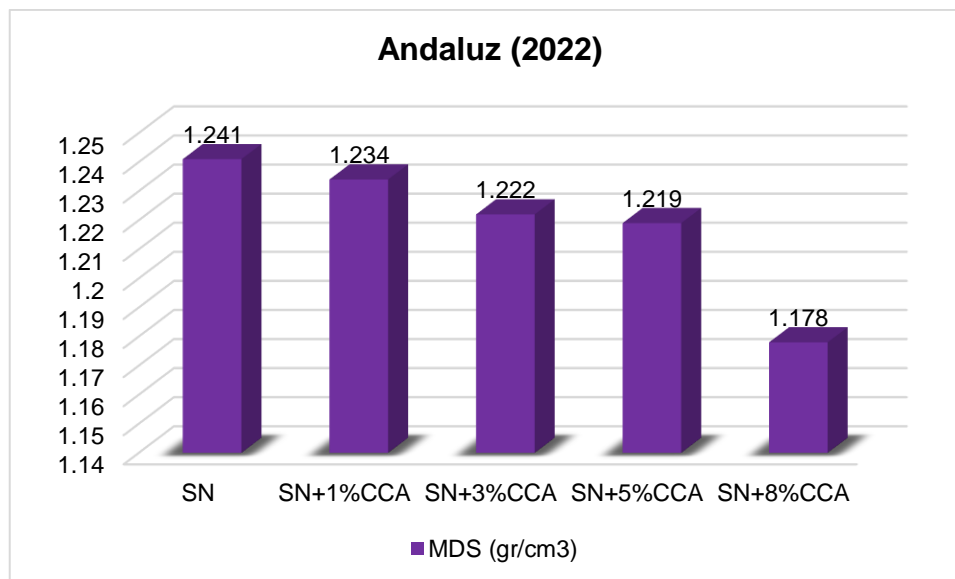
El uso del test de límites de Atterberg permitió determinar el índice de plasticidad del suelo natural como de los suelos modificados con ceniza de stipa ichu y ceniza de totora.

**Objetivo Específico 2:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la propiedad mecánicas de la subrasante en Av. Ejército en la ciudad de Puno 2022.

### Densidad seca máxima

Para **Andaluz (2022)**, su patrón es 1.241 gr/cm<sup>3</sup> al realizar la incorporación de 1%, 3%, 5% y 8% de ceniza de cáscara de arroz al suelo de subrasante, observó que la densidad seca máxima disminuyó a 1.234 gr/cm<sup>3</sup>, 1.222 gr/cm<sup>3</sup>, 1.219 gr/cm<sup>3</sup> y

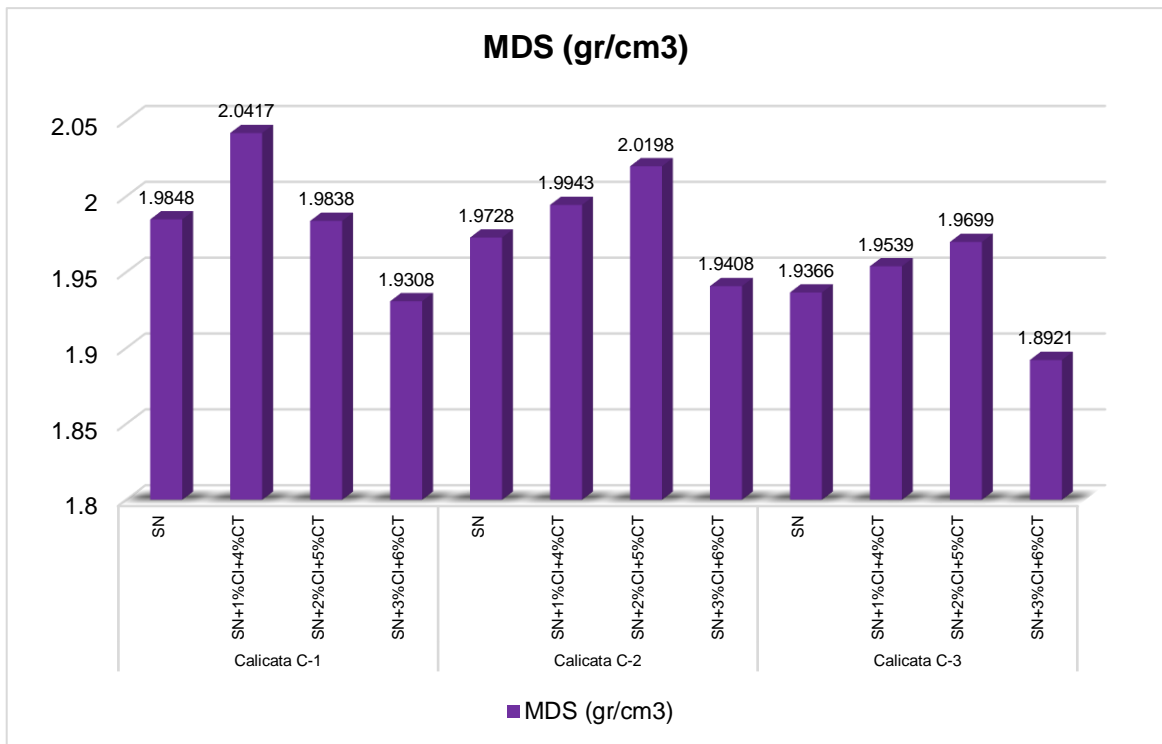
1.178 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, por lo que hubo una variación de -0.56%, -1.53%, -1.77% y -5.08% consecutivamente.



**Figura 59.** Resultados de máxima densidad seca obtenido por Andaluz (2022)

Mientras que en este estudio la muestra no modificada de la calicata C-1 contaba con una densidad seca de 1.9848 gr/cm<sup>3</sup>, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 2.0417 gr/cm<sup>3</sup>, 1.9838 gr/cm<sup>3</sup> y 1.9308 gr/cm<sup>3</sup>, variando en 2.87%, -0.05% y -2.72%, mientras que la calicata C-2 contaba con una densidad seca de 1.9728 gr/cm<sup>3</sup>, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 1.9943 gr/cm<sup>3</sup>, 2.0198 gr/cm<sup>3</sup> y 1.9408 gr/cm<sup>3</sup>, variando en 1.09%, 2.38% y -1.62%; asimismo el suelo de la calicata C-3 contaba con una densidad seca de 1.9366 gr/cm<sup>3</sup>, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 1.9539 gr/cm<sup>3</sup>, 1.9699 gr/cm<sup>3</sup> y 1.8921 gr/cm<sup>3</sup>, variando en 0.89%, 1.72% y -2.30%.





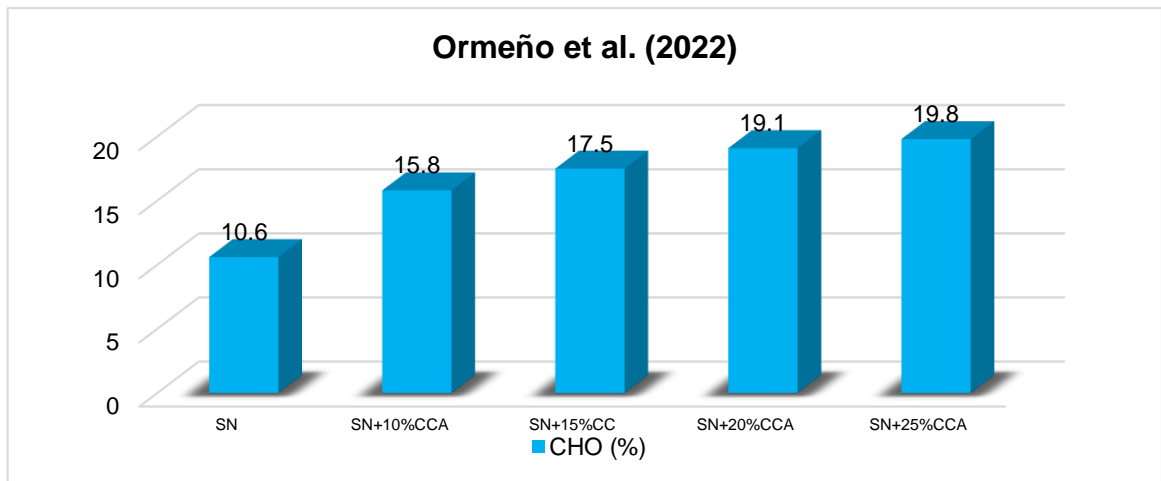
**Figura 60.** Resumen de resultados de máxima densidad

Para Andaluz (2022) al incorporar 1%, 3% 5% y 8% de ceniza de cáscara de arroz, la densidad seca decreció en 0.56%, -1.53%, -1.77% y -5.08% consecutivamente, en cambio para este estudio para las dosificaciones SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT en la calicata C-1, la densidad seca varió en 2.87%, -0.05% y -2.72%, en la calicata C-2 en 1.09%, 2.38% y -1.62% y en la calicata C-3 en 0.89%, 1.72% y -2.30% respectivamente, por lo que existe una DISCREPANCIA en los resultados conseguidos con los test de laboratorio.

El uso del test de Proctor modificado permitió determinar los valores de densidad seca máxima del suelo natural como de los suelos modificados con ceniza de stipa ichu y ceniza de totora.

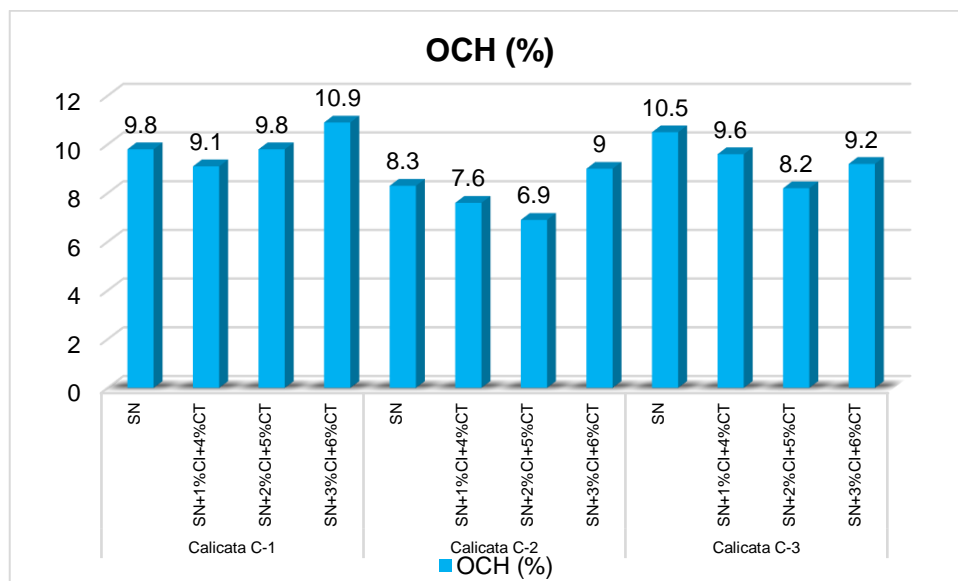
### Contenido de humedad óptimo

Para Ormeño et al. (2022) el suelo poseía un CHO de 10.60%, pero al realizar la incorporación de cenizas de cáscara de arroz en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25% a un suelo de subrasante observó que el contenido de humedad óptimo se incrementa a 15.8%, 17.5%, 19.1% y 19.8%, es decir el CHO se incrementó en 49.06%, 65.09%, 80.19% y 86.79% respectivamente como se detalla en la siguiente figura.



**Figura 61.** Resultados de contenido de humedad obtenidos por Ormeño et al. (2020)

Mientras que en este estudio la muestra no modificada de la calicata C-1 contaba con un CHO de 9.8%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 9.1%, 9.8% y 10.9%, variando en -7.14%, 0% y 11.22%, mientras que la calicata C-2 contaba con un CHO de 8.3%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 7.6%, 6.9% y 9.0%, variando en -8.43%, -16.87% y 8.43%; asimismo el suelo de la calicata C-3 contaba con CHO de 10.5%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 9.6%, 8.2% y 9.2%, variando en -8.57%, -21.9% y -12.38% respectivamente.



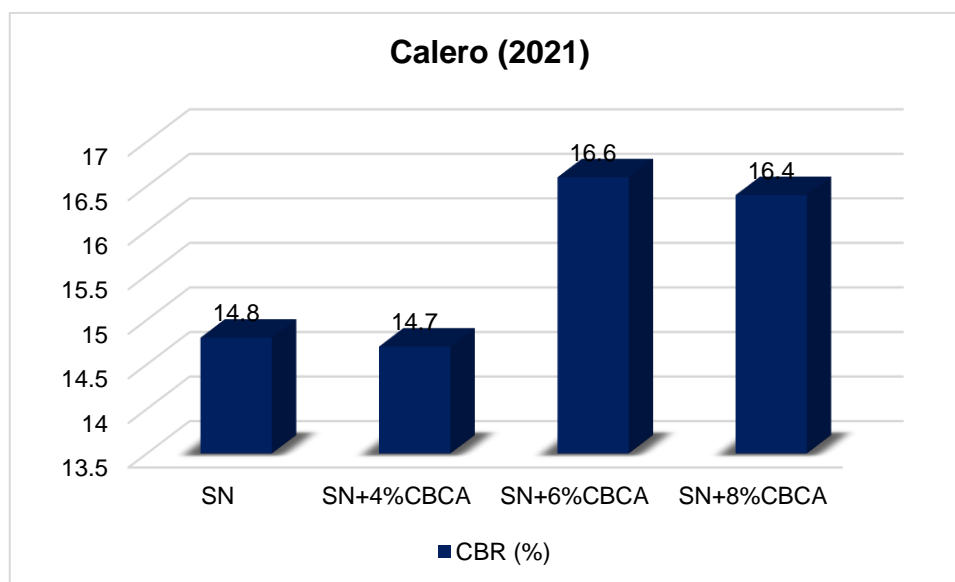
**Figura 62.** Resumen de resultados de contenido de humedad óptimo

Para Ormeño et al. (2020) al incorporar 10%, 15%, 20% y 25% de ceniza de cáscara de arroz, el CHO se incrementó en 49.06%, 65.09%, 80.19% y 86.79% consecutivamente, en cambio para este estudio para las dosificaciones SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT en la calicata C-1, el CHO varió en -7.14%, 0% y 11.22%, en la calicata C-2 en -8.43%, -16.87% y 8.43% y en la calicata C-3 en -8.57%, -21.9% y -12.38% respectivamente, por lo que existe una DISCREPANCIA en los resultados conseguidos con los test de laboratorio.

El uso del test de Proctor modificado permitió determinar el contenido de humedad óptimo del suelo natural como de los suelos modificados con ceniza de stipa ichu y ceniza de totora.

### Valor de soporte California

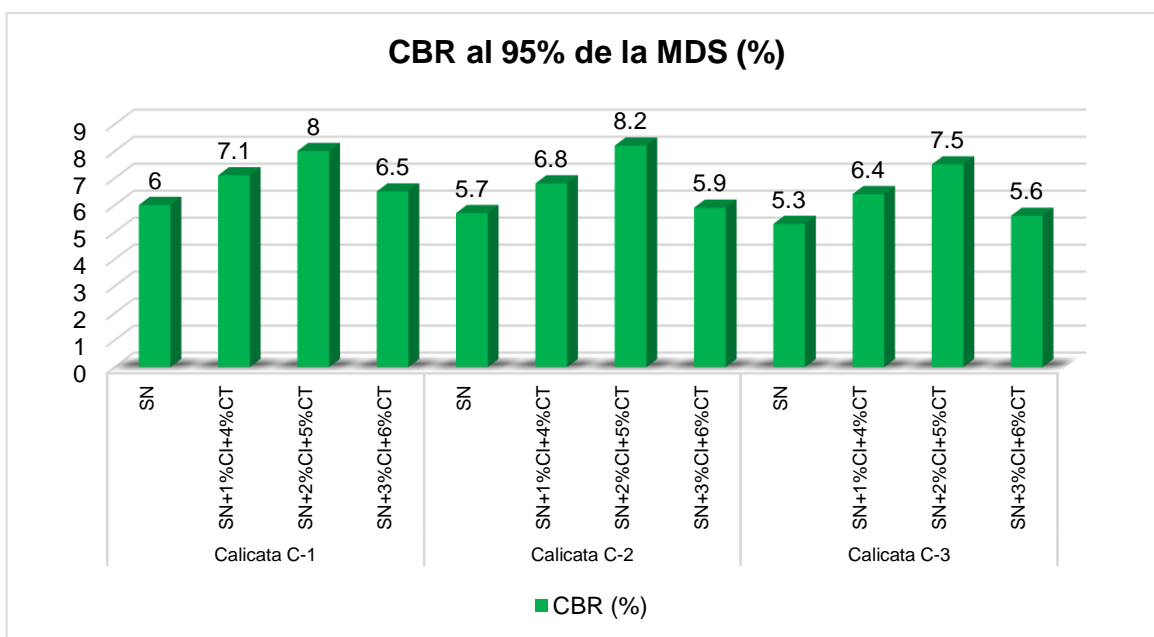
Para Calero (2021) el suelo poseía un CBR de 14.8%, pero al realizar la incorporación de cenizas de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 4%, 6% y 8% a un suelo de subrasante consiguió que el valor de soporte California se incremente a 14.7%, 16.6% y 16.4%, es decir el CBR varió en -0.68%, 12.16% y -10.81% respectivamente como se detalla en la siguiente figura.



**Figura 63.** Resultados de valor de soporte California obtenido por Calero (2021)

Mientras que en este estudio la muestra no modificada de la calicata C-1 contaba con un CBR de 6.0%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 7.1%, 8.0% y 6.5%, variando en

18.33%, 33.33% y 8.33%, mientras que la calicata C-2 contaba con un CBR de 5.7%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 6.8%, 8.2% y 5.9%, variando en 19.30%, 43.86% y 3.51%; asimismo el suelo de la calicata C-3 contaba con CBR de 5.3%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 6.4%, 7.5% y 5.6%, variando en 20.75%, 41.51% y 5.66% respectivamente.



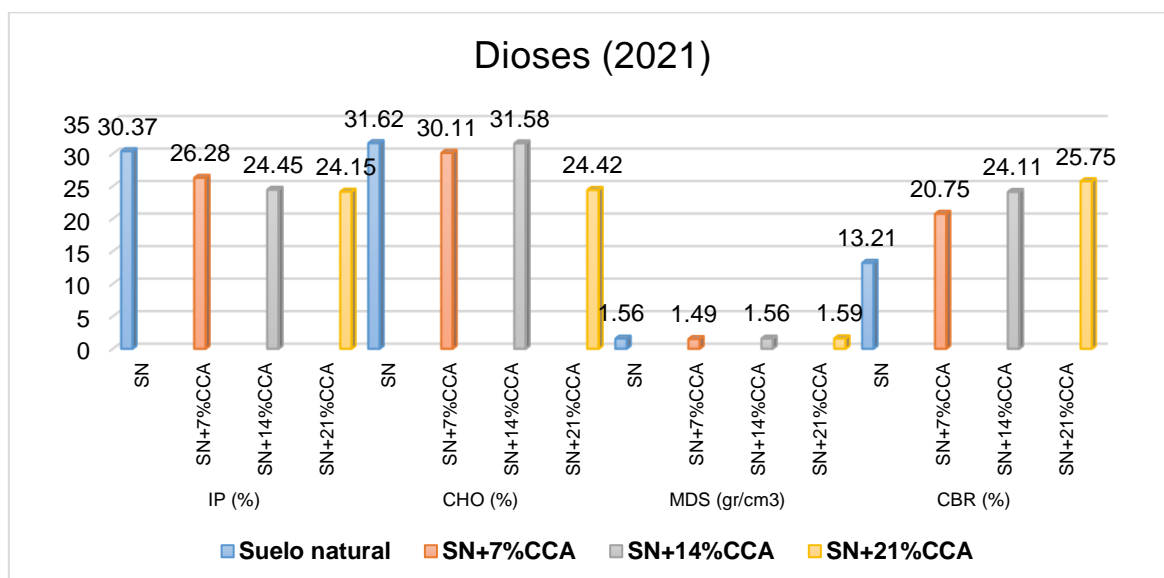
**Figura 64.** Resumen de resultados de valor de soporte California

Para Calero (2021) al incorporar 4%, 6% y 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, el CBR se varió en -0.68%, 12.16% y 10.81% consecutivamente, en cambio para este estudio para las dosificaciones SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT en la calicata C-1, el CBR aumentó en 18.33%, 33.33% y 8.33%, en la calicata C-2 en 19.30%, 43.86% y 3.51% y en la calicata C-3 en 20.75%, 41.51% y 5.66% respectivamente, por lo que existe una SIMILITUD en los resultados conseguidos con los test de laboratorio.

El uso del test de Californian Bearing ratio permitió determinar la capacidad de soporte del suelo natural como de los suelos modificados con ceniza de stipa ichu y ceniza de totora.

**Objetivo Específico 3:** Determinar la influencia de la dosificación de la adición de ceniza stipa ichu y totora en las propiedades de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022.

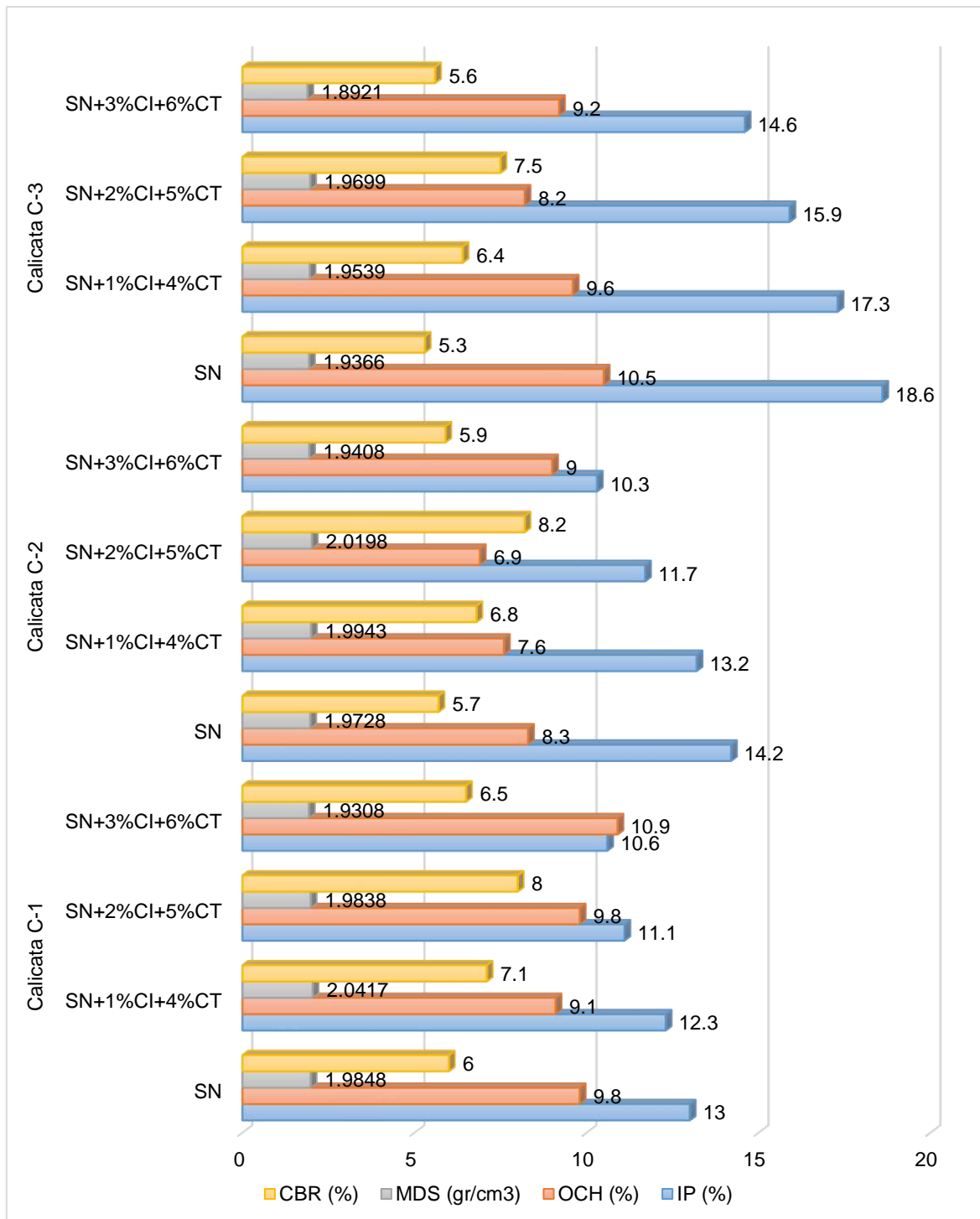
En el estudio de **Dioses (2021)** el IP de la muestra control fue de 30.37%, no obstante con la incorporación de 7%, 14% y 21% de ceniza de cáscara de arroz el IP decreció en 13.47%, 19.49% y 20.48%, el CHO de la muestra control fue de 31.62%, pero con la adición de 7%, 14% y 21% de ceniza de cáscara de arroz decreció en 4.77%, 0.13% y 22.77%, la MDS de la muestra control fue de 1.56 gr/cm<sup>3</sup>, pero con la adición de 7%, 14% y 21% de ceniza de cáscara de arroz varió en -4.48%, 0.00% y 1.92%. El CBR de la muestra control fue de 13.21%, pero con la adición de 7%, 14% y 21% de ceniza de cáscara de arroz aumentó en 57.08%, 82.51% y 94.93%.



**Figura 65.** Resumen de resultados de Dioses (2021)

En este estudio el IP de la muestra proveniente de la calicata C-1 fue de 13.0% y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT el IP disminuyó en 5.39%, 14.62% y 18.46%, el CHO de la muestra proveniente de la calicata C-1 fue de 9.8% y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT el CHO varió en -7.14%, 0% y 11.22%, la MDS del muestra control de la calicata C-1 fue de 1.9848 gr/cm<sup>3</sup> y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT la MDS varió en 2.87%, -0.05% y -2.72%, el

valor de soporte California del suelo proveniente de la calicata C-1 fue de 6.0% y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió en 18.33%, 33.33% y 8.33%. Mientras que el IP de la muestra proveniente de la calicata C-2 fue de 14.2% y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT el IP disminuyó en 7.04%, 7.61% y 27.46%, el CHO de la muestra proveniente de la calicata C-2 fue de 8.3% y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT el CHO varió en -8.43%, -16.87% y 8.43%, la MDS del muestra control de la calicata C-2 fue de 1.9728 gr/cm<sup>3</sup> y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT la MDS varió en 1.09%, 2.38% y -1.62%, el valor de soporte California del suelo proveniente de la calicata C-2 fue de 5.7% y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió en 19.30%, 43.86% y 3.51% y en la calicata C-3 el IP fue de 18.6% y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT el IP disminuyó en 6.99%, 14.52% y 21.51%, el CHO de la muestra proveniente de la calicata C-3 fue de 10.5% y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT el CHO varió en -8.57%, -21.9% y -12.38%, la MDS del muestra control de la calicata C-3 fue de 1.9366 gr/cm<sup>3</sup> y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT la MDS varió en 0.89%, 1.72% y -2.30%, el valor de soporte California del suelo proveniente de la calicata C-3 fue de 5.3% y al realizar la adición de las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió en 20.75%, 41.51% y 5.66%.



**Figura 66.** Resumen de resultados de las propiedades físico-mecánicas

Para el estudio de **Dioses (2021)** se obtiene los mejores resultados mediante la incorporación de 21% de ceniza de cáscara de arroz, puesto que el valor de soporte California se incrementó de 13.21% a 25.75% y se redujo el índice de plasticidad de 30.37% a 24.15%; en este estudio al realizar la adición de 2% de ceniza de ichu y 5% de ceniza de totora en las calicatas C-1, C-2 y C-3 también se obtuvo un

mejoramiento significativo, por lo que se deduce que existe SIMILITUD entre los resultados.



## VI. CONCLUSIONES

1. La adición de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora influye de forma positiva en las propiedades físico mecánicas de la subrasante de la avenida Ejército de la ciudad de Puno 2022.
2. Respecto a las propiedades físicas con la adición de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora para la estabilización de subrasante se concluye que:
  - La muestra no modificada de la calicata C-1 contaba con una IP de 13%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 12.3%, 11.1% y 10.6%, variando en -5.39%, -14.62% y -18.46%, mientras que la calicata C-2 contaba con un IP de 14.2%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 13.2%, 11.7% y 10.3%, variando en -7.04%, -17.61% y -27.46%; asimismo el suelo de la calicata C-3 contaba con IP de 18.6%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 17.3%, 15.9% y 14.6%, variando en -6.99%, -14.52% y -21.51% respectivamente. Para todos los casos los valores de IP se hallaban comprendidos entre 7% y 20%, por lo que son caracterizados como suelos de media plasticidad, en relación a los señalado por el Manual de carreteras del MTC.

Por lo que, la adición de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora incide de forma positiva en las propiedades físicas de la subrasante de la avenida Ejército de la ciudad de Puno.

3. Respecto a las propiedades mecánicas con la adición de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora para la estabilización de subrasante se concluye que:
  - La muestra no modificada de la calicata C-1 contaba con una densidad seca de 1.9848 gr/cm<sup>3</sup>, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 2.0417 gr/cm<sup>3</sup>, 1.9838 gr/cm<sup>3</sup> y 1.9308 gr/cm<sup>3</sup>, variando en 2.87%, -0.05% y -2.72%, mientras que la calicata C-2 contaba con una densidad seca de 1.9728 gr/cm<sup>3</sup>, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT,

SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 1.9943 gr/cm<sup>3</sup>, 2.0198 gr/cm<sup>3</sup> y 1.9408 gr/cm<sup>3</sup>, variando en 1.09%, 2.38% y -1.62%; asimismo el suelo de la calicata C-3 contaba con una densidad seca de 1.9366 gr/cm<sup>3</sup>, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 1.9539 gr/cm<sup>3</sup>, 1.9699 gr/cm<sup>3</sup> y 1.8921 gr/cm<sup>3</sup>, variando en 0.89%, 1.72% y -2.30%.

- La muestra no modificada de la calicata C-1 contaba con un CHO de 9.8%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 9.1%, 9.8% y 10.9%, variando en -7.14%, 0% y 11.22%, mientras que la calicata C-2 contaba con un CHO de 8.3%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 7.6%, 6.9% y 9.0%, variando en -8.43%, -16.87% y 8.43%; asimismo el suelo de la calicata C-3 contaba con CHO de 10.5%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 9.6%, 8.2% y 9.2%, variando en -8.57%, -21.9% y -12.38% respectivamente.
- La muestra no modificada de la calicata C-1 contaba con un CBR de 6.0%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 7.1%, 8.0% y 6.5%, variando en 18.33%, 33.33% y 8.33%, mientras que la calicata C-2 contaba con un CBR de 5.7%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 6.8%, 8.2% y 5.9%, variando en 19.30%, 43.86% y 3.51%; asimismo el suelo de la calicata C-3 contaba con CBR de 5.3%, no obstante con las dosificaciones de SN+1%CI+4%CT, SN+2%CI+5%CT y SN+3%CI+6%CT varió a 6.4%, 7.5% y 5.6%, variando en 20.75%, 41.51% y 5.66% respectivamente. Para todas las adiciones de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora los valores de CBR se encontraban entre 6% y 10%, es decir, fueron categorizadas de acuerdo al Manual de carreteras del MTC como subrasantes regulares.

Por lo que, se concluye que la adición de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora influye positivamente en las propiedades mecánicas de la subrasante de la avenida Ejército en la ciudad de Puno.

4. De las distintas dosificaciones de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora se concluye que:
  - La dosificación que mejor comportamiento tuvo fue la adición de 2% de ceniza de stipa ichu y 5% de ceniza de totora puesto que en la calicata C-2 logró incrementar el CBR de 5.7% a 8.2%, reducir el CHO de 8.3% a 6.9%, incrementar la MDS de 1.9728 gr/cm<sup>3</sup> a 2.0198 gr/cm<sup>3</sup> y reducir el IP de 14.2% a 11.7% y en la calicata C-3 logró incrementar el CBR de 5.3% a 7.5%, reducir el CHO de 10.5% a 8.2%, incrementar la MDS de 1.9366 gr/cm<sup>3</sup> a 1.9699 gr/cm<sup>3</sup> y reducir el IP de 18.6% a 15.9% y en la C-1 logró incrementar el CBR de 6.0% a 8.0% y reducir el IP de 13.0% a 11.1%

Concluyendo que la adición de ceniza stipa ichu y ceniza de totora incide positivamente en las propiedades de la subrasante de la avenida Ejército de la ciudad de Puno.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Respecto a los resultados conseguidos en esta investigación, la adición de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora consigue mejorar la subrasante de un suelo clasificado como arena arcillosa, incrementando así su resistencia, por lo que se recomienda que para otros estudios se realice la adición de estas cenizas a otros tipos de suelos.

Se sugiere que se deba tomar en cuenta el tiempo de calcinado y temperatura de las cenizas, para obtener las características químicas adecuadas de estas.

Se sugiere que se hagan estudios donde se realice la adición de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora en materiales granulares que son usados para la conformación de bases y subbases, puesto que se comprobó que disminuyen el IP e incrementan la resistencia.

Se recomienda desarrollar estudios en el que se realice la mezcla de estas cenizas con estabilizantes comerciales como la cal o el cemento.

## REFERENCIAS

*A study on the effect of flooding depth and duration on soil subgrade performance and stability.* **GEOMATE. 2020.** 71, Japan : GEOMATE, 2020, Vol. 19.

*A study on the effect of flooding depths and duration on soil subgrade performance and stability.* **Muhd Shahril, Nizam Ismail; Abdul Naser, Andul Ghani; Zuhayr Md, Ghazaly; Muawia, Dafalla. 2020.** 71, Japan : GEOMATE, 2020, Vol. 19.

**Agencia Internacional de Cooperación Japonesa.** *Plan Maestro de Transporte Urbano.* Lima : Pacific Consultants International.

**Al Momento. 2022.** La valorización en Bogotá y en qué zonas impacta más en Colombia. [En línea] 17 de junio de 2022. <https://almomento.mx/la-valorizacion-en-bogota-y-en-que-zonas-impacta-mas-en-colombia/>.

**Andaluz López, Ronnie Steven. 2022.** *Estudio del efecto de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico - mecánicas en suelos finos de subrasante.* Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2022.

**Becerra Vasquez , Yesica Navel. 2019.** *Adicion de miel de caña sobre el CBR del afirmado de la cantera El gavilan, Cajamarca 2017.* Cajamarca-Peru : Universidad Privada del Norte , 2019.

**Buenos Aires.** Avenita Tipo. [En línea] [Citado el: 13 de agosto de 2022.] <https://www.buenosaires.gob.ar/desarrollourbano/manualdedisenourbano/paisaje-urbano-morfologia/resolucion-general-de-secciones-de-avenidas/avenida-tipo>.

**Calero Mulatillo, Milton Jair. 2021.** *Estabilización de la sub rasante utilizando cenizas de bagazo de caña en la A. Los Alisos Distrito de Oquendo - Callao, 2021.* Lima : Universidd César Vallejo, 2021.

**Canal Diaz, Neus. 2006.** *Tecnicas de Muestreo. Sesgos más frecuentes.* s.l. : Revista Seden, 2006.

**Carazas Chávez, Khristian y Ponce de León Ccoscco, Edwar. 2021.** *Mejoramiento técnico - económico en el diseño de la subrasante incorporando el producto Perma-Zyme en el sector Lastenia-Paucartambo.Cusco-2020.* Lima : Universidad César Vallejo, 2021.

**Castro Merchan, Diego Mauricio. 2020.** *Mejoramientos de subrasantes con roca ígnea basalto tomada de la Mina San Pedro, Armero Guayabal.* Dirardot - Cundinamarca : Universidad Piloto de Colombia, 2020.

**Celi Yanchapanta, Kevin Adrian. 2021.** *Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE).* Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2021.

**concepto.de. 2021.** Autonomía. [En línea] Editorial Etecé, 5 de agosto de 2021. [Citado el: 29 de junio de 2022.] <https://concepto.de/autonomia/>.

**Coyolt, Carlos Isidoro. 2016.** *Interacción Dinámica Suelo - Estructura.* México D.F. : Universidad Nacional Autónoma de México, 2016. 6.

**Cruz Vera, Katherine Emily. 2021.** *Diseño de la Subrasante Blanda Modificada con Cenizas de Huarango, Tramo Collance-Providencia KM-11, Luya, Amazonas 2021.* Lima : Universidad César Vallejo, 2021.

**Das, Braja M. 2012.** *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Séptima Edición.* México : s.n., 2012.

**Dialnet. 2014.** Investigación Aplicada. [En línea] 2014. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>.

**Diccionario Geotecnia. 2020.** Humedad Óptima. [En línea] 2 de junio de 2020. [Citado el: 15 de agosto de 2022.] <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/humedad-optima/>.

**Dioses Nima, Erika Michell y Minaya Rosario, Calos Danilo. 2021.** *Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021.* Lima : Universidad César Vallejo, 2021.

*Effect of Mineral Additives on the Behavior of an Expansive Soil for Use in Highway Subgrade Soils.* **Cheng, Yongzhen y Huang, Xiaoming. 2018.** Huai : Applied Sciences, 2018.

**Ejemplos. 2022.** Poblaciones. [En línea] 9 de junio de 2022. [Citado el: 18 de agosto de 2022.] <https://www.ejemplos.co/poblaciones/>.

**El Comercio. 2022.** Las ciudades necesitan de las beneficencias. [En línea] 2022. [Citado el: 29 de junio de 2022.] <https://elcomercio.pe/opinion/colaboradores/las-ciudades-necesitan-de-las-beneficencias-por-guillermo-ackermann-menacho-columna-beneficencia-de-lima-casa-de-todos-noticia/>.



**laindustria. 2022.** Irregularidades en la ejecución de vía vecinal generación perjuicio de casi S/. 1.2 millones. [En línea] La Industria, 25 de Junio de 2022. <http://laindustria.pe/nota/21898-irregularidades-en-la-ejecucin-de-va-vecinal-generaron-perjuicio-de-casi-s-12-millones>.

**MEF. 2015.** *Pautas Metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Lima : Servicios Gráficos JMD, 2015.

**MTC. 2016.** *Manual de ensayo de Materiales*. Lima : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016.

**Ñaupas, H. M. 2013.** *Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis*. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2013.

**OSCE.** Valorizaciones y Liquidaciones de Obra. [En línea] [https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/Capacidades/Capacitacion/Virtual/curso\\_contratacion\\_obras/ppt\\_cap5\\_obras.pdf](https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/Capacidades/Capacitacion/Virtual/curso_contratacion_obras/ppt_cap5_obras.pdf).

**Paico Amaya, Ebert Joel. 2021.** *Influencia de la Interacción Suelo Estructura en Edificaciones Regulares e Irregulares con zapatas aisladas y Modelación Numérica de una zapata sobre el suelo de fundación utilizando el programa Plaxis 3D Foundation en la provincia de Piura*. Piura : Universidad Nacional de Piura, 2021.

**Palomino, Antonio. 2017.** Diseño Estructural de Pavimentos hidráulicos y asfálticos. [En línea] 16 de abril de 2017. [Citado el: 30 de julio de 2022.] <https://es.slideshare.net/TooPalomino/clase-01-suelos-de-subrasante>.

**Pavimentos. 2013.** Propiedades físico-mecánicas de los suelos para subrasante. [En línea] 25 de enero de 2013. [Citado el: 13 de agosto de 2022.] <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/01/propiedades-fisico-mecanicas-de-los.html>.

**QuestionPro.** Diseño de investigación. Elementos y características. [En línea] [Citado el: 29 de junio de 2022.] <https://www.questionpro.com/blog/es/diseno-de-investigacion/>.

**Quispe Suma, Yulisa y Venero Delgado, Ruth Mery. 2021.** *Mejoramiento de suelo limo arcillosos para incrementar la resistencia mecánica de subrasante, aplicando Cemento Portland, en distrito Inkawasi - Cusco - 2021*. Callao : Universidad César Vallejo, 2021.



**Roncal, Espinoza Alfredo. 2018.** *Diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco - tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2016.* Chiclayo : s.n., 2018.

**Salinas Suárez, Joh Edwards y Villao Carvajal, Ricardo Adrián. 2019.** *Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la Comuna Bajadita de Colonche de la Parroquia Colonche.* La Libertad : Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.

**Sánchez, Nestor Luis. 2020.** Granulometría de Suelos. [En línea] 2020. [Citado el: 15 de agosto de 2022.] <https://civilgeeks.com/2013/11/25/granulometria-suelos-ing-nestor-luis-sanchez/>.

**Siurana Aparisi, Juan Carlos. 2010.** *Los principios de la bioética y el surgimiento de una bioética intercultural.* Valencia : Veritas, 2010.

**Tesis Investigación Científica. 2016.** Niveles de Investigación. [En línea] 5 de diciembre de 2016. [Citado el: 18 de agosto de 2022.] <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2016/12/niveles-de-investigacion-cientifica.html>.

**Tesis y Másters. 2021.** Instrumentos para recolectar datos. [En línea] 2021. [Citado el: 29 de junio de 2022.] <https://tesisymasters.mx/instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>.

**UNPL.** *Mantenimiento de espacios verdes.* Río de la Plata : Universidad Nacional de la Plata. 2015.

**Vallejo, Maite. 2002.** 1, Ciudad de México : Arch. Cardiol., 2002, Vol. 72.

**WGBIS. 2019.** Estabilizadores. [En línea] 2019. [Citado el: 13 de agosto de 2022.] <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms06.htm>.

— . Estabilizadores. [En línea] [Citado el: 13 de agosto de 2022.] <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms06.htm>.

## **ANEXOS**

- Anexo 1.** Matriz de operacionalización de variables
- Anexo 2.** Matriz de consistencia
- Anexo 3.** Análisis estadístico de resultados
- Anexo 4.** Resultados de ensayos de laboratorio
- Anexo 5.** Análisis químico de las cenizas
- Anexo 6.** Contrato de servicio de laboratorio
- Anexo 7.** Plano de localización y ubicación
- Anexo 8.** Certificados de calibración para la confiabilidad
- Anexo 9.** Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes
- Anexo 10.** Procedimiento de aplicación
- Anexo 11.** Análisis de costos unitarios
- Anexo 12.** Reporte de similitud Turnitin
- Anexo 13.** Normativa
- Anexo 14.** Panel fotográfico
- Anexo 15.** Fichas de recolección de datos
- Anexo 16.** Validación de instrumentos de investigación
- Anexo 17.** Clasificación de la vía
- Anexo 18.** Tratamiento del producto
- Anexo 19.** Boleta de pago de servicios

## Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

**TITULO:** “Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de stipa ichu y totora en Av. Ejército, Puno 2022”

**AUTOR:** Br. Ccallo Mamani, Fermin Marcos

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Ceniza de Stipa Ichu	La ceniza en agricultura aporta buenas cantidades de potasio, el macronutriente más demandado por las plantas después del nitrógeno. El potasio favorece el crecimiento del follaje y los frutos y mejora la tolerancia de la planta ante falta de agua. La ceniza también neutraliza la acidez del suelo y además tiene la característica de estimular la actividad de las bacterias que fijan el nitrógeno en la tierra. Así mismo, aportan buenas cantidades de potasio, el macronutriente más demandado por las plantas después del nitrógeno. El potasio favorece el crecimiento del follaje y los frutos y mejora la tolerancia de la planta ante falta de agua (Agronoticias, 2019, p. 25)	Se ha evidenciado que los residuos en forma de ceniza de diversos cultivos y plantas favorecen las propiedades de estabilización de subrasantes, mediante su incorporación directa. Para determinar su incidencia se realizan ensayos de granulometría según AASHTO, compactación CBR. Las dosificaciones resultan 2%, 4% y 6% en estado seco. A partir de estas premisas, se presentan resultados de compactación y CBR (Jacques L. & Torres S., 2019, p.21)	Dosificación	1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT,3%CI+6%CT	Razón	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental: Cuasi – Experimental.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Población:</b> Subrasante de la Av. Ejército, Puno 2022.</p> <p><b>Muestra:</b> 03 calicatas en subrasante</p> <p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico</p> <p><b>Técnica:</b> Observación directa.</p> <p><b>Instrumento de recolección de datos:</b> - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS)</p>
Ceniza de Totora	Yerbas altas, de varas redondas y esponjosas, que crecen en los bañados y al borde de las lagunas; se le llama también junco y juncales a los terrenos que cubren estas plantas que el paisano utiliza para las quinchas de sus ranchos (Agronoticias, 2019, p. 14)					
<b>Propiedades físico mecánicas de Subrasante</b>	Las propiedades físico mecánicas de la subrasante, se ven representadas en la caracterización de los suelos presentes, es decir si cumple las especificaciones normativas para su diseño. El comportamiento físico mecánico de la subrasante son las características más importantes del suelo, las cuales son factores influyentes para determinar las capacidades de respuesta tanto para la etapa en diseño de pavimento y operación/ funcionamiento, siendo: Clasificación de suelos AASHTO, Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR. Existen adicionales como permeabilidad, Capilaridad entre otros (Llanqui A., Pizarro M., 2021, p.34)	La caracterización de este dependerá de diferentes factores los cuales serán: condición superficial de la estructura de pavimento, extracción de muestra y tipología de muestras (alteradas e inalteradas), desarrollo de ensayos de caracterización de suelos y ensayos para determinar la influencia de la ceniza de Stipa Ichu y Totora en la subrasante, las cuales son: Densidad Máxima Seca, Contenido Óptimo de Humedad, Proctor Modificado principalmente (Llanqui A., Pizarro M., 2021, p. 23)	Propiedades Físicas	Analisis Granulométrico (%)	Razón	
				Contenido de Humedad (%)		
				Clasificación de suelos SUCS y AASHTO		
				Limite Liquido (%)		
				Limite Plastico (%)		
				Indice de Plasticidad (IP) (%)		
Propiedades Mecánicas	Densidad Seca Maxima (Tn/m3)					
	Optimo Contenido de Humedad (%)					
	CBR (%)					

## Anexo 2. Matriz de consistencia

**TITULO:** “Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de stipa ichu y totora en Av. Ejército, Puno 2022”

**AUTOR:** Br. Ccallo Mamani, Fermin Marcos

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	INDEPENDIENTE	Adición de ceniza de Stipa Ichu y totora	Dosificación	1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT,3%CI+6%CT	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
¿Cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022?	Evaluar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022	La adición de ceniza de Stipa ichu y totora influye positivamente en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022					
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:	DEPENDIENTE	propiedades de la subrasante	Propiedades Físicas	Analisis Granulometria (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-422, NTP 339.127/MTC E-107
¿Cómo influye la adición de ceniza stipa ichu y totora en las propiedades físicas de la subrasante en Av. Ejército, Puno 2022?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la propiedad física de la subrasante en Av. Ejército en la ciudad de Puno 2022	La adición de ceniza de stipa ichu y totora influye positivamente en las propiedades físicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022				Contenido de Humedad (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Humedad según Norma ASTM D-2216, NTP 339.127/ MTC E 108
¿Cómo influye la adición de ceniza stipa ichu y totora en las propiedades mecánicas de la subrasante en Av. Ejército, Puno 2022?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la propiedad mecánicas de la subrasante en Av. Ejército en la ciudad de Puno 2022	La adición de ceniza de stipa ichu y totora influye positivamente en las propiedades mecánicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022				Clasificación de suelos SUCS Y AASHTO	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2487
						Limite Plastico (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de Límites de Atterberg según Norma ASTM D-4318 NTP 339.129 MTC E 110 y MTC E 111
						Indice de Plasticidad (IP) (%)	
						Limite Liquido (%)	
¿La dosificación de la adición de la ceniza stipa ichu y totora influye en las propiedades de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022?	Determinar la influencia de la dosificación en la adición de ceniza stipa ichu y totora en las propiedades de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022	La dosificación de la adición de ceniza stipa ichu y totora influye en las propiedades de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022				Propiedades Mecánicas	
			Densidad Seca Maxima (Tn/m3)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-1557- NTP 339.141/MTC E 115			
			Optimo Contenido de Humedad (%)				
			CBR (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo de según Norma ASTM D-1883, NTP 339.145/MTC E-132			

### Anexo 3. Análisis estadístico de resultados

#### Contrastación de hipótesis

**Hipótesis 01:** La adición de ceniza de stipa ichu y totora influye positivamente en las propiedades físicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022.

#### Prueba de normalidad del indicador índice de plasticidad (IP), en las calicatas C-1, C-2 y C-3

Se planteó como hipótesis nula que: Los valores de índice de plasticidad poseen una distribución normal, mientras que como hipótesis alterna que: los valores de índice de plasticidad no cuentan con una distribución normal.

**Nivel de significancia:** 5% (0.05)

En esta investigación se cuenta con menor a 50 datos por lo que se utilizó el test de normalidad de Shapiro – Wilk.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IP_C1	,223	4	.	,947	4	,698
IP_C2	,190	4	.	,979	4	,895
IP_C3	,157	4	.	,990	4	,958

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como se detalla en la tabla anterior el valor de significancia es mayor a 0.05, por lo que se concluye que los valores del IP, poseen una distribución normal.

#### “R” de Pearson

		Correlaciones			
		Adición de ceniza de stipa ichu y totora	IP_C1	IP_C2	IP_C3
Adición de ceniza de stipa ichu y totora	Correlación de Pearson	1	-,989*	-,997**	-1,000**
	Sig. (bilateral)		,011	,003	,000
	N	4	4	4	4

IP_C1	Correlación de Pearson	-,989*	1	,988*	,991**
	Sig. (bilateral)	,011		,012	,009
	N	4	4	4	4
IP_C2	Correlación de Pearson	-,997**	,988*	1	,997**
	Sig. (bilateral)	,003	,012		,003
	N	4	4	4	4
IP_C3	Correlación de Pearson	-1,000**	,991**	,997**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,009	,003	
	N	4	4	4	4

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla precedente la adición de stipa ichu influye en el índice de plasticidad de la subrasante de la avenida Ejército, puesto que los valores de significancia (0.011, 0.003 y 0.000) fueron menores a 0.05. De la misma manera de acuerdo a la correlación Pearson existió una correlación negativa ( $r=-0.989$ ,  $-0.997$  y  $-1.000$ ).

**Hipótesis 02:** La adición de ceniza de stipa ichu y totora influye positivamente en las propiedades mecánicas de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022.

### Prueba de normalidad de la MDS, CHO y CBR, en las calicatas C-1, C-2 y C-3

Se planteó como hipótesis nula que: Los valores de MDS, CHO y CBR poseen una distribución normal, mientras que como hipótesis alterna que: los valores de MDS, CHO y CBR no cuentan con una distribución normal.

**Nivel de significancia:** 5% (0.05)

En esta investigación se cuenta con menor a 50 datos por lo que se utilizó el test de normalidad de Shapiro – Wilk.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MDS_C1	,254	4	.	,948	4	,704
CHO_C1	,303	4	.	,922	4	,548
CBR_C1	,179	4	.	,979	4	,897
MDS_C2	,144	4	.	,996	4	,986

CHO_C2	,151	4	.	,993	4	,972
CBR_C2	,245	4	.	,897	4	,416
MDS_C3	,232	4	.	,940	4	,652
CHO_C3	,177	4	.	,995	4	,981
CBR_C3	,229	4	.	,933	4	,613

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como se detalla en la tabla anterior los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo que se concluye que los valores de MDS, CHO y CBR, poseen una distribución normal.

### “R” de Pearson

		Adición de ceniza de stipa ichu
Descripción	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	
	N	4
MDS_C1	Correlación de Pearson	-,627
	Sig. (bilateral)	,373
	N	4
CHO_C1	Correlación de Pearson	,694
	Sig. (bilateral)	,306
	N	4
CBR_C1	Correlación de Pearson	,360
	Sig. (bilateral)	,640
	N	4
MDS_C2	Correlación de Pearson	-,272
	Sig. (bilateral)	,728
	N	4
CHO_C2	Correlación de Pearson	,200
	Sig. (bilateral)	,800
	N	4
CBR_C2	Correlación de Pearson	,227
	Sig. (bilateral)	,773
	N	4
MDS_C3	Correlación de Pearson	-,452
	Sig. (bilateral)	,548
	N	4
CHO_C3	Correlación de Pearson	-,718

	Sig. (bilateral)	,282
	N	4
CBR_C3	Correlación de Pearson	,263
	Sig. (bilateral)	,737
	N	4

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla precedente la adición de stipa ichu no influye en las propiedades mecánicas de la subrasante de la avenida Ejército, puesto que los valores de significancia fueron mayores a 0.05. De la misma manera de acuerdo a la correlación Pearson existió una correlación negativa para los valores de densidad seca máxima, mientras que para el contenido de humedad óptimo y el CBR existió una correlación positiva.

En cambio se consideraría hasta la adición de 2% de ceniza de stipa ichu y 5% de ceniza de totora:

Adición de ceniza stipa ichu y totora		
Descripción	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	
	N	3
MDS_C1	Correlación de Pearson	-,015
	Sig. (bilateral)	,990
	N	3
CHO_C1	Correlación de Pearson	,000
	Sig. (bilateral)	1,000
	N	3
CBR_C1	Correlación de Pearson	,998*
	Sig. (bilateral)	,037
	N	3
MDS_C2	Correlación de Pearson	,999*
	Sig. (bilateral)	,031
	N	3
CHO_C2	Correlación de Pearson	-1,000**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	3
CBR_C2	Correlación de Pearson	,998*
	Sig. (bilateral)	,044
	N	3



MDS_C3	Correlación de Pearson	1,000*
	Sig. (bilateral)	,014
	N	3
CHO_C3	Correlación de Pearson	-,992
	Sig. (bilateral)	,079
	N	3
CBR_C3	Correlación de Pearson	1,000**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	3

Se observa que para este caso, la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la calicata C-1 influye en la máxima densidad seca y en el CBR mas no en el contenido de humedad óptimo.

En cambio la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la calicata C-2 influye en la densidad seca máxima, contenido de humedad y el CBR.

Y la adición stipa ichu y totora en la calicata C-3 influye en la densidad seca máxima, y el CBR mas no en el contenido de humedad óptimo,

**Hipótesis 03:** La dosificación de la adición de ceniza stipa ichu y totora influye en las propiedades de la subrasante en Av. Ejército de la ciudad de Puno 2022.

### **Prueba de normalidad de la MDS, CHO, IP y CBR, en las calicatas C-1, C-2 y C-3**

Se planteó como hipótesis nula que: Los valores de MDS, CHO, IP y CBR poseen una distribución normal, mientras que como hipótesis alterna que: los valores de MDS, CHO y CBR no cuentan con una distribución normal.

**Nivel de significancia:** 5% (0.05)

En esta investigación se cuenta con menor a 50 datos por lo que se utilizó el test de normalidad de Shapiro – Wilk.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MDS_C1	,254	4	.	,948	4	,704
CHO_C1	,303	4	.	,922	4	,548

CBR_C1	,179	4	.	,979	4	,897
MDS_C2	,144	4	.	,996	4	,986
CHO_C2	,151	4	.	,993	4	,972
CBR_C2	,245	4	.	,897	4	,416
MDS_C3	,232	4	.	,940	4	,652
CHO_C3	,177	4	.	,995	4	,981
CBR_C3	,229	4	.	,933	4	,613
IP_C1	,223	4	.	,947	4	,698
IP_C2	,190	4	.	,979	4	,895
IP_C3	,157	4	.	,990	4	,958

Como se detalla en la tabla anterior los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo que se concluye que los valores de MDS, CHO, IP y CBR, poseen una distribución normal.

### “R” de Pearson

		Adición de stipa ichu y totora
Descripción	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	
	N	4
MDS_C1	Correlación de Pearson	-,627
	Sig. (bilateral)	,373
	N	4
CHO_C1	Correlación de Pearson	,694
	Sig. (bilateral)	,306
	N	4
CBR_C1	Correlación de Pearson	,360
	Sig. (bilateral)	,640
	N	4
MDS_C2	Correlación de Pearson	-,272
	Sig. (bilateral)	,728
	N	4
CHO_C2	Correlación de Pearson	,200
	Sig. (bilateral)	,800
	N	4
CBR_C2	Correlación de Pearson	,227
	Sig. (bilateral)	,773
	N	4
MDS_C3	Correlación de Pearson	-,452

	Sig. (bilateral)	,548
	N	4
CHO_C3	Correlación de Pearson	-,718
	Sig. (bilateral)	,282
	N	4
CBR_C3	Correlación de Pearson	,263
	Sig. (bilateral)	,737
	N	4
IP_C1	Correlación de Pearson	-,989*
	Sig. (bilateral)	,011
	N	4
IP_C2	Correlación de Pearson	-,997**
	Sig. (bilateral)	,003
	N	4
IP_C3	Correlación de Pearson	-1,000**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	4

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla precedente la adición de stipa ichu influye en las propiedades físicas, pero no en las propiedades mecánicas de la subrasante de la avenida Ejército, puesto que los valores de significancia fueron mayores a 0.05. De la misma manera de acuerdo a la correlación Pearson existió una correlación negativa para los valores de densidad seca máxima, mientras que para el contenido de humedad óptimo y el CBR existió una correlación positiva.

En cambio se consideraría hasta la adición de 2% de ceniza de stipa ichu y 5% de ceniza de totora:

Adición de ceniza de stipa ichu y totora		
Descripción	Correlación de Pearson	1
	Sig. (bilateral)	
	N	3
IP_C1	Correlación de Pearson	-,989
	Sig. (bilateral)	,096
	N	3
MDS_C1	Correlación de Pearson	-,015
	Sig. (bilateral)	,990
	N	3
CHO_C1	Correlación de Pearson	,000

	Sig. (bilateral)	1,000
	N	3
CBR_C1	Correlación de Pearson	,998*
	Sig. (bilateral)	,037
	N	3
IP_C2	Correlación de Pearson	-,993
	Sig. (bilateral)	,073
	N	3
MDS_C2	Correlación de Pearson	,999*
	Sig. (bilateral)	,031
	N	3
CHO_C2	Correlación de Pearson	-1,000**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	3
CBR_C2	Correlación de Pearson	,998*
	Sig. (bilateral)	,044
	N	3
IP_C3	Correlación de Pearson	-1,000*
	Sig. (bilateral)	,014
	N	3
MDS_C3	Correlación de Pearson	1,000*
	Sig. (bilateral)	,014
	N	3
CHO_C3	Correlación de Pearson	-,992
	Sig. (bilateral)	,079
	N	3
CBR_C3	Correlación de Pearson	1,000**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	3

Se observa que para este caso, la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la calicata C-1 influye en la máxima densidad seca y en el CBR mas no en el contenido de humedad óptimo.


En cambio la adición de ceniza de stipa ichu y totora en la calicata C-2 influye en la densidad seca máxima, contenido de humedad y el CBR.

Y la adición stipa ichu y totora en la calicata C-3 influye en la densidad seca máxima, y el CBR mas no en el contenido de humedad óptimo.

Anexo 4. Resultados de ensayos de laboratorio

**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"**  
MECANICOR DE SUELOS · PAVIMENTOS · CIMENTACIONES · PROYECTOS DE INGENIERIA Y SUPERVISION

**INFORME N° 451-2022 – PUNO/LABSILEX/CTQ**




## ANALISIS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS PROYECTO

**“Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de stipa ichu y totora en Av. Ejército, Puno 2022”**

**UBICACIÓN:**  
PUNO/ PUNO/ PUNO  
OCTUBRE DEL 2022

**SOLICITANTE:**  
BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS



**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"**  
Ing. César Quispe Tito  
GERENTE GENERAL  
CIP: 136770

**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"**  
Ing. Leonardo Mestre Pacompa  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP: 111446

**REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS**  
 NORMA : (ASTM D2488)

DATOS DE LA MUESTRA			
<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°01
<b>TESISTA</b>	BACH. DCCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA.</b>	AV. EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	C-1 PATRON
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>FECHA</b>	07/09/2022

PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	DATOS PERFIL	SUCS AASHTO	SIMBOLOGIA
0.00		PAVIMENTO FLEXIBLE			
0.05					
0.10		BASE GRANULAR			
0.20					
0.30		SUB BASE GRANULAR			
0.40					
0.50		SUB RASANTE, EL MATERIAL ESTA COMPUESTO DE MATERIAL RELLENO O PRESTAMO DE TEXTURA FINA A MEDIA DE COLOR ROJO	Humedad Natural	7.66 %	SC A-4(2)
0.60			Limite Liquido	33.50 %	
0.70			Indice de plasticidad	13.00 %	
0.80			Malla N°4	87.81 %	
0.90			Malla N°10	80.05 %	
1.00			Malla N°40	73.94 %	
1.10		Malla N°200	43.81 %		
1.20					
1.40					
1.50					

**FOTOGRAFIA DE CALICATA N°01**



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 190770

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Ing. Leonardo Vesta Pacompia  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO, PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 02/09/2022

**MARGEN** : DERECHO. **REALIZADO** : PERSONAL LAB.

**MUESTRA** : CALICATA N°01,ESTRATO SUB RASANTE **MUESTRA** : C-1 PATRON

NUMERO DE CAPSULA	N°	6		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	150.20		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	143.20		
PESO DEL AGUA	gr.	7.00		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	51.80		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	91.40		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	7.66%		
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	7.66%		

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Ousppe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 196779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Leonardo Mejias Procompuz  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TITULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.CGALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

**MARGEN :** DERECHO

**MUESTRA :** CALICATA N°01. ESTRATO SUB RASANTE

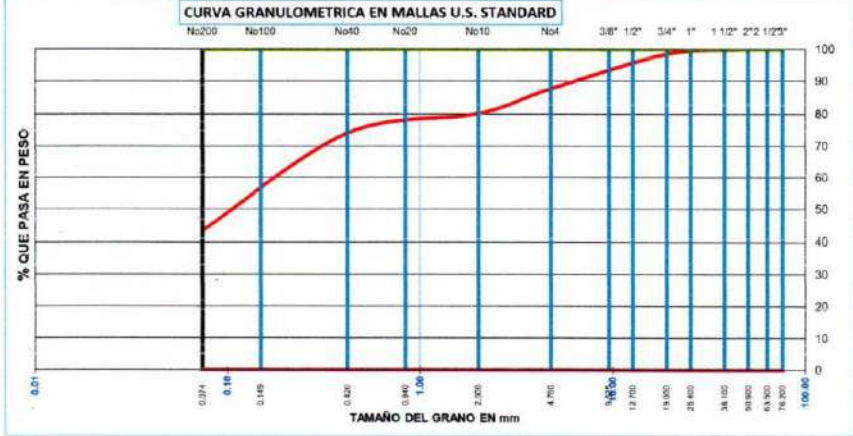
**FECHA :** 05/09/2022

**REALIZADO :** PERSONAL LAB.

**MUESTRA :** C-1 PATRON

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.	RESULTADOS DE ENSAYOS	
ASTM	mm	TENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	" A "	DATOS DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO INICIAL	5718.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO FRAC.	747.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		K	850.70
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITE LIQUIDO	33.5%
3/4"	19.050	88.00	1.54	1.54	98.46		LIMITE PLASTICO	20.5%
1/2"	12.700	154.00	2.69	4.23	95.77		INDICE PLASTICO	13.0%
3/8"	9.525	109.00	1.91	6.14	93.86		<b>COEF. CURVATURA y UNIF.</b>	
N° 4	4.760	346.00	6.05	12.19	87.81		D10= 0.017	Cu= 8.4421663
N° 10	2.000	66.00	7.76	19.95	80.05		D30= 0.051	Cc= 1.0660771
N° 20	0.840	17.00	2.00	21.95	78.05		D60= 0.143	
N° 40	0.420	35.00	4.11	26.06	73.94		<b>CLASIFICACION SUELOS:</b>	
N° 100	0.149	107.00	12.58	38.64	61.36		AASHTO	A-8(2)
N° 200	0.074	151.00	17.75	56.39	43.61		S.U.C.S.	SC
-200		371.00	43.61	100.00	0.00		GRAVA	12.19
							ARENA	44.20
							LIMOS Y	
							ARCILLAS	43.61
							HUM. NATURAL	7.66%
							DENS. PROCTOR	1.984
							C.B.R. Al 95%	6.00

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color rojo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 PID - 410772

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Leidy Piestras Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS



**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS:** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE GENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA:** BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA:** AV. EJERCITO PUNO **FECHA:** 06/09/2022

**MARGEN:** DERECHO **REALIZADO:** PERSONAL LAB.

**MUESTRA:** CALICATA N°01, ESTRATO SUB RASANTE **MUESTRA:** C-1 PATRON

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		010B	005B	011B	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	48.00	47.20	50.20	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	42.55	42.32	45.00	
PESO DE AGUA	(gr.)	5.45	4.88	5.20	
PESO DE LA TARA	(gr.)	27.30	27.90	28.40	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	15.25	14.42	16.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.74	33.84	31.33	
NUMERO DE GOLPES		18	24	34	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		009B	007B		PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	40.30	41.60		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	38.90	39.30		
PESO DE LA TARA	(gr.)	32.00	28.20		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	1.40	2.30		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	8.90	11.10		20.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.29	20.72		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	33.5
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.0

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 196779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Leidy Patricia Paucocchia  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111448

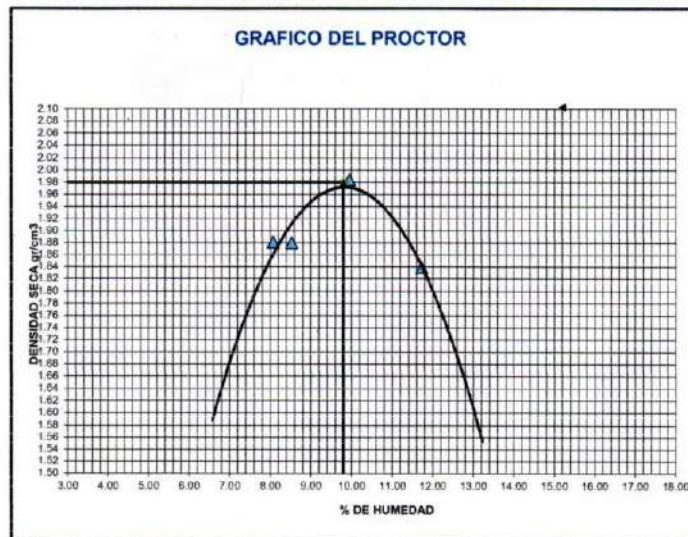
**PROCTOR MODIFICADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1567, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA			
TITULO DE TESIS	EVALUACION DE PROPIEDADES FRICO-MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICRI Y FOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	CALICATA	POZO A CIELO ABIERTO N°91
TESISTA	BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	ESTRATO	E - N° 01
PROGRESIVA	AV EJERCITO PUNO	MUESTRA	C-1 PATRON
MARGEN	DERECHO	FECHA	06/09/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,765	11,082	10,780	10,810
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,318	4,635	4,333	4,363
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	2,03	2,18	2,04	2,05
Contenido de Humedad	%	8,07	9,95	8,52	11,73
Densidad Seca	gr/cc.	1,88	1,98	1,88	1,84

CONTENIDO DE HUMEDAD								
Tarro	N°	4	0	11	0	12	0	7
Peso del Tarro	gr.	51,70	0,00	49,40	0,00	51,50	0,00	50,40
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	165,50	0,00	171,00	0,00	172,50	0,00	169,50
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	157,00	0,00	160,00	0,00	163,00	0,00	157,00
Peso del Agua	gr.	8,50	0,00	11,00	0,00	9,50	0,00	12,50
Peso del Suelo Seco	gr.	105,30	0,00	110,60	0,00	111,50	0,00	106,60
Contenido de Humedad	%	8,07	0,00	9,95	0,00	8,52	0,00	11,73
Promedio de Humedad	%	8,07		9,95		8,52		11,73

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1,988 Gr./Cm <sup>3</sup>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	9,80%
-----------------------------	---------------------------	------------------------------------	-------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Cesar Quispe Tito

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Leonidas Mejías Pacompi  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE

**RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TÍTULO DE TESIS</b>	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO, PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°01
<b>TESISTA</b>	BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV. EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	C-1 PATRON
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>FECHA</b>	07/09/2022

CBR												
MOLDE N°	3				2				1			
N° DE CAPAS	5				5				5			
N° DE GOLPES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12.832		12.845		12.490		12.600		12.250		12.390	
PESO DEL MOLDE	8.312		8.312		8.356		8.356		8.355		8.355	
PESO DEL SUELO HUM.	4.520		4.533		4.104		4.244		3.895		4.035	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.124		2.124		2.124		2.124		2.124		2.124	
DENSIDAD HUMEDA	2.03		2.04		1.93		2.00		1.83		1.90	
DENSIDAD SECA	1.85		1.85		1.76		1.76		1.66		1.66	
TARRO N°	4	0	3	0	8	0	7	0	12	0	5	0
TARRO + SUELO HUM.	180.60	0.00	169.20	0.00	177.20	0.00	152.30	0.00	165.90	0.00	169.20	0.00
TARRO + SUELO SECO	169.00	0.00	158.20	0.00	166.20	0.00	140.30	0.00	173.90	0.00	154.20	0.00
AGUIA	11.60	0.00	11.00	0.00	11.00	0.00	12.00	0.00	11.70	0.00	15.00	0.00
PESO DEL TARRO	49.40	0.00	51.80	0.00	52.00	0.00	51.70	0.00	49.40	0.00	51.50	0.00
PESO DEL SUELO SECO	119.60	0.00	106.40	0.00	114.20	0.00	88.60	0.00	124.50	0.00	102.70	0.00
% DE HUMEDAD	9.70	0.00	10.34	0.00	9.63	0.00	13.54	0.00	9.40	0.00	14.61	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	9.70		10.34		9.63		13.54		9.40		14.61	

EXPANSION											
= 2.00 %											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSIÓN		DIAL (mm)	EXPANSIÓN		DIAL (mm)	EXPANSIÓN	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
07-09-22	10:10 AM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08-09-22	02:10 PM	24:00	0.55	0.55	0.47	0.80	0.80	0.60	0.77	0.77	0.66
09-09-22	02:10 PM	48:00	0.90	0.90	0.77	1.40	1.40	1.20	1.40	1.40	1.20
10-09-22	02:10 PM	72:00	1.30	1.80	1.37	2.00	2.00	1.60	1.90	1.90	1.62
11-09-22	02:10 PM	96:00	1.75	2.00	1.71	2.40	2.40	2.50	2.40	2.40	2.05

PENETRACIÓN													
PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	
		DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.630		5.2	53.9	2.7		4.1	46.9	2.5		3.1	44.3	2.3	
1.270		7.8	65.7	3.3		6.1	58.0	3.0		6.0	57.5	2.9	
1.910		9.6	74.0	3.8		8.8	70.3	3.6		8.2	67.6	3.4	
2.540	70	15.3	99.9	5.1	7.3%	10.3	77.1	3.9	5.6%	12.3	86.3	4.4	6.3%
3.810		17.2	108.6	5.5		15.3	99.9	5.1		16.4	105.0	5.3	
5.080	105	19.2	117.7	6.0		17.3	109.1	5.6		18.2	113.2	5.8	
6.350		20.1	121.6	6.2		19.2	117.7	6.0		20.5	123.7	6.3	
7.620	133	21.2	126.9	6.5		22.3	131.9	6.7		23.1	135.5	6.9	
8.890													
10.160													

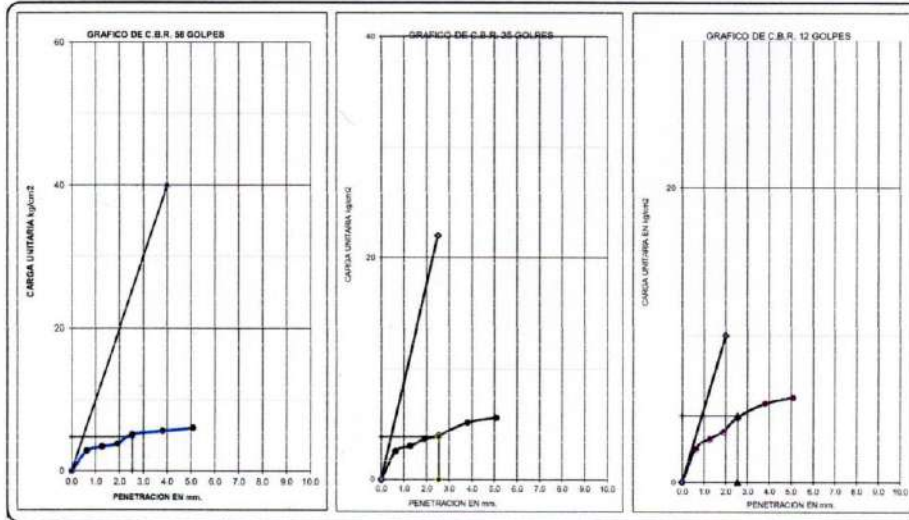
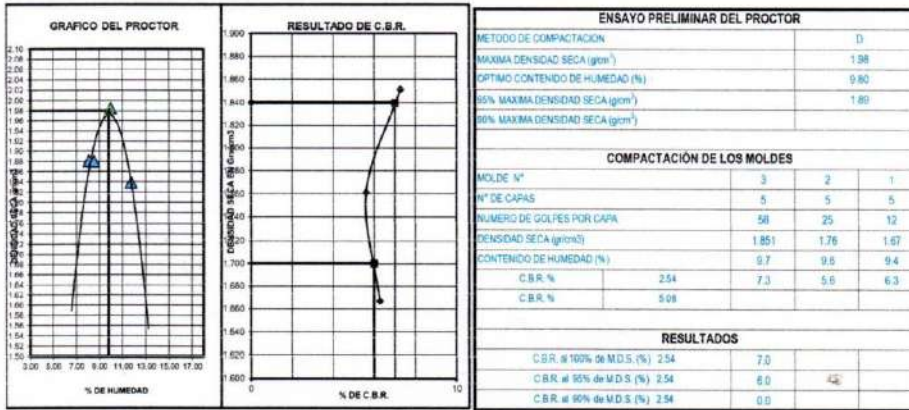
  
**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"**  
*Cesar Ouspé Tito*  
**Ing. Cesar Ouspé Tito**  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 196779

  
**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"**  
*Ing. Leonidas Pacompi*  
**Ing. Leonidas Pacompi**  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111448

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STRA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO, PUNO 2022	<b>Metodo de compactación</b>	T-100 "D"
<b>TESISTA</b>	SACH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>Maxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.985
<b>PROGRESIVA</b>	AV. EJERCITO PUNO	<b>Optimo Contenido de Humedad (%)</b>	9.80
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>CBR 100% MDS</b>	7.0%
<b>MUESTRA</b>	C-1 PATRON	<b>CBR 95% MDS</b>	6.0%
		<b>CBR 90% MDS</b>	



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Leonidas Mustas Pacompa



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

<b>TITULO DE TESIS</b>	: EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO, PUNO 2022.		
<b>TESISTA</b>	: BACH.CCALLEO MAMANI FERMIN MARCOS		
<b>PROGRESIVA</b>	: AV.EJERCITO PUNO	<b>FECHA</b>	: 22/09/2022
<b>MARGEN</b>	: DERECHO.	<b>REALIZADO</b>	: PERSONAL LAB.
<b>CALICATA - 01</b>	: MUESTRA SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT		

NUMERO DE CAPSULA	N°	2		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	148.60		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	143.32		
PESO DEL AGUA	gr.	5.28		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	50.30		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	93.02		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	5.68%		
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	5.68%		

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Inga Leonora Mercedes Pacompta  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TITULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE GENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.CGALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

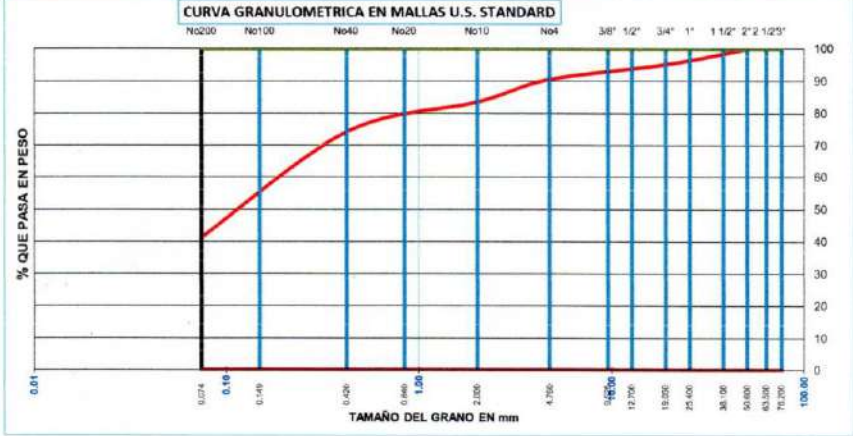
**MARGEN :** DERECHO

**CALICATA - 01 :** MUESTRA SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT

**FECHA :** 25/09/2022  
**REALIZADO :** PERSONAL LAB.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.	RESULTADOS DE ENSAYOS	
ASTM	mm	TENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	" A "	DATOS DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO INICIAL	3951.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO FRAC.	751.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		K	829.52
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
1"	25.400	137.00	3.47	3.47	96.53		LIMITE LIQUIDO	32.0%
3/4"	19.050	50.00	1.27	4.73	95.27		LIMITE PLASTICO	19.7%
1/2"	12.700	33.00	0.84	5.57	94.43		INDICE PLASTICO	12.3%
3/8"	9.525	52.00	1.32	6.88	93.12		<b>COEF. CURVATURA y UNIF.</b>	
N° 4	4.760	102.00	2.58	9.47	90.53		D10= 0.018	Cu= 13.366512
N° 10	2.000	58.00	6.99	16.46	83.54		D30= 0.054	Cp= 0.6733245
N° 20	0.840	15.00	1.81	18.27	81.73		D60= 0.24	
N° 40	0.420	62.00	7.47	25.74	74.26		<b>CLASIFICACION SUELOS:</b>	
N° 100	0.149	178.00	21.46	47.20	52.80		AASHTO	A-8(2)
N° 200	0.074	96.00	11.57	58.77	41.23		S.U.C.S.	SC
-200		342.00	41.23	100.00	0.00		GRAVA	9.47
							ARENA	49.31
							LIMOS Y	
							ARCILLAS	41.23
							HUM. NATURAL	5.68%
							DENS. PROCTOR	2.042
							C.B.R. Al 99%	7.10

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color rojo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 109779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Leonardo Mejias Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111445

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 99 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TITULO DE TESIS** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA** BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** AV EJERCITO PUNO **FECHA** : 25/09/2022

**MARGEN** DERECHO **REALIZADO:** PERSONAL LAB

**CALICATA - 01** MUESTRA SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 99)				
N° TARA		010B	003B	009B
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		40.00	43.10	45.20
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		36.78	39.35	41.22
PESO DE AGUA (gr.)		3.22	3.75	3.98
PESO DE LA TARA (gr.)		27.30	27.80	28.30
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		9.48	11.55	12.92
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		33.97	32.47	30.80
NUMERO DE GOLPES		17	22	32

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° TARA		005B	007B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		38.50	37.90	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		37.45	36.30	
PESO DE LA TARA (gr.)		32.10	28.20	
PESO DEL AGUA (gr.)		1.05	1.60	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		5.35	8.10	19.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.63	19.75	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	32.0
LIMITE PLASTICO (%)	19.7
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.3

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Ousppe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Leonardo Mestas Pacompia  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

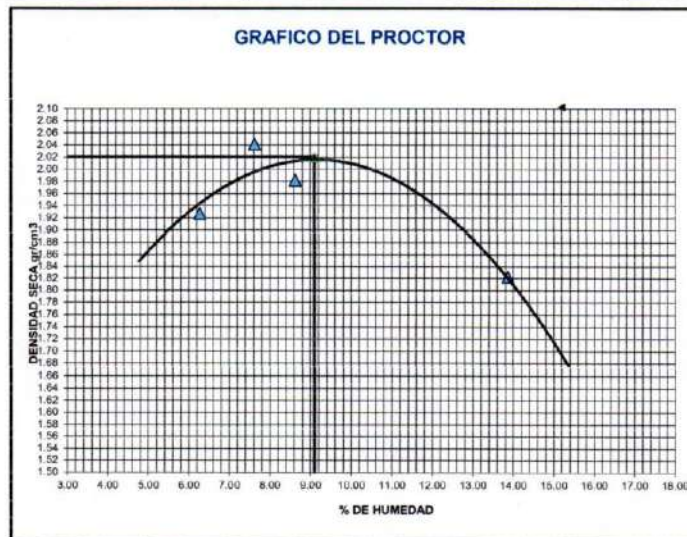
**PROCTOR MODIFICADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 192

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO, PUÑO 2022
<b>TESISTA</b>	BACH. OSCAR MAMANI FERMIN MARCOS
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUÑO
<b>MARGEN</b>	DERECHO
<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°01 (C-1)
<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT
<b>FECHA</b>	23/09/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,798	11,114	11,020	10,854
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,351	4,667	4,573	4,407
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	2,05	2,20	2,15	2,07
Contenido de Humedad	%	6,27	7,62	8,62	13,86
Densidad Seca	gr/cc.	1,93	2,04	1,98	1,82

CONTENIDO DE HUMEDAD								
Tarro	N°	3	0	8	0	11	0	7
Peso del Tarro	gr.	51.50	0.00	50.00	0.00	51.30	0.00	52.10
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	153.20	0.00	154.50	0.00	150.80	0.00	148.20
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	147.20	0.00	147.10	0.00	142.90	0.00	136.50
Peso del Agua	gr.	8.00	0.00	7.40	0.00	7.90	0.00	11.70
Peso del Suelo Seco	gr.	95.70	0.00	97.10	0.00	91.60	0.00	84.40
Contenido de Humedad	%	8.27	0.00	7.62	0.00	8.62	0.00	13.86
Promedio de Humedad	%	6.27		7.62		8.62		13.86

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	2.0417 Gr./Cm <sup>3</sup>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	9.10%
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-------




 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 SILEX  
*Ing. Cesar Quispe Tito*  
 GERENTE GENERAL


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 SILEX  
*Ing. Leonardo Mestas Pacomña*  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS



**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STRAICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	PQ20 A CIELO ABIERTO N°01
<b>TESISTA</b>	BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 1% C + 4% C
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>FECHA</b>	26/08/2022

**CBR**

MOLDE N°	3				2				1			
	56				25				12			
N° DE CAPAS	5				5				5			
N° DE GOLPES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12,965		12,945		12,820		12,900		12,506		12,658	
PESO DEL MOLDE	8,312		8,312		8,356		8,356		8,355		8,355	
PESO DEL SUELO HUM.	4,653		4,633		4,464		4,544		4,243		4,303	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,124		2,124		2,124		2,124		2,124		2,124	
DENSIDAD HUMEDA	2.19		2.18		2.10		2.14		2.00		2.03	
DENSIDAD SECA	2.00		1.96		1.91		1.93		1.82		1.80	
TARRO N°	3	0	10	0	8	0	1	0	11	0	4	0
TARRO + SUELO HUM.	165.20	0.00	170.00	0.00	162.30	0.00	152.30	0.00	160.20	0.00	160.20	0.00
TARRO + SUELO SECO	155.20	0.00	159.30	0.00	152.30	0.00	142.50	0.00	150.20	0.00	156.30	0.00
AGUA	10.00	0.00	11.30	0.00	10.00	0.00	9.80	0.00	10.00	0.00	12.90	0.00
PESO DEL TARRO	50.80	0.00	49.90	0.00	52.00	0.00	51.80	0.00	49.40	0.00	51.70	0.00
PESO DEL SUELO SECO	104.40	0.00	109.40	0.00	100.30	0.00	90.70	0.00	100.80	0.00	104.60	0.00
% DE HUMEDAD	9.58	0.00	10.33	0.00	9.97	0.00	10.80	0.00	9.92	0.00	12.33	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	9.58		10.33		9.97		10.80		9.92		12.33	

**EXPANSION**

**= 1.94 %**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
28-08-22	08:40 AM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29-08-22	09:40 AM	24:00	0.42	0.42	0.36	0.42	0.42	0.60	0.52	0.52	0.44
30-08-22	09:40 AM	48:00	0.85	0.85	0.56	0.72	0.72	1.20	1.10	1.10	0.94
01-10-22	09:40 AM	72:00	0.90	1.60	1.37	1.10	1.10	1.60	1.60	1.60	1.37
02-10-22	09:40 AM	96:00	1.20	2.00	1.71	1.50	1.50	2.50	1.90	1.90	1.62

**PENETRACION**

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
		N° DE GOLPES / CAPA 56				N° DE GOLPES / CAPA 25				N° DE GOLPES / CAPA 12			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	
0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		
0.630		11.5	82.6	4.2	8.2	67.6	3.4		7.1	82.6	3.2		
1.270		15.3	99.9	5.1	11.3	81.7	4.2		10.6	78.5	4.0		
1.910		17.5	110.0	5.6	14.5	86.3	4.9		12.2	85.8	4.4		
2.540	70	20.5	123.7	6.3	17.2	108.6	5.5	7.9%	14.2	94.9	4.8	6.9%	
3.810		21.5	128.2	6.5	18.2	113.2	5.8		17.2	109.6	5.5		
5.080	105	24.3	141.0	7.2	21.5	128.2	6.5		20.1	121.8	6.2		
6.350		26.3	150.1	7.6	24.8	143.3	7.3		23.5	137.3	7.0		
7.620	133	29.2	163.3	8.3	26.5	151.0	7.7		26.0	148.7	7.6		
8.890													
10.160													

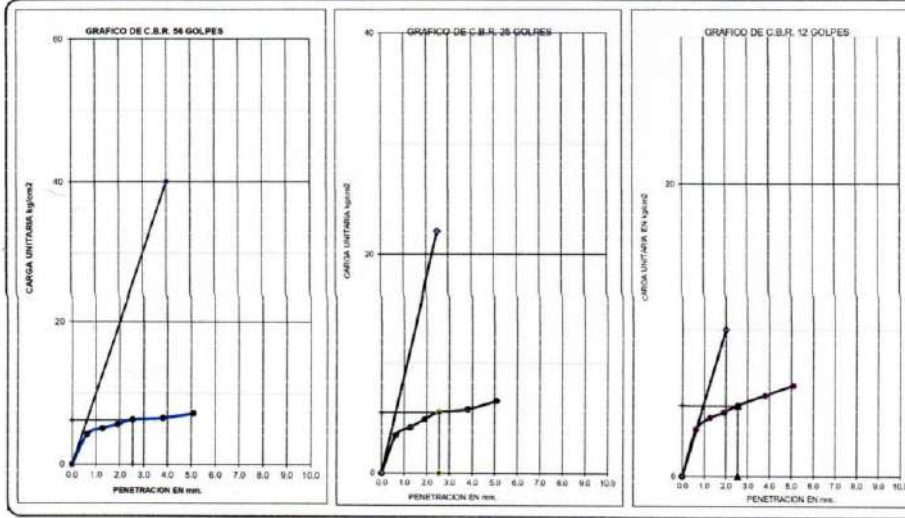
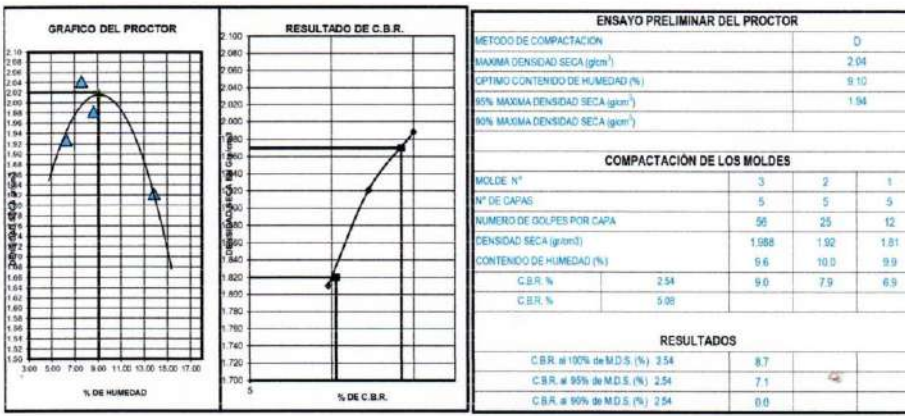
  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 SILEX  
*Cesar Quispe Tito*  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 190779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 SILEX  
*Ing. Leonardo Bastias Pacompta*  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111445

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STRA KICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>Metodo de compactación</b>	T:180 "D"
<b>TESISTA</b>	BACH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.042
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	9.10
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>CBR 100% MDS</b>	8.7%
		<b>CBR 95% MDS</b>	7.1%
		<b>CBR 90% MDS</b>	



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Ricardo Mejías Pacompa  
 ESP. INGENIERIA



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO, PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CCALLEO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 22/09/2022

**MARGEN** : DERECHO. **REALIZADO** : PERSONAL LAB.

**CALICATA - 01** : MUESTRA SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT

NUMERO DE CAPSULA	N°	10		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	162.30		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	157.50		
PESO DEL AGUA	gr.	4.80		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	49.50		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	108.00		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	4.44%		
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD</b>	%	<b>4.44%</b>		

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Leopoldo Ramos Pacompia  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TÍTULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE GENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.DCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

**MARGEN :** DERECHO

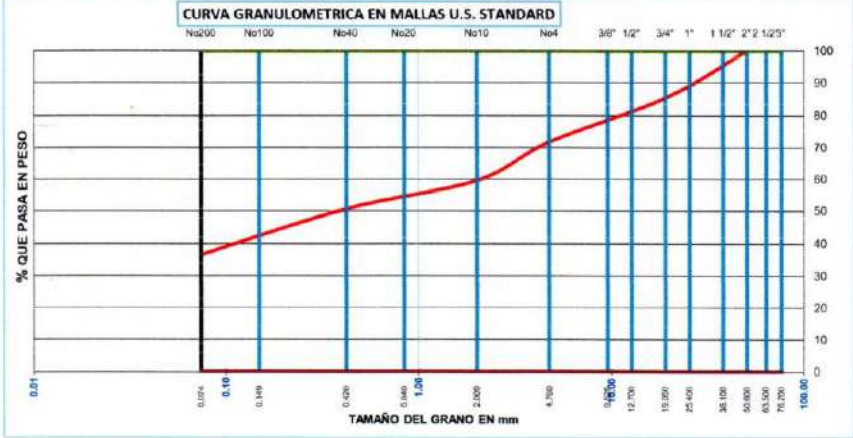
**CALICATA - 01 :** MUESTRA SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT

**FECHA :** 25/09/2022

**REALIZADO :** PERSONAL LAB.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.	RESULTADOS DE ENSAYOS	
ASTM	mm	TENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	" A "	DATOS DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO INICIAL	7892.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO FRAC.	925.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		K	1290.00
1 1/2"	38.100	465.00	5.89	5.89	94.11		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
1"	25.400	398.00	5.04	10.94	89.06		LIMITE LIQUIDO	29.3%
3/4"	19.050	282.00	3.57	14.51	85.49		LIMITE PLASTICO	18.2%
1/2"	12.700	398.00	5.04	19.55	80.45		INDICE PLASTICO	11.1%
3/8"	9.525	232.00	2.94	22.49	77.51		<b>COEF. CURVATURA y UNIF.</b>	
N° 4	4.760	458.00	5.80	28.29	71.71		D10= 0.020	Cu= 103.04399
N° 10	2.000	156.00	12.09	40.39	59.61		D30= 0.061	Cc= 0.0873413
N° 20	0.840	28.00	2.17	42.56	57.44		D60= 2.09	
N° 40	0.420	86.00	6.67	49.22	50.78		<b>CLASIFICACION SUELOS:</b>	
N° 100	0.149	106.00	8.22	57.44	42.56		AASHTO	A-R(0)
N° 200	0.074	78.00	6.05	63.49	36.51		S.U.C.S.	SC
-200		471.00	36.51	100.00	0.00		GRAVA	28.29
							ARENA	35.19
							LIMOS Y	
							ARCILLAS	36.51
							HUM. NATURAL	4.44%
							DENS. PROCTOR.	1.984
							C.B.R. A1 95%	8.00

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color rojo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Leonidas Páez Páez  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS:** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA:** BACH.CCALLEO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA:** AV.EJERCITO PUNO

**FECHA:** 25/09/2022

**MARGEN:** DERECHO

**REALIZADO:** PERSONAL LAB.

**CALICATA - 01:** MUESTRA SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° TARA		003B	002B	001B
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		37.90	38.20	43.50
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		35.45	35.82	40.12
PESO DE AGUA (gr.)		2.45	2.38	3.38
PESO DE LA TARA (gr.)		27.30	27.80	28.30
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		8.15	8.02	11.82
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		30.06	29.68	28.60
NUMERO DE GOLPES		18	23	33

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° TARA		011B	012B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		38.50	37.90	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		36.88	36.42	
PESO DE LA TARA (gr.)		27.00	28.40	
PESO DEL AGUA (gr.)		1.62	1.48	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		8.98	8.02	18.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		18.04	18.45	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	29.3
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18.2
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)	11.1

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Leonardo Mejias Pacomiza  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446



**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1983, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

TITULO DE TESIS: EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORIA EN AV EJERCITO PUNO 2022  
 TESISISTA: BACH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS  
 PROGRESIVA: AV EJERCITO PUNO  
 MARGEN: DERECHO

CALICATA: POZO A CIELO ABIERTO N°01  
 ESTRATO: E - N° 01  
 MUESTRA: SUBRASANTE + 2% CI + 5% C  
 FECHA: 28/06/2022

CBR												
MOLDE N°	6				5				4			
N° DE CAPAS	5				5				5			
N° DE GOLPES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12.632		12.845		12.460		12.600		12.250		12.390	
PESO DEL MOLDE	8.312		8.312		8.356		8.356		8.365		8.365	
PESO DEL SUELO HUM	4.320		4.533		4.104		4.244		3.895		4.035	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.124		2.124		2.124		2.124		2.124		2.124	
DENSIDAD HUMEDA	2.03		2.04		1.93		2.00		1.83		1.90	
DENSIDAD SECA	1.85		1.85		1.76		1.76		1.68		1.68	
TARRO N°	4	0	3	0	8	0	7	0	12	0	5	0
TARRO + SUELO HUM.	180.80	0.00	169.20	0.00	177.20	0.00	162.30	0.00	185.60	0.00	169.20	0.00
TARRO + SUELO SECO	169.00	0.00	158.20	0.00	166.20	0.00	140.30	0.00	173.90	0.00	154.20	0.00
AGUA	11.80	0.00	11.00	0.00	11.00	0.00	12.00	0.00	11.70	0.00	15.00	0.00
PESO DEL TARRO	49.40	0.00	51.80	0.00	52.00	0.00	51.70	0.00	49.40	0.00	51.50	0.00
PESO DEL SUELO SECO	119.60	0.00	106.40	0.00	114.20	0.00	88.60	0.00	124.50	0.00	102.70	0.00
% DE HUMEDAD	9.70	0.00	10.34	0.00	9.83	0.00	13.54	0.00	9.40	0.00	14.61	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	9.70		10.34		9.83		13.54		9.40		14.61	

**EXPANSION**  
= 1.75 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
28-06-22	11:16 AM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29-06-22	11:16 AM	24:00	0.32	0.32	0.27	0.30	0.30	0.60	0.62	0.52	0.44
30-06-22	11:16 AM	48:00	0.50	0.50	0.43	0.50	0.50	1.20	0.70	0.70	0.60
01-10-22	11:16 AM	72:00	0.75	1.60	1.37	1.20	1.60	0.90	0.90	0.90	0.77
02-10-22	11:16 AM	96:00	0.90	2.00	1.71	1.40	1.40	2.50	1.20	1.20	1.03

**PENETRACION**

PENET. Min	CARGA SLUMP	MOLDE N° 6						MOLDE N° 5						MOLDE N° 4					
		N° DE GOLPES / CAPA			CORRECCION			N° DE GOLPES / CAPA			CORRECCION			N° DE GOLPES / CAPA			CORRECCION		
		CARGA DIAL	Kg	Kg/cm2	%	CARGA DIAL	Kg	Kg/cm2	%	CARGA DIAL	Kg	Kg/cm2	%	CARGA DIAL	Kg	Kg/cm2	%		
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0			
0.630		12.3	86.3	4.4		9.8	74.9	3.8		7.3	65.5	3.2							
1.270		16.2	104.1	5.3		13.4	91.3	4.7		10.5	78.1	4.0							
1.910		20.5	123.7	6.3		17.2	108.6	5.5		13.2	90.4	4.6							
2.540	70	25.5	146.5	7.5	10.7%	20.0	121.4	6.2	8.8%	15.7	101.8	5.2	7.4%						
3.810		29.3	163.8	8.3		23.5	137.3	7.0		18.6	115.0	5.9							
5.080	105	34.5	187.5	9.6		26.1	149.2	7.6		21.5	128.2	6.5							
6.350		39.2	208.9	10.6		29.5	164.7	8.4		26.5	151.0	7.7							
7.620	133	44.6	233.6	11.9		33.4	182.5	9.3		29.2	163.3	8.3							
8.890																			
10.160																			

  
**Ing. Cesar Qulspe Tito**  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779

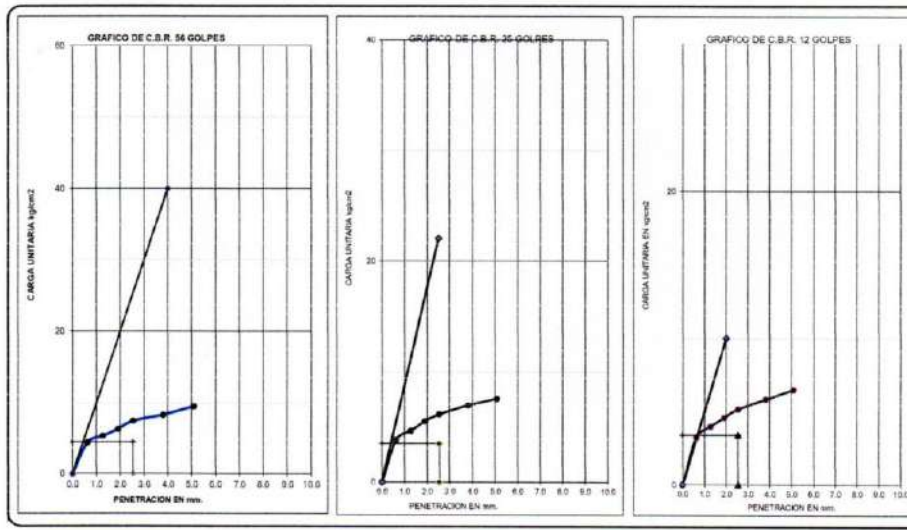
  
**Ing. Leonilda Mejias Pacompa**  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 113440

**RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1583, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TÍTULO DE TESIS</b>	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022	<b>Método de compactación</b>	T-198 "D"
<b>TESISTA</b>	BACH CCALLO MAMANI FERMIN MARGOS	<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.984
<b>PROGRESIVA</b>	AV. EJERCITO PUNO	<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	9.80
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>CBR 100% MDS</b>	10.3%
		<b>CBR 95% MDS</b>	8.0%
		<b>CBR 90% MDS</b>	6.0%

<p style="text-align: center;"><b>GRAFICO DEL PROCTOR</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>RESULTADO DE C.B.R.</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>METODO DE COMPACTACION</td><td>D</td></tr> <tr><td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.98</td></tr> <tr><td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>9.80</td></tr> <tr><td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.95</td></tr> <tr><td>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.95</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th>MOLDE N°</th><th>6</th><th>5</th><th>4</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° DE CAPAS</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</td><td>50</td><td>25</td><td>12</td></tr> <tr><td>DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.851</td><td>1.76</td><td>1.67</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>9.7</td><td>9.6</td><td>9.4</td></tr> <tr><td>C.B.R. %</td><td>2.94</td><td>10.7</td><td>8.8</td><td>7.4</td></tr> <tr><td>C.B.R. %</td><td>5.08</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</td><td>2.94</td><td>10.5</td><td></td></tr> <tr><td>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</td><td>2.94</td><td>8.0</td><td></td></tr> <tr><td>C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)</td><td>2.94</td><td>6.0</td><td></td></tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	D	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.98	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.80	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95	90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95	MOLDE N°	6	5	4	N° DE CAPAS	5	5	5	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	50	25	12	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.851	1.76	1.67	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.7	9.6	9.4	C.B.R. %	2.94	10.7	8.8	7.4	C.B.R. %	5.08				C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	2.94	10.5		C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.94	8.0		C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	2.94	6.0	
METODO DE COMPACTACION	D																																																					
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.98																																																					
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.80																																																					
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95																																																					
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95																																																					
MOLDE N°	6	5	4																																																			
N° DE CAPAS	5	5	5																																																			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	50	25	12																																																			
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.851	1.76	1.67																																																			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.7	9.6	9.4																																																			
C.B.R. %	2.94	10.7	8.8	7.4																																																		
C.B.R. %	5.08																																																					
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	2.94	10.5																																																				
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.94	8.0																																																				
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	2.94	6.0																																																				



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Inca Tupac Katari Mezas Pacomalla





**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 22/09/2022

**MARGEN** : DERECHO. **REALIZADO** : PERSONAL.LAB.

**CALICATA - 01** : MUESTRA SUBRASANTE + 3% CI + 6% CT

NUMERO DE CAPSULA	N°	8		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	152.30		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	148.60		
PESO DEL AGUA	gr.	3.70		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	49.51		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	99.09		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	3.73%		
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	3.73%		

Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779

Ing. Leonardo Morales Paconpita  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TITULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARGOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

**MARGEN :** DERECHO

**CALICATA - 01 :** MUESTRA SUBRASANTE + 3% CI + 8% CT

**FECHA :** 25/09/2022  
**REALIZADO :** PERSONAL.LAB.

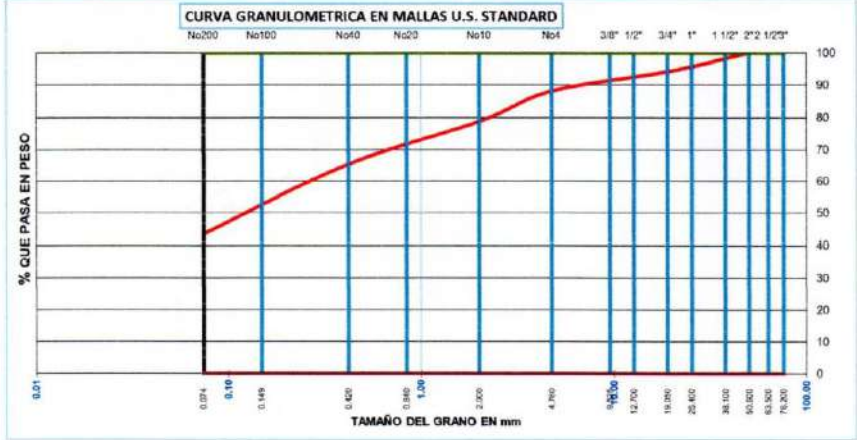
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO TENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. " A "
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	202.00	2.88	2.88	97.12	
3/4"	19.050	198.00	2.82	5.70	94.30	
1/2"	12.700	145.00	2.07	7.76	92.24	
3/8"	9.525	115.00	1.64	9.40	90.60	
N° 4	4.760	166.00	2.36	11.77	88.23	
N° 10	2.000	96.00	9.43	21.20	78.80	
N° 20	0.840	48.00	4.72	25.92	74.08	
N° 40	0.420	89.00	8.74	34.66	65.34	
N° 100	0.149	108.00	10.61	45.27	54.73	
N° 200	0.074	112.00	11.00	56.28	43.72	
-200		445.00	43.72	100.00	0.00	

RESULTADOS DE ENSAYOS	
DATOS DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL :	7020.00
PESO FRAC. :	898.00
K :	1017.75
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
LIMITE LIQUIDO :	28.0%
LIMITE PLASTICO :	17.4%
INDICE PLASTICO :	10.6%
<b>COEF. CURVATURA y UNIF.</b>	
D10= 0.017	Cu= 18.758368
D30= 0.051	Cc= 0.5370451
D60= 0.28	
<b>CLASIFICACION SUELOS:</b>	
AASHTO :	A-4(2)
S.U.C.S. :	SC
GRAVA :	11.77
ARENA :	44.51
LIMOS Y ARCILLAS :	43.72
HUM. NATURAL :	3.73%
DENS. PROCTOR :	1.931 grs/cm3
C.B.R. A1 95% :	6.50 %

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color rojo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Lorena Mercedes Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS, MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS:** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA:** BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA:** AV.EJERCITO PUNO **FECHA:** 25/09/2022

**MARGEN:** DERECHO **REALIZADO:** PERSONAL LAB.

**CALICATA - 01:** MUESTRA SUBRASANTE + 3% CI + 6% CT

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
N° TARA		003B	005B	001B	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	37.00	36.25	39.52	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	34.78	34.33	37.12	
PESO DE AGUA	(gr.)	2.22	1.92	2.40	
PESO DE LA TARA	(gr.)	27.30	27.70	28.30	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	7.48	8.63	8.82	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.68	28.96	27.21	
NUMERO DE GOLPES		17	20	30	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
N° TARA		013B	015B		PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	37.65	39.52		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	36.15	37.90		
PESO DE LA TARA	(gr.)	27.80	28.30		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	1.50	1.62		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	8.35	9.60		17.4
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.96	16.88		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	28.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	17.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.6

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Leo Mestas Pacomiza  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111445

**PROCTOR MODIFICADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTG E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

**DATOS DE LA MUESTRA**

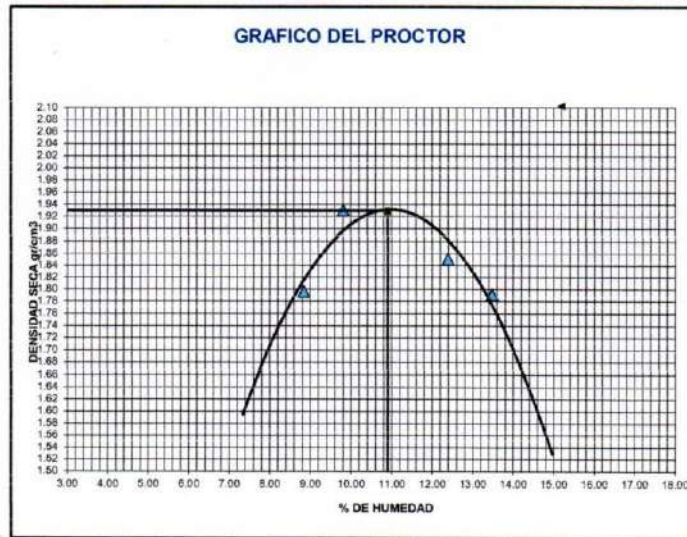
<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STPPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°01
<b>TESISTA</b>	BADH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 3% CI + 6% CT
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>FECHA</b>	27/09/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,598	10,950	10,865	10,765
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,151	4,503	4,418	4,318
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1,95	2,12	2,08	2,03
Contenido de Humedad	%	8,84	9,80	12,39	13,48
Densidad Seca	gr/cc.	1,60	1,93	1,85	1,79

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro	N°	6	0	11	0	7	0	9
Peso del Tarro	gr.	51.70	0.00	49.50	0.00	51.50	0.00	50.41
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	162.30	0.00	160.40	0.00	165.80	0.00	152.30
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	153.32	0.00	150.50	0.00	153.20	0.00	140.20
Peso del Agua	gr.	8.98	0.00	9.90	0.00	12.60	0.00	12.10
Peso del Suelo Seco	gr.	101.62	0.00	101.00	0.00	101.70	0.00	89.79
Contenido de Humedad	%	8.84	0.00	9.80	0.00	12.39	0.00	13.48
Promedio de Humedad	%	8.84		9.80		12.39		13.48

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.938 Gr./Cm <sup>3</sup>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	10.90%
-----------------------------	---------------------------	------------------------------------	--------



  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Cesar Ousipe Tin

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Leonardo Alvarado Páez  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

TITULO DE TESIS: EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STRAICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUÑO 2022  
 TESISTA: BACH. COALLO MAMANI FERMIN MARCOS  
 PROGRESIVA: AV EJERCITO PUÑO  
 MARGEN: DERECHO

CALICATA: POZO A CIELO ABIERTO N° 01  
 ESTRATO: E - N° 01  
 MUESTRA: SUBRASANTE + 3% CI + 6% C  
 FECHA: 28.09/2022

CBR												
MOLDE N°	9				8				7			
N° DE CAPAS	5				5				5			
N° DE GOLPES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12.850		12.901		12.520		12.605		12.350		12.510	
PESO DEL MOLDE	8.311		8.311		8.356		8.356		8.355		8.355	
PESO DEL SUELO HUM.	4.539		4.590		4.164		4.249		3.995		4.155	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.124		2.124		2.124		2.124		2.124		2.124	
DENSIDAD HUMEDA	2.14		2.16		1.96		2.00		1.86		1.96	
DENSIDAD SECA	1.93		1.92		1.78		1.79		1.71		1.72	
TARRO N°	2	0	3	0	8	0	9	0	12	0	1	0
TARRO + SUELO HUM.	162.30	0.00	152.40	0.00	150.90	0.00	148.90	0.00	170.20	0.00	158.20	0.00
TARRO + SUELO SECO	151.20	0.00	141.20	0.00	141.90	0.00	138.90	0.00	159.10	0.00	145.30	0.00
AGUA	11.10	0.00	11.20	0.00	9.00	0.00	10.00	0.00	11.10	0.00	12.90	0.00
PESO DEL TARRO	50.20	0.00	51.80	0.00	52.00	0.00	51.70	0.00	42.40	0.00	51.50	0.00
PESO DEL SUELO SECO	101.00	0.00	89.40	0.00	89.90	0.00	87.20	0.00	109.70	0.00	93.80	0.00
% DE HUMEDAD	10.99	0.00	12.53	0.00	10.01	0.00	11.47	0.00	10.12	0.00	13.75	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	10.99		12.53		10.01		11.47		10.12		13.75	

**EXPANSION**  
= 1.66 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
28-09-22	11:10 AM	30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29-09-22	11:10 AM	24:00	0.16	0.16	0.14	0.14	0.14	0.06	0.26	0.26	0.22
30-09-22	11:10 AM	48:00	0.32	0.32	0.27	0.27	0.22	1.20	0.42	0.42	0.36
01-10-22	11:10 AM	72:00	0.48	1.60	1.37	0.50	0.56	1.60	0.65	0.65	0.56
02-10-22	11:10 AM	96:00	0.64	2.00	1.71	0.64	0.64	2.00	0.90	0.90	0.77

**PENETRACION**

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	
		DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.630		6.0	66.7	3.4		6.2	56.5	3.0		5.1	59.4	2.7	
1.270		10.5	78.1	4.0		8.4	68.5	3.5		7.6	64.8	3.3	
1.910		13.5	91.7	4.7		11.3	81.7	4.2		9.5	73.5	3.7	
2.540	70	15.9	102.7	5.2	7.5%	13.5	91.7	4.7	6.7%	12.5	86.3	4.4	6.3%
3.810		18.5	114.5	5.8		15.9	102.7	5.2		14.8	97.7	5.0	
5.080	105	22.3	131.9	6.7		18.6	115.9	5.9		16.3	104.5	5.3	
6.350		25.1	144.6	7.4		22.1	131.0	6.7		19.2	117.7	6.0	
7.620	133	28.5	160.1	8.2		24.6	142.4	7.3		21.1	126.4	6.4	
8.890													
10.160													

  
**Ing. Cesar Quispe Tito**  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

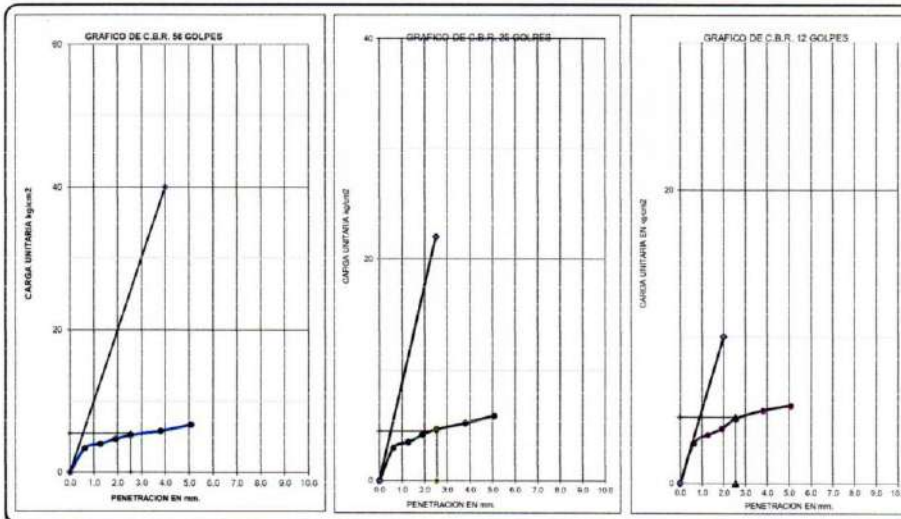
  
**Ing. Leonardo Meskos Pacompa**  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b> <b>TESISTA</b> <b>PROGRESIVA</b> <b>MARGEN</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA KICHU Y TUTORIA EN AV. EJERCITO PUNO 2022 BACH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS AV. EJERCITO PUNO DERECHO	<b>Metodo de compactación</b> <b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b> <b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b> <b>CBR 100% MDS</b> <b>CBR 95% MDS</b> <b>CBR 90% MDS</b>	1-180 "D" 1.931 10.90 7.2% 6.5%
--	---	---	---

<p style="text-align: center;"><b>GRAFICO DEL PROCTOR</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>RESULTADO DE C.B.R.</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>METODO DE COMPACTACION</td><td>D</td></tr> <tr><td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.93</td></tr> <tr><td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>10.90</td></tr> <tr><td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.83</td></tr> <tr><td>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.83</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th>MOLDE: N°</th><th>9</th><th>8</th><th>7</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° DE CAPAS</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</td><td>56</td><td>25</td><td>12</td></tr> <tr><td>DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.923</td><td>1.79</td><td>1.71</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>11.0</td><td>10.0</td><td>10.1</td></tr> <tr><td>C.B.R. %</td><td>2.54</td><td>7.5</td><td>6.7</td></tr> <tr><td>C.B.R. %</td><td>5.08</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>7.3</td><td></td></tr> <tr><td>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>6.5</td><td>6.5</td></tr> <tr><td>C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>0.0</td><td></td></tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	D	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.90	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83	90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83	MOLDE: N°	9	8	7	N° DE CAPAS	5	5	5	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.923	1.79	1.71	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.0	10.0	10.1	C.B.R. %	2.54	7.5	6.7	C.B.R. %	5.08			C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	2.54	7.3		C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.54	6.5	6.5	C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0	
METODO DE COMPACTACION	D																																																			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93																																																			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.90																																																			
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83																																																			
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.83																																																			
MOLDE: N°	9	8	7																																																	
N° DE CAPAS	5	5	5																																																	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12																																																	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.923	1.79	1.71																																																	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.0	10.0	10.1																																																	
C.B.R. %	2.54	7.5	6.7																																																	
C.B.R. %	5.08																																																			
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	2.54	7.3																																																		
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	2.54	6.5	6.5																																																	
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0																																																		



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Cesar Quiroz

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Leonardo Mestas Pacompa  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS**  
 NORMA : (ASTM D2488)

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°02
<b>TESISTA</b>	BACH.CCALLEO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO REALIZADO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA.</b>	AV.EJERCITO PUNO	<b>FECHA</b>	07/09/2022
<b>MARGEN</b>	EJE		

PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	DATOS PERFIL		SUCS AASHTO	SIMBOLOGIA
0.00		PAVIMENTO FLEXIBLE				
0.05						
0.10		BASE GRANULAR				
0.20						
0.30		SUB BASE GRANULAR				
0.40						
0.50		SUB RASANTE, EL MATERIAL ESTA COMPUESTO DE MATERIAL RELLENO O PRESTAMO DE TEXTURA FINA A MEDIA DE COLOR ROJO	Humedad Natural	8.10 %	SC A-4(4)	
0.60	Limite Liquido		36.20 %			
0.70	Indice de plasticidad		14.20 %			
0.80	Malla N°64		83.55 %			
0.90	Malla N°10		74.81 %			
1.00	Malla N°40		69.73 %			
1.10	Malla N°200	47.36 %				
1.20						
1.40						
1.50						

**FOTOGRAFIA DE CALICATA N°02**



  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Cesar Quispe Tito*  
 Gerente General  
 CIP: 136779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Leonor Mestas Pacompia*  
 Especialista en Mecanica de  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 131346



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO, PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 02/09/2022

**MARGEN** : EJE. **REALIZADO** : PERSONAL LAB.

**MUESTRA** : CALICATA N°02,ESTRATO SUB RASANTE **MUESTRA** : C-2 PATRON

NUMERO DE CAPSULA	N°	4		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	162.30		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	153.90		
PESO DEL AGUA	gr.	8.40		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	50.20		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	103.70		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	8.10%		
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	8.10%		

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quito Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Leonardo Mezas Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TITULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.CGALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

**MARGEN :** EJE

**MUESTRA :** CALICATA N°02 ESTRATO SUBRASANTE

**FECHA :** 05/09/2022  
**REALIZADO :** PERSONAL LAB.  
**MUESTRA :** C-2 PATRON

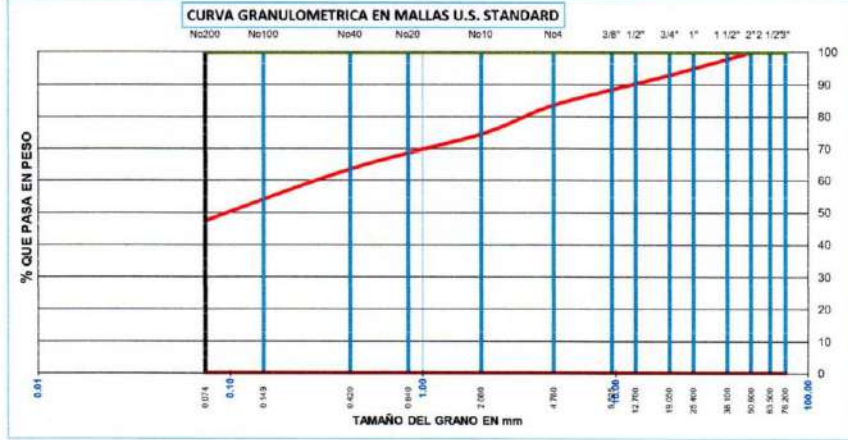
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. " A "
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	109.00	2.67	2.67	97.33	
3/4"	19.050	178.00	4.36	7.04	92.96	
1/2"	12.700	124.00	3.04	10.08	89.92	
3/8"	9.525	94.00	2.31	12.38	87.62	
N° 4	4.760	166.00	4.07	16.45	83.55	
N° 10	2.000	96.00	8.93	25.39	74.61	
N° 20	0.840	28.00	2.60	27.99	72.01	
N° 40	0.420	89.00	8.28	36.27	63.73	
N° 100	0.149	108.00	10.05	46.32	53.68	
N° 200	0.074	68.00	6.33	52.64	47.36	
-200		509.00	47.36	100.00	0.00	

RESULTADOS DE ENSAYOS	
DATOS DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL :	4078.00
PESO FRAC. :	898.00
K :	1074.66
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
LIMITE LIQUIDO :	36.2%
LIMITE PLASTICO :	22.0%
INDICE PLASTICO :	14.2%
<b>COEF. CURVATURA y UNIF.</b>	
D10= 0.016	Cu= 20.440559
D30= 0.047	Cc= 0.4403011
D60= 0.32	
<b>CLASIFICACION SUELOS:</b>	
AASHTO :	A-6(4)
S.U.C.S. :	SC
GRAVA :	16.45
ARENA :	36.19
LIMOS Y ARCILLAS :	47.36
HUM. NATURAL :	8.10%
DENS. PROCTOR :	1.972
C.B.R. A1 95% :	5.70

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color rojo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Leonardo Mejias Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS:** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA:** BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA:** AV. EJERCITO PUNO

**FECHA:** 06/09/2022

**MARGEN:** EJE

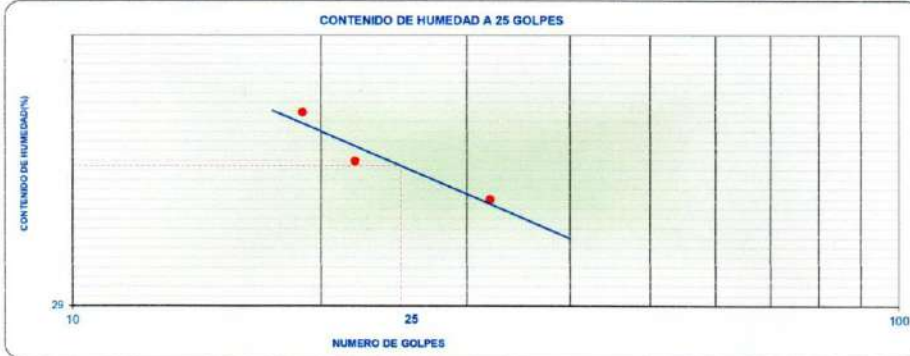
**REALIZADO:** PERSONAL LAB

**MUESTRA:** CALICATA N°02. ESTRATO SUB RASANTE

**MUESTRA:** C-2 PATRON

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° TARA		008B	002B	009B
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		44.60	45.70	47.50
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		39.72	41.00	42.32
PESO DE AGUA (gr.)		4.88	4.70	5.18
PESO DE LA TARA (gr.)		27.20	28.10	27.30
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		12.52	12.90	15.02
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		38.98	36.43	34.49
NUMERO DE GOLPES		19	22	32

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° TARA		011B	010B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		37.60	38.50	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		35.85	36.58	
PESO DE LA TARA (gr.)		28.20	27.50	
PESO DEL AGUA (gr.)		1.75	1.92	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		7.65	9.08	22.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		22.88	21.15	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	36.2
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.2

OBSERVACIONES

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Ing. Cesar Quispe Tito*  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Ing. Leidy Patricia Pacheco*  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

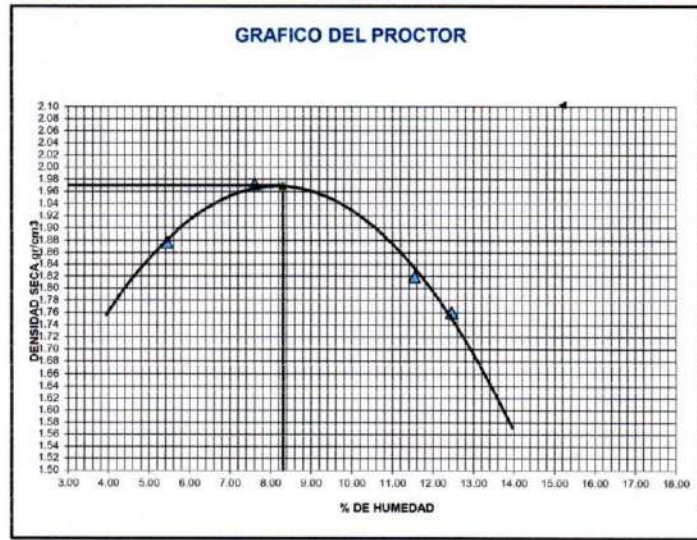
**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 116, ASTM D 1557, AASHTO T 100

DATOS DE LA MUESTRA			
TITULO DE TESIS	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZA DE STRA ECU Y TOTORIA EN AV EJERCITO PLUNO 2022	CALIGATA	POZO A CIELO ABIERTO N°02
TESISTA	BACH. COCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	ESTRATO	E - N° 01
PROGRESIVA	AV EJERCITO PLUNO	MUESTRA	C-2 PATRON
MARGEN	EJE	FECHA	06/09/2022

	Nº	1	2	3	4
Determinación					
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,650	10,956	10,758	10,652
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,203	4,509	4,311	4,205
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1,98	2,12	2,03	1,98
Contenido de Humedad	%	5,44	7,61	11,54	12,48
Densidad Seca	gr/cc.	1,88	1,97	1,82	1,76

CONTENIDO DE HUMEDAD								
Tarro	Nº	9	0	8	0	5	0	2
Peso del Tarro	gr.	51.65	0.00	50.00	0.00	50.60	0.00	51.50
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	159.30	0.00	180.30	0.00	169.50	0.00	162.50
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	152.80	0.00	152.50	0.00	156.30	0.00	150.20
Peso del Agua	gr.	5.50	0.00	7.80	0.00	12.20	0.00	12.30
Peso del Suelo Seco	gr.	101.15	0.00	102.50	0.00	105.70	0.00	98.70
Contenido de Humedad	%	5.44	0.00	7.61	0.00	11.54	0.00	12.48
Promedio de Humedad	%	5.44		7.61		11.54		12.48

DENSIDAD MAXIMA SECA	1,9728 Gr./Cm <sup>3</sup>	CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	8,30% ±
----------------------	----------------------------	-----------------------------	---------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**"SILEX"**  
  
Ing. Cesar Quispe Tito

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**"SILEX"**  
  
Ing. Leonardo Mejias Pacompia  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORIA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°02
<b>TESISTA</b>	BACH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	C-3 PATRON
<b>MARGEN</b>	EJE	<b>FECHA</b>	07/09/2022

CBR												
MOLDE N°	6				5				4			
	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12.580		13.010		12.720		12.765		12.520		12.678	
PESO DEL MOLDE	8.311		8.311		8.354		8.354		8.355		8.355	
PESO DEL SUELO HUM.	4.669		4.699		4.366		4.431		4.165		4.323	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.124		2.124		2.124		2.124		2.124		2.124	
DENSIDAD HUMEDA	2.20		2.21		2.06		2.09		1.96		2.04	
DENSIDAD SECA	2.03		2.02		1.90		1.90		1.81		1.82	
TARRO N°	11	0	7	0	12	0	7	0	4	0	1	0
TARRO + SUELO HUM.	165.00	0.00	152.00	0.00	136.00	0.00	149.00	0.00	163.00	0.00	160.00	0.00
TARRO + SUELO SECO	156.00	0.00	143.00	0.00	129.50	0.00	140.30	0.00	154.20	0.00	148.60	0.00
AGUA	9.00	0.00	9.00	0.00	6.50	0.00	8.70	0.00	8.80	0.00	11.40	0.00
PESO DEL TARRO	49.40	0.00	50.40	0.00	51.50	0.00	51.70	0.00	51.70	0.00	51.80	0.00
PESO DEL SUELO SECO	106.60	0.00	92.60	0.00	76.00	0.00	88.60	0.00	102.50	0.00	96.80	0.00
% DE HUMEDAD	8.44	0.00	9.72	0.00	8.33	0.00	9.82	0.00	8.59	0.00	11.78	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	8.44		9.72		8.33		9.82		8.59		11.78	

**EXPANSION**  
= 2.17 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
07-09-22	02:30 PM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08-09-22	02:30 PM	24:00	0.42	0.42	0.36	0.52	0.52	0.60	0.66	0.66	0.66
09-09-22	02:30 PM	48:00	0.70	0.70	0.80	1.10	1.10	1.20	1.10	1.10	0.94
10-09-22	02:30 PM	72:00	1.10	1.00	1.37	1.80	1.80	1.60	1.46	1.46	1.25
11-09-22	02:30 PM	96:00	1.96	2.00	1.71	2.10	2.10	2.50	2.68	2.68	2.29

PENETRACION													
PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		N° DE GOLPES / CAPA 56				N° DE GOLPES / CAPA 25				N° DE GOLPES / CAPA 12			
		CARGA DIAL	CORRECCION			CARGA DIAL	CORRECCION			CARGA DIAL	CORRECCION		
		Kg	Kg/cm2	%		Kg	Kg/cm2	%		Kg	Kg/cm2	%	
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.630		5.1	53.4	2.7		4.1	48.9	2.5		3.2	44.8	2.3	
1.270		7.2	63.0	3.2		6.2	58.5	3.0		4.8	52.1	2.7	
1.910		10.6	78.5	4.0		8.1	67.1	3.4		7.8	65.7	3.3	
2.540	70	14.6	96.8	4.9	7.0%	11.5	82.6	4.2	6.0%	10.2	76.7	3.9	
3.810		15.2	99.5	5.1		12.5	87.2	4.4		12.2	85.8	4.4	
5.080	105	17.6	110.4	5.6		14.9	98.1	5.0		14.6	96.8	4.9	
6.350		19.2	117.7	6.0		17.6	110.4	5.6		17.6	110.4	5.6	
7.620	133	21.5	128.2	6.5		19.2	117.7	6.0		19.8	120.5	6.1	
8.890													
10.160													

  
**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"**  
*Ing. Cesar Quespe Tito*  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 196779

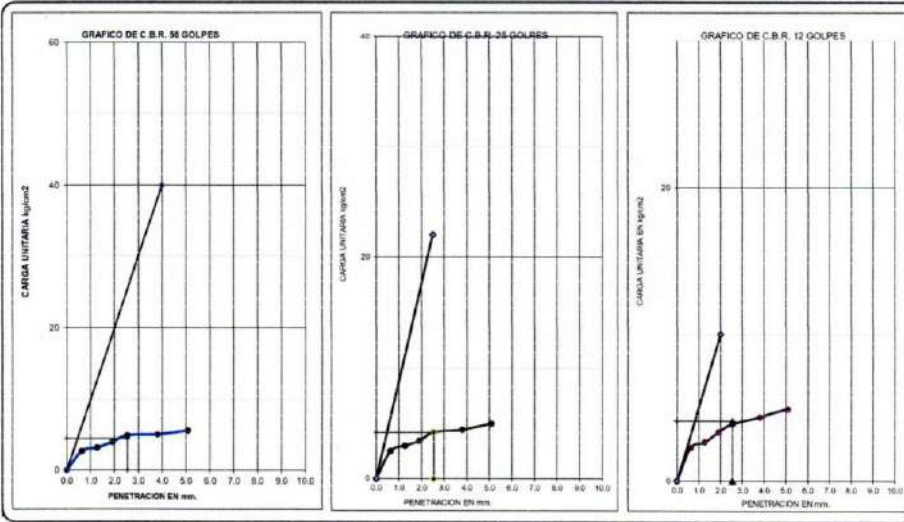
  
**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"**  
*Ing. Leonardo Montes Pacheco*  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1882, AASHTO T 192

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TUTORIA EN AV. EJEROTO PUNO 2022	<b>Metodo de compactación</b>	T-180 "D"
<b>TESISTA</b>	BACH. CCALLO UMBANI FERMIN MARCOS	<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.973
<b>PROGRESIVA</b>	AV. EJEROTO PUNO	<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	8.30
<b>MARGEN</b>	EJE	<b>CBR 100% MDS</b>	6.8%
<b>MUESTRA</b>	C-2 PATRON	<b>CBR 95% MDS</b>	5.7%
		<b>CBR 90% MDS</b>	

<p style="text-align: center;"><b>GRAFICO DEL PROCTOR</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>RESULTADO DE C.B.R.</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>METODO DE COMPACTACION</td><td>D</td></tr> <tr><td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.97</td></tr> <tr><td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>8.30</td></tr> <tr><td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>1.87</td></tr> <tr><td>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MOLDE N°</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td></tr> <tr><td>N° DE CAPAS</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</td><td>56</td><td>25</td><td>12</td></tr> <tr><td>DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</td><td>2.022</td><td>1.90</td><td>1.81</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>8.4</td><td>8.3</td><td>8.6</td></tr> <tr><td>CBR, %</td><td>2.54</td><td>7.0</td><td>6.0</td><td>5.6</td></tr> <tr><td>CBR, %</td><td>5.08</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>CBR a 100% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>6.8</td><td></td></tr> <tr><td>CBR a 95% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>5.7</td><td>5.6</td></tr> <tr><td>CBR a 90% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>0.0</td><td></td></tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	D	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.30	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.87	90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		MOLDE N°	6	5	4	N° DE CAPAS	5	5	5	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.022	1.90	1.81	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.4	8.3	8.6	CBR, %	2.54	7.0	6.0	5.6	CBR, %	5.08				CBR a 100% de M.D.S. (%)	2.54	6.8		CBR a 95% de M.D.S. (%)	2.54	5.7	5.6	CBR a 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0	
METODO DE COMPACTACION	D																																																					
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97																																																					
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.30																																																					
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.87																																																					
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )																																																						
MOLDE N°	6	5	4																																																			
N° DE CAPAS	5	5	5																																																			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12																																																			
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.022	1.90	1.81																																																			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.4	8.3	8.6																																																			
CBR, %	2.54	7.0	6.0	5.6																																																		
CBR, %	5.08																																																					
CBR a 100% de M.D.S. (%)	2.54	6.8																																																				
CBR a 95% de M.D.S. (%)	2.54	5.7	5.6																																																			
CBR a 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0																																																				



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Ing. Leonardo Restas Pacompaa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 22/09/2022

**MARGEN** : EJE **REALIZADO** : PERSONAL LAB.

**CALICATA - 02** : MUESTRA SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT

NUMERO DE CAPSULA	N°	5		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	150.60		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	143.90		
PESO DEL AGUA	gr.	6.70		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	50.20		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	93.70		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	7.15%		
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	7.15%		

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Leonardo Mejias Pacompia  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TÍTULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE GENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

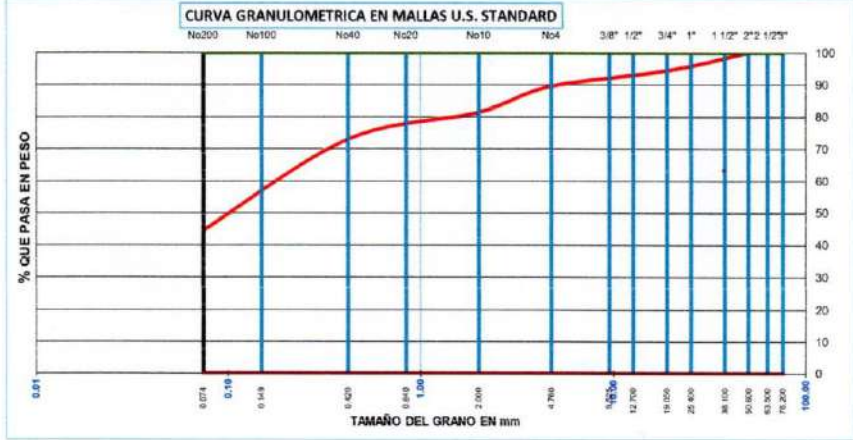
**MARGEN :** EJE

**CALICATA - 02 :** MUESTRA SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT

**FECHA :** 25/09/2022  
**REALIZADO :** PERSONAL LAB.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.	RESULTADOS DE ENSAYOS	
ASTM	mm	TENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	" A "	DATOS DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO INICIAL	4100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO FRAC.	750.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		K	837.42
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
1"	25.400	155.00	3.78	3.78	96.22		LIMITE LIQUIDO	33.8%
3/4"	19.050	72.00	1.76	5.54	94.46		LIMITE PLASTICO	20.5%
1/2"	12.700	42.00	1.02	6.56	93.44		INDICE PLASTICO	13.2%
3/8"	9.525	61.00	1.49	8.05	91.95		<b>COEF. CURVATURA y UNIF.</b>	
N° 4	4.760	98.00	2.39	10.44	89.56		D10= 0.017	Cu= 13.416834
N° 10	2.000	66.00	7.88	18.32	81.68		D30= 0.050	Cc= 0.6707991
N° 20	0.840	25.00	2.99	21.31	78.69		D60= 0.22	
N° 40	0.420	46.00	5.49	26.80	73.20		<b>CLASIFICACION SUELOS:</b>	
N° 100	0.149	152.00	18.15	44.95	55.05		AASHTO	A-6(3)
N° 200	0.074	88.00	10.51	55.46	44.54		S.U.C.S.	SC
-200		373.00	44.54	100.00	0.00		GRAVA	10.44
							ARENA	45.02
							LIMOS Y	
							ARCILLAS	44.54
							HUM. NATURAL	7.15%
							DENS. PROCTOR	1.994
							C.B.R. A1 95%	6.80

**OBSERVACIONES :** El material es de la SBR.con adiccion de 1% CI + 4% CT de color rojo a negro



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
"SILEX"  
*Ing. Cesar Quispe Tito*  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
"SILEX"  
*Ing. Leidy Rosas Pacompa*  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP 111-446



**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA** BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

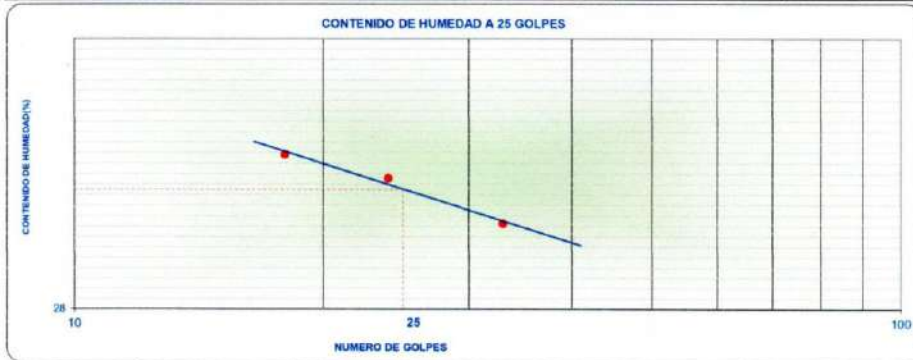
**PROGRESIVA** AV.EJERCITO PUNO **FECHA:** 25/09/2022

**MARGEN** EJE **REALIZADO:** PERSONAL LAB.

**CALICATA - 02** MUESTRA SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
Nº TARA		008B	003B	006B
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	36.10	36.50	41.60
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	33.80	35.87	38.27
PESO DE AGUA	(gr.)	2.30	2.63	3.33
PESO DE LA TARA	(gr.)	27.30	28.20	27.90
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	6.50	7.67	10.37
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.38	34.29	32.11
NUMERO DE GOLPES		18	24	33

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
Nº TARA		005B	012B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	36.10	35.20	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	35.42	33.85	
PESO DE LA TARA	(gr.)	32.10	27.30	
PESO DE AGUA	(gr.)	0.68	1.35	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	3.32	5.55	20.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.48	20.61	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	33.8
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.5
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)	13.2

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
SILEX  
*Ing. Cesar Quispe Tito*  
GERENTE GENERAL  
CIP: 138779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
SILEX  
*Ing. Aldo Mejias Pacompia*  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP: 111446



**PROCTOR MODIFICADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

**DATOS DE LA MUESTRA**

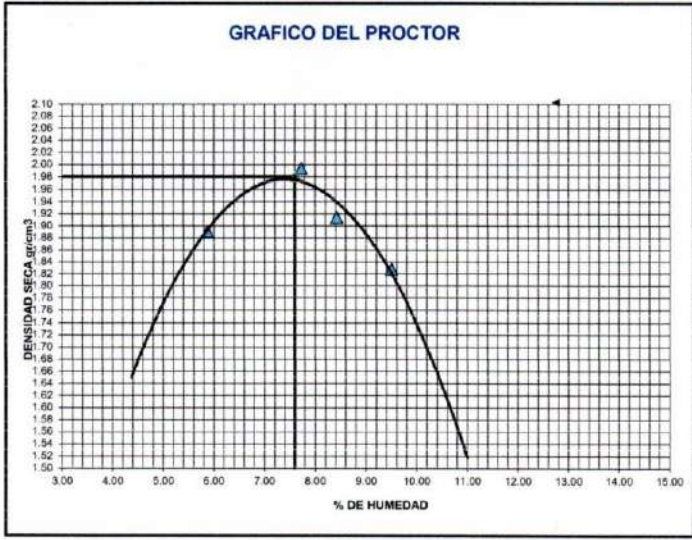
<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STYRA KCHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°02
<b>TESISTA</b>	SACH'CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 1% CI + 8% CT
<b>MARGEN</b>	EJE	<b>FECHA</b>	27/09/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,698	11,010	10,856	10,698
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,251	4,563	4,409	4,251
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	2,00	2,15	2,08	2,00
Contenido de Humedad	%	5,87	7,72	8,42	9,50
Densidad Seca	gr/cc.	1,89	1,99	1,91	1,83

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro	N°	5	0	8	0	12	0	7
Peso del Tarro	gr.	51.40	0.00	50.00	0.00	51.40	0.00	52.10
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	145.20	0.00	160.20	0.00	132.50	0.00	142.00
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	140.00	0.00	152.30	0.00	126.20	0.00	134.20
Peso del Agua	gr.	5.20	0.00	7.90	0.00	6.30	0.00	7.80
Peso del Suelo Seco	gr.	88.60	0.00	102.30	0.00	74.80	0.00	82.10
Contenido de Humedad	%	5.87	0.00	7.72	0.00	8.42	0.00	9.50
Promedio de Humedad	%	5.87		7.72		8.42		9.50

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.9943 Gr./Cm <sup>3</sup>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	7.60%
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA SILEX  
 Ing. Cesar Quito Tito

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA SILEX  
 Ing. Leonidas Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

TITULO DE TESIS: EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STRAICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022  
 TESISISTA: BACH OCALLO MAMAN FERMIN MARCOS  
 PROGRESIVA: AV EJERCITO PUNO  
 MARGEN: E.E

CALICATA: POZO A CIELO ABIERTO N°02  
 ESTRATO: E - N° 01  
 MUESTRA: SUBRASANTE + 1% CI + 4% C  
 FECHA: 03/10/2022

	CBR					
	3		2		1	
MOLDE N°	3		2		1	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES / CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO
PESO MOLDE + SUELO H	12.850	12.912	12.650	12.700	12.420	12.580
PESO DEL MOLDE	6.312	6.312	6.356	6.356	6.355	6.355
PESO DEL SUELO HUM	4.538	4.600	4.294	4.344	4.065	4.225
VOLUMEN DEL MOLDE	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124
DENSIDAD HUMEDA	2.14	2.17	2.02	2.05	1.91	1.99
DENSIDAD SECA	1.99	1.99	1.88	1.86	1.79	1.79
TARRO N°	10	0	10	0	4	0
TARRO + SUELO HUM	152.30	0.00	160.20	0.00	152.00	0.00
TARRO + SUELO SECO	145.30	0.00	151.20	0.00	145.20	0.00
AGUA	7.00	0.00	9.00	0.00	6.80	0.00
PESO DEL TARRO	49.90	0.00	49.90	0.00	49.40	0.00
PESO DEL SUELO SECO	95.40	0.00	101.30	0.00	95.80	0.00
% DE HUMEDAD	7.34	0.00	8.88	0.00	7.10	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	7.34	8.88	7.66	9.98	7.10	11.04

**EXPANSION**  
= 1.72 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
03-10-22	12:10 PM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04-10-22	12:10 PM	24:00	0.22	0.22	0.19	0.20	0.66	0.36	0.36	0.51	0.51
05-10-22	12:10 PM	48:00	0.30	0.30	0.26	0.22	0.19	0.16	0.80	0.60	0.51
06-10-22	12:10 PM	72:00	0.76	1.60	1.37	0.86	0.88	1.60	1.20	0.80	0.77
07-10-22	12:10 PM	96:00	0.82	2.00	1.71	1.10	1.07	2.56	1.60	1.12	0.96

**PENETRACION**

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 3						MOLDE N° 2						MOLDE N° 1					
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		CARGA	CORRECCION	N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		CARGA	CORRECCION	N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION			
		DIAL	Kg	Kg/cm2	%			DIAL	Kg	Kg/cm2	%			DIAL	Kg	Kg/cm2	%		
0.900		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0			
0.630		8.2	87.6	3.4		7.1	62.6	3.2		5.2	53.9	2.7							
1.270		12.3	86.3	4.4		9.5	73.5	3.7		8.3	68.0	3.3							
1.910		15.3	99.9	5.1		12.0	84.9	4.3		11.0	80.3	4.1							
2.540	70	18.6	115.0	5.9	8.4%	14.6	96.8	4.9	7.0%	13.5	91.7	4.7	6.7%						
3.810		22.5	132.8	6.8		17.2	108.6	5.5		15.8	102.2	5.2							
5.080	105	25.0	144.2	7.3		20.6	124.1	6.3		17.4	109.5	5.6							
6.350		27.8	156.9	8.0		23.5	137.3	7.0		19.2	117.7	6.0							
7.620	133	29.2	163.3	8.3		24.5	141.9	7.2		21.2	126.9	6.5							
8.890																			
10.160																			

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Ing. Leopoldo Macías Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1683, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>Metodo de compactación</b>	T-100 "D"
<b>TESISTA</b>	BACH CCALLO MAHANI FERMIN MARCOS	<b>Máxima Densidad Seca (gr/cc)</b>	1.994
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	7.60
<b>MARGEN</b>	E.E	<b>CBR 100% MDS</b>	8.1%
		<b>CBR 95% MDS</b>	6.8%
		<b>CBR 90% MDS</b>	

<p align="center"><b>GRAFICO DEL PROCTOR</b></p>	<p align="center"><b>RESULTADO DE C.B.R.</b></p>	<p align="center"><b>ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR</b></p> <table border="1"> <tr><td>METODO DE COMPACTACION</td><td>D</td></tr> <tr><td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.99</td></tr> <tr><td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>7.60</td></tr> <tr><td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.86</td></tr> </table> <p align="center"><b>COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES</b></p> <table border="1"> <thead> <tr><th>MOLDE N°</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° DE CAPAS</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</td><td>50</td><td>25</td><td>12</td></tr> <tr><td>DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.990</td><td>1.87</td><td>1.79</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>7.3</td><td>7.7</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>CBR, %</td><td>2.54</td><td>8.4</td><td>7.0</td><td>6.7</td></tr> <tr><td>CBR, %</td><td>5.08</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p align="center"><b>RESULTADOS</b></p> <table border="1"> <tr><td>CBR, al 100% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>8.1</td><td></td></tr> <tr><td>CBR, al 95% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>6.8</td><td>6.8</td></tr> <tr><td>CBR, al 90% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>0.0</td><td></td></tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	D	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.99	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.60	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.86	MOLDE N°	3	2	1	N° DE CAPAS	5	5	5	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	50	25	12	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.990	1.87	1.79	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.3	7.7	7.1	CBR, %	2.54	8.4	7.0	6.7	CBR, %	5.08				CBR, al 100% de M.D.S. (%)	2.54	8.1		CBR, al 95% de M.D.S. (%)	2.54	6.8	6.8	CBR, al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0	
METODO DE COMPACTACION	D																																																			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.99																																																			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.60																																																			
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.86																																																			
MOLDE N°	3	2	1																																																	
N° DE CAPAS	5	5	5																																																	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	50	25	12																																																	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.990	1.87	1.79																																																	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.3	7.7	7.1																																																	
CBR, %	2.54	8.4	7.0	6.7																																																
CBR, %	5.08																																																			
CBR, al 100% de M.D.S. (%)	2.54	8.1																																																		
CBR, al 95% de M.D.S. (%)	2.54	6.8	6.8																																																	
CBR, al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0																																																		

<p align="center"><b>GRAFICO DE C.B.R. 56 GOLPES</b></p>	<p align="center"><b>GRAFICO DE C.B.R. 35 GOLPES</b></p>	<p align="center"><b>GRAFICO DE C.B.R. 12 GOLPES</b></p>
--	--	--

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Cesar Qúispe Tito

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Leonardo Macías Parodi  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 22/09/2022

**MARGEN** : EJE **REALIZADO** : PERSONAL.LAB.

**CALICATA - 02** : MUESTRA SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT

NUMERO DE CAPSULA	N°	7		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	155.30		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	149.30		
PESO DEL AGUA	gr.	6.00		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	50.10		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	99.20		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	6.05%		
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD</b>	%	<b>6.05%</b>		

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Ousppe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Leonardo Mejias Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TITULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

**MARGEN :** EJE

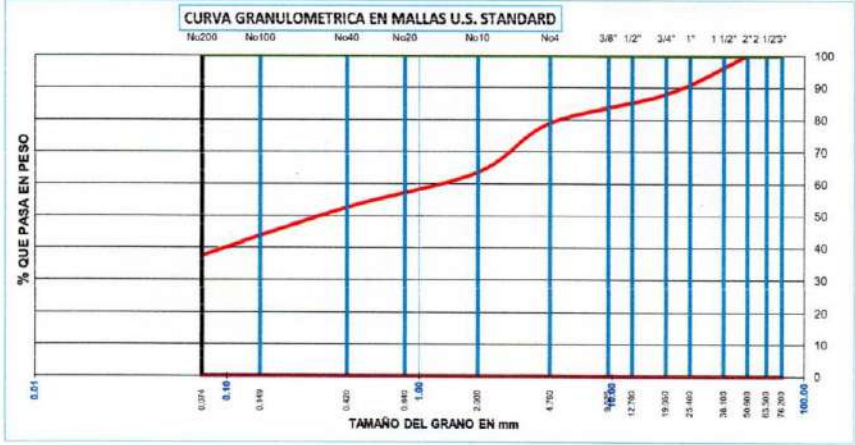
**CALICATA - 02 :** MUESTRA SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT

**FECHA :** 25/09/2022  
**REALIZADO :** PERSONALLAB.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO TENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. "A"
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	362.00	5.55	5.55	94.45	
1"	25.400	254.00	3.89	9.44	90.56	
3/4"	19.050	163.00	2.50	11.93	88.07	
1/2"	12.700	125.00	1.91	13.85	86.15	
3/8"	9.525	202.00	3.09	16.94	83.06	
N° 4	4.760	258.00	3.95	20.89	79.11	
N° 10	2.000	163.00	15.50	36.39	63.61	
N° 20	0.840	45.00	4.28	40.67	59.33	
N° 40	0.420	72.00	8.85	47.52	52.48	
N° 100	0.149	91.00	8.65	56.17	43.83	
N° 200	0.074	65.00	6.18	62.35	37.65	
-200		396.00	37.65	100.00	0.00	

RESULTADOS DE ENSAYOS	
DATOS DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL :	6528.00
PESO FRAC. :	832.00
K :	1051.76
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
LIMITE LIQUIDO :	31.3%
LIMITE PLASTICO :	19.6%
INDICE PLASTICO :	11.7%
<b>COEF. CURVATURA y UNIF.</b>	
D10= 0.020	Cu= 51.994678
D30= 0.059	Cc= 0.1730946
D60= 1.02	
<b>CLASIFICACION SUELOS:</b>	
AASHTO :	A-6(1)
S.U.C.S. :	SC
GRAVA :	20.89
ARENA :	41.45
LIMOS Y ARCILLAS :	37.65
HUM. NATURAL :	6.05%
DENS. PROCTOR :	2.019 g/cm <sup>3</sup>
C.B.R. A1 95% :	8.20 %

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color rojo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 196779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Leonardo Mestas Paconpita  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS:** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA:** BACH.CCALLEO MAMANI FERMIN MARGOS

**PROGRESIVA:** AV.EJERCITO PUNO **FECHA:** 25/09/2022

**MARGEN:** EJE **REALIZADO:** PERSONAL LAB.

**CALICATA - 02:** MUESTRA SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° TARA		004B	002B	003B
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		36.90	37.20	40.21
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		34.50	34.90	37.48
PESO DE AGUA (gr.)		2.40	2.30	2.73
PESO DE LA TARA (gr.)		27.30	27.80	28.20
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		7.20	7.10	9.28
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		33.33	32.39	29.42
NUMERO DE GOLPES		17	24	31

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° TARA		009B	005B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		34.80	32.20	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		33.52	31.56	
PESO DE LA TARA (gr.)		28.00	28.30	
PESO DEL AGUA (gr.)		1.08	0.64	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		5.52	3.26	19.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		19.57	19.63	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	31.3
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.7

OBSERVACIONES

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Cesar Quispe Tito*  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Luzmila Mejía Pacompa*  
 Ing. Luzmila Mejía Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

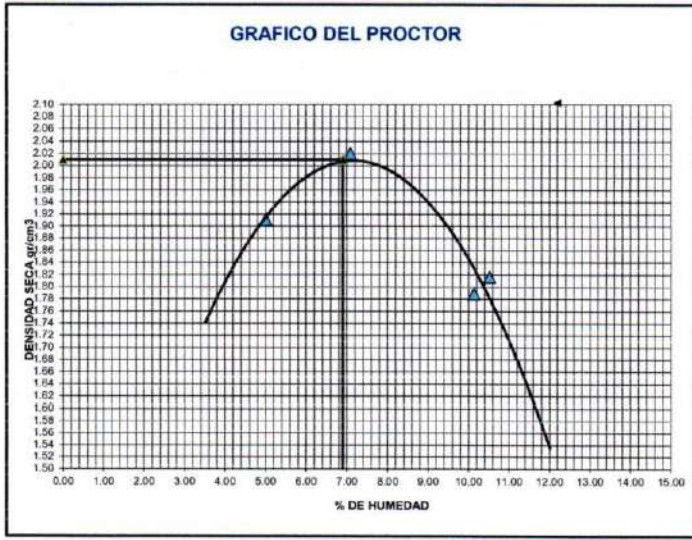
**PROCTOR MODIFICADO**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 199

DATOS DE LA MUESTRA	
TITULO DE TESIS	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022
TESISTA	BACH CDALLO MAMAN FERMIN MARCOS
PROGRESIVA	AV EJERCITO PUNO
MARGEN	EJE
CALICATA	POZO A CIELO ABIERTO N°02
ESTRATO	E - N° 01
MUESTRA	SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT
FECHA	27/09/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,710	11,041	10,712	10,632
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,263	4,594	4,265	4,185
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	2,01	2,16	2,01	1,97
Contenido de Humedad	%	5,01	7,09	10,51	10,13
Densidad Seca	gr/cc.	1,91	2,02	1,82	1,79

CONTENIDO DE HUMEDAD									
Tarro	N°	4	0	10	0	4	0	6	
Peso del Tarro	gr.	51,70	0,00	50,00	0,00	51,50	0,00	50,40	
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	152,30	0,00	160,30	0,00	148,20	0,00	150,40	
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	147,50	0,00	153,00	0,00	139,00	0,00	141,20	
Peso del Agua	gr.	4,80	0,00	7,30	0,00	9,20	0,00	9,20	
Peso del Suelo Seco	gr.	95,80	0,00	103,00	0,00	87,50	0,00	90,80	
Contenido de Humedad	%	5,01	0,00	7,09	0,00	10,51	0,00	10,13	
Promedio de Humedad	%	5,01		7,09		10,51		10,13	

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	2,0198 Gr./Cm <sup>3</sup>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	6,99% ± 2
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-----------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Cesar Quispe Tito

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Yanis Méndez Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1983, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

TITULO DE TESIS	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	CALICATA	POZO A CIELO ABIERTO N°02
TESISTA	BACH OCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	ESTRATO	E - N° 01
PROGRESIVA	AV EJERCITO PUNO	MUESTRA	SUBRASANTE + 2% CI + 5% C
MARGEN	E.E.	FECHA	03/10/2022

CBR												
MOLDE N°	5				5				4			
N° DE CAPAS	5				5				5			
N° DE GOLPES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12.850		12.915		12.542		12.720		12.350		12.540	
PESO DEL MOLDE	8.312		8.312		8.356		8.356		8.355		8.355	
PESO DEL SUELO HUM.	4.538		4.603		4.186		4.364		3.995		4.185	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.124		2.124		2.124		2.124		2.124		2.124	
DENSIDAD HUMEDA	2.14		2.17		1.97		2.05		1.86		1.97	
DENSIDAD SECA	2.01		2.00		1.86		1.87		1.76		1.77	
TARRO N°	2	0	3	0	5	0	6	0	7	0	4	0
TARRO + SUELO HUM.	152.30	0.00	150.00	0.00	162.00	0.00	149.00	0.00	173.00	0.00	149.00	0.00
TARRO + SUELO SECO	146.20	0.00	142.50	0.00	155.80	0.00	140.32	0.00	165.20	0.00	139.20	0.00
AGUA	6.10	0.00	7.50	0.00	6.40	0.00	8.68	0.00	7.80	0.00	9.80	0.00
PESO DEL TARRO	50.00	0.00	51.70	0.00	51.90	0.00	51.70	0.00	50.00	0.00	51.40	0.00
PESO DEL SUELO SECO	96.20	0.00	90.80	0.00	103.70	0.00	88.62	0.00	115.20	0.00	87.80	0.00
% DE HUMEDAD	6.34	0.00	8.26	0.00	8.17	0.00	9.79	0.00	6.77	0.00	11.16	0.00
% DE HUM PROMEDIO	6.34		8.26		8.17		9.79		6.77		11.16	

**EXPANSION**  
= 1.86 %

FECHA	HORA	TEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
03-10-22	11:50 AM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04-10-22	11:50 AM	24:00	0.22	0.22	0.19	0.22	0.22	0.40	0.32	0.32	0.27
05-10-22	11:50 AM	48:00	0.40	0.40	0.34	0.40	1.20	0.55	0.56	0.47	
06-10-22	11:50 AM	72:00	0.62	1.60	1.37	0.62	0.62	1.60	0.72	0.72	0.62
07-10-22	11:50 AM	96:00	0.78	2.00	1.71	0.88	0.88	2.50	0.90	0.90	0.77

PENETRACION													
PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 5				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	
		DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		
0.630		12.5	87.2	4.4		10.2	76.7	3.9		8.2	67.6	3.4	
1.270		15.3	99.9	5.1		14.1	94.5	4.8		11.0	80.3	4.1	
1.910		17.9	111.8	5.7		16.3	104.5	5.3		14.1	94.5	4.8	
2.540	70	21.9	130.0	6.6	9.5%	18.9	116.4	5.9	8.5%	17.8	111.3	5.7	8.1%
3.810		23.4	136.9	7.0		21.3	127.3	6.5		19.5	119.1	6.1	
5.080	105	27.6	156.0	7.9		24.7	142.6	7.3		23.4	136.9	7.0	
6.350		29.7	165.6	8.4		27.2	154.2	7.9		27.2	154.2	7.9	
7.620	133	33.2	181.6	9.2		30.5	169.3	8.6		29.3	163.8	8.3	
8.890													
10.160													

  
**Ing. Cesar Quispe Tito**  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

  
**Ing. Leonardo Mejias Recompia**  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446



**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>Metodo de compactación</b>	T-180 "D"
<b>TESISTA</b>	BACH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>Máxima Densidad Seca (gr/cc)</b>	2.020
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	6.90
<b>MARGEN</b>	EJE	<b>CBR 100% MDS</b>	9.1%
		<b>CBR 95% MDS</b>	8.2%
		<b>CBR 90% MDS</b>	

<p style="text-align: center;"><b>GRAFICO DEL PROCTOR</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>RESULTADO DE C.B.R.</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>METODO DE COMPACTACION</td><td>D</td></tr> <tr><td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>2.02</td></tr> <tr><td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>6.90</td></tr> <tr><td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.92</td></tr> <tr><td>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td></td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>COMPACTACIÓN DE LOS MOLDES</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th>MOLDE N°</th><th>6</th><th>5</th><th>4</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° DE CAPAS</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</td><td>56</td><td>25</td><td>12</td></tr> <tr><td>DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>2.005</td><td>1.86</td><td>1.77</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>6.3</td><td>6.2</td><td>6.8</td></tr> <tr><td>C.B.R. %</td><td>2.54</td><td>9.5</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>C.B.R. %</td><td>5.08</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>C.B.R. a 100% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>9.1</td><td></td></tr> <tr><td>C.B.R. a 95% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>8.2</td><td></td></tr> <tr><td>C.B.R. a 90% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>0.0</td><td></td></tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	D	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.02	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.90	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.92	90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		MOLDE N°	6	5	4	N° DE CAPAS	5	5	5	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.005	1.86	1.77	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.3	6.2	6.8	C.B.R. %	2.54	9.5	8.5	C.B.R. %	5.08			C.B.R. a 100% de M.D.S. (%)	2.54	9.1		C.B.R. a 95% de M.D.S. (%)	2.54	8.2		C.B.R. a 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0	
METODO DE COMPACTACION	D																																																			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.02																																																			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.90																																																			
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.92																																																			
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)																																																				
MOLDE N°	6	5	4																																																	
N° DE CAPAS	5	5	5																																																	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12																																																	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.005	1.86	1.77																																																	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.3	6.2	6.8																																																	
C.B.R. %	2.54	9.5	8.5																																																	
C.B.R. %	5.08																																																			
C.B.R. a 100% de M.D.S. (%)	2.54	9.1																																																		
C.B.R. a 95% de M.D.S. (%)	2.54	8.2																																																		
C.B.R. a 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0																																																		

<p style="text-align: center;"><b>GRAFICO DE C.B.R. 56 GOLPES</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>GRAFICO DE C.B.R. 25 GOLPES</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>GRAFICO DE C.B.R. 12 GOLPES</b></p>
---	---	---

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
*[Signature]*

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
*[Signature]*  
 Ing. Luis Alberto Torres Pizarro



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CGALLO MAMANI FERMIN MARGOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 22/09/2022

**MARGEN** : EJE **REALIZADO** : PERSONAL.LAB.

**CALICATA - 02** : MUESTRA SUBRASANTE + 3% CI + 6% CT

NUMERO DE CAPSULA	N°	8		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	152.30		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	148.60		
PESO DEL AGUA	gr.	3.70		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	49.51		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	99.09		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	3.73%		
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	3.73%		


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
  
 Ing. Gonzalo Arceles Paucumpia  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111448

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TITULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

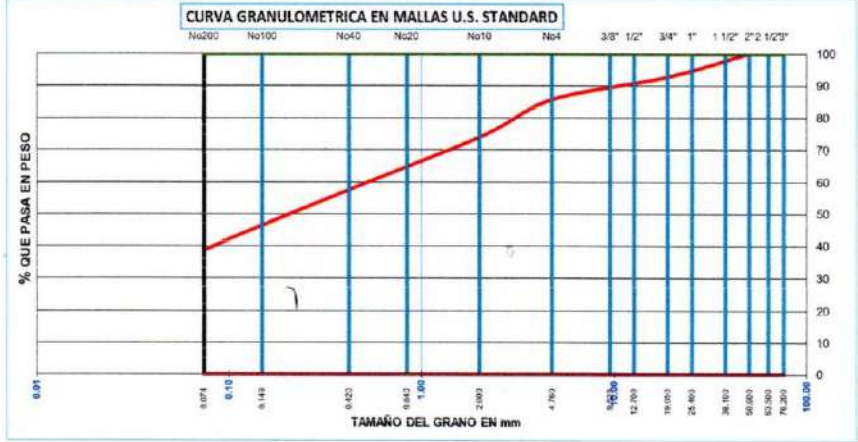
**MARGEN :** EJE

**CALICATA - 02 :** MUESTRA SUBRASANTE + 3% CI + 6% CT

**FECHA :** 25/09/2022  
**REALIZADO :** PERSONAL LAB.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.	RESULTADOS DE ENSAYOS
ASTM	mm	TENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	" A "	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO INICIAL : 5620.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO FRAC. : 765.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		K : 692.34
1"	25.400	196.00	3.49	3.49	96.51		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>
3/4"	19.050	205.00	3.65	7.14	92.86		LIMITE LIQUIDO : 27.9%
1/2"	12.700	133.00	2.37	9.50	90.50		LIMITE PLASTICO : 17.6%
3/8"	9.525	126.00	2.24	11.74	88.26		INDICE PLASTICO : 10.3%
N° 4	4.760	142.00	2.53	14.27	85.73		<b>COEF. CURVATURA y UNIF.</b>
N° 10	2.000	103.00	11.54	25.81	74.19		D10= 0.019 Cu= 27.387776
N° 20	0.840	56.00	6.28	32.09	67.91		D30= 0.057 Cc= 0.3266138
N° 40	0.420	93.00	10.42	42.51	57.49		D60= 0.52
N° 100	0.149	88.00	9.86	52.37	47.63		<b>CLASIFICACION SUELOS:</b>
N° 200	0.074	78.00	8.74	61.11	38.89		AASHTO : A-4(1)
-200		347.00	38.89	100.00	0.00		S.U.C.S. : SC
							GRAVA : 14.27
							ARENA : 46.84
							LIMOS Y ARCILLAS : 38.89
							HUM. NATURAL : 3.73%
							DENS. PROCTOR : 1.94
							C.B.R. A1 95% : 5.90

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color rojo con adición de 3% CI + 6% CT



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 SILEX  
 Ing. Cesar Quirope Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 196779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 SILEX  
 Ing. Lázaro Torres Palomino  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS:** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA:** BACH.CGALLO MAMANI FERMIN MARCOS

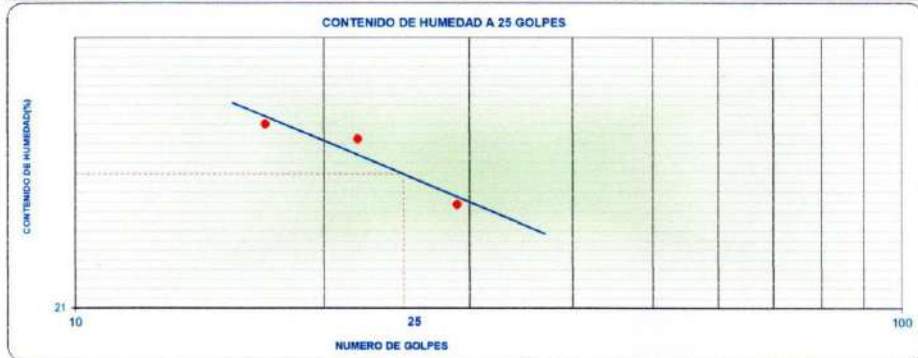
**PROGRESIVA:** AV.EJERCITO PUNO **FECHA:** 25/09/2022

**MARGEN:** EJE **REALIZADO:** PERSONAL.LAB.

**CALICATA - 02:** MUESTRA SUBRASANTE + 3% CI + 6% CT

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
Nº TARA		002B	005B	007B
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		39.50	37.30	42.10
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		36.65	35.10	39.20
PESO DE AGUA (gr.)		2.85	2.20	2.90
PESO DE LA TARA (gr.)		27.30	27.70	28.20
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		9.35	7.40	11.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		30.48	29.73	26.36
NUMERO DE GOLPES		17	22	29

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
Nº TARA		010B	009B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		33.10	35.20	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		32.31	34.15	
PESO DE LA TARA (gr.)		27.80	28.20	
PESO DEL AGUA (gr.)		0.79	1.05	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		4.51	5.95	17.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.52	17.65	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	27.9
LÍMITE PLÁSTICO (%)	17.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.3

OBSERVACIONES

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Cesar Quispe Tito*  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 196779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Leandro Morales Pacompa*  
 Ing. Leandro Morales Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

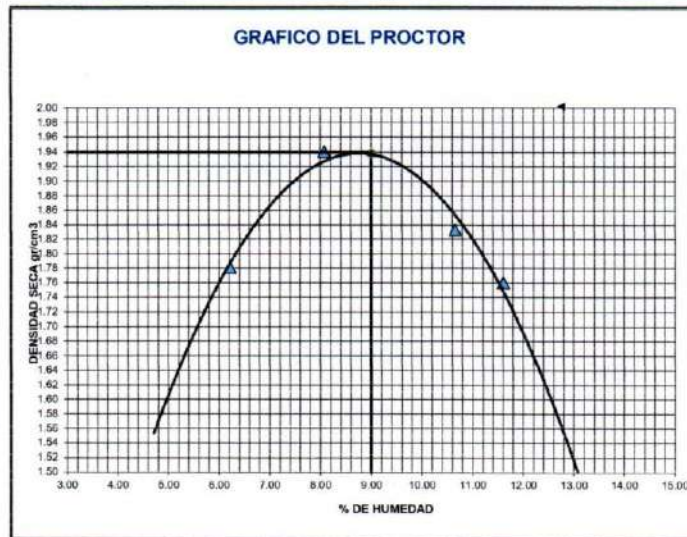
**PROCTOR MODIFICADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 116, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA			
TITULO DE TESIS	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STPA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	CALICATA	POZO A CIELO ABIERTO N°02
TESISTA	BACH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	ESTRATO	E - N° 01
PROGRESIVA	AV EJERCITO PUNO	MUESTRA	SUBRASANTE + 2% CI + 6% CT
MARGEN	EJE	FECHA	27/09/2022

	N°	1	2	3	4
Determinación					
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,465	10,902	10,756	10,620
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,018	4,455	4,309	4,173
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1,89	2,10	2,03	1,96
Contenido de Humedad	%	6,21	8,07	10,65	11,61
Densidad Seca	gr/cc.	1,78	1,94	1,83	1,76

CONTENIDO DE HUMEDAD								
Tarro	N°	5	0	6	0	4	0	9
Peso del Tarro	gr.	51.60	0.00	49.50	0.00	51.40	0.00	50.40
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	154.20	0.00	143.20	0.00	150.60	0.00	145.60
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	148.20	0.00	136.20	0.00	141.05	0.00	135.70
Peso del Agua	gr.	6.00	0.00	7.00	0.00	9.55	0.00	9.90
Peso del Suelo Seco	gr.	96.60	0.00	86.70	0.00	89.65	0.00	85.30
Contenido de Humedad	%	6.21	0.00	8.07	0.00	10.65	0.00	11.61
Promedio de Humedad	%	6.21		8.07		10.65		11.61

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.9408 Gr./Cm <sup>3</sup>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	9.80%
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. César Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Leonardo M. Pineda  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CID-199222

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1863, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STRA KCHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°02
<b>TESISTA</b>	BACH. OCALLO MAMAN FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 3% CI + 6% C
<b>MARGEN</b>	E.E	<b>FECHA</b>	03/10/2022

CBR												
MOLDE N°	9				8				7			
N° DE CAPAS	5				5				5			
N° DE GOLPES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12.790		12.810		12.485		12.580		12.320		12.450	
PESO DEL MOLDE	0.311		0.311		0.356		0.356		0.355		0.355	
PESO DEL SUELO HUM.	4.479		4.496		4.129		4.204		3.965		4.135	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.124		2.124		2.124		2.124		2.124		2.124	
DENSIDAD HUMEDA	2.11		2.12		1.94		1.98		1.87		1.95	
DENSIDAD SECA	1.93		1.92		1.76		1.78		1.70		1.71	
TARRO N°	6	0	3	0	6	0	15	0	12	0	8	0
TARRO + SUELO HUM.	145.20	0.00	140.60	0.00	152.30	0.00	160.50	0.00	146.20	0.00	163.20	0.00
TARRO + SUELO SECO	137.20	0.00	132.20	0.00	144.00	0.00	149.50	0.00	139.50	0.00	149.50	0.00
AGUA	8.00	0.00	8.40	0.00	8.30	0.00	11.00	0.00	6.70	0.00	13.70	0.00
PESO DEL TARRO	50.20	0.00	51.80	0.00	52.00	0.00	51.70	0.00	49.40	0.00	51.50	0.00
PESO DEL SUELO SECO	87.00	0.00	80.40	0.00	92.00	0.00	97.80	0.00	90.10	0.00	98.00	0.00
% DE HUMEDAD	9.20	0.00	10.45	0.00	9.02	0.00	11.25	0.00	9.96	0.00	13.98	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	9.20		10.45		9.02		11.25		9.66		13.98	

**EXPANSION**  
= 1.55 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
03-10-22	03:40 PM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04-10-22	03:40 PM	24:00	0.14	0.14	0.12	0.14	0.14	0.00	0.14	0.14	0.12
05-10-22	03:40 PM	48:00	0.12	0.12	0.10	0.20	0.20	1.20	0.26	0.26	0.22
06-10-22	03:40 PM	72:00	0.26	1.60	1.37	0.36	0.36	1.60	0.46	0.40	0.34
07-10-22	03:40 PM	96:00	0.38	2.00	1.71	0.62	0.62	2.50	0.52	0.52	0.44

PENETRACION													
PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	
		DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.630		7.3	63.5	3.2		5.0	53.0	2.7		4.3	49.6	2.5	
1.270		9.6	74.0	3.8		7.2	63.0	3.2		7.6	64.8	3.3	
1.910		11.2	81.3	4.1		9.3	72.6	3.7		9.0	71.2	3.6	
2.540	70	13.8	93.1	4.7	6.8%	11.4	82.2	4.2	6.0%	11.3	81.7	4.2	5.9%
3.810		16.8	106.8	5.4		13.9	93.6	4.8		15.9	102.7	5.2	
5.080	105	19.4	118.6	6.0		15.4	100.4	5.1		16.3	113.6	5.8	
6.350		23.4	136.9	7.0		18.2	113.2	5.8		20.1	121.8	6.2	
7.620	133	26.9	152.6	7.8		21.9	130.0	6.6		23.8	138.7	7.1	
8.890													
10.160													

  
**Ing. Cesar Quispe Tito**  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 196779

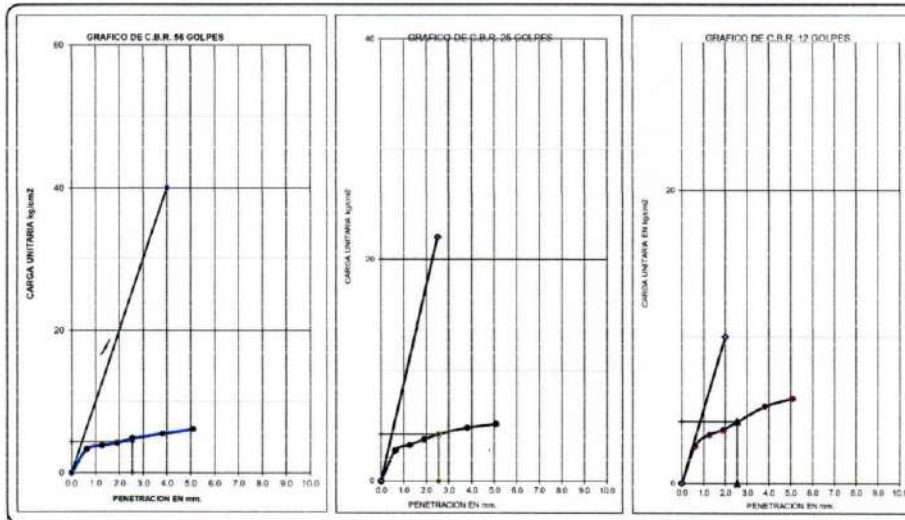
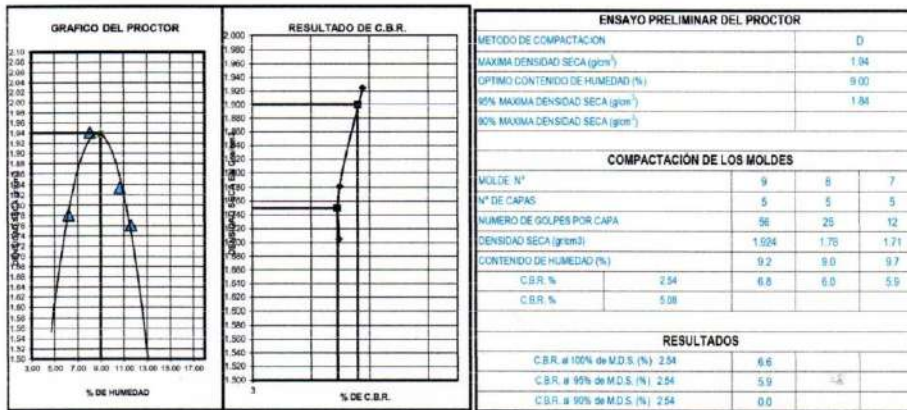
  
**Ing. Leonardo Blas Pocospa**  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1683, AASHTO T 193

---

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STPA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUÑO 2022	<b>Metodo de compactación</b>	T-198 "D"
<b>TESISTA</b>	BACH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>Máxima Densidad Seca (gr/cc)</b>	1.941
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUÑO	<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	9.00
<b>MARGEN</b>	E.E	<b>CBR 100% MDS</b>	6.6%
		<b>CBR 95% MDS</b>	5.9%
		<b>CBR 90% MDS</b>	



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**"SILEX"**  
  
 Ing. Gerardo Illanes Pacompia

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**"SILEX"**  
  
 Ing. Gerardo Illanes Pacompia

**REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS**  
 NORMA : (ASTM D2488)

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°03
<b>TESISTA</b>	BACH.CCALLEO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA.</b>	AV.EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	C-3 PATRON
<b>MARGEN</b>	IZQUIERDO	<b>FECHA</b>	07/09/2022

PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	DATOS PERFIL	SUCS AASHTO	SIMBOLOGIA
0.00		PAVIMENTO FLEXIBLE			
0.05					
0.10		BASE GRANULAR			
0.20					
0.30		SUB BASE GRANULAR			
0.40					
0.50		SUB RASANTE. EL MATERIAL ESTA COMPUESTO DE MATERIAL RELLENO O PRESTAMO DE TEXTURA FINA A MEDIA DE COLOR AMARILLO	Humedad Natural	7.35 %	SC A-7-6(6) 
0.60	Limite Liquido		44.50 %		
0.70	Indice de plasticidad		18.60 %		
0.80	Maila N°04		79.84 %		
0.90	Maila N°10		69.53 %		
1.00	Maila N°40		61.86 %		
1.10	Maila N°200	49.24 %			
1.20					
1.40					
1.50					

**FOTOGRAFIA DE CALICATA N°03**



  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Cesar Qutspe Tito*  
**Ing. Cesar Qutspe Tito**  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Leonor María Pacomía*  
**Ing. Leonor María Pacomía**  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446





**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

<b>TITULO DE TESIS</b>	: EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO, PUNO 2022.		
<b>TESISTA</b>	: BACH.CGALLO MAMANI FERMIN MARCOS		
<b>PROGRESIVA</b>	: AV.EJERCITO PUNO	<b>FECHA</b>	: 02/09/2022
<b>MARGEN</b>	: IZQUIERDO.	<b>REALIZADO</b>	: PERSONAL LAB.
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA N°03, ESTRATO SUB RASANTE	<b>MUESTRA</b>	: C-3 PATRON

NUMERO DE CAPSULA	N°	8		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	151.50		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	144.50		
PESO DEL AGUA	gr.	7.00		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	49.30		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	95.20		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	7.35%		
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD</b>	%	<b>7.35%</b>		

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
SILEX  
  
Ing. Cesar Quirope Tito  
GERENTE GENERAL  
CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
SILEX  
  
Ing. Leon Gallo Mamani Pacompia  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP: 111445

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TÍTULO DE TESIS :** EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE GENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA :** AV. EJERCITO PUNO

**MARGEN :** IZQUIERDO

**MUESTRA :** CALICATA N°03 ESTRATO SUBRASANTE

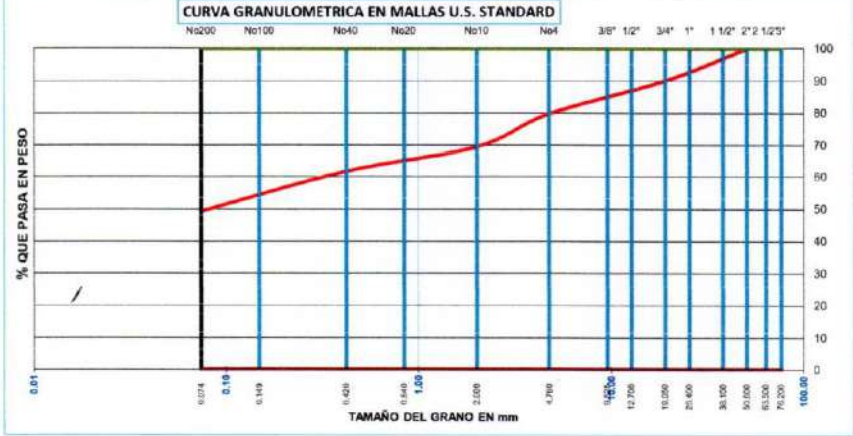
**FECHA :** 05/09/2022

**REALIZADO :** PERSONAL LAB.

**MUESTRA :** C-3 PATRON

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.	RESULTADOS DE ENSAYOS	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	" A "	DATOS DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO INICIAL	5031.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO FRAC.	968.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		K	1212.35
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>	
1"	25.400	294.00	5.84	5.84	94.16		LIMITE LIQUIDO	44.5%
3/4"	19.050	207.00	4.11	9.96	90.04		LIMITE PLASTICO	25.9%
1/2"	12.700	181.00	3.60	13.56	96.44		INDICE PLASTICO	18.6%
3/8"	9.525	107.00	2.13	15.68	84.32		<b>COEF. CURVATURA y UNIF.</b>	
N° 4	4.760	225.00	4.47	20.16	79.84		D10= 0.015	Cu= 23.47209
N° 10	2.000	125.00	10.31	30.47	69.53		D30= 0.045	Cc= 0.3834341
N° 20	0.840	24.00	1.98	32.45	67.55		D60= 0.35	
N° 40	0.420	69.00	5.69	38.14	61.86		<b>CLASIFICACION SUELOS:</b>	
N° 100	0.149	91.00	7.51	45.64	54.36		AASHTO	A-7-6(6)
N° 200	0.074	62.00	5.11	50.76	49.24		S.U.C.S.	SC
-200		597.00	49.24	100.00	0.00		GRAVA	20.16
							ARENA	30.60
							LIMOS Y	
							ARCILLAS	49.24
							HUM. NATURAL	7.35%
							DENS. PROCTOR	1.936 g/cm3
							C.B.R. A1 95%	5.30 %

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color amarillo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 SILEX  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 P.O. 400776

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 SILEX  
 Ing. L. [Signature]  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111440

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA** BACH. CGALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** AV EJERCITO PUNO

**FECHA** : 06/09/2022

**MARGEN** IZQUIERDO

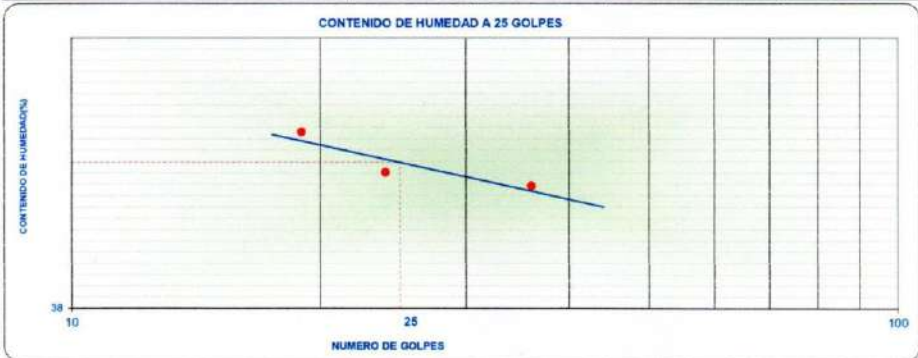
**REALIZADO**: PERSONAL LAB.

**MUESTRA** CALICATA N°03. ESTRATO SUB RASANTE

**MUESTRA**: C-3 PATRON

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° TARA		007B	002B	001B
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	39.65	42.50	40.25
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	35.74	38.10	36.30
PESO DE AGUA	(gr.)	3.91	4.40	3.95
PESO DE LA TARA	(gr.)	27.20	28.10	27.20
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	6.54	10.00	9.10
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	45.78	44.00	43.41
NUMERO DE GOLPES		19	24	36

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° TARA		015B	010B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	35.20	34.80	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	33.78	33.30	
PESO DE LA TARA	(gr.)	28.30	27.50	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.42	1.50	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	5.48	5.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.91	25.86	25.9



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	44.5
LIMITE PLASTICO (%)	25.9
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.6

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Ing. Leonardo Flores Páez  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111445

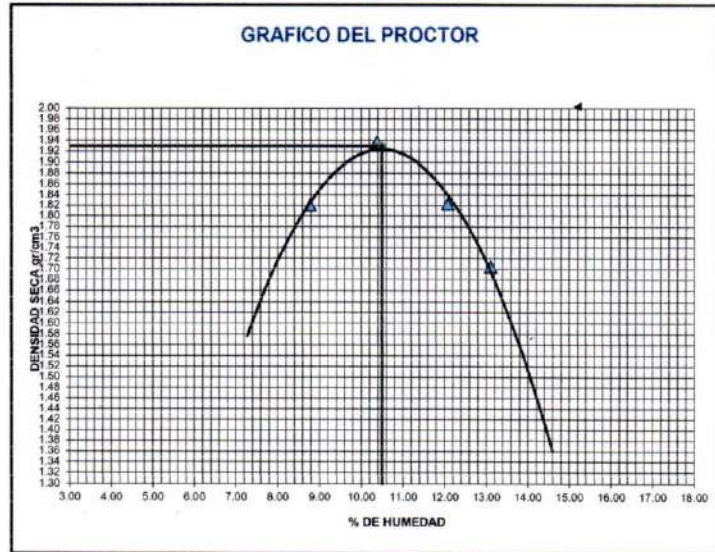
**PROCTOR MODIFICADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA			
TITULO DE TESIS	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022	CALICATA	POZO A CIELO ABIERTO N°03
TESISTA	BACH.CCALLEO MAMANI FERMIN MARCOS	ESTRATO	E - N° 01
PROGRESIVA	AV.EJERCITO PUNO	MUESTRA	C-3 PATRON
MARGEN	IZQUIERDO	FECHA	06/09/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,652	10,987	10,785	10,542
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,205	4,540	4,338	4,095
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1,98	2,14	2,04	1,93
Contenido de Humedad	%	8,78	10,37	12,08	13,11
Densidad Seca	gr/cc.	1,82	1,94	1,82	1,70

CONTENIDO DE HUMEDAD								
Tarro	N°	3	0	6	0	12	0	11
Peso del Tarro	gr.	51.65	50.80	51.80	0.00	51.50	0.00	49.40
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	163.20	0.00	158.20	0.00	155.40	0.00	152.10
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	154.20	0.00	148.20	0.00	144.20	0.00	140.20
Peso del Agua	gr.	9.00	0.00	10.00	0.00	11.20	0.00	11.90
Peso del Suelo Seco	gr.	102.55	-50.80	96.40	0.00	92.70	0.00	90.80
Contenido de Humedad	%	8.78	0.00	10.37	0.00	12.08	0.00	13.11
Promedio de Humedad	%	8.78		10.37		12.08		13.11

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1.9366 Gr./Cm <sup>3</sup>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	10.58%
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	--------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*[Signature]*

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*[Signature]*

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1863, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

TITULO DE TESIS: EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORAL EN AV. EJERCITO PUÑO 2022  
 TOTORAL EN AV. EJERCITO PUÑO 2022  
 TESISTA: BACH. OSCALLO MAMANI FERMIN MARCOS  
 PROGRESIVA: AV. EJERCITO PUÑO  
 MARGEN: IZQUIERDO

CALICATA: POZO A CIELO ABIERTO N°03  
 ESTRATO: E - N° 01  
 MUESTRA: C-3 PATRON  
 FECHA: 07/09/2022

CBR												
MOLDE N°	9				8				7			
N° DE CAPAS	5				5				5			
N° DE GOLPES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12,859		12,850		12,588		12,684		12,350		12,365	
PESO DEL MOLDE	8,311		8,311		8,356		8,356		8,355		8,355	
PESO DEL SUELO HUM.	4,545		4,639		4,212		4,328		3,995		4,010	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,124		2,124		2,124		2,124		2,124		2,124	
DENSIDAD HUMEDA	2.14		2.18		1.98		2.04		1.88		1.89	
DENSIDAD SECA	1.93		1.95		1.60		1.82		1.70		1.66	
TARRO N°	10	0	6	0	8	0	5	0	2	0	5	0
TARRO + SUELO HUM.	152.20	0.00	183.20	0.00	155.30	0.00	149.60	0.00	175.80	0.00	142.30	0.00
TARRO + SUELO SECO	142.30	0.00	151.20	0.00	145.60	0.00	138.90	0.00	163.20	0.00	131.50	0.00
AGUA	9.90	0.00	12.00	0.00	9.70	0.00	10.70	0.00	12.40	0.00	10.80	0.00
PESO DEL TARRO	50.10	0.00	51.80	0.00	52.00	0.00	51.60	0.00	48.40	0.00	51.40	0.00
PESO DEL SUELO SECO	92.20	0.00	99.40	0.00	93.60	0.00	87.30	0.00	113.80	0.00	80.10	0.00
% DE HUMEDAD	10.74	0.00	12.07	0.00	10.36	0.00	12.26	0.00	10.90	0.00	13.48	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	10.74		12.07		10.36		12.26		10.90		13.48	

**EXPANSION**  
= 2.40 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
07-09-22	02:30 PM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08-09-22	02:30 PM	24:00	0.70	0.69	0.80	0.80	0.60	1.20	1.20	1.03	1.03
09-09-22	02:30 PM	48:00	1.60	1.37	1.80	1.80	1.20	2.20	2.20	1.98	1.98
10-09-22	02:30 PM	72:00	2.60	1.37	2.65	2.65	1.60	2.98	2.98	2.55	2.55
11-09-22	02:30 PM	96:00	3.00	2.00	3.50	3.50	2.50	3.50	3.50	2.99	2.99

PENETRACION													
PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	
		DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
0.630		6.1	58.0	3.0		4.2	49.3	2.5		3.2	44.8	2.3	
1.270		8.2	67.6	3.4		6.3	66.9	3.0		6.5	55.3	2.8	
1.910		11.6	83.1	4.2		9.1	71.7	3.7		7.1	62.6	3.2	
2.540	70	13.4	91.3	4.7	6.6%	11.2	81.3	4.1	5.9%	9.3	72.6	3.7	
3.810		14.6	98.8	4.9		13.2	90.4	4.6		12.0	84.9	4.3	
5.080	105	17.6	110.4	5.8		16.3	104.5	5.3		15.2	99.5	5.1	
6.350		21.4	127.8	6.5		19.6	119.6	6.1		18.6	115.0	5.9	
7.620	133	25.6	146.9	7.5		23.1	135.5	6.9		20.1	121.8	6.2	
8.890													
10.160													

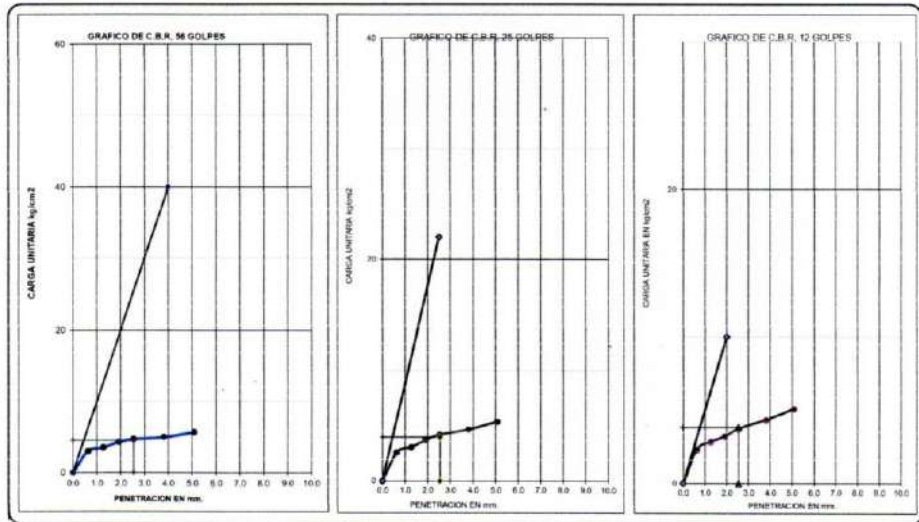
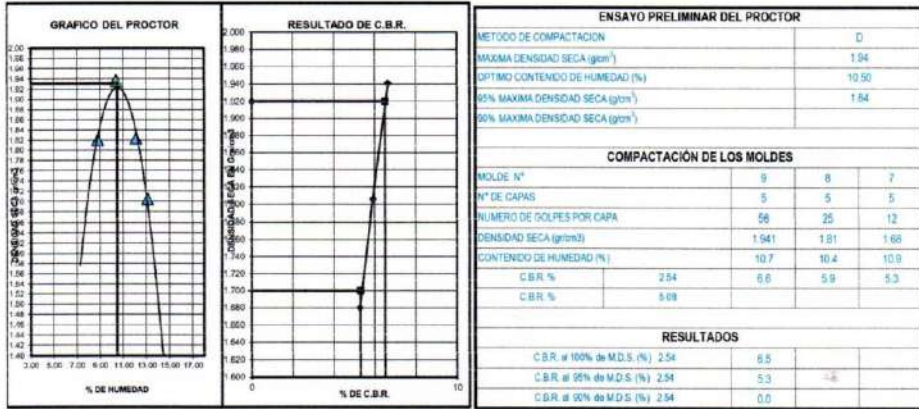
LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP-198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Leonidas Mejias Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP-111446

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STPA KCHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2023	<b>Metodo de compactación</b>	T-180 "D"
<b>TESISTA</b>	SACHICCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>Máxima Densidad Seca (g/cc)</b>	1.937
<b>PROGRESIVA</b>	AV. EJERCITO PUNO	<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	10.50
<b>MARGEN</b>	IZQUIERDO	<b>CBR 100% MDS</b>	6.5%
<b>MUESTRA</b>	C-3 PATRON	<b>CBR 95% MDS</b>	5.3%
		<b>CBR 90% MDS</b>	



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Leonardo Vistas Pacompia



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CGALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 22/09/2022

**MARGEN** : DERECHO **REALIZADO** : PERSONAL.LAB.

**CALICATA - 03** : MUESTRA SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT

NUMERO DE CAPSULA	N°	10		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	162.20		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	155.20		
PESO DEL AGUA	gr.	7.00		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	49.10		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	106.10		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	6.60%		
<b>PROMEDIO DE HUMEDAD</b>	%	<b>6.60%</b>		


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Ing. Cesar Quitope Tito*  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 168779


 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Ing. Leonardo Mejías Pizcompa*  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TITULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

**MARGEN :** DERECHO

**CALICATA - 03 :** MUESTRA SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT

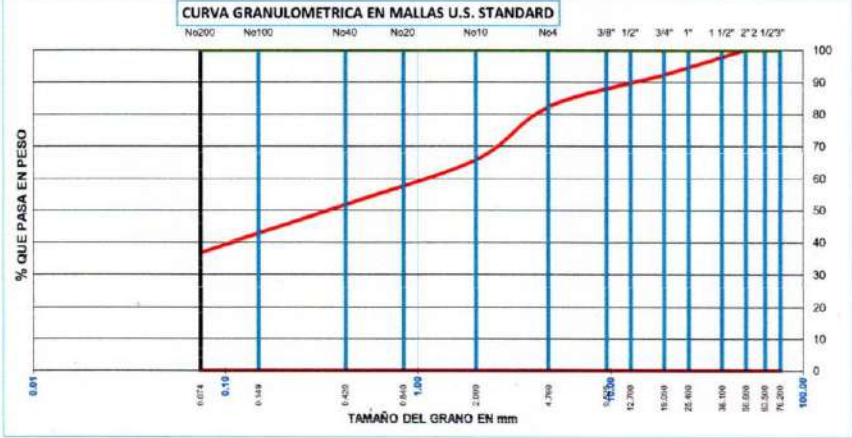
**FECHA :** 25/09/2022  
**REALIZADO :** PERSONAL LAB.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO TENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. "A"
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	195.00	3.73	3.73	96.27	
3/4"	19.050	202.00	3.86	7.59	92.41	
1/2"	12.700	132.00	2.52	10.11	89.89	
3/8"	9.525	187.00	3.58	13.69	86.31	
N° 4	4.760	203.00	3.88	17.57	82.43	
N° 10	2.000	144.00	16.46	34.03	65.97	
N° 20	0.840	66.00	7.55	41.58	58.42	
N° 40	0.420	58.00	6.63	48.21	51.79	
N° 100	0.149	83.00	9.49	57.70	42.30	
N° 200	0.074	47.00	5.37	63.07	36.93	
-200		323.00	36.93	100.00	0.00	

RESULTADOS DE ENSAYOS	
DATOS DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL	: 5230.00
PESO FRAC.	: 721.00
K	: 874.70
LIMITE DE CONSISTENCIA:	
LIMITE LIQUIDO	: 40.9%
LIMITE PLASTICO	: 23.6%
INDICE PLASTICO	: 17.3%
COEF. CURVATURA y UNIF.	
D10= 0.020	Cu= 54.037761
D30= 0.060	Cc= 0.1665502
D60= 1.08	
CLASIFICACION SUELOS:	
AASHTO	: A-6(2)
S.U.C.S.	: SC
GRAVA	: 17.57
ARENA	: 45.50
LIMOS Y ARCILLAS	: 36.93
HUM. NATURAL	: 6.60%
DENS. PROCTOR	: 1.053
C.B.R. A1 95%	: 6.40

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color amarillo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA SILEX  
 Ing. Cesar Quijpe Tito  
 DIRECTOR GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA SILEX  
 Ing. Leonor Mercedes Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS:** EVALUACION DE PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA:** BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA:** AV. EJERCITO PUNO **FECHA:** 25/09/2022

**MARGEN:** DERECHO **REALIZADO:** PERSONAL LAB

**CALICATA - 03:** MUESTRA SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° TARA		023B	010B	003B
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	41.50	39.00	38.20
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	37.10	35.75	35.38
PESO DE AGUA	(gr.)	4.40	3.25	2.82
PESO DE LA TARA	(gr.)	27.00	27.70	28.20
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	10.10	8.05	7.18
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	43.56	40.37	39.26
NUMERO DE GOLPES		19	23	33

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° TARA		007B	003B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	32.40	37.20	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	31.42	35.40	
PESO DE LA TARA	(gr.)	27.30	27.70	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.98	1.80	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	4.12	7.70	23.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.79	23.38	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	40.9
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.3

OBSERVACIONES

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Ing. Cesar Quispe Tito*  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Ing. Leonardo Mejías Pacompia*  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**PROCTOR MODIFICADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 118, ASTM D 1557, AASHTO T 180

**DATOS DE LA MUESTRA**

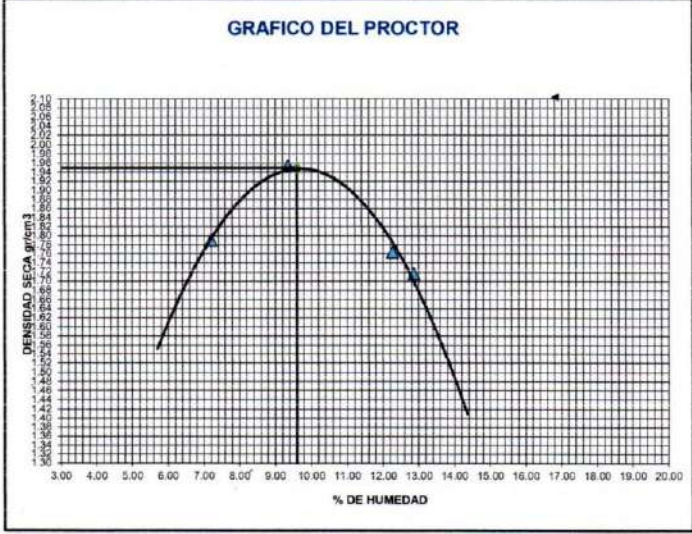
<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STPA ICHU Y TUTORIA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°03
<b>TESISTA</b>	BACH. COCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 1% CI + 4% CT
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>FECHA</b>	27/09/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,523	10,965	10,652	10,562
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,076	4,538	4,205	4,115
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1,92	2,14	1,98	1,94
Contenido de Humedad	%	7,20	9,35	12,25	12,86
Densidad Seca	gr/cc.	1,79	1,95	1,76	1,72

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro	N°	3	0	6	0	4	0	6
Peso del Tarro	gr.	51.60	0.00	49.90	0.00	51.50	0.00	50.40
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	160.30	0.00	157.50	0.00	162.30	0.00	165.40
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	153.00	0.00	148.30	0.00	150.20	0.00	152.30
Peso del Agua	gr.	7.30	0.00	9.20	0.00	12.10	0.00	13.10
Peso del Suelo Seco	gr.	101.40	0.00	98.40	0.00	98.70	0.00	101.90
Contenido de Humedad	%	7.20	0.00	9.35	0.00	12.26	0.00	12.86
Promedio de Humedad	%	7.20		9.35		12.26		12.86

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1,9539 Gr./Cm <sup>3</sup>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	9,60% $\pm$ 0,2
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-----------------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Ing. Cesar Outeiro Tito

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
 Ing. Leoncio M. Soto Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STRA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°03
<b>TESISTA</b>	BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 1% CI + 4% C
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>FECHA</b>	07/10/2022

**CBR**

	6		5		4	
	56	25	56	25	56	25
MOLDE N°	6		5		4	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES / CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO
PESO MOLDE + SUELO H.	12.850	12.969	12.542	12.656	12.285	12.365
PESO DEL MOLDE	8.312	8.312	8.356	8.356	8.355	8.355
PESO DEL SUELO HUM.	4.538	4.557	4.186	4.302	3.930	4.010
VOLUMEN DEL MOLDE	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124
DENSIDAD HUMEDA	2.14	2.15	1.97	2.03	1.85	1.86
DENSIDAD SECA	1.95	1.95	1.80	1.80	1.70	1.70
TARRO N°	2	3	5	6	7	4
TARRO + SUELO HUM	156.30	145.20	152.20	140.50	162.30	150.80
TARRO + SUELO SECO	147.20	140.30	143.80	130.50	153.00	140.80
AGUA	9.10	8.90	8.80	10.00	9.30	10.00
PESO DEL TARRO	50.00	51.70	51.90	51.70	50.00	51.40
PESO DEL SUELO SECO	97.20	88.60	91.70	78.80	103.00	89.40
% DE HUMEDAD	9.36	10.05	9.38	12.68	9.03	11.19
% DE HUM. PROMEDIO	9.36	10.05	9.38	12.68	9.03	11.19

**EXPANSION**

**= 2.29 %**

FECHA	HORA	TEMPO	DIAL (mm.)		EXPANSION		DIAL (mm.)		EXPANSION		DIAL (mm.)		EXPANSION	
			(mm)	%	(mm)	%	(mm)	%	(mm)	%				
07-10-22	09:20 AM	90:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
08-10-22	09:20 AM	24:00	0.40	0.40	0.34	0.50	0.50	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		
09-10-22	09:20 AM	48:00	0.68	0.68	0.58	1.02	1.02	1.20	1.80	1.80	1.80	1.54		
10-10-22	09:20 AM	72:00	1.45	1.60	1.37	1.40	1.40	1.60	2.00	2.00	1.71			
11-10-22	09:20 AM	96:00	1.80	2.00	1.71	2.20	2.20	2.50	3.10	3.10	2.85			

**PENETRACION**

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	
		DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%	DIAL	Kg	Kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		
0.630		6.2	58.5	3.0		5.1	53.4	2.7		4.2	49.3	2.5	
1.270		8.2	67.6	3.4		7.1	62.6	3.2		6.5	59.8	3.0	
1.910		11.6	83.1	4.2		9.9	75.3	3.8		9.2	72.1	3.7	
2.540	70	15.9	102.7	5.2	7.5%	13.8	93.1	4.7	6.8%	12.5	87.2	4.4	6.3%
3.810		17.2	108.6	5.5		15.3	99.9	5.1		14.2	94.9	4.8	
5.080	105	19.3	118.2	6.0		17.0	107.7	5.5		16.3	104.5	5.3	
6.350		22.1	131.0	6.7		19.2	117.7	6.0		18.4	118.6	6.0	
7.620	133	25.6	146.9	7.5		21.3	127.3	6.5		13.2	90.4	4.6	
8.890													
10.160													

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
*Cesar Quispe Tito*  
Ing. Cesar Quispe Tito  
GERENTE GENERAL  
CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
*Leónidas Pacompia*  
Ing. Leónidas Pacompia  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP: 111446

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1882, AASHTO T 192

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STPA ICHU Y TUDORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>Metodo de compactacion</b>	T-199 "D"
<b>TESISTA</b>	BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>Máxima Densidad Seca (gr/cc)</b>	1.954
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	9.60
<b>MARGEN</b>	DERECHO	<b>CBR 100% MDS</b>	7.4%
		<b>CBR 95% MDS</b>	6.4%
		<b>CBR 90% MDS</b>	

<p align="center"><b>GRAFICO DEL PROCTOR</b></p> <p align="center"><b>RESULTADO DE C.B.R.</b></p>	<p align="center"><b>ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR</b></p> <table border="1"> <tr><td>METODO DE COMPACTACION</td><td>D</td></tr> <tr><td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.95</td></tr> <tr><td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>9.60</td></tr> <tr><td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.96</td></tr> <tr><td>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td></td></tr> </table> <p align="center"><b>COMPACTACION DE LOS MOLDES</b></p> <table border="1"> <tr><td>MOLDE N°</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td></tr> <tr><td>N° DE CAPAS</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</td><td>56</td><td>25</td><td>12</td></tr> <tr><td>DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.952</td><td>1.80</td><td>1.70</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>9.4</td><td>9.4</td><td>9.0</td></tr> <tr><td>CBR %</td><td>2.54</td><td>7.5</td><td>6.8</td><td>6.3</td></tr> <tr><td>CBR %</td><td>5.08</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p align="center"><b>RESULTADOS</b></p> <table border="1"> <tr><td>CBR a 100% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>7.4</td><td></td></tr> <tr><td>CBR a 95% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>8.4</td><td>6.8</td></tr> <tr><td>CBR a 90% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>0.0</td><td></td></tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	D	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.95	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.60	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.96	90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		MOLDE N°	6	5	4	N° DE CAPAS	5	5	5	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.952	1.80	1.70	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.4	9.4	9.0	CBR %	2.54	7.5	6.8	6.3	CBR %	5.08				CBR a 100% de M.D.S. (%)	2.54	7.4		CBR a 95% de M.D.S. (%)	2.54	8.4	6.8	CBR a 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0	
METODO DE COMPACTACION	D																																																				
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.95																																																				
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.60																																																				
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.96																																																				
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)																																																					
MOLDE N°	6	5	4																																																		
N° DE CAPAS	5	5	5																																																		
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12																																																		
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.952	1.80	1.70																																																		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.4	9.4	9.0																																																		
CBR %	2.54	7.5	6.8	6.3																																																	
CBR %	5.08																																																				
CBR a 100% de M.D.S. (%)	2.54	7.4																																																			
CBR a 95% de M.D.S. (%)	2.54	8.4	6.8																																																		
CBR a 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0																																																			

<p align="center"><b>GRAFICO DE C.B.R. 56 GOLPES</b></p>	<p align="center"><b>GRAFICO DE C.B.R. 25 GOLPES</b></p>	<p align="center"><b>GRAFICO DE C.B.R. 12 GOLPES</b></p>
--	--	--

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Lito Mestas Pacompa



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 22/09/2022

**MARGEN** : EJE. **REALIZADO** : PERSONAL.LAB.

**CALICATA - 03** : MUESTRA SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT

NUMERO DE CAPSULA	N°	12		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	149.60		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	144.60		
PESO DEL AGUA	gr.	5.00		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	50.00		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	94.60		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	5.29%		
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	5.29%		

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**"SILEX"**  
  
Ing. **Cesar Quispe Tito**  
GERENTE GENERAL  
CIP: 198773

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**"SILEX"**  
  
Ing. **Leonardo Aguilar Pacompa**  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP: 111446

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TITULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA :** BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARGOS

**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO

**MARGEN :** EJE

**CALICATA - 03 :** MUESTRA SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT

**FECHA :** 25/09/2022  
**REALIZADO :** PERSONAL LAB.

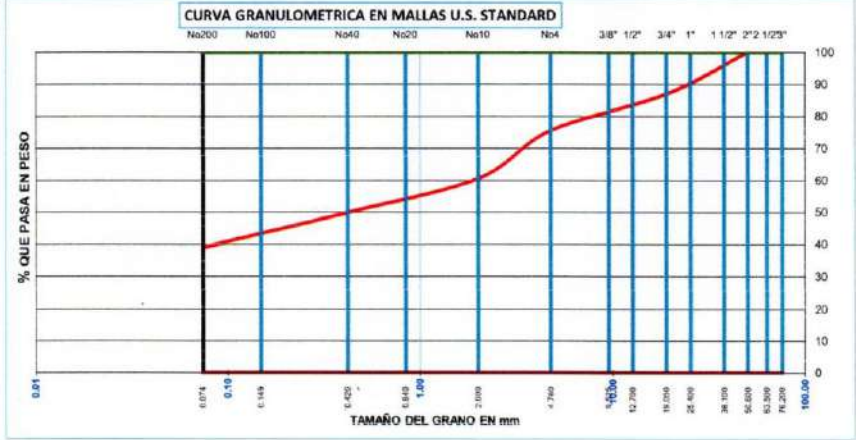
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO TENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. "A"
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	202.00	4.68	4.68	95.32	
1"	25.400	165.00	3.82	8.50	91.50	
3/4"	19.050	193.00	4.47	12.98	87.04	
1/2"	12.700	125.00	2.89	15.88	84.14	
3/8"	9.525	166.00	3.84	19.70	80.30	
N° 4	4.760	194.00	4.49	24.19	75.81	
N° 10	2.000	163.00	15.16	39.35	60.65	
N° 20	0.840	70.00	6.51	45.86	54.14	
N° 40	0.420	45.00	4.19	50.05	49.95	
N° 100	0.149	77.00	7.16	57.21	42.79	
N° 200	0.074	39.00	3.63	60.84	39.16	
-200		421.00	39.16	100.00	0.00	

RESULTADOS DE ENSAYOS	
DATOS DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL :	4320.00
PESO FRAC. :	815.00
K :	1075.05
LIMITE DE CONSISTENCIA:	
LIMITE LIQUIDO :	33.5%
LIMITE PLASTICO :	17.6%
INDICE PLASTICO :	15.9%
COEF. CURVATURA y UNIF.	
D10= 0.019	Cu= 99.729509
D30= 0.057	Cc= 0.0902441
D60= 1.88	
CLASIFICACION SUELOS:	
AASHTO :	A-6(2)
S.U.C.S. :	SC
GRAVA :	24.19
ARENA :	38.65
LIMOS Y ARCILLAS :	39.16
HUM. NATURAL :	5.29%
DENS. PROCTOR :	1.980 grs/cm3
C.B.R. A1 95% :	7.50 %

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color amarillo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 199779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Ricardo Mejias Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TÍTULO DE TESIS:** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA:** BACH.CCALLE MAMANI FERMIN MARCOS

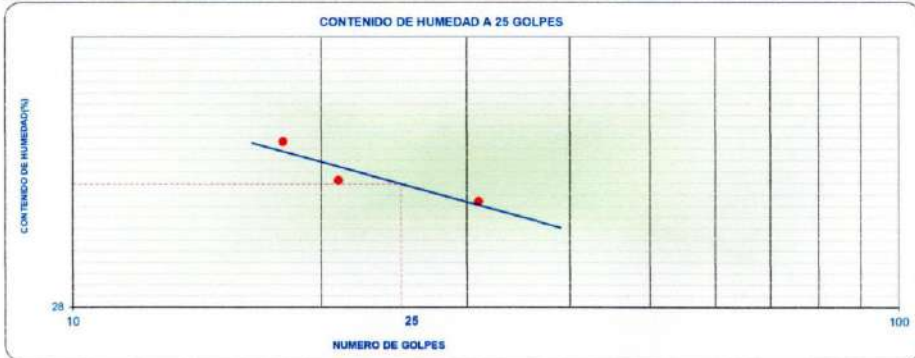
**PROGRESIVA:** AV EJERCITO PUNO **FECHA:** 25/09/2022

**MARGEN:** EJE **REALIZADO:** PERSONAL LAB.

**CALICATA - 03:** MUESTRA SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° TARA		022B	011B	001B
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		42.90	43.60	41.50
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		38.75	39.70	38.00
PESO DE AGUA (gr.)		4.15	3.90	3.50
PESO DE LA TARA (gr.)		27.00	28.10	27.30
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		11.75	11.60	10.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		35.32	33.62	32.71
NUMERO DE GOLPES		18	21	31

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° TARA		007B	010B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		36.50	35.20	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		35.10	34.10	
PESO DE LA TARA (gr.)		27.30	27.70	
PESO DEL AGUA (gr.)		1.40	1.10	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		7.80	6.40	17.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		17.95	17.19	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	33.5
LÍMITE PLÁSTICO (%)	17.6
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.9

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
*Cesar Quito Tito*  
Ing. Cesar Quito Tito  
GERENTE GENERAL  
CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
*Leandro Flores Pacomayta*  
Ing. Leandro Flores Pacomayta  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP: 111446

**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

**DATOS DE LA MUESTRA**

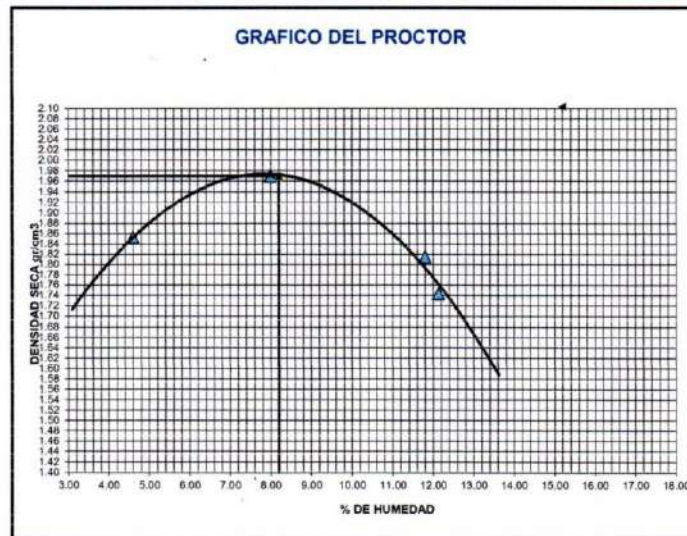
<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STYPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO FUERO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°03
<b>TESISTA</b>	BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV. EJERCITO FUERO	<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 2% CI + 5% CT
<b>MARGEN</b>	EJE	<b>FECHA</b>	27/09/2022

Determinación	N°	1	2	3	4
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,562	10,965	10,756	10,598
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,115	4,518	4,309	4,151
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1,94	2,13	2,03	1,95
Contenido de Humedad	%	4,59	7,98	11,80	12,12
Densidad Seca	gr/cc.	1,85	1,97	1,81	1,74

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tarro	N°	6	0	4	0	8	0	7
Peso del Tarro	gr.	50,40	0,00	51,50	0,00	51,80	0,00	50,00
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	146,20	0,00	146,20	0,00	153,20	0,00	158,20
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	142,00	0,00	139,20	0,00	142,50	0,00	146,50
Peso del Agua	gr.	4,20	0,00	7,00	0,00	10,70	0,00	11,70
Peso del Suelo Seco	gr.	91,80	0,00	87,70	0,00	90,70	0,00	96,50
Contenido de Humedad	%	4,59	0,00	7,98	0,00	11,80	0,00	12,12
Promedio de Humedad	%	4,59		7,98		11,80		12,12

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1,9699 Gr./Cm <sup>3</sup>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	8,20%
-----------------------------	----------------------------	------------------------------------	-------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
*Ing. Cesar Quispe Tito*  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
*Ing. Leonardo Mesa Alcompi*  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1083, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TÍTULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°03
<b>TESISTA</b>	BACH CCALLO MAMAN FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 2% CI + 3% C
<b>MARGEN</b>	EJE	<b>FECHA</b>	07/10/2022

CBR												
MOLDE N°	3				2				1			
N° DE CAPAS	5				5				5			
N° DE GOLPES / CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUEST.	HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO		HUMEDAD OPTIMA		SATURADO	
PESO MOLDE + SUELO H.	12.850		12.950		12.700		12.790		12.320		12.366	
PESO DEL MOLDE	8.312		8.312		8.356		8.356		8.355		8.355	
PESO DEL SUELO HUM.	4.538		4.638		4.344		4.434		3.965		4.011	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.124		2.124		2.124		2.124		2.124		2.124	
DENSIDAD HUMEDA	2.14		2.18		2.05		2.09		1.87		1.86	
DENSIDAD SECA	1.67		1.59		1.66		1.66		1.72		1.70	
TARRO N°	5	0	1	0	3	0	6	0	8	0	9	0
TARRO + SUELO HUM.	152.30	0.00	140.60	0.00	139.50	0.00	153.20	0.00	146.20	0.00	147.20	0.00
TARRO + SUELO SECO	144.50	0.00	132.60	0.00	132.50	0.00	143.20	0.00	138.90	0.00	137.80	0.00
AGUA	7.80	0.00	8.00	0.00	7.00	0.00	10.00	0.00	7.30	0.00	9.40	0.00
PESO DEL TARRO	51.90	0.00	50.20	0.00	52.00	0.00	51.70	0.00	51.30	0.00	51.50	0.00
PESO DEL SUELO SECO	92.60	0.00	82.40	0.00	80.50	0.00	91.50	0.00	87.60	0.00	86.30	0.00
% DE HUMEDAD	8.42	0.00	9.71	0.00	8.70	0.00	10.93	0.00	8.33	0.00	10.89	0.00
% DE HUM. PROMEDIO	8.42		9.71		8.70		10.93		8.33		10.89	

EXPANSION											
= 2.00 %											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION		DIAL (mm.)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
07-10-22	09:20 AM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08-10-22	09:20 AM	24:00	0.30	0.30	0.32	0.32	0.60	0.50	0.50	0.50	0.43
09-10-22	09:20 AM	48:00	0.55	0.55	0.47	0.70	1.20	1.20	1.20	1.20	1.03
10-10-22	09:20 AM	72:00	0.80	1.00	1.37	1.02	1.60	1.40	1.40	1.40	1.20
11-10-22	09:20 AM	96:00	1.20	2.00	1.71	1.60	2.50	2.10	2.10	2.10	1.79

PENETRACION													
PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 3			MOLDE N° 2			MOLDE N° 1					
		N° DE GOLPES / CAPA 56			N° DE GOLPES / CAPA 25			N° DE GOLPES / CAPA 12					
		CARGA DIAL	CORRECCION		CARGA DIAL	CORRECCION		CARGA DIAL	CORRECCION				
		Kg	Kg/cm2	%		Kg	Kg/cm2	%		Kg	Kg/cm2	%	
0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		
0.630		9.2	72.1	3.7	7.2	63.0	3.2	6.1	58.0	3.0			
1.270		11.0	80.3	4.1	9.4	73.0	3.7	9.3	72.6	3.7			
1.910		14.6	96.8	4.9	12.9	89.0	4.5	12.3	86.3	4.4			
2.540	70	17.9	111.8	5.7	8.1%	17.1	108.2	5.5	7.9%	15.9	102.7	5.2	7.5%
3.810		20.1	121.8	6.2		19.2	117.7	6.0		18.0	112.3	5.7	
5.080	105	23.8	138.7	7.1		23.1	135.5	6.9		20.1	121.8	6.2	
6.350		26.7	151.9	7.7		27.9	157.4	8.0		23.9	139.2	7.1	
7.620	133	29.7	165.6	8.4		30.2	167.9	8.6		25.8	147.8	7.5	
8.890													
10.160													

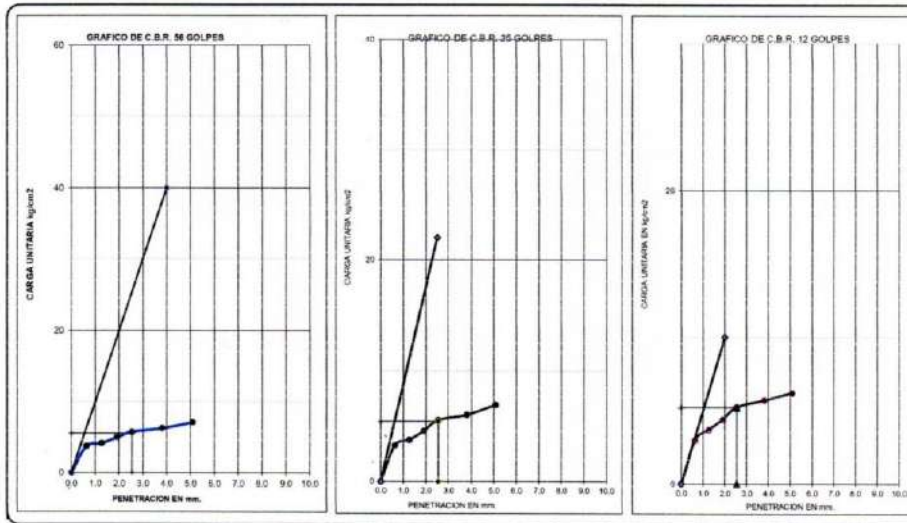
LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**"SILEX"**  
*Ing. Cesar Quipe Tito*  
GERENTE GENERAL  
CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**"SILEX"**  
*Ing. Leonardo Matias Pacompia*  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP: 111446

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1983, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TUTORIA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>Metodo de compactación</b>	T-180 "D"
<b>TESISTA</b>	BACH CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.970
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>Optimo Contenido de Humedad (%)</b>	8.20
<b>MARGEN</b>	E/E	<b>CBR 100% MDS</b>	8.1%
		<b>CBR 95% MDS</b>	7.5%
		<b>CBR 90% MDS</b>	



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Cesar Quispe Tito

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Leonardo Mesias Pacompa



**HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 , ASTM D 2216

**TITULO DE TESIS** : EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.

**TESISTA** : BACH.CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA** : AV.EJERCITO PUNO **FECHA** : 22/09/2022

**MARGEN** : IZQUIERDO. **REALIZADO** : PERSONALLAB.

**CALICATA - 03** : MUESTRA SUBRASANTE + 3% CI + 6% CT

NUMERO DE CAPSULA	N°	2		
PESO SUELO HUMEDO + CAPSULA	gr.	145.60		
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA	gr.	141.20		
PESO DEL AGUA	gr.	4.40		
PESO DE LA CAPSULA	gr.	49.90		
PESO NETO DEL SUELO SECO	gr.	91.30		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	4.82%		
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	4.82%		

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispé Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Leonardo Mejias Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**TITULO DE TESIS :** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV.EJERCITO PUNO 2022.  
**TESISTA :** BACH.CCALLEO MAMANI FERMIN MARCOS  
**PROGRESIVA :** AV.EJERCITO PUNO  
**MARGEN :** IZQUIERDO  
**CALICATA - 03 :** MUESTRA SUBRASANTE + 3% CI + 6% CT  
**FECHA :** 25/09/2022  
**REALIZADO :** PERSONAL LAB.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO TENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. "A"
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	205.00	4.08	4.08	95.92	
3/4"	19.050	153.00	3.04	7.12	92.88	
1/2"	12.700	201.00	4.00	11.11	88.89	
3/8"	9.525	188.00	3.74	14.85	85.15	
N° 4	4.760	177.00	3.52	18.37	81.63	
N° 10	2.000	154.00	17.58	35.95	64.05	
N° 20	0.840	89.00	10.16	46.11	53.89	
N° 40	0.420	66.00	7.54	53.65	46.35	
N° 100	0.149	54.00	6.17	59.81	40.19	
N° 200	0.074	32.00	3.65	63.47	36.53	
-200		320.00	36.53	100.00	0.00	

**RESULTADOS DE ENSAYOS**

**DATOS DE LA MUESTRA**

PESO INICIAL : 5030.00  
 PESO FRAC. : 715.00  
 K : 875.90

**LIMITES DE CONSISTENCIA:**

LIMITE LIQUIDO : 31.4%  
 LIMITE PLASTICO : 16.8%  
 INDICE PLASTICO : 14.6%

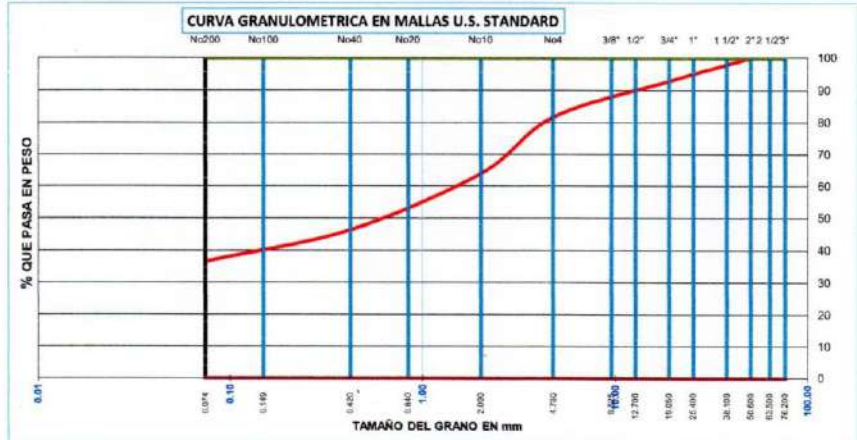
**COEF. CURVATURA y UNIF.**

D10= 0.020 Cu= 75.92848  
 D30= 0.061 Cc= 0.1165414  
 D60= 1.54

**CLASIFICACION SUELOS:**

AASHTO : A-6(1)  
 S.U.C.S. : SC  
 GRAVA : 16.37  
 ARENA : 45.10  
 LIMOS Y ARCILLAS : 36.53  
 HUM. NATURAL : 4.82%  
 DENS. PROCTOR : 1.892 g/cm3  
 C.B.R. AI 95% : 5.60 %

**OBSERVACIONES :** El material es de la subrasante color amarillo



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA SILEX  
 Ing. Gerente General

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA SILEX  
 Ing. Gerente General

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TITULO DE TESIS:** EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022

**TESISTA:** BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

**PROGRESIVA:** AV. EJERCITO PUNO **FECHA:** 25/09/2022

**MARGEN:** IZQUIERDO **REALIZADO:** PERSONAL LAB.

**CALICATA - 03:** MUESTRA SUBRASANTE + 3% CI + 6% CT

LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
N° TARA		022B	013B	005B
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		38.70	40.10	36.90
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		35.75	37.20	34.80
PESO DE AGUA (gr.)		2.95	2.90	2.10
PESO DE LA TARA (gr.)		27.00	28.10	27.80
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		8.75	9.10	7.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		33.71	31.87	30.00
NUMERO DE GOLPES		19	23	30

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
N° TARA		009B	010B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		31.70	32.90	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		31.07	32.15	
PESO DE LA TARA (gr.)		27.30	27.70	
PESO DEL AGUA (gr.)		0.83	0.75	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		3.77	4.45	16.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.71	16.85	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO (%)	31.4
LÍMITE PLÁSTICO (%)	16.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.6

OBSERVACIONES

  
**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**SILEX**  
 Ing. César Quiroga  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

  
**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA**  
**SILEX**  
 Ing. Leonardo Mestas Pacompeza  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111246

**PROCTOR MODIFICADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>TITULO DE TESIS</b> EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE DENSA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022 <b>TESISTA</b> BACH. DCCALLO MAMANI FERMIN MARCOS <b>PROGRESIVA</b> AV. EJERCITO PUNO <b>MARGEN</b> (EQUERDO)	<b>CALICATA</b> POZO A CIELO ABIERTO N°03 <b>ESTRATO</b> E - N° 01 <b>MUESTRA</b> SUBRASANTE + 3% CI + 8% CT <b>FECHA</b> 27/09/2022

	N°	1	2	3	4
Determinación					
Peso del Molde y la muestra	gr.	10,456	10,865	10,632	10,520
Peso del Molde	gr.	6,447	6,447	6,447	6,447
Peso de la muestra compact.	gr.	4,009	4,418	4,185	4,073
Volumen del molde	cc.	2,124	2,124	2,124	2,124
Densidad Humeda	gr/cc.	1,89	2,08	1,97	1,92
Contenido de Humedad	%	8,56	9,93	11,10	12,13
Densidad Seca	gr/cc.	1,77	1,89	1,77	1,71

CONTENIDO DE HUMEDAD								
Tarro	N°	2	0	1	0	6	0	4
Peso del Tarro	gr.	51,00	0,00	51,00	0,00	50,00	0,00	49,50
Peso del T.+Suelo Humedo	gr.	148,50	0,00	150,60	0,00	152,10	0,00	149,30
Peso del T.+Suelo Seco	gr.	142,50	0,00	141,60	0,00	141,90	0,00	138,50
Peso del Agua	gr.	6,00	0,00	9,00	0,00	10,20	0,00	10,80
Peso del Suelo Seco	gr.	91,50	0,00	90,60	0,00	91,90	0,00	89,00
Contenido de Humedad	%	6,56	0,00	9,93	0,00	11,10	0,00	12,13
Promedio de Humedad	%	6,56		9,93		11,10		12,13

<b>DENSIDAD MAXIMA SECA</b>	1,8921 Gr./Cm.3	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA</b>	9,20% ±
-----------------------------	-----------------	------------------------------------	---------



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Ing. Cesar Quispe Tiza*

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
*Ing. Leonardo Pestaña Pacompi*  
 INGENIERO EN MECANICA DE

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STRAICHU Y TOTORA EN AV EJERCITO PUNO 2022	<b>CALICATA</b>	POZO A CIELO ABIERTO N°03
<b>TESISTA</b>	BACH D/CALLO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>ESTRATO</b>	E - N° 01
<b>PROGRESIVA</b>	AV EJERCITO PUNO	<b>MUESTRA</b>	SUBRASANTE + 3% CI + 6% C
<b>MARGEN</b>	IZQUIERDO	<b>FECHA</b>	07/10/2022

**CBR**

COND. DE LA MUEST	9		8		7	
	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO	HUMEDAD OPTIMA	SATURADO
MOLDE N°	9	8	8	7	7	6
N° DE CAPAS	5	5	5	5	5	5
N° DE GOLPES / CAPA	56	25	25	12	12	12
COND. DE LA MUEST	12.732	12.720	12.450	12.564	12.200	12.298
PESO MOLDE + SUELO H.	8.311	8.311	8.398	8.356	8.355	8.355
PESO DEL MOLDE	4.421	4.409	4.094	4.208	3.945	3.943
PESO DEL SUELO HUM.	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124
VOLUMEN DEL MOLDE	2.08	2.08	1.93	1.98	1.81	1.86
DENSIDAD HUMEDA	1.89	1.86	1.76	1.75	1.65	1.63
DENSIDAD SECA						
TARRO N°	1	0	1	0	13	0
TARRO + SUELO HUM	142.30	0.00	130.80	0.00	145.60	0.00
TARRO + SUELO SECO	134.20	0.00	130.50	0.00	137.20	0.00
AGUA	8.10	0.00	9.30	0.00	8.40	0.00
PESO DEL TARRO	51.90	0.00	50.20	0.00	51.00	0.00
PESO DEL SUELO SECO	82.30	0.00	80.30	0.00	86.20	0.00
% DE HUMEDAD	9.84	0.00	11.58	0.00	9.74	0.00
% DE HUM PROMEDIO	9.84		11.58		9.74	

**EXPANSION**  
= 1.75 %

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION		DIAL (mm)	EXPANSION	
				(mm)	%		(mm)	%		(mm)	%
07-10-22	11:20 AM	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08-10-22	11:20 AM	24:00	0.12	0.12	0.10	0.22	0.22	0.60	0.36	0.36	0.31
09-10-22	11:20 AM	48:00	0.32	0.32	0.27	0.40	0.40	1.20	0.60	0.60	0.51
10-10-22	11:20 AM	72:00	0.55	1.60	1.37	0.62	0.62	1.60	0.86	0.86	0.74
11-10-22	11:20 AM	96:00	0.68	2.00	1.71	0.80	0.80	2.50	1.20	1.20	1.00

**PENETRACION**

PENET. Mm	CARGA SLUMP	MOLDE N° 9			MOLDE N° 8			MOLDE N° 7		
		N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION	N° DE GOLPES / CAPA		CORRECCION
		56	25		25	12				
0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.630		5.6	55.7	2.8	4.1	48.9	2.5	3.3	45.2	2.3
1.270		8.1	67.1	3.4	6.2	58.5	3.0	5.5	55.3	2.8
1.910		11.6	83.1	4.2	8.2	67.6	3.4	7.9	66.2	3.4
2.540	70	13.8	93.1	4.7	6.8%	78.1	4.0	5.7%	77.1	3.9
3.810		15.4	100.4	5.1		87.6	4.5		86.7	4.4
5.080	105	17.5	110.0	5.6		98.1	5.0		101.3	5.2
6.350		20.1	121.8	6.2		104.1	5.3		115.0	5.9
7.620	133	23.5	137.3	7.0		118.6	6.0		127.3	6.5
8.890										
10.160										

  
**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"**  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 190779

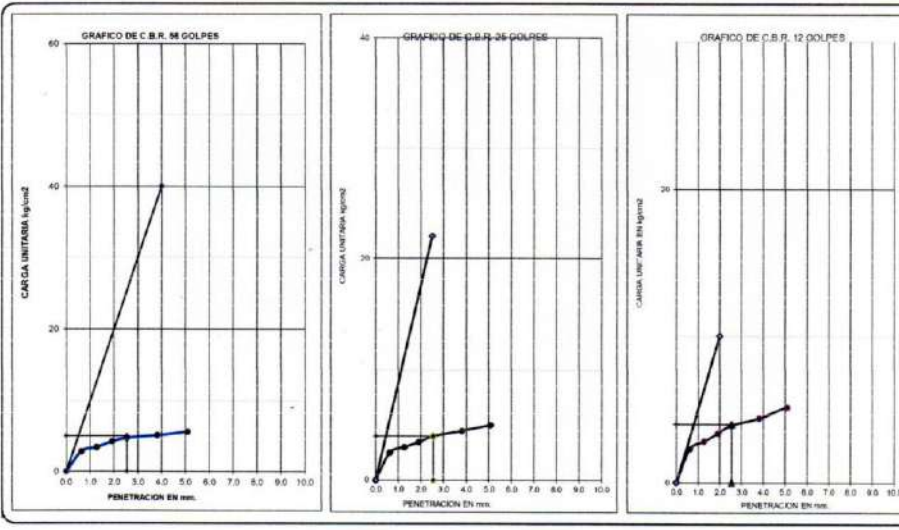
  
**LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"**  
 Ing. Leonor Rosales Pucompia  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>TITULO DE TESIS</b>	EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STRAICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022	<b>Metodo de compactacion</b>	T-180 "D"
<b>TESISTA</b>	BACH. CECILIO MAMANI FERMIN MARCOS	<b>Maxima Densidad Seca (gr/cc)</b>	1.892
<b>PROGRESIVA</b>	AV. EJERCITO PUNO	<b>Optimo Contenido de Humedad (%)</b>	9.20
<b>MARGEN</b>	IZQUIERDO	<b>CBR 100% MDS</b>	6.5%
		<b>CBR 95% MDS</b>	5.6%
		<b>CBR 90% MDS</b>	0.0%

<p><b>GRAFICO DEL PROCTOR</b></p>	<p><b>RESULTADO DE C.B.R.</b></p>	<p><b>ENSAYO PRELIMINAR DEL PROCTOR</b></p> <table border="1"> <tr><td>METODO DE COMPACTACION</td><td>D</td></tr> <tr><td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.89</td></tr> <tr><td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>9.20</td></tr> <tr><td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.80</td></tr> <tr><td>90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td></td></tr> </table> <p><b>COMPACTACION DE LOS MOLDES</b></p> <table border="1"> <thead> <tr><th>MOLDE: N°</th><th>9</th><th>8</th><th>7</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>N° DE CAPAS</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</td><td>56</td><td>25</td><td>12</td></tr> <tr><td>DENSIDAD SECA (gr/cm³)</td><td>1.878</td><td>1.76</td><td>1.64</td></tr> <tr><td>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td><td>9.8</td><td>9.7</td><td>9.8</td></tr> <tr><td>CBR %</td><td>2.54</td><td>6.8</td><td>5.7</td></tr> <tr><td>CBR %</td><td>5.08</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p><b>RESULTADOS</b></p> <table border="1"> <tr><td>CBR al 100% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>6.5</td><td></td></tr> <tr><td>CBR al 95% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>5.6</td><td></td></tr> <tr><td>CBR al 90% de M.D.S. (%)</td><td>2.54</td><td>0.0</td><td></td></tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	D	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.89	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.20	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.80	90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		MOLDE: N°	9	8	7	N° DE CAPAS	5	5	5	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.878	1.76	1.64	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.8	9.7	9.8	CBR %	2.54	6.8	5.7	CBR %	5.08			CBR al 100% de M.D.S. (%)	2.54	6.5		CBR al 95% de M.D.S. (%)	2.54	5.6		CBR al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0	
METODO DE COMPACTACION	D																																																			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.89																																																			
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.20																																																			
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.80																																																			
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)																																																				
MOLDE: N°	9	8	7																																																	
N° DE CAPAS	5	5	5																																																	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	25	12																																																	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.878	1.76	1.64																																																	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.8	9.7	9.8																																																	
CBR %	2.54	6.8	5.7																																																	
CBR %	5.08																																																			
CBR al 100% de M.D.S. (%)	2.54	6.5																																																		
CBR al 95% de M.D.S. (%)	2.54	5.6																																																		
CBR al 90% de M.D.S. (%)	2.54	0.0																																																		



LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. Cesar Quiroga

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
**SILEX**  
 Ing. ...





**ANEXO**

**PANEL  
FOTOGRAFICO**

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
"SILEX"  
  
Ing. Cesar Olayo Pito  
GERENTE GENERAL  
CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
"SILEX"  
  
Ing. Leo Mario Medina Pacompa  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP: 111446





**PANEL 4: SECADO DE MATERIAL**



**PANEL 5: PESADO DE MATERIAL NECESARIO PARA CADA ENSAYO**



**PANEL 6: ACTIVACION DE CENIZA DE AMBOS PRODUCTOS.**



PANEL 7: SACADO DE MUESTRA DE LA MUFLA A 600°C.



PANEL 8: MUESTRA PREPARADA PARA OBSERVACION DE MINERALES Y SUSTANCIAS



PANEL 9: PREPARADO DE MUESTRAS PARA GRANULOMETRIA Y LIMITES DE CONSISTENCIA



**PANEL 10: PREPARADO DE MUESTRAS PARA PROCTOR Y CBR.**



**PANEL 11: LAVADO DE MUESTRAS PARA GRANULOMETRIA**



**PANEL 12: ANALISIS GRANULOMETRICO**



PANEL 13: LIMITE LIQUIDO



PANEL 14: LIMITE PLASTICO



PANEL 15: MATERIAL PARA PROCTOR

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Qutspe Tito  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Leonidas Mejias Pacompia  
 GERENTE GENERAL



**PANEL 16: MATERIAL PARA CBR**



**PANEL 17: EJECUCION DE PROCTOR**



**PANEL 18: EJECUCION DE CBR**

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Leonardo Morales Pizarro



PANEL 19: EJECUCION DE PROCTOR CON ADICION C-1



PANEL 20: EJECUCION DE PROCTOR CON ADICION C-2





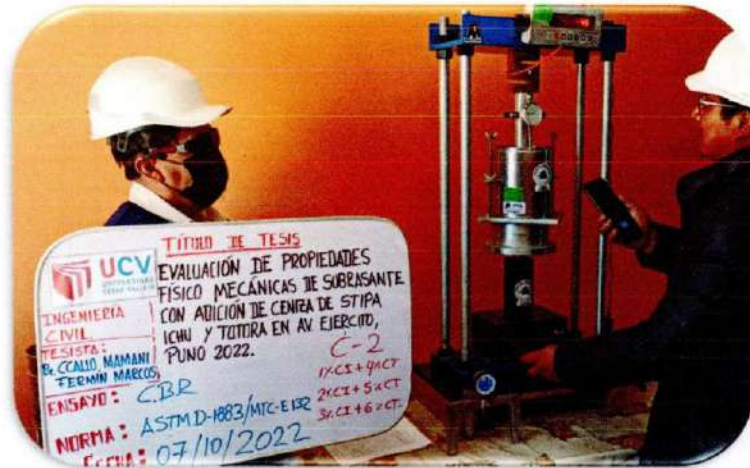
**PANEL 21: EJECUCION DE PROCTOR CON ADICION C-3**



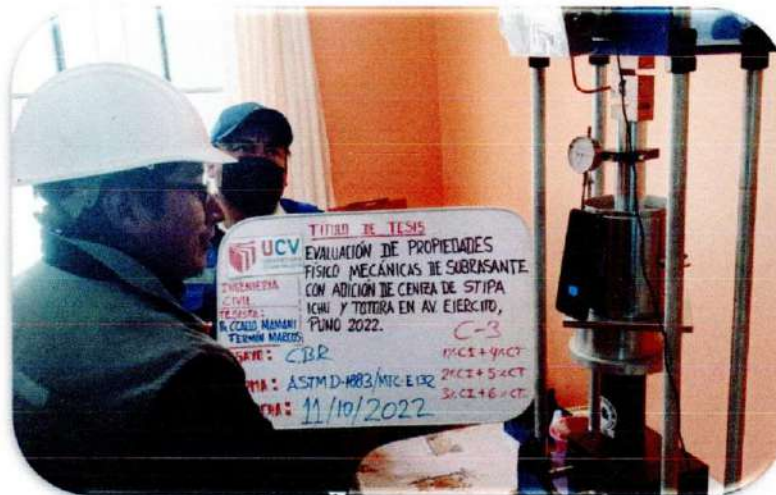
**PANEL 22: EJECUCION DE CBR CON ADICION C-1**

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. César Quispe Tito

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
 Ing. Lina María Arce Parompa  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE



PANEL 23: EJECUCION DE CBR CON ADICION C-2



PANEL 24: EJECUCION DE CBR CON ADICION C-3

## Anexo 5. Análisis químico de las cenizas



### CALCULO DE DOSIFICACIONES DE LA CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA

#### DATOS DE LA MUESTRA

TITULO DE TESIS EVALUACION DE PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE SUBRASANTE CON ADICION DE CENIZA DE STIPA ICHU Y TOTORA EN AV. EJERCITO PUNO 2022

TESISTA BACH. CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS

PROGRESIVA AV. EJERCITO PUNO

FECHA : 02/09/2022

REALIZADO: PERSONAL LAB.

ANALISIS GRANULOMETRIA (NORMAS TECNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88)					VECES			
PESO PARCIAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE					5000 gr.	12	PESO TOTAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE: 60000 gr.	
CENIZA	DOSIFICACION	VECES	PESO PARCIAL UNIDAD	PESO TOTAL UNIDAD	TOTAL CENIZA DE STIPA ICHU (gr)	TOTAL CENIZA DE TOTORA (gr)	TOTAL	
CI	1%	3	50.0 gr.	150.0 gr.	900.0	2250.0	3150.0	
CI	2%	3	100.0 gr.	300.0 gr.				
CI	3%	3	150.0 gr.	450.0 gr.				
CI	4%	3	200.0 gr.	600.0 gr.				
CI	5%	3	250.0 gr.	750.0 gr.				
CI	6%	3	300.0 gr.	900.0 gr.				

CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMAS TECNICAS: MTC E 108, ASTM D 2276)					VECES			
PESO PARCIAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE					150 gr.	12	PESO TOTAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE: 1800 gr.	
CENIZA	DOSIFICACION	VECES	PESO PARCIAL UNIDAD	PESO TOTAL UNIDAD	TOTAL CENIZA DE STIPA ICHU (gr)	TOTAL CENIZA DE TOTORA (gr)	TOTAL	
CI	1%	3	1.5 gr.	4.5 gr.	27.0	67.5	94.5	
CI	2%	3	3.0 gr.	9.0 gr.				
CI	3%	3	4.5 gr.	13.5 gr.				
CI	4%	3	6.0 gr.	18.0 gr.				
CI	5%	3	7.5 gr.	22.5 gr.				
CI	6%	3	9.0 gr.	27.0 gr.				

LIMITE DE CONSISTENCIA (NORMAS TECNICAS: MTC E 110, ASTM D 4318, AASHTO T 99 - T 99)					VECES			
PESO PARCIAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE					300 gr.	12	PESO TOTAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE: 3600 gr.	
CENIZA	DOSIFICACION	VECES	PESO PARCIAL UNIDAD	PESO TOTAL UNIDAD	TOTAL CENIZA DE STIPA ICHU (gr)	TOTAL CENIZA DE TOTORA (gr)	TOTAL (gr)	
CI	1%	3	3.0 gr.	9.0 gr.	54.0	135.0	189.0	
CI	2%	3	6.0 gr.	18.0 gr.				
CI	3%	3	9.0 gr.	27.0 gr.				
CI	4%	3	12.0 gr.	36.0 gr.				
CI	5%	3	15.0 gr.	45.0 gr.				
CI	6%	3	18.0 gr.	54.0 gr.				

PROCTOR MODIFICADO (NORMAS TECNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180)					VECES			
PESO PARCIAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE					6000 gr.	12	PESO TOTAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE: 72000 gr.	
CENIZA	DOSIFICACION	VECES	PESO PARCIAL UNIDAD	PESO TOTAL UNIDAD	TOTAL CENIZA DE STIPA ICHU (gr)	TOTAL CENIZA DE TOTORA (gr)	TOTAL (gr)	
CI	1%	3	60.0 gr.	180.0 gr.	1080.0	2700.0	3780.0	
CI	2%	3	120.0 gr.	360.0 gr.				
CI	3%	3	180.0 gr.	540.0 gr.				
CI	4%	3	240.0 gr.	720.0 gr.				
CI	5%	3	300.0 gr.	900.0 gr.				
CI	6%	3	360.0 gr.	1080.0 gr.				

CBR (NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1983, AASHTO T 193)					VECES			
PESO PARCIAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE					6000 gr.	12	PESO TOTAL REQUERIDO DE MATERIAL SUBRASANTE: 72000 gr.	
CENIZA	DOSIFICACION	VECES	PESO PARCIAL UNIDAD	PESO TOTAL UNIDAD	TOTAL CENIZA DE STIPA ICHU (gr)	TOTAL CENIZA DE TOTORA (gr)	TOTAL (gr)	
CI	1%	3	60.0 gr.	180.0 gr.	1080.0	2700.0	3780.0	
CI	2%	3	120.0 gr.	360.0 gr.				
CI	3%	3	180.0 gr.	540.0 gr.				
CI	4%	3	240.0 gr.	720.0 gr.				
CI	5%	3	300.0 gr.	900.0 gr.				
CI	6%	3	360.0 gr.	1080.0 gr.				

TOTAL CENIZA DE STIPA ICHU	3141 gr.
TOTAL CENIZA DE TOTORA	7852.5 gr.
MATERIAL DE SUBRASANTE	209406 gr.

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 196779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing. Leopoldo Huertas Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

**CERTIFICADO DE CENIZA**

Se obtiene la ceniza de STIPA ICHU mediante la calcinación por el equipo de laboratorio "SILEX EIRL", donde se utiliza la MUFLA a 600°C por 3 horas (ACTIVACION).

Región : Puno  
 Provincia : Puno  
 Distrito : Puno  
 Proyecto : "Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de stipa ichu y totora en Av. Ejército, Puno 2022"  
 Solicitante : Bach. Ccallo Mamani Fermin Marcos  
 Muestra : **Ceniza de stipa ichu**

Se observa lo siguiente:

ANALISIS QUIMICO								
MUESTRA	FOSFORO	POTASIO	CALCIO	MAGNESIO	AZUFRE	HUMEDAD	pH	CARBONATOS
	(%P)	(%K)	(%Ca)	(%Mg)	(%S)	(%)		(%CO3)
1	1.94	1.95	20.8	3.51	0.35	1.18	12.75	38.9

Fosforo : Colorimetría  
 Potasio y Azufre : Turbidimetría  
 Calcio y magnesio : Complexometria  
 Carbonatos : Volumetría

Los resultados son evaluados para fines que vea conveniente el tesista.

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing Cesar Quispe Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198779

LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA "SILEX"  
  
 Ing Leidy Rosales Pacompa  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111446

### CERTIFICADO DE CENIZA

Se obtiene la ceniza de TOTORA mediante la calcinación por el equipo de laboratorio "SILEX EIRL", donde se utiliza la MUFLA a 600°C por 3 horas (ACTIVACION).

Región : Puno  
 Provincia : Puno  
 Distrito : Puno  
 Proyecto : "Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de stipa ichu y totora en Av. Ejército, Puno 2022"  
 Solicitante : Bach. Ccallo Mamani Fermin Marcos  
 Muestra : **Ceniza de totora**

Se observa lo siguiente:

ANALISIS QUIMICO								
MUESTRA	FOSFORO	POTASIO	CALCIO	MAGNESIO	AZUFRE	HUMEDAD	pH	CARBONATOS
	(%P)	(%K)	(%Ca)	(%Mg)	(%S)	(%)		(%CO3)
1	1.82	1.84	25.2	4.23	0.57	1.54	8.78	35.21

Fosforo : Colorimetría  
 Potasio y Azufre : Turbidimetría  
 Calcio y magnesio : Complexometría  
 Carbonatos : Volumetría

Los resultados son evaluados para fines que vea conveniente el tesista.

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Cesar Quito Tito  
 GERENTE GENERAL  
 CIP: 198773

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 "SILEX"  
  
 Ing. Leonidas Mejias Pacompia  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP: 111442





**Segundo.** - Al locador se le abonara por la elaboraci3n de los ensayos designados en la cl1usula primero los siguientes precios:

- Adelanto: monto equivalente de s/. 500.00, a la firma de contrato.
- Saldo: monto equivalente de s/. 3500.00, a la entrega del trabajo.

**Tercero.** - El gerente general se compromete a entregar los ensayos realizados, debidamente firmado por el profesional colegiado responsable.

Estando ambas partes de acuerdo, dan fe de ello, en el domicilio en ciudad la humanidad Totorani MZ. 1 Lt. 12, a los 02 d1as del mes de setiembre del 2022.

  
LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA  
"SILEX"  
Ing. Cesar Quispe Tito  
GERENTE GENERAL  
CIP: 198779

GERENTE GENERAL (LOCADOR)

Ing. Cesar Quispe Tito

DNI: 80019668

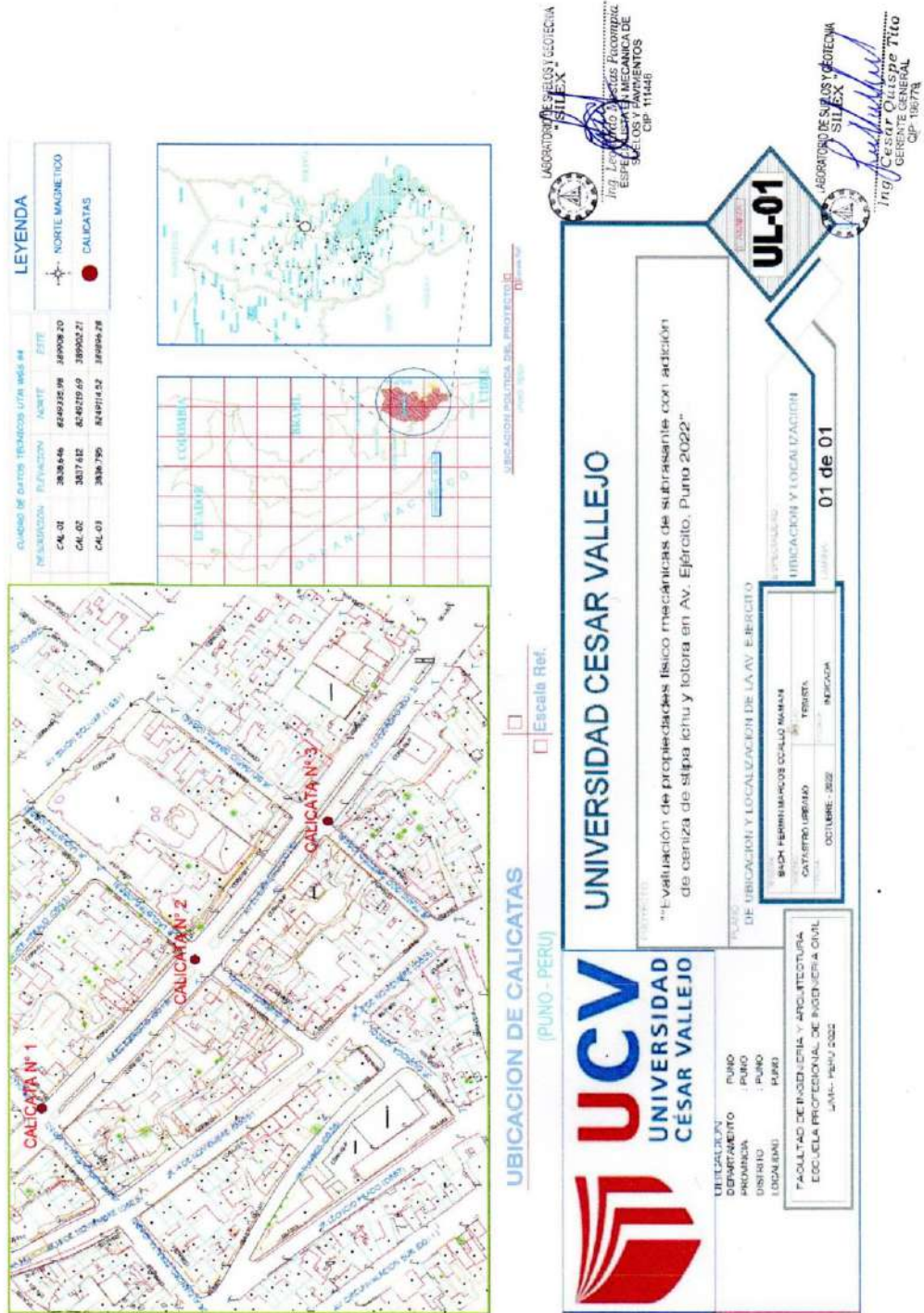


TESITA (CLIENTE)

BACH. FERMIN MARCOS CCALLO MAMANI

DNI: 70228188

Anexo 7. Plano de localización y ubicación





## Anexo 8. Certificados de calibración para la confiabilidad

 **TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ**  
AT THE SERVICE OF ENGINEERING

**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° MPM - 968 - 2021**

Página: 1 de 2

<b>Expediente</b>	: TLPB-00200821-000045	<p>Los resultados del presente certificado son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<b>Fecha de Emisión</b>	: 09/09/2021	
<b>1. Solicitante</b>	: GEO TERRA E.I.R.L	
<b>RUC</b>	: 20608018779	
<b>2. Instrumento de medición</b>	: MOLDE PROCTOR MODIFICADO 6"	
<b>Marca</b>	: RUMISTONE	
<b>Modelo</b>	: R-MPM15	
<b>Número de serie</b>	: LC-010173	
<b>Ubicación</b>	: Laboratorio de longitud y masa Terraservice	
<b>Fecha de Calibración</b>	: 09/09/2021	
<b>Partes del Equipo</b>	:	
A) Collar de extensión		
B) Molde		
C) Plato base		
<b>3. Información de Verificación</b>		
<b>Procedimiento</b>	: Determinación de medidas del molde por el método de "Medición Lineal". Comparación de resultados	
<b>Observaciones</b>	: El certificado calibración del equipo tiene una duración de 12 meses contados desde la fecha de calibración. Los datos obtenidos característicos del molde (altura, diámetro, volumen), fueron comparados según los requerimientos de la norma ASTM D 1557.	
<b>4. Lugar de Calibración</b>		
	Terraservice Laboratorio Perú S.R.L. Jr. Andahuaylas N° 477 San Martín de Porres - Lima	

 01 323 9468  
 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207  
 JR. Andahuaylas N° 477  
San Martín de Porres - Lima  
RUC: 20603356781  
www.terraservicelaboratorioperu.com

5. Determinación de la altura del molde

N°	1	2	3
Altura (mm)	116.8	116.85	116.8

Altura Promedio

Media(mm)	116.8
Desv. Estand.	0.028868
Coef. Variación	0.000247

6. Determinación del diámetro del molde

PARTE DEL EQUIPO	1	2	3	4
Superior	152.2	152.2	152.0	152.2
Inferior	152.3	152.3	152.3	152.3

Diámetro Superior Promedio (d1)

Media(mm)	152.2
Desv. Estand.	0.103763
Coef. Variación	0.000682

Diámetro Inferior Promedio (d2)

Media(mm)	152.3
Desv. Estand.	0.020000
Coef. Variación	0.000131

7. Determinación del volumen del molde

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_1 + d_2)^2}{(16)(10)^3}$$

V	(cm³)	:	2126
---	-------	---	------

8. Parámetro de control molde

Parámetro	Laboratorio	ASTM D 698
Altura (mm)	116.8	116.4 ± 0.5 mm
Diámetro Sup. (mm)	152.2	152.4 ± 0.7 mm
Diámetro Inf. (mm)	152.3	
Volumen (cm3)	2126	2124 ± 25 cm³
Altura del Collar de Extensión (mm)	55.3	≥ 50.8
Peso del molde (g)	2878	No indica

Conclusión:

Del ensayo realizado al Molde Proctor Modificado S, se obtuvo que la altura tiene una medida de 116.8 mm, el diámetro superior de 152.2 mm, diámetro inferior 152.3 mm, volumen de 2126 cm³, la altura del collar de extensión de 55.3 mm y el molde tiene una masa de 2,878g. Por ello, afirmamos que los valores calculados del equipo de la marca RUMSTONE cumple con lo establecido por la norma ASTM D 698.

☎ 01 323 9468

📞 938 385 323 / 980 668 972 / 997 526 207

📍 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com



## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° MPM - 963 - 2021

Página: 1 de 2

**Expediente** : TLPB-00200821-000045  
**Fecha de Emisión** : 09/09/2021  
**1. Solicitante** : GEO TERRA E.I.R.L  
**RUC** : 20608018779  
**2. Instrumento de medición** : MARTILLO COMPACTADOR PARA PROCTOR MODIFICADO  
**Marca** : RUMISTONE  
**Modelo** : R-MCPM21  
**Número de serie** : LC-010172  
**Ubicación** : Laboratorio de longitud y masa terraservice  
**Fecha de Calibración** : 09/09/2021  
**Partes del Equipo** :  
A) Martillo

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

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

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



### 3. Información de verificación

**Procedimiento** : Determinación de medidas del molde por el método de "Medición Lineal".  
Comparación de resultados

**Observaciones** : El certificado calibración del equipo tiene una duración de 12 meses contados desde la fecha de calibración.

Los datos obtenidos característicos del molde (distancia caída libre, masa), fueron comparados según los requerimientos de la norma ASTM D 1557.

### 4. Lugar de Calibración

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L  
Jr. Andahuaylas #477  
San Martín de Porres - Lima

☎ 01 323 9468  
☎ 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207  
📍 JR. Andahuaylas N°477  
San Martín de Porres - Lima  
RUC: 20603356781  
www.terraservicelaboratorioperu.com



5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18.6	19
Humedad Relativa	73%	72%

6. Determinación de la distancia de caída libre

N°	1	2	3
Distancia (mm)	458.50	458.55	458.50

Distancia caída libre promedio

Media(mm)	458.52
Desv. Estand.	0.028868
Coef. Variación	0.000063

7. Determinación de la masa del martillo

N°	1	2	3	4
Masa (kg)	4.54	4.55	4.55	4.55

Masa del martillo compactador proctor modificado

Media(mm)	4.55
Desv. Estand.	0.005000
Coef. Variación	0.001100

8. Parámetro de control martillo

Parámetro	Laboratorio	ASTM D698
Distancia caída libre (mm)	458.5	457.2 ± 1.6 mm
Masa (kg)	4.55	4.54 ± 0.01 kg

Conclusión:

Del ensayo realizado se determina que el Martillo Compactador Proctor Modificado tiene una distancia de caída libre de 458.5 mm y su masa es de 4.55 kg. Por ello, se afirma que el equipo de la marca RUMISTONE cumple con las indicaciones de la norma ASTM D698

Martillo Especificación según norma ASTM D 1557.

Aparatos

5.2 La cara golpeante del pisón deberá ser plana y circular.

Nota 3 - Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos o libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa ó 0.4536 kg ó 1N es igual a 0.2248 libras-masa ó 0.1020 kg.

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° CDC-822-2021

Página: 1 de 3

**Expediente** : TLPB-00200821-000045  
**Fecha de Emisión** : 09-09-2021  
**1. Solicitante** : GEO TERRA E.I.R.L.  
**RUC** : 20608018779  
**2. Instrumento de Medición** : CONO DE DENSIDAD DE ACERO INOX 6 1/2"  
**Marca** : RUMISTONE  
**Modelo** : CDB1013  
**Número de serie** : LC-010179  
**Procedencia** : PERÚ  
**Identificación** : NO IDENTIFICA  
**Ubicación** : Laboratorio de longitud de Terraservice  
**Fecha de Calibración** : 09-09-2021

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

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

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Método de Verificación

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Ensayo para determinar la densidad de los suelos por el método del cono de arenas MTC E 117 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 1556 "Standard Test Method for Density and unit weight of soil in place by the sand - cone method"

### 4. Lugar de Calibración

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L  
Jr. Andahuaylas N° 477  
San Martín de Porres - Lima

☎ 01 323 9468  
☎ 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207  
📍 JR. Andahuaylas N°477  
San Martín de Porres - Lima  
RUC: 20603356781  
[www.terraservicelaboratorioperu.com](http://www.terraservicelaboratorioperu.com)



**5. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	18.1	18.2
Humedad Relativa	73%	72%

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia	Vernier de 450mmx0,02mm	TC - 05681-2021 / INACAL

**7. Observaciones**

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

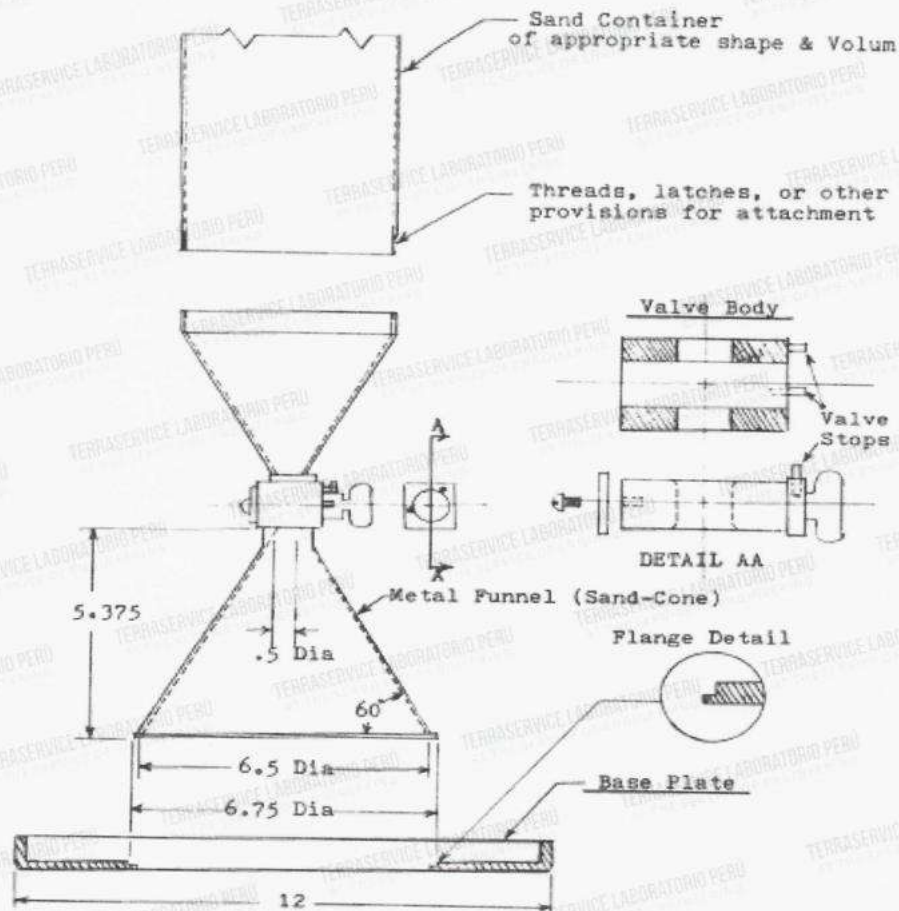
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

Diámetro Interior (mm)	165.5	165.4	165.5	165.4
Diámetro Exterior (mm)	171.5	171.5	170.5	171.5

Diámetro promedio medido (mm)	Incertidumbre Absoluta (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
165.5	0.01	1.00

Valor Aceptado	$165,4 \pm 0,1 \text{ mm}$
----------------	----------------------------



NO SCALE

Metric Equivalents	
in.	mm
.5	12.5
5.375	136.5
6.5	165.1
6.75	171.5
12	304.8

**Observaciones:**

Mediante el cálculo de las medidas del equipo como de densidad se determina que su diámetro interior promedio es de 165.5 mm, al compararlo con el valor aceptado se encuentra dentro del rango de la medida establecida por las normas ASTM D 1556.

☎ 01 323 9468  
 📞 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207  
 📍 JR. Andahuaylas N°477  
 San Martín de Porres - Lima  
 RUC: 20603356781  
 www.terraservicelaboratorioperu.com



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CHS - 0419 - 2021

Página: 1 de 2

**Expediente** : TLPB-00200821-000045

**Fecha de Emisión** : 09/09/2021

**1. Solicitante** : GEO TERRA E.I.R.L

**Dirección** : A.H. CIUDAD HUMANIDAD TOTORANI MZA. I LOTE. 12 A1KM DEL PENAL PUNO-PUNO-PUNO

**RUC** : 20608018779

**2. Instrumento de Medición** : HUMEDÓMETRO (SPEEDY)

**Marca** : RUMISTONE

**Modelo** : HSR18

**Número de serie** : LC-010212

**Alcance de Indicación Max.** : 20 % HR

**Procedencia** : PERÚ

**Identificación** : NO INDICA

**Lugar de Calibración** : Laboratorio de presión Terraservice

**Fecha de Calibración** : 09/09/2021

### 3. Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó utilizando patrones con trazabilidad de INACAL, mediante el método de comparación indirecta, empleando una muestra de humedad de referencia.

### 4. Observaciones

\* Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO"

\* La calibración se realizó con 26 gramos de muestra.

\* Se verificó y ajustó la balanza digital de 500 gramos identificada con LC-010020

\* El resultado de cada uno de las mediciones, en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento, son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no deben usarse como certificado de conformidad de producto.

\* TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.


\* El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación, mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales.

\* El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


(\*) Código asignado por TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L

### 5. Lugar de Calibración

Laboratorio de Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.  
Jr. Andahuaylas #477

 01 323 9468 San Martín de Porres - Lima

 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207

 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com





**6. Trazabilidad**

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

TRAZABILIDAD	MARCA	Certificado de Calibración
TC - INACAL	Manómetro análogo NOUVA FIMA (0 - 60 PSI)	TC - 18062 - 2020
OIML	PESAS PATRÓN CLASE F1	WJ - 7737

**7. Temperatura y Humedad Relativa**

	Inicial	Final
Temperatura	19.3	19.3
Humedad Relativa	72%	72%

**8. Resultados**

Humedad Patrón (%)	Humedad de Indicación del Instrumento %	Humedad Error %	Humedad Incertidumbre %
5.00	5.0	0.00	0.00
10.00	10.0	0.00	0.00
15.00	15.0	0.00	0.00
18.00	18.0	0.00	0.00

**9. Incertidumbre**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G 1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estandar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° CCG – 201 – 2021

Página: 1 de 3

**Expediente** : TLPB-00200821-000045

**Fecha de emisión** : 9/09/2021

**1. Solicitante** : GEO TERRA E.I.R.L

**RUC** : 20608018779

**2. Descripción del Equipo** : COPA CASA GRANDE CON CONTADOR DE GOLPE

**Marca** : RUMISTONE

**Modelo** : CGR1096

**Serie** : LC-010174

**Sistema** : Manual

### 3. Lugar de Calibración

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.  
Jr. Andahuaylas #477  
San Martín de Porres - Lima

### 4. Trazabilidad

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

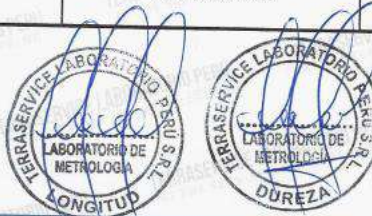
El instrumento está compuesto de un casquete esférico de metal, fijado en el borde a un dispositivo que mediante la operación de una manivela produce la elevación del casquete y su subsecuente caída, produciendo así un choque controlado contra una base. El terreno mezclado uniformemente con agua es colocado en la parte del casquete metálico opuesta al punto fijo y se le da forma con una plantilla que deja en el centro una ranura uniforme. A cada vuelta de la manivela se produce un golpe en el casquete, que tiende a hacer deslizar el suelo ya húmedo juntando los bordes de la ranura. El equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L 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.

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Pie de rey	Vernier INSIZE Div. Esc. 0,020 / 0 mm a 450 mm	TC - 05681 - 2021 INACAL
Durómetro tipo D	Durometro REX GAUGE CO. Div. Esc. 1 /0 shore D a 90 shore D	RD - 0118171
Resilience Test	HUMBOLDT Resilience Test / 0 % a 100%	-

☎ 01 323 9468  
📞 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207  
📍 JR. Andahuaylas N°477  
San Martín de Porres - Lima  
RUC: 20603356781  
[www.terraservicelaboratorioperu.com](http://www.terraservicelaboratorioperu.com)



5. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18.5	18.6
Humedad Relativa	72%	72%

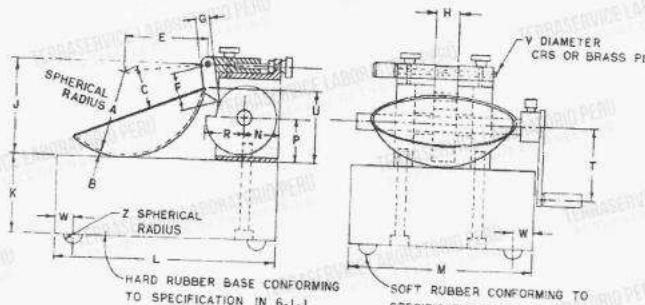
RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

CONJUNTO DE LA CASUELA									
Dimensiones (ASTM D4318)	A			B			C		
Descripción	Radio de la copa			Espesor de la copa			Profundidad de la copa		
Medida (mm)	54			2			27		
Tolerancia (mm)	+ 0,5			+ 0,1			+ 0,5		
Medida del Equipo (mm)	53.60	53.60	53.60	2.00	2.00	2.00	26.64	26.64	26.64
Promedio (mm)	53.60			2.0			26.64		
Insertidumbre absoluta (mm)	0.00			0.00			0.00		

DIMENSIONS

LETTER	A <sup>a</sup>	B <sup>a</sup>	C <sup>a</sup>	E <sup>a</sup>	F	G	H	J <sup>a</sup>	K <sup>a</sup>	L <sup>a</sup>	M <sup>a</sup>
MM	54	2	27	56	32	10	16	60	50	150	125
	± 0.5	± 0.1	± 0.5	± 2.0				± 1.0	± 2.0	± 2.0	± 2.0
LETTER	N	P	R	T	U <sup>a</sup>	V	W	Z			
MM	24	28	24	45	47	3.8	13	6.5			
					± 1.0						

<sup>a</sup> ESSENTIAL DIMENSIONS



CAM ANGLE DEGREES	CAM RADIUS
0	0.742 R
30	0.753 R
60	0.764 R
90	0.773 R
120	0.784 R
150	0.796 R
180	0.818 R
210	0.854 R
240	0.901 R
270	0.945 R
300	0.974 R
330	0.995 R
360	1.000 R

FIG. 1 Hand-Operated Liquid Limit Device

Fig. 1 Fuente : ASTM D4318

☎ 01 323 9468  
 📠 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207  
 📍 JR. Andahuaylas N°477  
 San Martín de Porres - Lima  
 RUC: 20603356781  
 www.terraservicelaboratorioperu.com



BASE												
Dimensiones (ASTM D4318)	U			K			L			M		
Descripción	Medida desde el hombro de la copa hasta la base			Espesor			Largo			Ancho		
Medida (mm)	47			50			150			125		
Tolerancia (mm)	+ - 1,0			+ - 2,0			+ - 2,0			+ - 2,0		
Medida del Equipo (mm)	47.5	47.5	47.5	50.62	50.62	50.62	151	151	151	126	126	126
Promedio (mm)	47.50			50.62			151.00			126.00		
Insertidumbre absoluta (mm)	0.00			0.00			0.00			0.00		

ENSAYO DE RESILIENCIA (%)			
ENSAYO	85	86	86
PROMEDIO	85.67		
INSERTIDUMBRE ABSOLUTA	0.58		

\*LA RESILIENCIA DE REBOTE DEBE ENCONTRARSE EN EL RANGO DE 77% A 90%

ENSAYO DE DUREZA (SHORE TIPO A)			
ENSAYO	58.13	57.85	57.95
PROMEDIO	58		
INSERTIDUMBRE ABSOLUTA	0.14		

\* SHORE TIPO A ES LA DUREZA DEL PIE DE GOMA (SOPORTA LA BASE) NO MAYOR A 60.

ENSAYO DE DUREZA (SHORE TIPO D)			
ENSAYO	89	90	90
PROMEDIO	90		
INSERTIDUMBRE ABSOLUTA	0.58		

\* SHORE TIPO D ES LA DUREZA DE LA BASE QUE COMPRENDE SU DUREZA DE 80 A 90.

CUADRO DE RESUMEN	CUMPLE	NO CUMPLE
RESILIENCIA %	X	
DUREZA TIPO A	X	
DUREZA TIPO D	X	

**CALIBRADO DE LOS EQUIPOS:**

Una vez se dispone del equipo necesario y previamente a realizar los ensayos, se debe comprobar el buen estado de todos los elementos que van a emplearse.

**LA COPA DE CASAGRANDE:**

• Debe estar limpia y en buen funcionamiento.

• La zona de la base en la que golpea la cuchara no debe presentar una huella con un diámetro superior a 10 mm.

• Debe estar firmemente enganchada al soporte de sujeción. Debiéndose sustituir cuando el acanalador hubiera formado huella de más de 0,1 mm.

• El pivote del gancho de suspensión no debe estar desgastado hasta tal punto que permita un movimiento lateral de más de 3,0 mm en el punto más bajo y si la cuchara cae antes de que el gancho de suspensión pierda el contacto con la leva, ésta se deberá sustituir.

**EL ACANALADOR DE CASAGRANDE:**

• Se debe verificar frecuentemente y regularmente con el objetivo de verificar su desgaste, ya que dependiendo del tipo de suelos puede sufrir un mayor desgaste.

• Cuando no se cumplan las dimensiones especificadas anteriormente dicho acanalador se desechará.

• La altura de caída de la cuchara debe ajustarse de forma que el punto de contacto con la base, fácilmente localizable a simple vista en la cuchara por formarse una mancha más brillante a causa de los golpes, caiga desde una altura de 10 mm ± 0.05 mm.

• Normalmente dicha comprobación se realiza mediante un patrón que suelen llevar los acanaladores en la parte posterior.

☎ 01 323 9468

☎ 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207

📍 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 37.52**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 37.63**

**MESH N° : 1 1/2 "**

**SERIE N° : LC - 010323**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE



**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 25.51**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 25.76**

**MESH N° : 1"**

**SERIE N° : LC - 010057**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE



**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 12.49**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 12.88**

**MESH N° : 1/2**

**SERIE N° : LC - 010262**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 6.30**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 6.50**

**MESH N° : 1/4 "**

**SERIE N° : LC - 010273**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

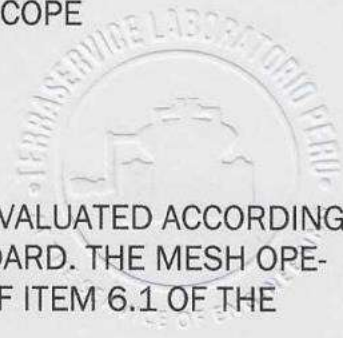
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE







**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 63.36**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 56.87**

**MESH N° : 2 1/2 "**

**SERIE N° : LC - 010332**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

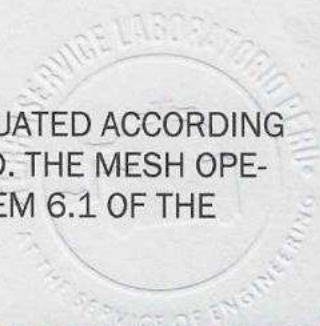
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

**THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE**





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 49.51**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 51.49**

**MESH N° : 2 "**

**SERIE N° : LC - 010096**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

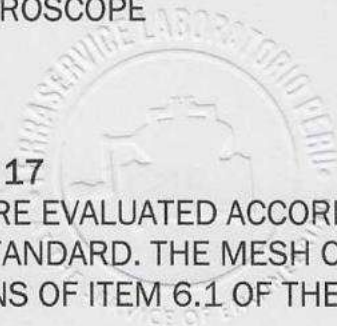
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 62.10**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 64.87**

**MESH N° : 3 "**

**SERIE N° : LC - 010339**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 19.01**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 19.48**

**MESH N° : 3/4 "**

**SERIE N° : LC - 010566**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

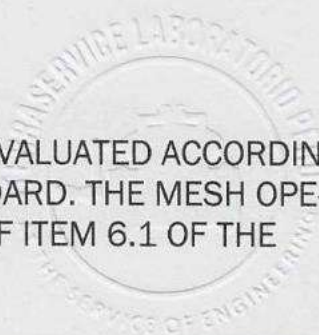
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

**THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE**





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 19.01**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 19.48**

**MESH N° : 3/4 "**

**SERIE N° : LC - 010058**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

**THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE**



**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 9.51**

**MAXIMUM APERTURA (mm) : 9.79**

**MESH N° : 3/8 "**

**SERIE N° : 2106183751**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE WIRE DIAMETER COMPLIES WITH WHAT IS ESTABLISHED IN NUMERAL 6.2 OF ASTM E11-17.





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 4.75**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 4.90**

**MESH N° : 4**

**SERIE N° : 210618401**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

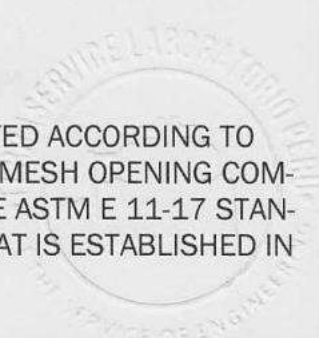
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE WIRE DIAMETER COMPLIES WITH WHAT IS ESTABLISHED IN NUMERAL 6.2 OF ASTM E11-17.





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 3.35**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 3.46**

**MESH N° : 6**

**SERIE N° : LC - 010276**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

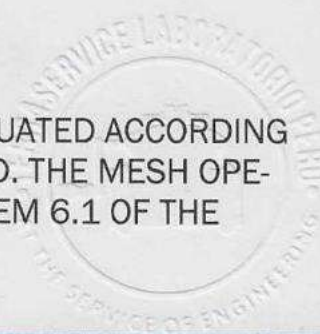
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

**THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE**







**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 2.36**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 2.44**

**MESH N° : 8**

**SERIE N° : LC - 010493**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

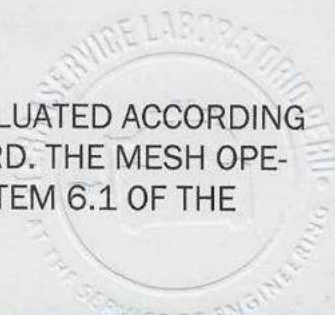
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

**THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE**





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 2.00**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 2.07**

**MESH N° : 10**

**SERIE N° : 210618102**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

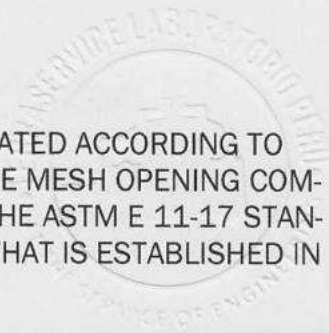
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE WIRE DIAMETER COMPLIES WITH WHAT IS ESTABLISHED IN NUMERAL 6.2 OF ASTM E11-17.





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 1.14**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 1.22**

**MESH N° : 16**

**SERIE N° : 210618162**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

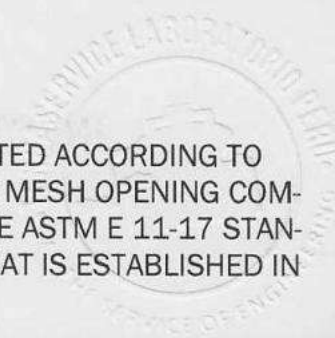
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE WIRE DIAMETER COMPLIES WITH WHAT IS ESTABLISHED IN NUMERAL 6.2 OF ASTM E11-17.





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 0.82**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 0.88**

**MESH N° : 20**

**SERIE N° : LC - 010180**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

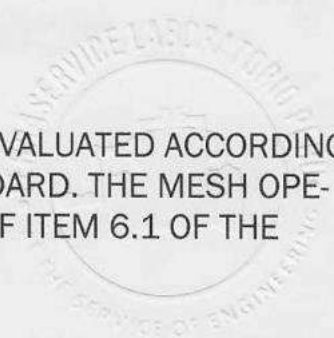
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

**THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE**





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 0.58**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 0.62**

**MESH N° : 30**

**SERIE N° : LC - 010471**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 0.41**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 0.44**

**MESH N° : 40**

**SERIE N° : LC - 010050**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE



**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 0.29**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 0.31**

**MESH N° : 50**

**SERIE N° : LC - 010102**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

**THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE**





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 0.24**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 0.26**

**MESH N° : 60**

**SERIE N° : LC - 010128**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

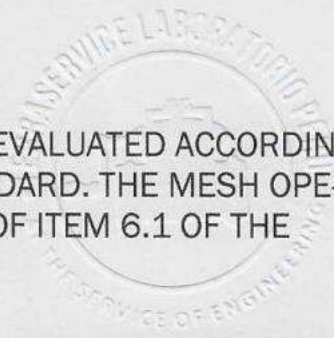
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE







**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 0.14**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 0.16**

**MESH N° : 100**

**SERIE N° : 2106181002**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

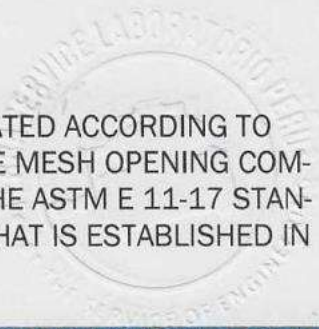
**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE WIRE DIAMETER COMPLIES WITH WHAT IS ESTABLISHED IN NUMERAL 6.2 OF ASTM E11-17.





**RUMISTONE**

**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 0.075**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 0.080**

**MESH N° : 200**

**SERIE N° : 2106182002**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE WIRE DIAMETER COMPLIES WITH WHAT IS ESTABLISHED IN NUMERAL 6.2 OF ASTM E11-17.



**CERTIFICADO OF COMPLIANCE**

**AVERAGE APERTURA (mm) : 0.075**

**MAXIMUN APERTURA (mm) : 0.080**

**MESH N° : 200**

**SERIE N° : 210618L2002**

**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

**TRACEABILITY**

**CALIBRATION PATTERN : DIGITAL MICROSCOPE**

**BRAND: INSIZE ISMMPM200SA**

**SERIAL : PMZ000005645**

**ASTM E 11 - 17**

THE DIMENSIONS OF THE FRAME WERE EVALUATED ACCORDING TO ITEM 6.3 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE MESH OPENING COMPLIES WITH THE PROVISIONS OF ITEM 6.1 OF THE ASTM E 11-17 STANDARD. THE WIRE DIAMETER COMPLIES WITH WHAT IS ESTABLISHED IN NUMERAL 6.2 OF ASTM E11-17.

**Anexo 9. Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes**

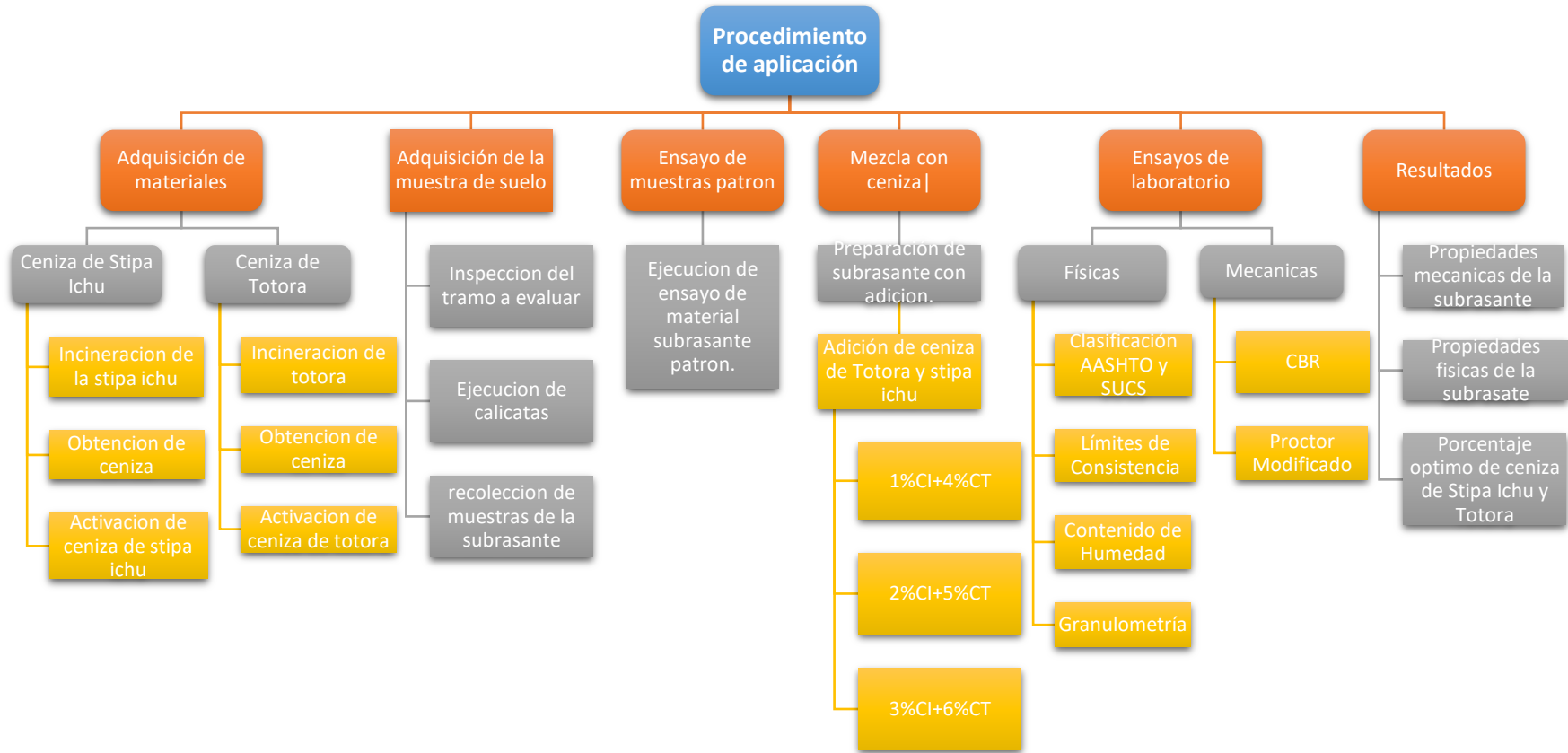
Autor	País	Material	Dosificación	Índice de plasticidad (%)	Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad (%)	CBR al 95% de la MDS (%)
Andaluz (2022)	Ecuador	Ceniza de cáscara de arroz	SN		1.241	31.9	7.80
			SN+1%CCA		1.234	32.5	9.20
			SN+3%CCA		1.222	33.1	10.20
			SN+5%CCA		1.219	34.7	11.50
			SN+8%CCA		1.178	35.0	12.10
Yadav et al. (2017)	India	Ceniza de cascarilla de arroz	SN	36.06			
			SN+2.5%CCA	35.20			
			SN+5%CCA	35.06			
			SN+7.5%CCA	34.87			
			SN+10%CCA	34.52			
			SN+12.5%CCA	34.49			
Calero (2021)	Perú	Ceniza de bagazo de caña	SN	9.82	1.982	12.6	14.87
			SN+4%CBC	9.81	1.997	13.2	14.7
			SN+6%CBC	9.77	2.011	13.5	16.6
			SN+8%CBC	9.75	2.020	13.3	16.4
Dioses (2021)	Perú	Ceniza de cáscara de arroz	SN	30.37	1.56	31.62	13.21
			SN+7%CCA	26.28	1.49	30.11	20.75
			SN+14%CCA	24.45	1.56	31.58	24.11
			SN+21%CCA	24.15	1.59	24.42	25.75
Machaca (2022)	Perú	Ceniza del sistema radicular de totora	SN	18	1.805	14.8	1.5
			SN+2%CSRT	15	1.766	16.93	4.8
			SN+4%CSRT	10	1.694	17.30	10.5
			SN+6%CSRT	9	1.656	17.85	16.6
Kishor, Singh y Srivastava (2021)	India	Ceniza de cáscara de arroz	SN		2.07		3.20
			SN+5%CCA		2.06		9.49
			SN+10%CCA		2.04		13.96
			SN+15%CCA		2.01		15.57
			SN+20%CCA		1.99		25.31
			SN+25%CCA		1.96		33.57
			SN+30%CCA		1.92		18.68
Harun et al. (2019)	Bangladesh	Ceniza de Bagazo	SN		1.88	13.5	6.63
			SN+2.5%CB		1.86	14.16	10.78

			SN+5%CB		1.84	14.62	12.44
			SN+7.5%CB		1.83	14.8	13.21
			SN+10%CB		1.81	15.13	13.87
			SN+12.5%CB		1.80	15.26	13.42
Ormeño (2020)	Perú	Ceniza de cáscara de arroz	SN		1.694	10.6	4.3
			SN+10%CCA		1.671	15.8	15.40
			SN+10%CCA		1.608	17.5	18.90
			SN+10%CCA		1.550	19.10	20.70
Ojeda, Mendoza y Baltazar (2018)	México	Ceniza de bagazo de caña de azúcar	SN		1.300	21.1	92.5
			SN+25%CBCA		1.348	22.2	95.0
			SN+50%CBCA		1.345	22.0	142.0
			100%CBCA		1.328	21.5	34.0
Goñas y Saldaña (2020)	Perú	Cenizas de carbón	SN	24	1.449	18.2	2.1
			SN+15%CC	21	1.457	19.1	2.5
			SN+20%CC	19	1.487	21.5	3.1
			SN+25%CC	16	1.494	24.7	3.6

### Dosificaciones para este estudio

<b>Muestra patrón</b>	100% suelo natural
<b>1ra dosificación</b>	1% ceniza de stipa ichu + 4% ceniza de totora
<b>2da dosificación</b>	2% ceniza de stipa ichu + 5% ceniza de totora
<b>3ra dosificación</b>	3% ceniza de stipa ichu + 6% ceniza de totora

**Anexo 10. Procedimiento de aplicación**



## Anexo 11. Análisis de costos unitarios

### ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Análisis de costo unitario de estabilización con cenizas de stipa ichu y totora (con la dosificación óptima de 2%CI+5%CT)

#### Datos iniciales

Densidad seca máxima	gr/cm <sup>3</sup>	2.0198
Peso específico de la ceniza	gr/cm <sup>3</sup>	2.40
Peso específico del agua	gr/cm <sup>3</sup>	1.00

#### Cálculo de cantidades

Análisis para 6000 gramos de muestra		
Peso de la muestra de suelo	gr	6000
Peso de % óptimo de ceniza (2%CI+5%CT)	gr	420
Peso del agua (6.9%)	gr	414
Peso total para 6000 gr	gr	6834

#### Hallando peso bruto para 1000 gramos del peso total

Análisis para 1000 gramos de peso				
Muestra de suelo	gr	6834	6000	x = 877.96
		1000	x	
Cenizas de stipa ichu y totora	gr	6834	420	x = 61.46
		1000	X	
Agua	gr	6834	414	x = 60.58
		1000	x	

#### Dividiendo cada componente entre su densidad para la obtención del volumen

Análisis en volumen		
Muestra de suelo	cm <sup>3</sup>	434.68
Cenizas de stipa ichu y totora	cm <sup>3</sup>	25.61
Agua	cm <sup>3</sup>	60.58
Volumen total	cm <sup>3</sup>	520.87

### Cantidad de cada insumo por metro cúbico

Análisis para un metro cúbico				
Muestra de suelo	m3	434.38	520.87	x=0.83
		x	1	
Cenizas de stipa ichu y totora	m3	25.61	520.87	x=0.05
		x	1	
Agua	m3	60.58	520.87	x=0.12
		x	1	

Para el análisis de costo, los insumos: cenizas de stipa ichu, ceniza de totora y agua, donde las cenizas estarán en kilogramos y el agua en metros cúbicos.

Cenizas de stipa ichu y totora	Kg	2400	1	x = 120 Kg
		x	0.05	

### Resumen

Resumen de dosificación por un metro cúbico		
Muestra de suelo	m3	0.83
Cenizas de stipa ichu y totora	Kg	120
Agua	m3	0.12

Adicionando porcentaje de desperdicio (7% de acuerdo a CAPECO)

Adicionando porcentaje de desperdicio (7%) Fuente: CAPECO		
Muestra de suelo	m3	0.89
Cenizas de stipa ichu y totora	Kg	128.4
Agua	m3	0.13

**Para realizar el análisis de costo unitario, se tomará la unidad de m<sup>2</sup>, entonces las cantidades serán:**

Se analizó para un metro cuadrado asumiendo un espesor de 30 centímetros		
Volumen de la capa analizada	m3	0.30
Ancho	m	1.00
Largo	m	1.00
Espesor	m	0.30



Entonces las cantidades por metro cuadrado son:

Muestra de suelo	m3	0.27
Cenizas de stipa ichu y totora	Kg	38.52
Agua	m3	0.04

Una vez calculado la cantidad de cada materia, se realizó el análisis de costo unitario considerando los tres insumos de una partida (mano de obra, materiales y equipos).

#### Análisis de costos unitarios con cenizas de stipa ichu y totora

Partida	001.A	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE ESTABILIZADO CON CENIZAS DE STIPA ICHU Y TOTORA					
Rendimiento	M2/DÍA	MO. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por: M2			25.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	OPERARIO	HH	0.5000	0.0025	18.44	0.05	
0147010004	PEON	HH	4.0000	0.0755	12.98	0.98	
							<b>1.03</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.22	0.06	
0349030046	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T	HM	1.0000	0.0189	135.08	2.55	
0349090001	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	HM	1.0000	0.0189	187.97	3.55	
0349006002	CAMIÓN CISTERNA (2500 GLNS)	HM	1.0000	0.0189	101.69	1.92	
							<b>8.08</b>
<b>Materiales</b>							
930101930306	CENIZAS DE STIPA ICHU Y TOTORA	KG		38.5200	0.40	15.41	
930101130101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0400	17.94	0.72	
							<b>16.13</b>

## Anexo 12. Reporte de similitud Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
 ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&student\_user=1&ip=1862099105&u=1133823523&ip=1

feedback studio FERMIN MARCOS CCALLO MAMANI ENTREGA FINAL DPI 21-11-2022 ANTIPLAGIO.docx

**Resumen de coincidencias**

**21 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias:

1	Entregado a Universida...	8 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	7 %
3	hdl.handle.net	1 %
4	M. Webster, K.R. Mudd...	<1 %
5	es.scribd.com	<1 %
6	repositorio.unap.edu.pe	<1 %
7	repositorio.uojm.edu.pe	<1 %
8	repositorio.usp.edu.pe	<1 %
9	repositorio.uta.edu.ec	<1 %
10	documentop.com	<1 %
11	repositorio.ujont.edu.pe	<1 %

Página: 1 de 83    Número de palabras: 18662    Versión solo texto del informe    Alta resolución    Activado

Feedback Studio - Google Chrome  
 ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1133823523&lang=es&student\_user=1&ip=1862099105

feedback studio FERMIN MARCOS CCALLO MAMANI DPI FERMIN PRELIMINAR turnitin ESPAÑOL.es.en.pdf

Preparando la

**Resumen de coincidencias**

**9 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias:

1	repositorio.ucv.edu.pe	3 %
2	hdl.handle.net	1 %
3	M. Webster, K.R. Mudd...	<1 %
4	Entregado a New Jerse...	<1 %
5	article.journalofcivileng...	<1 %
6	link.springer.com	<1 %
7	Geoff Hewitt, Jim Allen...	<1 %

Página: 1 de 83    Número de palabras: 22159    Versión solo texto del informe    Alta resolución    Activado

Anexo 13. Normativa



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA CE.010**  
**PAVIMENTOS URBANOS**



LIMA – PERÚ  
2010

PUBLICACIÓN OFICIAL



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles



## MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016



---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 339.128  
1999 (revisada el 2019)

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

## SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico

SOILS. Test method for granulometric analysis

**2019-10-09**  
**1ª Edición**

R.D. N° 022-2019-INACAL/DN. Publicada el 2019-10-24

Precio basado en 23 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Análisis granulométrico, granulometría

© INACAL 2019

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.127  
1998**

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle De La Prosa 138. San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima-Perú

**SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido  
de humedad de un suelo**

Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock

**1998-11-25  
1ª Edición**

---

R.0062-98/INDECOPI-CRT.Pública el 98-12-12

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.:93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Suelo, método de ensayo, contenido de humedad, humedad

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 339.129  
1999

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle De la Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

## SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

SOILS. Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

**1999-12-15**  
**1ª Edición**

R. 0077-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 2000-01-26

Precio basado en 27 páginas

I.C.S: 93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: símbolos, unidades, terminologías, definiciones

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.145  
1999**

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima-Perú

---

## **SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio**

SOILS. Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils

**1999-12-29  
1ª Edición**

R.0086-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 2000-01-26

Precio basado en 18 páginas

I.C.S.: 93.020

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: Descriptores: Relación de Soporte de California, Subrasante, Sub-base, Base, Resistencia del suelo, Diseño de Pavimento, Ensayos de aceptación, capacidad de soporte, evaluación de materiales, Valor Relativo de Soporte, Curva

PARA USO EXCLUSIVO DE CONSTRUCCIONES E COMERCIO GAMARGO CORREA S.A. SUCURSAL PERÚ



---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339-141  
1999**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle De la Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del  
suelo en laboratorio utilizando una energía modificada  
(2,700 kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**

SOILS. Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000  
ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))

**1999-12-29  
1ª Edición**

R. 0086-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 2000-01-26

Precio basado en 30 páginas

I.C.S. 93.020

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Suelos, metodos de ensayo, compactación del suelo, energía modificada

**Anexo 14. Panel fotográfico**



**Imagen 01:** Delimitación y marcación de nuestra calicata N°1



**Imagen 02:** Delimitación y marcación de nuestra calicata N°2



**Imagen 03:** Delimitación y marcación de nuestra calicata N°3



**Imagen 04:** Sondeo de la calicata N°1



**Imagen 05:** Sondeo de la calicata N°2



**Imagen 06:** Sondeo de la calicata N°3



**Imagen 07:** Recolección de totora



**Imagen 08:** Recolección de totora



**Imagen 09:** Saquillos de totora



**Imagen 10:** Saquillos de totora



**Imagen 11:** Saquillos de totora



**Imagen 12:** Obtención de ceniza de totora



**Imagen 13:** Obtención de ceniza de totora



**Imagen 14:** Obtención de ceniza de totora



**Imagen 15:** Obtención de ceniza de totora



**Imagen 16:** Obtención de ceniza de totora



**Imagen 17:** Recolección de stipa ichu



**Imagen 18:** Recolección de stipa ichu



**Imagen 19:** Recolección de stipa ichu



**Imagen 20:** Recolección de stipa ichu



**Imagen 21:** Recolección de stipa ichu



**Imagen 22:** Obtención de ceniza de stipa ichu



**Imagen 23:** Obtención de ceniza de stipa ichu



**Imagen 24:** Obtención de ceniza de stipa ichu



**Imagen 25:** Obtención de ceniza de stipa ichu



**Imagen 26:** Obtención de ceniza de stipa ichu



**Imagen 27:** Preparado en porciones para la activación de ceniza de stipa ichu y ceniza de totora



**Imagen 28:** Se calienta la mufla para introducir las muestras para la activación de ambas cenizas



**Imagen 29:** Introducir las porciones para la activación de ambas cenizas tanto stipa ichu y ceniza de totora.



**Imagen 30:** Obtención de muestras de ceniza activada para el enfriamiento de la ceniza tanto stipa ichu y ceniza de totora.



**Imagen 31:** Se obtiene la ceniza activada en el laboratorio.



**Imagen 32:** Se lleva a laboratorio para identificación de sustancias.



**Imagen 33:** Se satura la ceniza activada



**Imagen 34:** Se mezcla homogéneamente la muestra



**Imagen 35:** Se muestrea en la probeta una pequeña porción con resina.



**Imagen 36:** Se obtiene las muestras ya resinadas.



**Imagen 37:** Se realiza el lijado de las muestras circulares.





**Imagen 38:** Se obtiene la muestra de la ceniza de stipa ichu y totora en cada muestra.



**Imagen 39:** Se obtiene las muestras para ser llevado al microscopio en el laboratorio e identificar sus minerales.



**Imagen 40:** Se interna las muestras de las calicatas y de las cenizas para realizar los ensayos de suelos.



**Imagen 41:** Se toma porciones para el contenido de humedad de cada calicata tanto C-1,C-2,C-3.



**Imagen 42:** Se anota el peso húmedo de la C-1 para contenido de humedad.



**Imagen 43:** Se anota el peso húmedo de la C-2 para contenido de humedad.



**Imagen 44:** Se anota el peso húmedo de la C-3 para contenido de humedad.



**Imagen 45:** Se deja secando a la intemperie las muestras.



**Imagen 46:** Se cuartea el material C-1



**Imagen 47:** Se cuartea el material C-2



**Imagen 48:** Se cuartea el material C-3



**Imagen 49:** Pesado de muestra para ensayo (análisis granulométrico) C-1.



**Imagen 50:** Pesado de muestra para ensayo (análisis granulométrico) C-2.



**Imagen 51:** Pesado de muestra para ensayo (análisis granulométrico) C-3.



**Imagen 52:** Preparado de material para ensayo de granulometría y ensayo de límites de consistencia (C-1, C-2, C-3).



**Imagen 53:** Lavado de muestras para el ensayo de análisis granulométrico (C-1, C-2, C-3).



**Imagen 54:** Lavado de muestras para el ensayo de análisis granulométrico (C-1, C-2, C-3).



**Imagen 55:** Secado de muestras para el ensayo de análisis granulométrico (C-1, C-2, C-3).



Imagen 56: Ensayo de granulometría.



Imagen 57: Ensayo de granulometría.



Imagen 58: Ensayo limite liquido

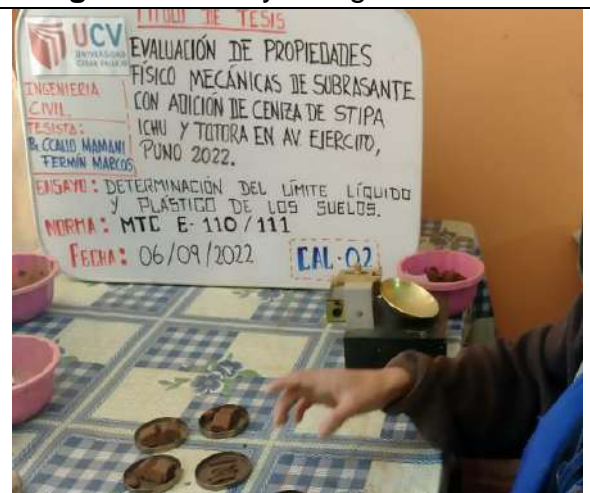


Imagen 59: Ensayo limite liquido

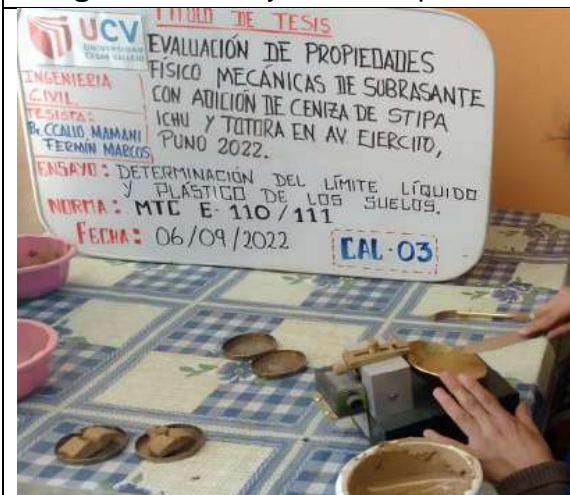
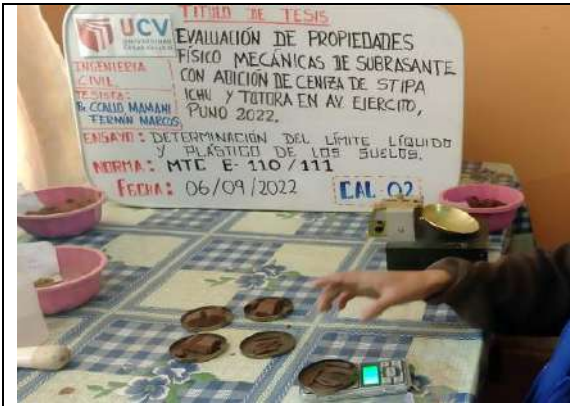


Imagen 60: Ensayo limite liquido



Imagen 61: Ensayo limite plástico



**Imagen 62:** Ensayo limite plástico



**Imagen 63:** Ensayo limite plástico



**Imagen 64:** Preparado de material para Proctor modificado y CBR.



**Imagen 65:** Material para ensayo Proctor modificado.



**Imagen 66:** Material para ensayo CBR.



**Imagen 67:** Proctor modificado C-1



Imagen 68: Proctor modificado C-2



Imagen 69: Proctor modificado C-3



Imagen 70: Ensayo de CBR de nuestras muestras C-1, C-2, C-3.



**Imagen 71:** Análisis granulométrico con adición de ceniza de ambos productos al agregado fino.



**Imagen 72:** ensayo Proctor modificado para C-1 con adición de ambos productos de ceniza.



**Imagen 73:** ensayo Proctor modificado para C-2 con adición de ambos productos de ceniza.



**Imagen 74:** ensayo Proctor modificado para C-3 con adición de ambos productos de ceniza.

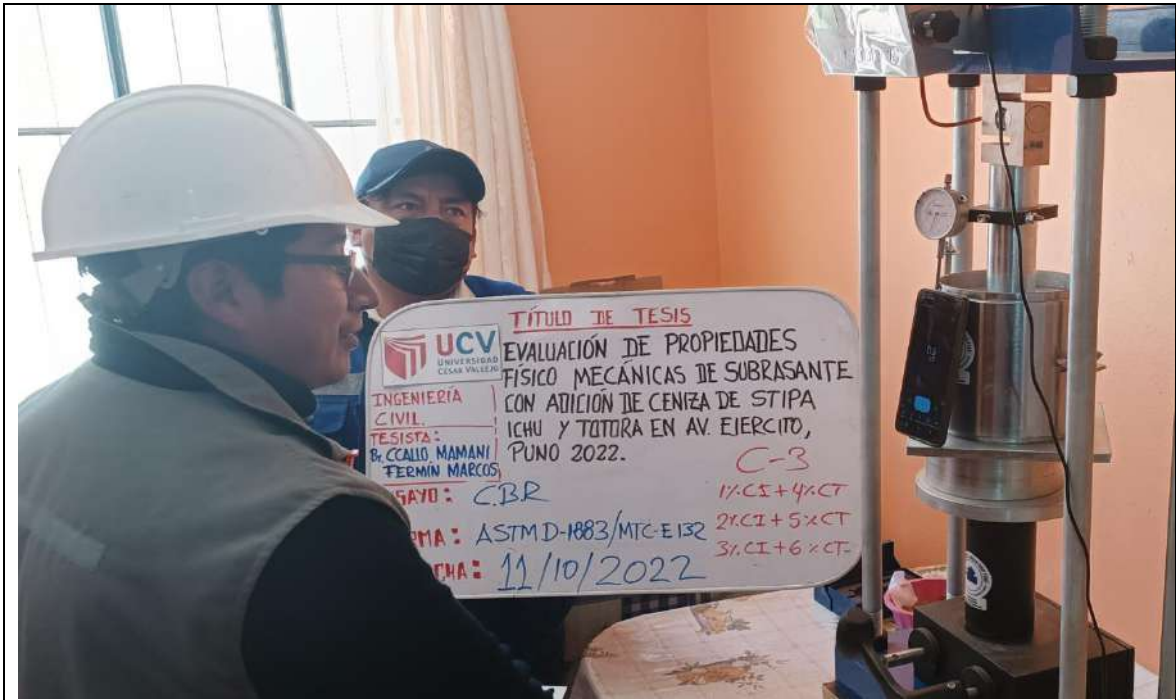




**Imagen 75:** Ensayo CBR para la C-1 con adición de ambos productos según dosificación planteado.



**Imagen 76:** Ensayo CBR para la C-2 con adición de ambos productos según dosificación planteado.



**Imagen 76:** Ensayo CBR para la C-3 con adición de ambos productos según dosificación planteado.

## Anexo 15. Fichas de recolección de datos



### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS (ASTM D2216/ AASHTO T86/MTC E108)

**TÍTULO:** "Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de Stipa Ichu y Tatora en Av. Ejército, Puno 2022"

**ELABORADO:** Ccallo Mamani, Fermin Marcos

**UBICACIÓN:** Departamento de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Puno

**CALICATA:**

**MUESTRA:**

**FECHA:**

DESCRIPCION	UND.	MTRA. -1	MTRA. -2	MTRA. -3	MTRA. -4	PROMEDIO
RECIPIENTE	N°					
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	g					
RECIPIENTE + SUELO SECO	g					
PESO DEL RECIPIENTE	g					
PESO DEL AGUA	g					
PESO DEL SUELO SECO	g					
% DE HUMEDAD	%					

#### OBSERVACIONES

  
 Wilber Ramos Albiaga
   
 INGENIERO CIVIL
   
 CIP 162742

  
 Roger Durán Callo
   
 INGENIERO CIVIL
   
 CIP. 85586

  
 Jorge Luis Zambrano Rojas
   
 INGENIERO CIVIL
   
 CIP. 85283



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422/ ASTM D2487/MTC E204)

TÍTULO: "Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de Stipa Ichu y Totora en Av. Ejército, Puno 2022"

ELABORADO Ccallo Mamani, Fermin Marcos

UBICACIÓN: Departamento de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Puno

CAUCATA: MUESTRA:

FECHA:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MALLA	PESO	%	%	%
PLG	mm	RETENIDO (g)	RETENIDO	ACUMULADO PASANTE
3"	75.00			
2 1/2"	63.00			
2"	50.00			
1 1/2"	38.10			
1"	25.00			
3/4"	19.00			
1/2"	12.50			
3/8"	9.50			
N° 4	4.75			
N° 10	2.00			
N° 20	0.85			
N° 40	0.43			
N° 50	0.30			
N° 100	0.15			
N° 200	0.07			
<200	Fondo			

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)

Símbolo:

Denominación:

CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)

Símbolo:

Denominación:

DATOS DE LA MUESTRA

Peso Total del Suelo

Peso de la Fracción

D60

D30

D10

Cu

Cc

Lim Líquido (ASTM D4318)

Lim Plástico (ASTM D4318)

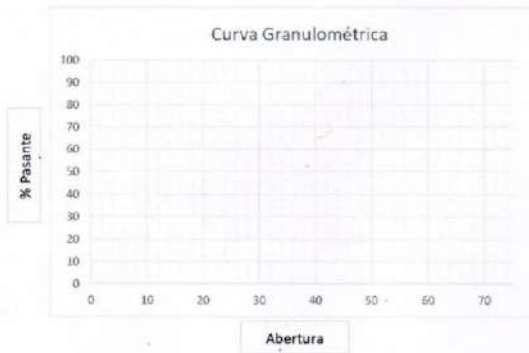
Índice de Plasticidad

% Humedad (ASTM D2216)

GRAVA (%)

ARENA (%)

FINOS (%)



  
 Wilber Ramos Alago  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 162742

  
 Roger Duran Calle  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 88888

  
 Jorge Luis Zambrano Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 85233



LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318/ AASHTO T89/MTC E110, 111)

TÍTULO: "Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de Stipa Ichu y Tatora en Av. Ejército, Puno 2022"

ELABORADO Ccallo Mamani, Fermín Marcos

UBICACIÓN: Departamento de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Puno

CALICATA: MUESTRA:

FECHA:

LÍMITE LÍQUIDO					Observaciones
RECIPIENTE N°	N°				
N° DE GOLPES	N°				
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	g				
RECIPIENTE + SUELO SECO	g				
PESO DEL RECIPIENTE	g				
PESO DE AGUA	g				
PESO DEL SUELO SECO	g				
% DE HUMEDAD	%				

LÍMITE LÍQUIDO					Observaciones
RECIPIENTE N°	N°				
RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	g				
RECIPIENTE + SUELO SECO	g				
PESO DEL RECIPIENTE	g				
PESO DE AGUA	g				
PESO DEL SUELO SECO	g				
% DE HUMEDAD	%				



  
 Wilber Luis Zambrano Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 162742

  
 Roger Durán Callo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 68688

  
 Jorge Luis Zambrano Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 85223



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENSAYO DE PROCTOR (ASTM D1557/ AASHTO T180/ MTC E115)

TÍTULO: "Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de Stipa Ichu y Totora en Av. Ejército, Puno 2022"

ELABORADO Ccallo Mamani, Fermín Marcos

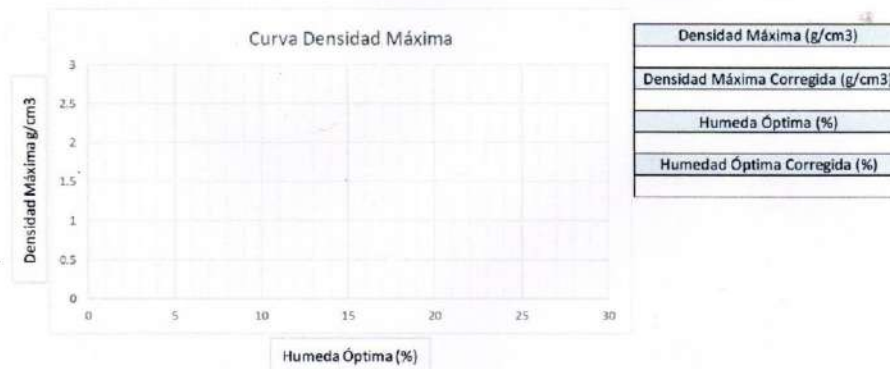
UBICACIÓN: Departamento de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Puno

CALICATA: MUESTRA:

FECHA:

TIPO PROCTOR	UND	PUNTOS			
MUESTRA N°		1	2	3	4 Observaciones:
METODO DE COMPACTACION					
PESO SUELO + MOLDE	g				
PESO MOLDE	g				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>				
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	g				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	g/cm <sup>3</sup>				

HUMEDAD	UND	RECIPIENTES			
RECIPIENTE N°	cod.				Observaciones:
PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	g				
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	g				
PESO DEL RECIPIENTE	g				
PESO DE AGUA	g				
PESO DE SUELO SECO	g				
CONTENIDO DE AGUA	%				
PESO VOLUMETRICO SECO	g/cm <sup>3</sup>				



  
 Ing. Wilber Pedro Mamani Altaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 162742

  
 Roger Durán Callo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 81588

  
 Jorge Luis Zambrano Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 85233





FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) [ASTM D1883/ AASHTO T190/ MTC E132]

TÍTULO: "Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de Stipa Ichu y Totora en Av. Ejército, Puno 2022"

ELABORADO: Ccallo Mamani, Fermín Marcos

UBICACIÓN: Departamento de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Puno

CALICATA: MUESTRA:

FECHA:

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	AASHTO T180
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	
90% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%) 0.1"	

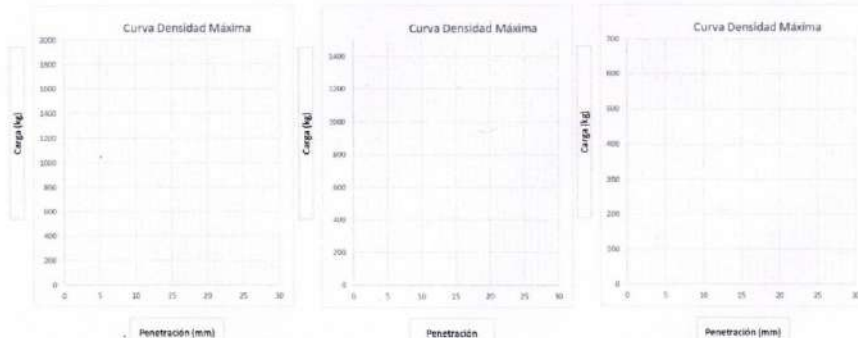
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.2"	
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.2"	
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%) 0.2"	

RESULTADOS	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S.	

OBSERVACIONES



CURVAS PENETRACIÓN VS CARGA



EC (golpes)	
CBR 0.1"	
CBR 0.2"	

EC (golpes)	
CBR 0.1"	
CBR 0.2"	

EC (golpes)	
CBR 0.1"	
CBR 0.2"	

Wilber Carlos Ramos Altaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 162742

Roger Durán Cotto  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 80068

Jorge Luis Zambrano Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 85233



## Anexo 16. Validación de instrumentos de investigación

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto:	ZAMBRANO ROJAS, JORGE LUIS
Nro de registro CIP:	85233
Especialidad:	INGENIERO CIVIL
Autor del Instrumento:	Br. Ccallo Mamaní, Fermin Marcos
Instrumentos de Evaluación:	Análisis Granulométrico por tamizado, Límites de Consistencia, Contenido de humedad de suelos, Ensayo de Proctor Modificado, Ensayo de relación de Soporte de California

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: SUELO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: SUELO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: SUELO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

--

PROMEDIO DE VALORACIÓN	50
------------------------	----

Puno, \_\_\_ de agosto de 2022

  
  
 Jorge Luis Zambrana Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 85233

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto:	DURAN CALLO ROGER
Nro de registro CIP:	88686
Especialidad:	INGENIERO CIVIL
Autor del Instrumento:	Dr. Ccillo Mamaní, Fermín Marcos
Instrumentos de Evaluación:	Análisis Granulométrico por tamizado, Límites de Consistencia, Contenido de humedad de suelos, Ensayo de Proctor Modificado, Ensayo de relación de Soporte de California

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	MUY DEFICIENTE (1)      DEFICIENTE (2)      ACEPTABLE (3)      BUENA (4)      EXCELENTE (5)				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: SUELO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: SUELO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: SUELO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

--	--

PROMEDIO DE VALORACIÓN	50
------------------------	----

Puno, \_\_\_ de agosto de 2022

  
 Roger Duran Callo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 88686

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto:	RAMOS ALIAGA WILBER JESUS
Nro de registro CIP:	162742
Especialidad:	INGENIERO CIVIL
Autor del Instrumento:	Br. Ccallo Maman, Fermin Marcos
Instrumentos de Evaluación:	Análisis Granulométrico por tamizado, Límites de Consistencia, Contenido de humedad de suelos, Ensayo de Proctor Modificado, Ensayo de relación de Soporte de California

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: SUELO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales					X
ACTUALIDAD	El instrumento de muestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: SUELO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: SUELO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>50</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

--

PROMEDIO DE VALORACIÓN	50
------------------------	----

Puno, \_\_\_ de agosto de 2022


  
 Wilber Ramos Aliaga
   
 INGENIERO CIVIL
   
 CIP 162742

Anexo 17. Clasificación de la vía



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO  
PLAN REGULADOR DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Cuadro 4.1.2 Clasificación Urbana de la Red Vial en la Ciudad de Puno

CLASE DE VÍA	TIPO	SUB TIPO	LOCALIZACIÓN
1. EXPRESA	SEMI EXPRESA CIRCUNVALACIÓN	Vía Expresa	Av. Circunvalación Jr. Juliaca Jr. Dianderas Av. Costanera
2. ARTERIAL	(Vías para el transporte regular)	Vía Principal	Av. La Torre Av. El Sol Av. Bolívar Av. Ejército Av. Estudiante Av. Orgullo Aymara Jr. Leoncio Prado Jr. Tacna
3. COLECTORA	(Vías para el transporte regular)	Vía Secundaria	Jr. Deustua Jr. Puno Jr. Libertad Jr. Ayacucho Jr. Lambayeque Jr. Deza Jr. Ilave Jr. Huancané Jr. Basadre Jr. Diego de Almagro Jr. República de Panamá Jr. Selva Alegre Jr. Pardo Jr. Carabaya Jr. Cajamarca Jr. Moquegua Jr. Benjamin Pacheco Jr. Emancipación Jr. 4 de Noviembre Jr. Pedro Ruiz Gallo Av. Los Incas Av. Del Puerto Av. Laykakota Av. Banquero Rossi Av. Industrial Av. Sideral Av. Titicaca
4. LOCAL	(Vías para el transporte regular con ciertas restricciones)		Jr. Carlos Oquendo Jr. Ayacucho Jr. Azogue Jr. Santiago Giraldo Jr. Domingo Choquehuanca Jr. Miguel Grau Jr. Mariano Melgar Jr. Talara Jr. Ilo Jr. Lampa Jr. Echenique Jr. Ricardo Palma Jr. Antonio Encinas Jr. José Manuel Moral Jr. Crnl. Barriga, etc.

INGENIERO CIVIL  
CP 162742

## Anexo 18. Tratamiento del producto



### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### TRATAMIENTO DEL PRODUCTO

**TITULO:** "Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de stipa ichu y totora en Av. Ejército, Puno 2022"

**ELABORADO:** Br. Ccallo Mamani, Fermin Marcos

**UBICACIÓN:** Departamento de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Puno.

**UBICACIÓN DE ESTUDIO:** Av. Ejército

FECHA	HORA	DESCRIPCIÓN
19/08/2022	8:30 a. m.	Entrevista con el representante del laboratorio SILEX, cotización y realización de contrato de locación de servicios profesionales para la de ejecución de los ensayos pedidos.
22/08/2022	8:30 a. m.	Solicitud para sondear 03 calicatas en Av. Ejército. Al municipio. (mantenimiento de vías).
28/08/2022	8:30 a. m.	Muestreo de calicata c-1, señalización y delimitación de área de sondeo y recomposición.
29/08/2022	9:00 a. m.	Muestreo de calicata c-2, señalización y delimitación de área de sondeo y recomposición.
30/08/2022	7:30 a. m.	Muestreo de calicata c-3, señalización y delimitación de área de sondeo y recomposición.
02/09/2022	8:00 a. m.	Reunión con el gerente, representante y personal de laboratorio SILEX.
02/09/2022	8:30 a. m.	Proceso de entrega e internamiento de material de calicatas según pedido del representante de laboratorio. Tanto (calicata 1, calicata 2, calicata 3).
02/09/2022	9:00 a. m.	Cuarteo de muestras luego de haber entregado el material en el espacio disponible de dicho laboratorio se realiza el cuarteo y separación de material para cada ensayo. Tanto (calicata 1, calicata 2, calicata 3).
02/09/2022	10:00 a. m.	Pesado y muestreo en sus taritas para el ensayo de contenido de humedad y llevado al horno para sacar los resultados de la muestra seca al día siguiente. Tanto (calicata 1, calicata 2, calicata 3).
02/09/2022	11:00 a. m.	Secado de material de cada muestra al clima intemperie en el espacio disponible de dicho laboratorio.
02/09/2022	16:00 p. m.	Preparado de muestras para los ensayos con cuarteo y tamizado. (malla N°4 y malla N°200 para granulometría) (malla N°3/4 para CBR y Proctor) (malla N°40 para límites de consistencia)
03/09/2022	10:00 a. m.	Lavado de muestras para el ensayo de análisis granulométrico tanto de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
03/09/2022	10:00 a. m.	Lectura de taras del material secado en horno para su contenido de humedad.
04/09/2022	8:00 a. m.	Secado de muestras para análisis granulométrico tanto de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
05/09/2022	8:00 a. m.	Ensayo de análisis granulométrico calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

05/09/2022	11:00 a. m.	Clasificación de suelos según resultado del análisis granulométrico de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
05/09/2022	11:50 a. m.	Preparado de material para el ensayo de límites de consistencia pasado en la malla N° 40. Unos 300g. para cada calicata patrón.
06/09/2022	8:00 a. m.	Ensayo de límites de consistencia calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
06/09/2022	1:00 p. m.	Tamizado de material de muestras para Proctor modificado (24kg para 4 porcentajes de humedad) y CBR (18 kg para 3 energías de golpe de 12, 25, 56) tanto para calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
06/09/2022	2:00 p. m.	Se realiza el ensayo Proctor modificado de la muestra patrón tanto de la calicata 1, calicata 2, calicata 3
07/09/2022	8:00 a. m.	Lectura de muestras secas del ensayo de límites de consistencia tanto para calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
07/09/2022	8:00 a. m.	Lectura de contenido de humedad del Proctor modificado de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
07/09/2022	9:00 a. m.	Se realiza el ensayo de CBR de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
08/09/2022	9:00 a. m.	Se realiza la lectura de expansión de la muestra de CBR de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
09/09/2022	9:00 a. m.	Se realiza la lectura de expansión de la muestra de CBR de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
10/09/2022	9:00 a. m.	Se realiza la lectura de expansión de la muestra de CBR de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
11/09/2022	9:00 a. m.	Se realiza la lectura de expansión de la muestra de CBR de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
11/09/2022	9:00 a. m.	Se realiza la lectura de penetración de la muestra de CBR de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
12/09/2022	9:00 a. m.	Se realiza los trabajos de gabinete según representante del laboratorio tanto de la calicata 1, calicata 2, calicata 3 de nuestra muestra patrón.
12/09/2022	8:00 a. m.	Se contrata personal para la recolección de totora de nuestro lago sagrado que es el lago Titicaca de nuestra ciudad de Puno para cumplir con nuestra meta que es lograr la ceniza de este producto vegetal.
13/09/2022	17:00 p. m.	Se contrata personal y vehículo liviano para el traslado del producto (totora) para la correspondiente quemado a fuego en un lugar abierto de esta zona para cumplir con la meta que es la ceniza de este producto.

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

13/09/2022	8:00 a. m.	Se contrata personal para la recolección de totora de nuestro lago sagrado que es el lago Titicaca de nuestra ciudad de Puno para cumplir con nuestra meta que es lograr la ceniza de este producto vegetal.
13/09/2022	11:00 a. m.	Se contrata personal y vehículo liviano para el traslado del producto (totora) para la correspondiente quemado a fuego en un lugar abierto de esta zona para cumplir con la meta que es la ceniza de este producto.
13/09/2022	13:00 p. m.	Se pesa los saquillos de totora utilizando la romana y verificamos el peso de la totora antes de la calcinación de este producto.
13/09/2022	14:00 p. m.	Se calcina el producto llamado la totora por partes en un envase de metal de medidas 2m*1m para obtener ceniza hasta altas horas de la noche.
14/09/2022	6:00 a. m.	Se realiza el recojo de la ceniza al lugar de calcinación en un envase de volumen ().
14/09/2022	8:00 a. m.	Se contrata personal para la recolección de stipa ichu de los lugares más altas de nuestra cordillera de nuestra ciudad de Puno para cumplir con nuestra meta que es lograr la ceniza de este producto vegetal.
14/09/2022	16:00 p. m.	Se contrata personal y vehículo liviano para el traslado del producto (stipa ichu) para la correspondiente quemado a fuego en un lugar abierto de esta zona para cumplir con la meta que es la ceniza de este producto.
15/09/2022	8:00 a. m.	Se contrata personal para la recolección de stipa ichu de los lugares más altas de nuestra cordillera de nuestra ciudad de Puno para cumplir con nuestra meta que es lograr la ceniza de este producto vegetal.
15/09/2022	16:00 p. m.	Se contrata personal y vehículo liviano para el traslado del producto (stipa ichu) para la correspondiente quemado a fuego en un lugar abierto de esta zona para cumplir con la meta que es la ceniza de este producto.
16/09/2022	8:00 a. m.	Se contrata personal para la recolección de stipa ichu de los lugares más altas de nuestra cordillera de nuestra ciudad de Puno para cumplir con nuestra meta que es lograr la ceniza de este producto vegetal.
16/09/2022	16:00 p. m.	Se contrata personal y vehículo liviano para el traslado del producto (stipa ichu) para la correspondiente quemado a fuego en un lugar abierto de esta zona para cumplir con la meta que es la ceniza de este producto.
17/09/2022	8:00 a. m.	Se contrata personal para la recolección de stipa ichu de los lugares más altas de nuestra cordillera de nuestra ciudad de Puno para cumplir con nuestra meta que es lograr la ceniza de este producto vegetal.
17/09/2022	13:00 p. m.	Se contrata personal y vehículo liviano para el traslado del producto (stipa ichu) para la correspondiente quemado a fuego en un lugar abierto de esta zona para cumplir con la meta que es la ceniza de este producto.

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

17/09/2022	14:00 p. m.	Se pesa los saquillos de stipa de ichu utilizando la romana y verificamos el peso de la stipa ichu antes de la calcinación de este producto.
17/09/2022	15:00 p. m.	Se calcina el producto llamado la stipa de ichu por partes en un envase de metal de medidas 2m*1m para obtener ceniza hasta altas horas de la noche.
18/09/2022	6:00 a. m.	Se realiza el recojo de la ceniza al lugar de calcinación en un envase de volumen ().
19/09/2022	8:00 a. m.	Se solicita la ejecución de la calcinación de la ceniza a la Universidad Nacional del Altiplano de la ciudad de Puno el laboratorio de química de dicha carrera para realizar dicho proceso.
20/09/2022	8:00 a. m.	Se lleva la ceniza de ambos productos para obtener la calcinación y certificar la ceniza en dicha institución.
20/09/2022	13:00 p. m.	Se lleva la ceniza al laboratorio para preparado en resina y verificación de minerales en el microscopio.
21/09/2022	16:00 p. m.	Recojo de certificado de calcinación a 550 °C de la ceniza de stipa ichu y totora.
22/09/2022	8:00 a. m.	Encuentro con el representante del laboratorio SILEX, para continuar con los ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas con adición de ceniza de stipa ichu y totora.
22/09/2022	9:00 a. m.	Se saca el porcentaje de ceniza para cada ensayo con adición de ceniza de stipa ichu y totora.
22/09/2022	10:00 a. m.	Se retoma los ensayos con adición de stipa ichu y totora para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
22/09/2022	11:00 a. m.	Ensayo de contenido de humedad con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
23/09/2022	11:00 a. m.	Lectura de contenido de humedad de las muestras secas recién sacadas del horno con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
23/09/2022	13:00 p. m.	Preparado de muestras cuarteo y pesado con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT para el análisis granulométrico.
24/09/2022	8:00 a. m.	Lavado de muestras con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT para el análisis granulométrico.
24/09/2022	10:00 a. m.	Preparado de muestra y tamizado pasante de la malla N°40 con adición con las dosificaciones para cada calicata 01,



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

		calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT para el ensayo de límites de consistencia.
25/09/2022	9:00 a. m.	Ejecución del ensayo de análisis granulométrico con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
25/09/2022	14:00 p. m.	Ejecución del ensayo de límites de consistencia con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
25/09/2022	16:00 p. m.	Llevado al horno para el contenido de humedad del ensayo de límites de consistencia con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
26/09/2022	8:00 a. m.	Preparación de muestras para los ensayos de Proctor modificado y CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT. Todo ello que pase por la malla N°3/4.
26/09/2022	16:00 p. m.	Lectura de contenido de humedad del ensayo de límites de consistencia con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
26/09/2022	17:00 p. m.	Clasificación de suelos con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
27/09/2022	8:00 a. m.	Ensayo de Proctor modificado con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
27/09/2022	13:00 p. m.	Se lleva al horno para el contenido de humedad del Ensayo de Proctor modificado con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
28/09/2022	13:00 p. m.	Se toma la lectura del contenido de humedad del Ensayo de Proctor modificado con adición con las dosificaciones para cada calicata 01, calicata 02, calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
28/09/2022	14:00 p. m.	Se ejecuta el ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 01 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.


**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

29/09/2022	14:00 p. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 01 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
30/09/2022	14:00 p. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 01 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
01/10/2022	14:00 p. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 01 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
02/10/2022	14:00 p. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 01 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
02/10/2022	15:00 p. m.	Lectura de penetración del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 01 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
03/10/2022	8:00 a. m.	Se ejecuta el ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 02 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
04/10/2022	8:00 a. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 02 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
05/09/2022	8:00 a. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 02 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
06/10/2022	8:00 a. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 02 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
07/10/2022	8:00 a. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 02 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
07/10/2022	8:00 a. m.	Lectura de penetración del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 02 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
07/10/2022	8:00 a. m.	Se ejecuta el ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
08/10/2022	8:00 a. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 03 con sus 03 adiciones

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

		en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
09/09/2022	8:00 a. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
10/10/2022	8:00 a. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
11/10/2022	8:00 a. m.	Lectura de expansión del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
11/10/2022	8:00 a. m.	Lectura de penetración del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
11/10/2022	8:00 a. m.	Lectura de penetración del ensayo CBR con adición con las dosificaciones para cada calicata 03 con sus 03 adiciones en estas proporciones 1%CI+4%CT, 2%CI+5%CT y 3%CI+6%CT.
13/10/2022	8:00 a. m.	Entrega de informe de laboratorio para realizar nuestra tesis según resultado y realizar discusiones y demás.

Anexo 19. Boleta de pago de servicios



**De: Quispe Tito Cesar**  
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS,  
TRABAJOS DE INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN

Jr. NUÑO Nº 117 PUNO - PUNO - PUNO

R.U.C. 10800196685  
**BOLETA DE VENTA**  
0001- Nº 000012

Señor(es): *Bach. Cealio Mamari, Fermín Marcos*  
 Dirección: *Puno - Puno - Puno DNI: 70228188*

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
01	<i>Análisis de Mecánica de Suelos para el Proyecto de Tesis "Evaluación de Propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de Stipa de Ichu y Totora en Av. Egarcito, Puno 2022"</i>		500.00
<b>SON: <i>Primitivas Selastatadas de Adelanto</i></b>			

De: **SILLEX** S.R.L.  
 R.U.C.: 1001306444  
 Jr. Puno No 259 - Puno  
 Av. Topp. 9015477212  
 Fecha Imp. 31/01/2022  
 Fecha exp. del comprobante 31/03/2022

Ing. *Cesar Quispe Tito*  
 GERENTE GENERAL

**TOTAL S/** 500.00

**EMISOR**



De: Quispe Tito Cesar

ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS,  
TRABAJOS DE INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN

JF. NUÑO Nº 117 PUNO - PUNO - PUNO

R.U.C. 10800196685

**BOLETA DE VENTA**

0001- N° 000018

Señores): Bach. Cealio Mamani Fermín Marcos

Director: Puno - Puno - Puno DNI: 70228182

DIA	MES	AÑO
18	10	2022

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
01	ANÁLISIS DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO DE TESIS "EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE CENIZA DE STIDA DE ICHU STORA EN AL EJERCITO PUNO 2022 "		3500,00

SON TRES MIL CINCUENTA Y CINCO DÓLARES DE SUELO Y GEOTECNIA

TOTAL S/ 3500.00

EMISOR

De: Valentin Quispe Quispe  
S.U.C. 10013064484  
Av. Puno No 259 - Puno  
Avul. Zamp. - 0615477133  
Fecha Zamp. 21/02/2022  
Fecha: 06/10/2022

  
Ing. Quispe Tito Cesar  
DIRECTOR GENERAL  
CIP: 198774



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis Completa titulada: "Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de stipa Ichu y totora en Av. Ejército, Puno - 2022.", cuyo autor es CCALLO MAMANI FERMIN MARCOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 27 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 09389936 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 02- 12-2022 05:40:20

Código documento Trilce: TRI - 0457227