



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en  
propiedades físicas y mecánicas en subrasante de  
carretera Patanmarca, Cusco – 2022**

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Lopez Quispe, Johan ([orcid.org/0000-0002-6988-7004](https://orcid.org/0000-0002-6988-7004))

**ASESOR:**

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

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Este proyecto de investigación va dedicado a mis padres Raimundo Lopez O. y Santusa Quispe J. por guiar mi camino hasta lograr mi objetivo trazado, por estar siempre presentes en los momentos malos y buenos en toda esta trayectoria de formación profesional, va dedicado a ellos por ser eje fundamental de mi formación profesional, también va dedicado por mis dos hermanos mayores Jhon y Joel, por estar siempre ahí recomendándome y aconsejándome sobre las decisiones que tome en mi vida personal.

A Dios por darme un día más de vida y permitirme cumplir con mi objetivo trazado, por tanto, amor y bendiciones derramadas hacia mi persona y familia.

## **Agradecimiento**

En primera instancia quiero dar gracias a Dios por permitirme tener a unos padres grandiosos Raimundo Lopez O. y Santusa Quispe J. porque siempre están presentes en mi vida personal, dándome buenos consejos de superación, guiándome y orientándome por buenos caminos, y sobre todo brindándome el respaldo necesario que todo hijo necesita, agradezco a ellos por ser el eje fundamental de mi formación personal y profesional.

Agradezco a mis hermanos Jhon, Joel y a mi novia Julia Estefany por estar siempre inspirándome confianza y motivándome a concluir mi objetivo. Agradezco a mi asesor Doctor Vargas Chacaltana Luis Alberto por los buenos consejos y buenas palabras que me dio, por motivarme constantemente a seguir mi objetivo, por tener paciencia, por la calidad de enseñanza que demostró en todas las horas de asesoramiento.

## Índice de contenido

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1 Tipo y Diseño de investigación .....	24
3.2 Variables y operacionalización .....	25
3.3 Población, Muestra y Muestreo .....	26
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos .....	27
3.5 Procedimientos .....	28
3.6 Método de análisis de datos .....	30
3.7 Aspectos éticos .....	30
IV. RESULTADOS .....	31
V.DISCUSIÓN .....	62
VI. CONCLUSIONES .....	72
VII. RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS.....	80

## Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía del Agave americano L. ....	13
Tabla 2. Taxonomía de la Furcraea andina Trel.....	13
Tabla 3. Dimensiones de partículas.....	15
Tabla 4. Secuencia de mallas para el análisis granulométrico para suelos según MTC E107 .....	15
Tabla 5. Escalas del suelo de acuerdo al IP .....	18
Tabla 6. Clasificación SUCS para suelos gruesos. ....	19
Tabla 7. Clasificación SUCS para suelos gruesos. ....	19
Tabla 8. Clasificación SUCS para suelos finos.....	20
Tabla 9: Coordenadas de la carretera Patanmarca.....	29
Tabla 10: Vías de acceso a la provincia de Calca.....	34
Tabla 11: contenido de humedad natural del material (NTP - 339 - 127) (C-1, C-2 Y C-3).....	36
Tabla 12: Análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128 - MTC E-107-200 (C-1, C-2 Y C-3) muestra patrón. ....	40
Tabla 13: Composición granulométrica y coeficientes de C-1, C-2 y C-3.....	41
Tabla 14: Clasificación SUCS (C-1, C-2 y C-3). ....	42
Tabla 15: Clasificación AASHTO (C-1, C-2 y C-3). ....	43
Tabla 16: Límites de consistencia de Calicata N° 1 con sus respectivas dosificaciones.....	44
Tabla 17: Límites de consistencia de Calicata N°2 con sus respectivas dosificaciones.....	46
Tabla 18: Límites de consistencia de Calicata N° 2 con sus respectivas dosificaciones.....	47
Tabla 19: Resultados de ensayos Proctor de C-1 con sus dosificaciones.....	50
Tabla 20: Resultados de ensayos Proctor de C-2 con sus dosificaciones.....	52
Tabla 21: Resultados de ensayos Proctor de C-3 con sus dosificaciones.....	54

Tabla 22: Resultados de ensayos CBR de (C-1) con sus adiciones.....	56
Tabla 23: Resultados de ensayos CBR de (C-2) con sus adiciones.....	58
Tabla 24: Resultados de ensayos CBR de (C-3) con sus adiciones.....	59
Tabla 25: Resumen de propiedades físicas y mecánicas con sus respectivas adiciones de C-1, C-2 y C-3.....	61
Tabla 26: Resumen de resultados de Cruz (2022).....	70
Tabla 27: Resumen de resultados de presente investigación.....	71

## Índice de figuras

Figura 1: Penca de tuna.....	11
Figura 2: Pacpa – cabuya andina – Furcraea andina.....	12
Figura 3: estructura típica de pavimento asfáltico .....	14
Figura 4: Curva de granulometría de un suelo. ....	16
Figura 5: Curvas granulométricas.....	16
Figura 6: Límites de Atterberg.....	17
Figura 7: Carta de Casagrande (Suelos finos y orgánicos).....	20
Figura 8: Cuchara de casa grande.....	21
Figura 9: Instrumentación y Equipos usados en el ensayo de CBR .....	22
Figura 10: Ubicación de la zona de estudio.....	29
Figura 11: Ubicación de calicatas. ....	32
Figura 12: Extracción de muestras de suelo de calicatas. ....	35
Figura 13: Extracción de muestra de suelo para realizar ensayo de contenido de humedad. ....	36
Figura 14: Contenido de humedad natural (NTP - 339 - 127) (C-1).....	37
Figura 15: Contenido de humedad natural (NTP - 339 - 127) (C-2).....	37
Figura 16: Contenido de humedad natural (NTP - 339 - 127) (C-3).....	38
Figura 17: Resumen de resultados de CH de C-1, C-2 y C-3.....	39
Figura 18: Análisis granulométrico por tamizado.....	40
Figura 19. Clasificación de suelos según SUCS Y AASHTO.....	42
Figura 20: Clasificaciones suelos según ASSTHO.....	43
Figura 21: Límites de consistencia.....	44
Figura 22: Resultados de Límites de consistencia de calicata 1 con respectivas adiciones.....	45
Figura 23: Resultados de Límites de consistencia de calicata 2 con respectivas adiciones.....	46

Figura 24: Resultados de Limites de consistencia de calicata 3 con respectivas adiciones.....	48
Figura 25: Compactación de muestra de suelo - ensayo Proctor Modificado...	49
Figura 26: OCH de C-1 con sus adiciones. ....	50
Figura 27: MDS de C-1 con sus adiciones. ....	51
Figura 28: OCH de C-2 con sus adiciones. ....	52
Figura 29: MDS de C-2 con sus adiciones. ....	53
Figura 30: OCH de C-3 con sus adiciones. ....	54
Figura 31: MDS de C-3 con sus adiciones. ....	55
Figura 32: Ensayos de CBR en laboratorio. ....	56
Figura 33: Resultados de ensayos CBR de (C-1) con sus adiciones.....	57
Figura 34: Resultados de ensayos CBR de (C-2) con sus dosificaciones. ....	58
Figura 35: Resultados de ensayos CBR de (C-3) con sus adiciones.....	60
Figura 36: Ensayos de IP de Cruz (2022).....	62
Figura 37: IP de presente investigación.....	63
Figura 38. OCH de investigación de Cruz (2022).....	64
Figura 39: OCH de presente investigación. ....	65
Figura 40: Ensayos de MDS de Cruz (2022).....	66
Figura 41: MDS de presente investigación. ....	67
Figura 42: Ensayos de CBR de Cruz (2022). ....	68
Figura 43: CBR de presente investigación. ....	69



## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar de qué manera influirá la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en subrasante con diferentes porcentajes de adición de combinación de productos naturales al 1.25%, 2%, 2.75% y 3.5% con respecto al peso del suelo. Entonces la metodología que se utilizó en la investigación es de tipo aplicada, diseño cuasiexperimental, nivel explicativo y de enfoque cuantitativo. Para lo cual se tuvo como población 1030 metros lineales de subrasante de carretera Patanmarca. El estudio que se hizo para la carretera fue de 3 calicatas con sus respectivos ensayos físicos y mecánicos, con sus adiciones de mucilagos en cada una. Los resultados salieron favorablemente en las 3 calicatas, teniendo así como resultados de C-1 una disminución favorable de IP en (3.31%; 7.49%; 12.934% y 17.35 %) respectivamente, el OCH disminuyo en: 1.44%, 5.53%, 6.20% y 9.13%, respectivamente, también así la MDS incremento en: 3.12 gr/cm<sup>3</sup>, 4.69 gr/cm<sup>3</sup>, 7.81 gr/cm<sup>3</sup> y 9,38 gr/cm<sup>3</sup>, entonces el CBR al 95% y 100% de MDS incremento en (11.40%, 14.79%, 27.87% y 34.43%) y (9.56%, 13.27%, 25.53% y 31.43%) respectivamente; concluyendo que las dosificaciones aplicadas, afectan positivamente a las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de Patanmarca.

**Palabras clave:** Mucilago de pacpa y penca de tuna, subrasante, propiedades físicas y mecánicas.

## Abstract

The objective of this research work is to evaluate how the addition of pacpa and prickly pear mucilage will influence the subgrade with different percentages of addition of the combination of natural products at 1.25%, 2%, 2.75% and 3.5% with respect to the soil weight. So, the methodology used in the research is of an applied type, quasi-experimental design, explanatory level and quantitative approach. For which the population was 1030 linear meters of subgrade of Patanmarca highway. The study that was made for the highway was of 3 pits with their respective physical and mechanical tests, with their additions of mucilage in each one. The results came out favorably in the 3 pits, thus having as results of C-1 a favorable decrease of IP in (3.31%; 7.49%; 12.934% and 17.35%) respectively, the OCH decreased in: 1.44%, 5.53%, 6.20 % and 9.13%, respectively, also the MDS increased by: 3.12 gr/cm<sup>3</sup>, 4.69 gr/cm<sup>3</sup>, 7.81 gr/cm<sup>3</sup> and 9.38 gr/cm<sup>3</sup>, then the CBR at 95% and 100% of MDS increased by ( 11.40%, 14.79%, 27.87% and 34.43%) and (9.56%, 13.27%, 25.53% and 31.43%) respectively; concluding that the applied dosages positively affect the physical and mechanical properties of the Patanmarca subgrade.

**Keywords:** Pacpa mucilage and prickly pear stalk, subgrade, physical and mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional. Los países de la región como Colombia tienen una gran deficiencia en sus carreteras, entonces según Cubas (2020) indica que:

No cuentan con vías suficientes, así como accesos a ciudades vecinas en mal estado, lo que obliga a conocer el estado real vial, y además a nivel nacional se encuentra que solo el 72% de los caminos están pavimentados, el 25% de los cuales están en mal estado. Esto es muy importante, porque de 4 km, uno está en mal estado. En algunas provincias se observa que el 79% de las carreteras están en adecuado estado y ninguna provincia tiene más del 5% de las carreteras en mal estado. De igual forma, ciudades como Córdoba, Cauca y Sucre enfrentan grandes desafíos ya que más del 40% de sus vías caen a un nivel muy bajo, esto debido a las imperfecciones suelo, entonces para mejorar este aspecto se busca alternativas para solucionar este problema. (p. 1)

Según la norma MTC, indica sobre la problemática que tienen las vías, entonces Romero (2008) dice que:

Recientemente, se ha descubierto que el problema mundial de la arcilla está relacionado con las consecuencias económicas globales del daño a la infraestructura vial. A fines de la década de 1930, la expansión de edificios en terrenos quemados después de la Segunda Guerra Mundial aumentó considerablemente el daño estructural en ciudades como Colorado, Oklahoma, Dakota del Norte y Montana El estándar indica que 6% CBR causa complejidad y errores de diseño, este tipo de CBR es inaceptable (p. 4).

A nivel nacional. Se observa que la problemática en las vías que no están pavimentadas, tiene regular déficit en la subrasante por el aspecto climatológico, entonces a este problema Martínez (2019) dice:

La disponibilidad de nuestras vías a nivel nacional es de regular estado, ya que en su gran mayoría las vías de grandes dimensiones de distancia son administradas o tratadas por concesionarios, lo que nos permite brindar condiciones aceptables de servicio. En cuanto a todo esto no debemos dejar de lado nuestras vías secundarias, como carreteras y caminos lo cual necesitan un constante y continuo mantenimiento, ya que en meses de verano tenemos condiciones climatológicas fuertes y hacen que se deterioren fácilmente, entonces a todo este problema se plantea incorporar aditivos químicos o naturales, los cuales nos van a permitir tener una mejor durabilidad de nuestras carreteras y permitir el tránsito adecuado de vehículos pequeños y pesados (p. 14)

En Perú a algunos proyectos de carreteras sobre todo a la subrasante se le adiciona aditivos naturales como químicos del cual se analiza cómo reacciona dicho aditivo, por lo expuesto Cerrón (2021) indica que:

El modo en el que se clasifican las modificaciones de volumen y la capacidad de expansión, de cómo se comportan las arcillas expansivas, y la forma en la que se propone reemplazo o la implementación de un material controlado para mitigar los daños. También se vale de los métodos para identificar el comportamiento de las arcillas y así poder dimensionar las variaciones en el sentido mineralógico, los métodos directos e indirectos y la inspección física de modo que se pueda determinar la capacidad de expansión de la muestra de suelo. (p. 8)

A nivel regional. En Cusco actualmente existe un crecimiento bastante de carreteras, así también el crecimiento acelerado de la construcción, es por ello que, en la actualidad por cuestiones climáticas y cuestiones de uso frecuente por el tránsito de máquinas pesadas, nuestras carreteras se ven afectadas y deterioradas, entonces se necesita bastante y constante mantenimiento, para que de esta manera se pueda conservar mejor las carreteras, como también tener mejor accesibilidad y mejor transitabilidad. Entonces sabemos muy bien que el uso de aditivos puede mejorar las propiedades del suelo y así conseguir su estabilidad mejorando las propiedades del suelo, es así que también se combinan productos químicos entre sí como también productos naturales entre sí, mejorando así las características del suelo, por lo tanto, es necesario probarlo con las pruebas de laboratorio estándar actuales para así detallar y dar respuestas óptimas para su aplicación de los aditivos necesarios. Por otro lado, es necesario incorporar algún aditivo natural a la subrasante, ya que resulta muy económico y menos contaminación a nuestro suelo, entonces Vilca (2021) dice que:

El incremento de las capacidades mecánicas del suelo mediante el reemplazo de una dimensión de la muestra por otro cuyas características granulares presentan mayor resistencia. Sin embargo, también se tiene como consecuencia la depredación de lechos de ríos y afectación sobre el ecosistema, es por ello que se sugiere el mejoramiento de suelos mediante algún agente natural o químico que permita mejorar las capacidades de la muestra y reducir los índices de plasticidad. (p. 4)

Entonces para todo lo que se enuncio anteriormente se plantea como Problema General. ¿De qué manera influirá la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, cusco – 2022? Del mismo modo se plantea los Problema específicos ¿De qué manera influirá la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades físicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco - 2022? ¿De qué manera influirá la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades mecánicas en subrasante de la carretera Patanmarca, Cusco - 2022? ¿De qué manera la dosificación de la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Patanmarca, Cusco - 2022?

Justificación de la investigación: Entonces comenzamos con la justificación teórica, permite generar dentro del aspecto teórico en el sentido de aporte al conocimiento Una vez que se aplica en la jurisdicción del municipio y el cual mediante las conclusiones apertura a mayores aportes relevantes dentro del contexto del tema de investigación. Es así que tenemos la justificación metodológica, que permitirá el desarrollo con un orden metodológico utilizando instrumentos ya validados con otros planteamientos metodológicos y de esta manera generar aportes procedimentales de obtención y procesamiento de datos de investigación. Entonces contamos con la justificación técnica, indicó que este estudio es necesario debido a que en la carretera de Patanmarca existen suelos con propiedades negativas que no cumplen con los requisitos técnicos mínimos, por lo que se plantea mejorar estas propiedades añadiendo mucilago de pacpa y penca de tuna, porque esto resulta ser es más económico. Es así que este proyecto tiene la justificación económica, en el ámbito laboral, el aporte de usos alternativos de productos como los estabilizadores de suelos beneficia a toda la comunidad de la industria de la construcción, por lo que se requiere con gran importancia tomar en consideración este aspecto. De igual manera, la sociedad se verá beneficiada al potenciar las mejoras en los posteriores proyectos de pavimentación o mejoramiento de subrasantes de carreteras, todo en base a la mejora en cuanto al tema económico. Ya que utilizar estos productos resultan ser beneficiosos y menos costosos. Entonces es así que tenemos nuestra justificación ambiental, el

objetivo del estudio es optimizar el uso eficiente de los materiales naturales y las medidas para reducir la contaminación al nivel de su posterior impacto ambiental, por lo que se realiza desde la perspectiva de la reducción de la contaminación ambiental. El mucilago de pacpa y penca de tuna son productos naturales que se pueden utilizar en la carretera de Patanmarca y debe ser utilizado para evitar el uso de otros productos químicos. Por tanto, regenerar el suelo in situ con productos naturales acabará con la explotación de canteras y mejorará la calidad de transitabilidad de las personas que viven cerca de la carretera.

Tenemos, así como nuestro objetivo General. Evaluar de qué manera influirá la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en subrasante para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas en la carretera Patanmarca, Cusco - 2022. Entonces de esta manera tengo los objetivos específicos. Determinar de qué manera influye la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades físicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco -2022. Determinar de qué manera influye la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco -2022. Determinar de qué manera la dosificación de la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna va influir en las propiedades de la subrasante en la carretera Patanmarca, Cusco - 2022.

Puesto que se dijo todo anteriormente llegamos a nuestra hipótesis General y digo que: La adición del mucilago de pacpa y penca de tuna mejora las propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco - 2022. Entonces ya que tengo mi hipótesis general, presento mis hipótesis específicas. La adición de mucilago de pacpa y penca de tuna mejora las propiedades físicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco - 2022. La incorporación de la dosificación de la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Patanmarca, Cusco- 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

En este proyecto vamos a tener antecedentes a nivel internacional, es así que tenemos a Caja [et al] (2018), en su objetivo de su proyecto fue realizar la estabilización in situ, añadiendo mucilago de nopal y cascara de huevo, esto realizado todo en un suelo arcilloso. Sin embargo, la metodología que se utilizó es de tipo aplicado y experimental. En este trabajo se aplicaron muestras de 200 (gr) de suelo arenoso y 200 (gr) de arcilla, se utilizó como herramienta la cámara climática, es decir horno, tabla de calicatas, tablas de resultados fisicoquímicos del suelo y propiedades en términos generales del suelo, con la incorporación de mucilago de nopal, en cuanto a los resultados se muestran alta estabilidad, al interpolar la ceniza con (10 y 15)% más el mucilago de nopal, obteniendo así una densidad seca máxima de 2.5 g/cm<sup>3</sup> y también un contenido de humedad máximo 9.4, concluyendo que la síntesis de ceniza de arroz más mucilago de nopal produce mayor CBR, todo ello para llegar a tener un suelo con propiedades adecuadas a un suelo estable.

Bustamante (2021) Este artículo describe el uso de la vinaza de *Saccharum officinarum* en la estabilización de suelos cohesivos. Estos suelos en cuestión son aquellos con muy malas propiedades de resistencia que impiden que el suelo funcione correctamente como parte del subsuelo vial. El objetivo de la investigación fue determinar la estabilidad de suelos cohesivos con la incorporación de vinaza de *Saccharum officinarum*. La metodología que se utilizó en la investigación es experimental, las técnicas que se utilizan son la observación y la toma de datos, por lo que se pueden obtener valores a partir de ensayos realizados en laboratorio utilizando suelos naturales y estables mediante vinaza de *Saccharum officinarum*. Los resultados muestran que los suelos estudiados son suelos pulverulentos y arcillas inorgánicas con baja plasticidad. Se comprobó que la aplicación de *Saccharum officinarum* vinaza aumenta la densidad del suelo con la dosis empleada. A continuación, cuando se probó la resistencia mecánica de suelos estables con mayor resistencia en comparación con los suelos naturales, *Saccharum officinarum* con 25% de vinaza tuvo el valor más alto. Este estudio

concluyó que la incorporación de *Saccharum officinarum* vinaza mejora las propiedades de resistencia de los suelos cohesivos.

Barek (2018) El objetivo de su investigación es mejorar la capacidad portante de suelos infértiles utilizando sábila como ligante utilizado en la construcción de caminos rurales. Este proyecto utiliza una metodología de nivel experimental lo cual es que para el estudio se considera caminos o carreteras de cuarto orden, lo cual están ubicados a rededor de la calle Samborondón. La muestra se considera como un camino cuaternario en un desplazamiento de 9.5 kilómetros de la línea Samborondón en proyección 450.22 m, y la herramienta es un dispositivo para construir pruebas, por lo que el muestreo es no probabilístico. Obteniendo un resultado de 75% arcilla altamente compactada, 15% arena extraída, 10% grava, arcilla altamente compactada (CH) según SUCS, A-7-6 (20) según AASHTO. En conclusión, era importante considerar la reducción de la hinchazón con 9% de sábila en comparación con 92% de Aloe Vera en estado natural en 56 inyecciones. Esto significa que la sábila cuenta con muchos beneficios para disminuir la expansión.

Entonces contamos con nuestros antecedentes A nivel nacional, tenemos a Cruz (2022), cuyo objetivo era evaluar de qué manera va influir el MDT en las propiedades físico mecánicas de la subrasante de la carretera Acora, entonces utilizo una metodología de diseño cuasiexperimental y de tipo aplicado, para todo este proyecto se realizó ensayos de PROCTOR, CBR, y Atterberg con diferentes dosis de mucilago de tuna, así también se utilizó tablas de recopilación de datos, hojas de cálculo de Excel y herramientas similares, entonces el resultado que obtuvo fue que el IP bajo en con sus adicciones, el OCH diminuto hasta su tercera dosificación, cuarta comenzó a subir, la MDS y CBR en sus tres primeras dosificaciones subió relativamente, sin embargo en su cuarta adición bajo sus resultados. Concluyendo entonces que la dosificación adecuada es hasta la tercera dosificación que es al adicionar el 5% de MDT.

Chaca [et al] (2019), en su de investigación tienen por objetivo de estudiar y explicar cómo influye al añadir mucilago de penca de tuna a la subrasante para así se pueda mejorar los suelos arenosos y arcillosos. Por lo dicho anteriormente se toma como metodología nivel experimental – descriptivo, todo con aplicación



a un enfoque cuantitativo, entonces como resultado adecuado se obtuvo que, cuando se hizo el ensayo de Proctor se esperó un resultado de 5.9%, permitiendo tener un buen óptimo contenido de humedad por lo tanto cuando se hizo el ensayo de densidad seca (MDS) se obtuvo un valor como máximo de 1.547 gr/cm<sup>3</sup>, es así que con estas respuestas se llegaron a tener el porcentaje en (ml) de mucilago de penca de tuna. En conclusión, lograron utilizar la dosificación exacta o permitida que den buenos resultados en las propiedades físicos-mecánicas en la subbase de una vía sin pavimentar.

Figueroa (2020), en su proyecto de investigación tuvo por objetivo como es que influye la adición de un aditivo natural (mucílago de penca de tuna) al momento de incorporar a un suelo natural y así poder mejorar sus propiedades físicas y mecánicas de dicho suelo, la metodología que se ha utilizado en dicho proyecto fue de un diseño nivel experimental, sin embargo se realizó los siguientes ensayos de laboratorio: CBR, Proctor modificado y límites de Atterberg, a todo estos ensayos incorporo la dosificación de mucilago de penca de tuna en un (30, 45 y 70)%, esperando como resultado lo siguiente: MDS=1.846 gr/cm<sup>3</sup>, añadiendo 30% de mucilago incremento a 1.851 gr/cm<sup>3</sup>, luego añadiendo el 45% de mucilago aumento a 1.853 gr/cm<sup>3</sup> y adicionando el 70% de mucilago, incremento a 1.859 gr/cm<sup>3</sup>. Entonces se concluye que, al adicionar cada dosificación de mucilago de tuna, mejoran sus propiedades físicas y mecánicas en el terreno.

In other languages Abdulahab [et al] (2018), Its main objective the importance of soil stabilization in road construction cannot be underestimated, as it improves the geotechnical properties of lateritic soils. This type of research is experimental. The investigation was carried out in two stages. The first step was to determine the geological properties of the soil without adding additives (control experiment) and the second step was to add a 10% modified additive (experiment) consisted of In general, some variation in the soil samples (0, 2, 4 , 6, 8, and 10 sample weights) to stabilize the soil while other tests are performed. Atterberg limit, compaction, and California load factor) were performed on stable soils. Therefore, adding wood ash has been shown to significantly improve the durability of floors. The results showed that the optimum moisture content decreased from 7.7% for 0% wood to 17.23% for 10% wood, with a corresponding

decrease in maximum dry density for 0% wood of 1970 kg/m<sup>3</sup>. 10% wood ash at 1840 kg/m<sup>3</sup>. The CBR value increased from 31.44% with 0% wood ash to 46.13% with 10% wood ash. This is an increase of 46.72%. It is concluded that the addition of wood ash produces optimal results on soil properties.

Tesema (2018) in their thesis "Expansive Soil Stabilization By Sugar Cane Molasses", from ADDIS ABABA UNIVERSITY, aims to know the potential of molasses as a stabilizer additive in Soils have swelling properties to determine molasses dosage and its economy in expansive soil applications, the research methodology uses experimental techniques. Its population is clay with extended properties. The sample is a 300 kg soil probe and will be delivered Laboratory. Its sampling is non-probabilistic and it uses the format as a tool Sheet of tests and laboratory analysis. the investigation The main results are CBR 4.81% of the 4% tested and 6.93% of the 8% CBR, 14% for 3.85% CBR, 20% for 2.89% CBR, note The CBR of the standard sample is 0.77. These values are given by the test. Therefore, we conclude the following for flooded CBR: The molasses dose is reduced to 8% of the CBR value For them, the author concludes that 8% is considered the optimal dose. Investigate doses higher than those studied to validate Behavior of molasses to stabilize swollen soils.

Gallegos [et al] (2021) the objective of the necessary experiments to find improvements in concrete properties: compressive strength, flexural strength, thermal conductivity, ultrasonic pulse frequency, for example, using experimental techniques, 20 kg of Nopal, 8 kg of silt and 5 g /l of sodium benzoate as antioxidant, fermented. During 2 days, 3 different dosing mixtures (no additive, nopal mucilage combined with 2 additives) are prepared, 10 specimens One rectangular specimen 15 x 15 x 60 cm and 10 cylindrical specimens 10 cm in diameter and 20 cm in height and subjected to compression and bending tests. The results show that the sample with the two additives combined has a flexural strength of  $2.62 \pm 0.131$  MPa, which is 72.36% higher than that of standard concrete, and a compressive strength of  $20.75 \pm 1038$  MPa, which is 96.5% higher. It concludes that the combination of the two additives has a positive effect on the mechanical properties and should be used in construction.

También tenemos los Artículos científicos Villa [et al] (2020) en este artículo nos presenta como objetivo de cómo es la manera adecuada de extraer el mucilago de variedades de vegetales, y también saber cuáles son sus propiedades en general de estos vegetales y como aprovecharlos y tratarlos. Con respecto a la metodología que se utilizó es cualitativa, juntando información de investigaciones pasadas y observando que beneficios aportan todos. Es así que llegamos a obtener resultados sobre la comparación de productos vegetales y sus beneficios, llegando así a decir que trae mayor beneficio el mucilago de cacao. De esta manera se llega a concluir que todos los mucilagos de estos vegetales tienen gran viscosidad y permiten contribuir en mejorar texturas y sobre todo son grandes absorbentes de agua.

Hernández (2018) da conocer como objetivo, los aditivos naturales son de gran importancia y como es que en el rubro de la construcción de (vías- estructuras y otros) tienen grandes resultados al momento de combinarlos o adicionarlos. La metodología que ha utilizado es de un enfoque cualitativo, con un nivel no probabilístico o no experimental, entonces se buscó en artículos o revistas pasadas, los beneficios que traen los aditivos naturales en el mundo de la construcción, tanto en morteros como también en carreteras. Estos resultados dicen que los aditivos naturales (mucilago de nopal, sábila, linaza y otros) aportan de manera positiva en propiedades de suelos como también en propiedades de concreto, entonces es necesario la utilización de estos productos, ya que tienen un costo económico mínimo. Concluyendo que en todos los artículos o investigaciones dan credibilidad al aporte positivo de los productos naturales, al momento de adicionar al concreto, a las carreteras dan mayor tiempo de duración, entonces en todas estas obras civiles se deberían considerar la utilización de estos productos.

Díaz [et al] (2019) con el objetivo de ver los efectos que produce el mucilago de Nopal sobre las propiedades electroquímicas; cuya metodología presenta un enfoque cuantitativo con un nivel experimental, tres se realizaron diseños de mezclas cuya relación Nopal - Agua es de 1:1, 1:2, 1:3 y realizando las pruebas de compresión a la edad de 28 días, estos diseños fueron evaluado durante un período de 270 días mediante técnicas electroquímicas: resistencia a polarización lineal, ruido electroquímico y potencial de circuito abierto; teniendo

como resultados, que al sumar las concentraciones de Agua de Nopal disminuyó su resistencia a la compresión a los 28 días. De esta manera, concluyendo que el mucílago de Nopal tiene un efecto positivo contra la corrosión ya que retarda y disminuye su propagación velocidad, además, esto resulta ser un reto a la hora de analizar el tratamiento de este aditivo antes de su uso en el hormigón.

Como Bases teóricas decimos que los mucilagos de acuerdo a Villa [et al] (2020) son solutos de aspecto espeso y pegajoso, resultantes de la difusión de resinas con agua o de la producción de mucilagos vegetales en presencia de agua (p. 11). Los mucilagos de cactáceas según Martínez (2008) dice que:

Se utiliza cada vez más en la restauración y conservación de sitios del patrimonio cultural, así como en la ingeniería y construcción de carreteras, especialmente en la estabilización y mejora de las propiedades físicas-mecánicas de las carreteras. Un aditivo natural es una buena opción en el campo elaboración de carreteras como en construcción, ya puede ser con materiales de tierra u otros, lo que conduce a obtener resultados positivos en cuanto a su aplicación (p. 14)

Así también se dice que el mucílago de acuerdo a Bruneton (2001), consiste en polisacáridos (grupo de monosacáridos con un átomo de carbono) debido a la gelificación, cuantas más cadenas se unen, más duro es el gel; Si la unión es demasiado importante, entonces la conformación de la gálica se precipita. (p. 36). El mucílago de acuerdo Salinas [et al] (2015) define que: Es un hidrocoloide con la factibilidad de formar redes estructurales. Esta propiedad es de suma importancia al momento de hacer películas y recubrimientos. Esta goma se encuentra en una gran variedad de plantas (p. 194).

Como definición de Mucílago de penca de tuna dice que una de las características que aprecia Trevizan [et al] (2018) es: La reducción de la superficie generalmente ocurre cuando tiene la forma de un globo o una esfera similar. Sus espinas evitan la pérdida de agua y condensan el agua en la atmósfera, mientras la protegen de los herbívoros. (p. 110). Los cactus se dividen en nopales entonces Huerta (2020) indica lo siguiente: también conocido como arbusto rastroso que cuenta con espinas filudas y duras, que llegan a los 3-5 metros de altura. Tiene ramas grandes, raíces muy delgadas y a menudo, crece en climas secos con poca o ninguna lluvia (p. 37)



*Figura 1: Penca de tuna*

Fuente: imagen propia

Pacpa o Cabuya andina. La conceptualización que da López y Torbisco (2021) dice que:

Es endémica de Perú, esta planta encontramos en lugares de las yungas andinas en vertientes occidentales, crece o se desarrolla de 1450 a 3000 msnm. Esta planta se constituye en distritos costero de los yungas y quechuas, entonces se dice que pertenece a la familia agavácea y cuenta con espinas filudas en sus bordes, como también tiene hojas fibrosas y en su etapa de floración cuenta con flores amarillas (p. 458). Tal como (Barrantes, 2012) dice: en Perú crece regularmente en las montañas, y sobre todo esta planta se toma como adorno en viviendas, viveros y muchas veces en los cantos de la playa, entonces de acuerdo a esto es que en varias regiones se le conoce como: pacpa, penca, agave, cabuya, kelliupancarita, chuchao, aloe, pita, yankee folklore, penca azul, maguey, etc. Es una planta que en su mayoría de regiones llega alcanzar de 3 a 5 m de altura, cuenta con un tronco pequeño, las hojas en su mayoría son verdes oscuras medias dobladas, el ancho son de 15 a 20 cm con un aproximado de 20 a 30 espinas por cada lado, a dichas hojas también se le dice alas, es así que dichas hojas o alas a veces cambian a un color verde gris o también a un color algo azul (p. 9)

Sucllar y Paucara (2018) dice que: varias especies de plantas pertenece al género agave y Furcraea y que estos forman parte de la flora de Cusco, en diferentes zonas, estas plantas se utilizan para delimitar terrenos agrícolas (p. 3). De acuerdo a la Clasificación taxonómica de la Pacpa - Cabuya (Agave americana L.) Pino, (2006). Dice:

Se conoce también como cabuya azul y se observa que se extiende por la zona andina y que en su mayoría lo encontramos a 2500 – 3500 msnm, entonces esta planta por lo general se observa muy cerca de centros poblados, esta planta tiene la particularidad de poseer hojas largas y espinas duras, es por ello que difícilmente son depredados por los animales o aves que se encuentran a su alrededor (p. 11).



*Figura 2: Pacpa – cabuya andina – Furcraea andina*

Fuente: imagen propia.

Tabla 1. Taxonomía del *Agave americano* L.

Taxonomía	
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Liliidae
Orden	Liliales
Familia	Agavaceae
Género	Agave
Especie	Agave americana L.

Fuente: Cervantes y Cuya (2015)

Pacpa - (*Furcraea andina*)

Lo que Barrantes (2013) indica que:

La especie está dentro de la familia Agave, es originaria de Perú y se encuentra en las regiones costeras de Yunga y quechua. Conocido localmente como 'cabuya', de acuerdo a cada región se le conoce como 'Chu Chau' en el norte y 'Chunta Pacpa' o 'pacpa' en las Sierras central y sur (p. 7).

Tabla 2. Taxonomía de la *Furcraea andina* Trel.

Taxonomía	
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Liliidae
Orden	Liliales
Familia	Agavaceae
Género	Furcraea
Especie	Furcraea andina Trel.

Fuente: Cervantes y Cuya

La subrasante de acuerdo a MTC (2016) indica que:

La superficie de nivel de corte y relleno de la carretera, que cumplirá la función de soportar la estructura de pavimento a construirse, deberá estar compuesta de suelo con suficientes propiedades físicas y mecánicas, y se tomarán las siguientes decisiones de diseño: importantes anteriores. La superficie de la carretera, el material que forma esta superficie hasta una profundidad de al menos 0,60 metros, debe tener un CBR de al menos 6%, si es menor, debe estabilizarse de acuerdo con las propiedades del terreno (p. 47)



Figura 3: estructura típica de pavimento asfáltico

Fuente: internet

Propiedades del suelo tenemos las propiedades físicas del suelo; de acuerdo a lo especificado en la norma E.050 (2006) de suelos y cimentaciones, indica que:

Para obtener propiedades del suelo, se deben realizar experimentos y pruebas de laboratorio in situ, es como se menciona en el estudio de mecánica de suelos, entonces es necesario conocer las propiedades y características del suelo a través de experimentos de laboratorio, lo cual es posible calcular y predecir el comportamiento del suelo. (p. 8)

Humedad natural del suelo Según MTC (2016) El contenido de humedad se expresa como porcentaje del peso seco de la muestra de suelo y se mide utilizando la norma MTC E 108 que establece los procedimientos y equipos necesarios para la prueba (p. 51). Del mismo modo el Análisis granulométrico del suelo, según la norma técnica peruana NTP 339.128 (2006) es:



La distribución de partículas específicas del suelo se logra a través de un tamiz de medidas estandarizadas. Es importante mencionar que esta distribución ayuda a clasificar los suelos a través de sistemas de clasificación conocidos. El análisis realizado ayuda a clasificar las partículas tras marcar su tamaño (p. 11).

*Tabla 3. Dimensiones de partículas.*

DIMENSIONES DE PARTÍCULAS		
TIPO DE MATERIAL		TAMAÑO DE PARTÍCULAS (mm)
GRAVA		75 - 4.75
ARENA		ARENA GRUESA: 4.75 - 2.00
		ARENA MEDIA: 2.00 - 0.425
		ARENA FINA: 0.425 - 0.075
MATERIAL FINO	LIMO	0.075 - 0.005
	ARCILLA	MENOR A 0.005

Fuente: Ingeniería y Construcción

*Tabla 4. Secuencia de mallas para el análisis granulométrico para suelos según MTC E107*

Tamiz N°	Diametro (mm)
4"	100.000
2"	50.000
1"	25.000
3/8"	18.750
4	4.750
10	2.000
20	0.840
40	0.425
60	0.250

Fuente: Ingeniería y Construcción

Según MTC E107 (2016) dice que:

Se realizó un análisis de los datos representativos obtenidos al graficar en papel semilogarítmico, mostrando el porcentaje acumulativo de peso en la escala aritmética y el número de orificios en el tamiz representando en una escala logarítmica por la curvatura de la línea a partir de la cual se pudo determinar la distribución del tamaño (p. 35).

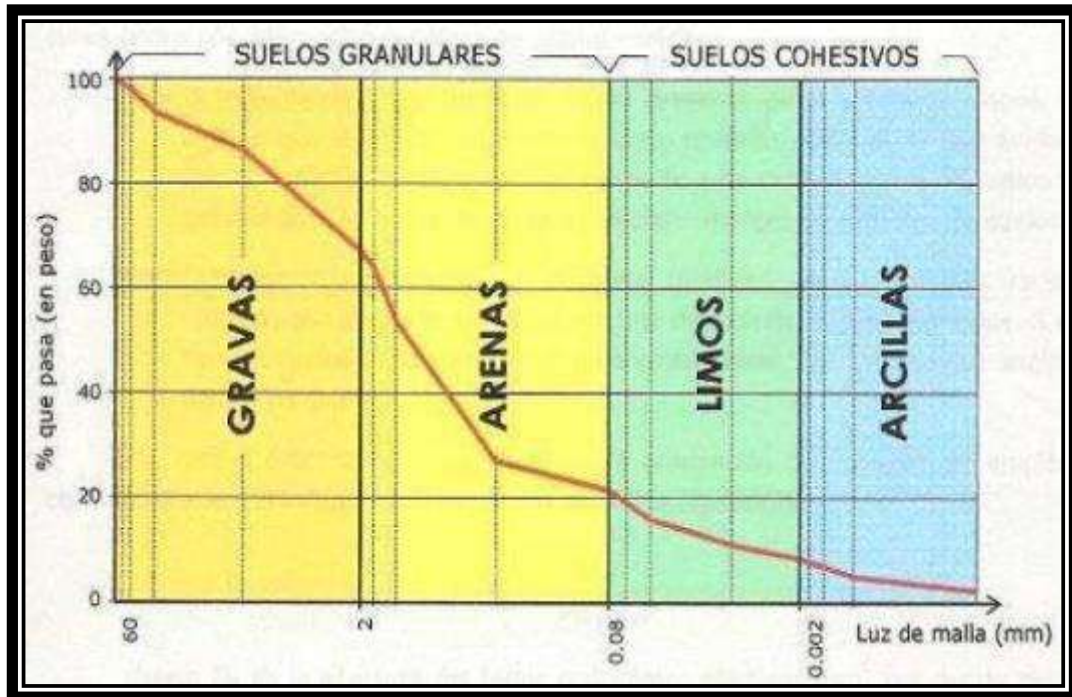


Figura 4: Curva de granulometría de un suelo.

Fuente: Bañon Manual de Carreteras



Figura 5: Curvas granulométricas.

fuentes: Bañon, Manual de Carreteras.

Consistencia del suelo según lo que Albert Atterberg (1900) indica que:

Dependiendo de la cantidad de humedad que se incorpora en los granos finos se tiene muy poca humedad en el suelo que se comporta como un sólido que se fisura muy rápido entonces esto nos permite dividir en cuatro estados fundamentales como es en: sólido, semisólido, plástico y líquido (p. 64).

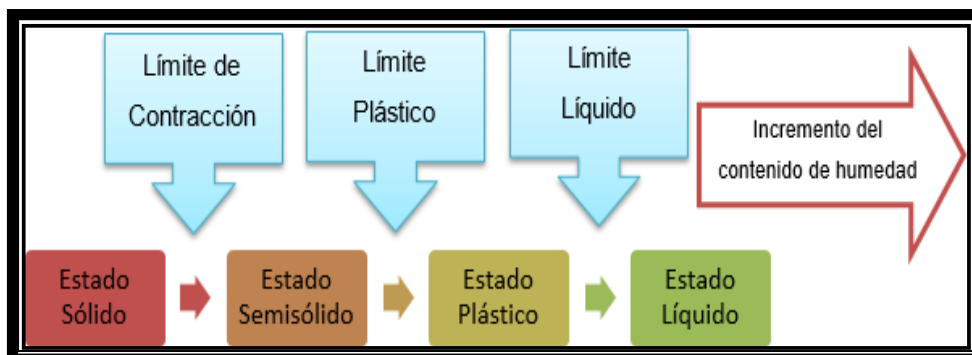


Figura 6: Límites de Atterberg

Fuente: límite líquido, plástico: límites de atterberg.

Límite líquido Se conceptualiza de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 339.129 (2006), Como:

La representatividad de la humedad del suelo le permitirá encontrar el límite entre los estados líquido y plástico. La misma humedad nos permitirá determinar el límite de conservación líquido, entonces colocando una masa de tierra en la cuchara de casas grande luego dividida por la mitad por un canal especial así permitiendo caer la cacerola de 1 cm de altura. Por lo tanto, es necesario asegurar la interacción entre dos partes del suelo para cerrar el espacio de contacto de 1.3 cm, que tiene que generar al aplicar 25 golpes de la maceta en la base. Para poder calcular se realizarán ensayos con distintos niveles de humedad, que se pueden determinar gráficamente con 25 golpes en escala semilogarítmica (número de golpes versus humedad) (p. 3)

También contamos con el Límite plástico y según NTP 339.129 (2006) se refiere:

Debido a la humedad calculada en el suelo se hace rollos de 3 mm de diámetro, debe soportar el alargamiento antes de romperse la muestra, a partir de la cual la muestra especificada será el suelo que pasa por la malla número 40. Cabe señalar que de límite líquido menos límite plástico, se obtiene el índice de plasticidad (p. 3)

De esta manera llegamos al Índice de plasticidad que según NTP 339.129 (2006) “el rango de humedad en el que el suelo se comporta plásticamente. Cuantitativamente es límite líquido menos límite plástico.” (p. 3)

Tabla 5. Escalas del suelo de acuerdo al IP

IP	características
IP > 20	suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	suelos arcillosos
10 > IP > 4	suelos poco arcillosos
IP = 0	suelos exentos de arcillas

Nota: Tomada de ingeniería y construcción

**Fenómeno de Expansión** de acuerdo a Barrera [et al] (2002) se dice que:

Ocurre como un fenómeno que cuando el suelo no saturado se humedece, este absorbe agua entre las partículas y aumenta de volumen. Todo esto pueden ocurrir y todo depende de la composición de la estructura del suelo. En general, su expansión está asociada a arcillas de alta densidad seca, propiedades plásticas y baja presión externa. En contraste con lo que se ve comúnmente en el colapso (p. 47).

Potencial de expansión de Suelos Es una propiedad física del suelo que se puede evaluar con una estructura que se expande cuando la cantidad de agua aumenta y se contrae cuando la cantidad de agua disminuye. Según Barrera [et al] (2002)

El término "expansibilidad" debe distinguirse de "expansión" por la causa de dicha deshidratación. La arcilla expandida crea empujes verticales y horizontales que impactan los cimientos, empujan las paredes y destruyen los pisos y las tuberías enterradas. Las carreteras tienen baches que afectan las maniobras. Además, estos diferenciales retrocedieron y las laderas colapsaron (p. 48).

**Clasificación de suelos SUCS** según Muelas (2010) dice que:

Hay cuatro grupos principales de clasificación según el tamaño de las partículas ósea (granulometría): se caracterizan por que se pueden observar con gran facilidad y no retienen agua, en cuanto al tamaño de sus partículas van entre 4.75mm y 85 mm. Arena, el tamaño de estas partículas es de 0,075 mm y 4,75 mm. Son visibles y sus propiedades no cambian con la adición de agua. Limo, su tamaño de partícula es de unos 0,002 mm y 0,075 mm. Estos fenómenos representan fenómenos de retención de agua, por lo que se forman masas claras de agua y limo, al momento de agitarlas se une con gran facilidad con el agua. Una arcilla compuesta de partículas de menos de 0,002 mm de tamaño. Estas partículas tienen el tamaño de un gel y están compuestas por minerales esenciales que contienen cadenas de elementos tetraédricos unidos por enlaces covalentes

frágiles, lo que permite que las moléculas de agua penetren entre las cadenas, lo que permite que un volumen 14 veces mayor provoque un aumento. Por tanto, tienen una elevada capacidad de sujeción de agua y una muy alta porosidad (p.10).

Entonces la clasificación según Kovačević [et al] (2018) indica que: “La clasificación técnica de los suelos permite a los ingenieros hacer estimaciones generales de la variedad de tipos de suelos y sus propiedades mecánicas” (p. 13). En el sistema SUCS se clasifican según la tabla.

W: Suelo Bien graduado

P: Suelo Mal graduado

L: Suelo con baja plasticidad (límite líquido menor que 50%).

H: Suelo con alta plasticidad (límite líquido mayor que 50%).

Tabla 6. Clasificación SUCS para suelos gruesos.

El material se considera grueso si se retiene más del 50%		Nº 200	Se considera fino si se retiene más del
			50%
ES RETENIDO		0.075 mm	PASA
GRAVA	ARENA		LIMO O ARCILLA
Sí más del 50% de la fracción gruesa queda retenida en tamiz Nº 4	Sí más del 50% de la fracción gruesa pasa el tamiz Nº 4		EL SUELO ES:
			LIMO (M)
			ARCILLA (C)
			ORGANICO (O)

Fuente: DAS, Braja M.; SHUKLA, Sanjay K. Earth anchors. J. Ross Publishing, 2013.

Tabla 7. Clasificación SUCS para suelos gruesos.

Suelos granulares gruesos. El 50% o más se retuvo en el tamiz nº200 (0.075 mm)	Grava < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz nº200	GW	grava bien graduada, grava fina a gruesa
			GP	grava pobremente graduada
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz nº 200	GM	grava limosa
			GC	grava arcillosa
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que	Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz	SW	Arena fina a gruesa.

	pasa el tamiz n.º 4	nº200	SP	Arena pobremente graduada
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n.º 200	SM	Arena limosa
			SC	Arena arcillosa

Fuente: DAS, Braja M.; SHUKLA, Sanjay K. Earth anchors. J. Ross Publishing

Tabla 8. Clasificación SUCS para suelos finos.

Divisiones Mayores			Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos de grano fino. Más del 50% de la muestra pasa el tamiz No.200 (0.075 mm)	Limos y arcillas. límite líquido < 50	inorgánico	ML	limo
			CL	arcilla
		orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica
	Limos y arcillas. límite líquido ≥ 50	inorgánico	MH	limo de alta plasticidad, limo elástico
			CH	Arcilla de alta plasticidad
		orgánico	OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos			Pt	turba

Fuente: DAS, Braja M.; SHUKLA, Sanjay K. Earth anchors. J. Ross Publishing

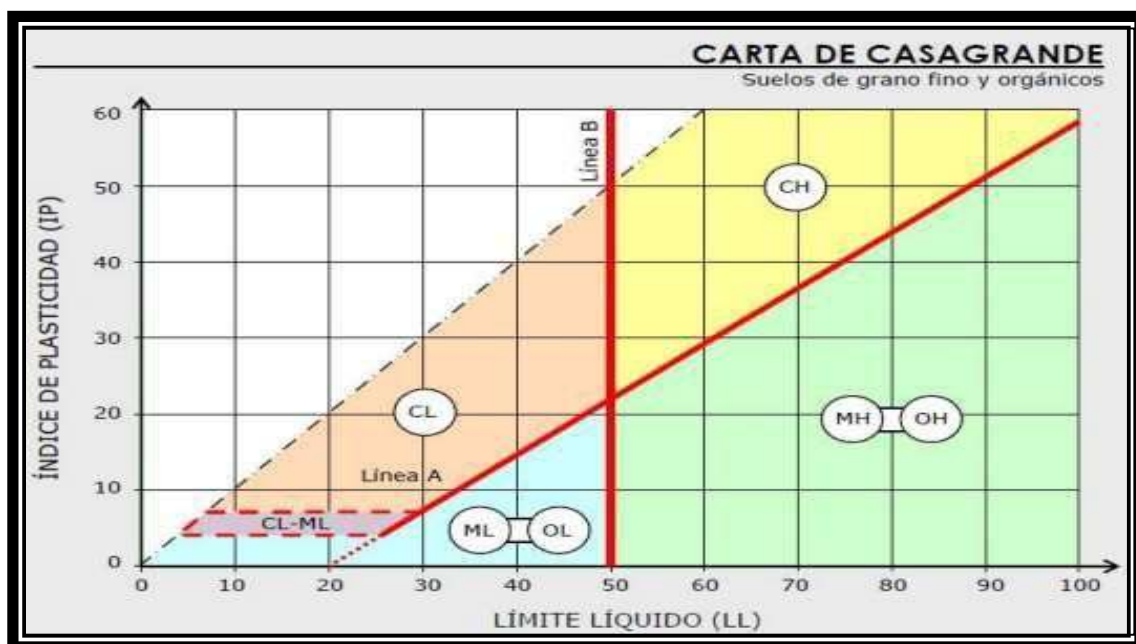


Figura 7: Carta de Casagrande (Suelos finos y orgánicos).

Fuente: DAS, Braja M.; SHUKLA, Sanjay K. Earth anchors. J. Ross Publishing.

Límite Atterberg nombrado en honor al científico sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916). Se utilizan para describir el comportamiento del suelo fino. Se basa en el concepto de que los suelos de grano fino pueden mantener solo cuatro estados homogéneos dependiendo de la cantidad de humedad.



Figura 8: Cuchara de casa grande

Fuente: Límites de atterberg

La Universidad Católica del Perú (2012) indica que:

Si se puede hacer referencia a la humedad como una proporción, si la suspensión se encuentra entre los estados líquido y plástico, se resuelve mediante una prueba llamada Casagrande. Como se observa en la figura, el dispositivo está formado por una copa de cobre y una base elástica rígida, que se ha caracterizado de la forma más subjetiva posible, de forma que como longitud se utilizan dos líneas de cola de base de 10mm de espesor, siendo impredecible la unión de 12 mm. La prueba es que el vaso debe caer sobre la base con una altura de 10 mm o 1 cm con 25 golpes respectivamente en todos los casos se recomienda realizar un máximo de 3 pruebas de terrenos similares (p. 54)

Como Propiedades mecánicas del suelo tenemos la Compactación de suelos esto de acuerdo a Montejo (2002) "incluye comparar suelos en términos de resistencia, deformabilidad y estabilidad. Todas estas propiedades importantes que se ven afectadas por la presencia de humedad, lo cual es

importante mejorar las propiedades individuales del suelo, y en todas las áreas de Infraestructura vial” (p. 476). Es así que llegamos a la Compactación tipo Proctor; de acuerdo con la PUCP (2016), “la prueba de compactación Proctorizado, (como estándar y modificada) es relevante solo para aquellas materias que poseen el 30% o menos (en peso), de retención en la criba de  $\frac{3}{4}$ ” 19mm” (p. 34). Luego de ello observamos la prueba de CBR de acuerdo a Fernández (1997) indica que:

Esto se descubrió usando el estándar NLT-11, usando el método de prueba Proctor para usar la resistividad de los pozos de muestra, con la densidad dada por el suelo, similar a las clasificaciones obtenidas de los valores de referencia normalizados. También se encuentra la capacidad del suelo. Determinar la carga expresada en humedad e índice de rodadura CBR. Cuanto mayor sea el CBR, mayor será la capacidad de carga del suelo (p. 5).

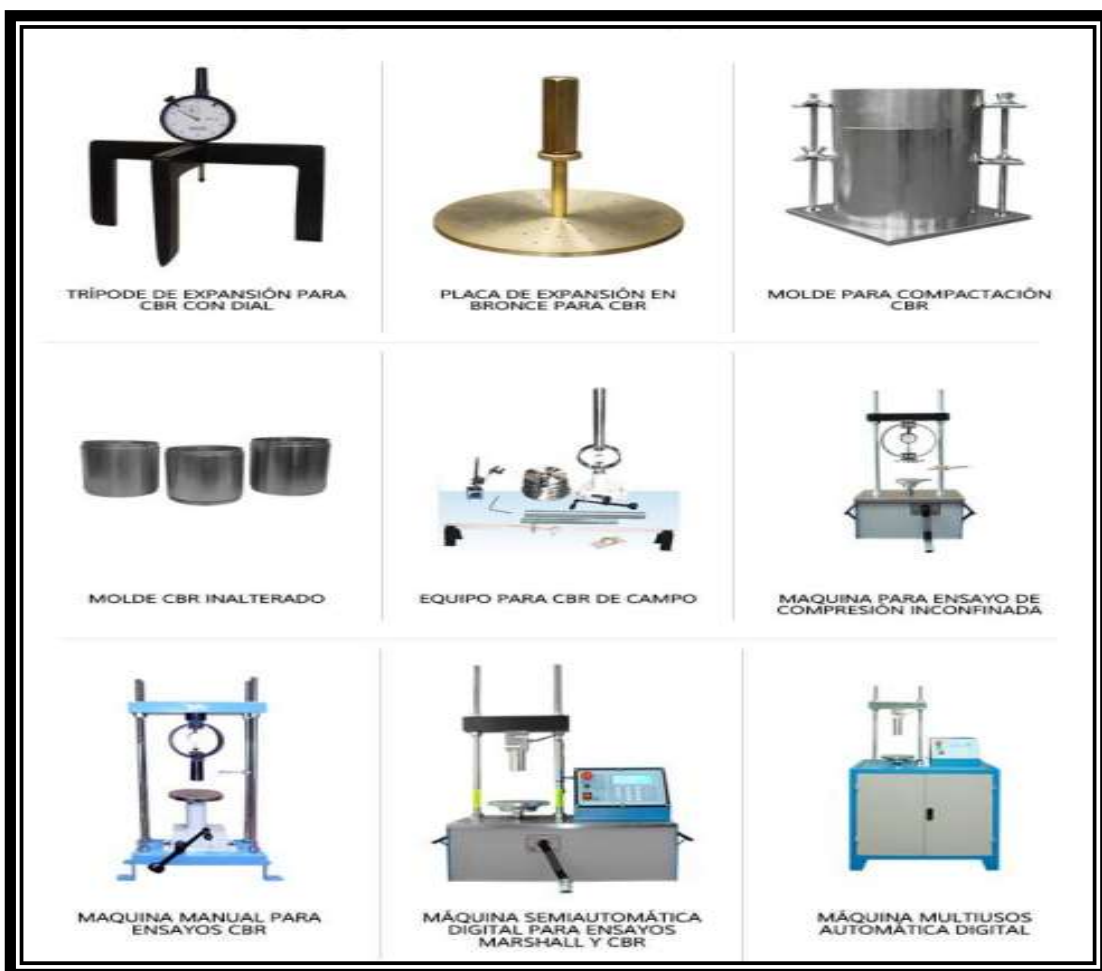


Figura 9: Instrumentación y Equipos usados en el ensayo de CBR

Fuente: Tomado de Pinzuar Ltda.



Los Métodos de estabilización de suelos según el MTC (2011) “el proceso de estabilización del suelo tiene como objetivo, entre otras cosas, perfeccionar y aumentar su, durabilidad resistencia y permeabilidad, etc.” (p. 118). Sin embargo, para la Estabilización Química existen varios métodos de estabilización química, entre ellos: Estabilización mediante sales o cloruros. Norma Técnica de Estabilizadores Químicos MTC E 1109 (2004, 2011) dice que “los cloruros se utilizan a menudo en la preparación de combinaciones con suelos, para que puedan considerarse aceptables durante la compactación, de modo que la velocidad de evaporación del agua se reduzca durante la compactación (p. 120).

En los métodos de análisis de suelos tenemos los ensayos físicos Se utilizan para obtener propiedades básicas del suelo, como las propiedades mecánicas, que están directamente relacionadas con su composición. Sin embargo, en este caso, el índice de expansión del material se prueba de acuerdo con la norma ASTM D2216 indica que es para hallar el contenido de humedad. Método de prueba estándar para la determinación de LL según ASTM D4318. Todas estas pruebas son aplicables no solo a muestras convenientemente ubicadas, sino también a muestras de suelo tomadas de la Carretera de Patamarca. Para realizar las pruebas analíticas anteriores en suelos cohesivos, la cantidad mínima de muestra requerida debe ser de 65 g de material que pase por el tamiz número 40, como se detalla en el estándar de referencia. Un manual de información validado de prueba de materiales MTC representativo que se considera suficiente como una relación. Este porcentaje es la mínima aceptada para las pruebas desarrolladas en este estudio.

Resistencia de los suelos según Mckyes1(989) Resuelve el problema de la resistencia del suelo. Para la mecánica del suelo, se deben abordar los problemas de estabilidad de taludes, erosión, drenaje y compactación (p. 29). Entonces también tenemos a Brinkgreve (2005). Indica que:

Desde entonces, conceptos como el equilibrio del suelo y los estados críticos han desarrollado teorías y modelos basados en los principios de la mecánica de suelos de esfuerzos y deformaciones y otros principios aplicados, cada uno con su propia configuración que no resuelve el problema (p. 7)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de investigación

Sampieri [et al] (2010), en su conceptualización dicen que:

El método científico es el conjunto de procesos y técnicas que se utilizan para resolver y formular problemas de investigación mediante la comprobación de hipótesis. Sobre esta base, el método es científico con un enfoque de calidad, utilizando la recolección de datos para probar hipótesis, estableciendo modelos de comportamiento basados en mediciones numéricas y análisis estadístico, y validando teorías (p. 161)

Tipo de investigación según Baena (2017) dice que: el proyecto tiene aplicabilidad porque juega un papel importante en las evaluaciones orientadas a la acción y proporciona nuevos hechos, si los captamos bien en la investigación, percibiremos nuevas informaciones. Los nuevos datos son asequibles para la investigación. (p. 18). Entonces esta investigación es de tipo aplicada, porque se lleva a cabo con métodos de recolección de datos, ensayos, pruebas y valores que superan los supuestos realizados por las ilustraciones nacionales e internacionales a las que está dirigida, teniendo, así como base la subrasante de nuestra carretera Patanmarca.

Diseño de Investigación según Tacillo (2016) de estudio es de diseño cuasiexperimental, implica la manipulación intencional de al menos una variable independiente para observar cambios en todas las variables dependientes de manera controlada son propios de los estudios cuantitativos (p. 82). Con toda la información brindada por Tacillo, digo que mi investigación es de diseño experimental, ya que podre manipular mis variables independientes (mucilago de pacpa y penca de tuna) para así observar que es lo que pasa con mi variable dependiente que es (propiedades físicas y mecánicas de subrasante) de la carretera Patanmarca. Nivel de investigación: es de enfoque descriptivo ya que con pruebas de laboratorio voy a añadir dosificaciones de mucilago de pacpa y penca de tuna, para ver cómo es que aporta en las propiedades de la subrasante de la carretera Patanmarca.

Enfoque de investigación según Neill [et al] (2017) el enfoque es “Cuantitativo, implementa un método objetivo de análisis y evaluación. Explora definiciones

empíricas y globales relacionadas con estadísticas determinadas por números que enfatizan datos confiables” (p. 23). En mi proyecto de investigación también va ser de enfoque cuantitativo, porque al momento de llevar al laboratorio los productos van ser numéricos y medibles, que podrán ser valorados a detalle, indicando la eficiente utilización del mucilago de pacpa y penca de tuna como un aditivo estabilizante.

### 3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Mucilago de pacpa y penca de tuna. Definición Conceptual de acuerdo a Villanueva (2019) la mucosidad es una sustancia pegajosa que forma escamas viscosas al contacto con el agua y que se impregna fácilmente Esa es la propiedad clave de los cactus en la retención de agua (p. 5)

Definición Operacional: Estos materiales naturales se incorporan en distintos porcentajes, con la finalidad de determinar de qué manera influye en la estabilización de la subrasante en la carretera Patanmarca.

Indicadores: 0%, 1.25%, 2%, 2.75% y 3.5% proporciones de mucilago de pacpa y penca de tuna.

Instrumento: Ensayos en laboratorio

Escala de Medición: Razón

Variable dependiente: Propiedades de la subrasante, Definición Conceptual: Según Castro (2019) “El suelo es una propiedad física para realizar trabajo, y para ello es necesario observar propiedades mecánicas como ductilidad, compresibilidad y resistencia. Debido a las propiedades mecánicas de la arcilla, el sustrato puede mejorar la capacidad portante del pavimento” (p. 6)

Definición operacional: Para ejecutar una muestra de investigación, cada muestra se lleva a cabo en el sitio, luego se lleva al laboratorio para confirmar la clase de suelo en el que se trabajará y luego se realizan las pruebas necesarias. Final, dando así los mejores resultados de acuerdo a los objetivos esperados. Las características de la subrasante de la carretera Patanmarca va a depender de diferentes factores, los cuales van a ser: Análisis granulométrico, LL, LP, IP, contenido de humedad, SUCS, AASHTO, Proctor y CBR.

Instrumento: Ensayos en laboratorio (Análisis granulométrico, LL, LP, IP, contenido de humedad, SUCS, AASHTO, Proctor y CBR)

Escala de Medición: Razón

### 3.3 Población, Muestra y Muestreo

Lo que indica Arias (2012) cuando hablamos de población “un grupo finito o infinito de individuos con características comunes, que es la conclusión general de la investigación. La población debe ser seleccionada y restringida de acuerdo al problema y objetivos de la investigación.” (p. 35)

Entonces en mi investigación se considera como población a la subrasante que compone la carretera de Patanmarca, Calca – Cusco, la cual cuenta con una extensión de 1030 metros lineales.

Los Criterios de inclusión según Vara (2010) es una representación de una población que considera e incluye sus características, rasgos y aspectos (p. 55). Entonces para elaborar la presente tesis se tomará muestras de suelo (3 calicatas) de la carretera Patanmarca, Calca – Cusco.

Los Criterios de exclusión según lo que indica Vara (2010) “Es el límite de una población, excluyendo sus propias características, propiedades y aspectos.” (p. 55). Para la presente investigación se utilizan tan solo productos naturales (mucilago de pacpa y penca de tuna) como también muestras únicas de suelo de la carretera Patanmarca.

Muestra según Arias (2012) Una muestra produce una población sistemática, definida como un subconjunto derivado de la suma estimada de ciertas situaciones de tamaño de población, seleccionando una muestra y asumiendo que el subconjunto refleja que todos están (p. 83). La muestra está conformada por 3 muestras de calicatas de suelo de la carretera de Patanmarca, Calca - Cusco. Se va ejecutar 3 calicatas que tendrán las siguientes dimensiones: 1.50 m de profundidad a cada 50 m, una vez que se obtenga la muestra se recubrirá con cera o plástico que este bien hermético para posterior a esto llevar a laboratorio y realizar los ensayos correspondientes ya mencionados anteriormente.

Muestreo Según Niño (2011), señala que “el muestreo se define como un método de cálculo de una muestra de una población” (p. 57). Para mi proyecto de investigación el muestreo va ser no probabilístico ya que la toma de muestra es delimitada, esto quiere decir que no se escogió común, entonces se toma la zona pertinente o adecuada para sacar la muestra y poder hacer las pruebas correspondientes.

La Unidad de análisis según Sánchez [et al] (2018) indican que la:

“Investigación cualitativa en el sitio o en la oficina; a veces describiendo áreas, animales, gases, servicios, mercancías, etc. Las unidades de análisis se agregan de acuerdo con las características que las distinguen, colectiva o individualmente, y se presentan de acuerdo con varios criterios. (p. 123)

#### 3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnicas de Investigación: como definición Baena (2017) indica que:

Los métodos son la respuesta a la pregunta "cómo resolver" y se pueden utilizar en áreas de la actividad humana, tienen técnicas diseñadas para lograr objetivos específicos, pero en el caso del método científico, estas técnicas son simples y reflexivas que está diseñado para llegar a un método (p. 68).

En este proyecto se va utilizar la observación directa, dado que lo que se conoce está directamente relacionado con el fenómeno en estudio, lo que estudio es el comportamiento de suelo al momento de añadirle una dosificación de mucilago de pacpa y penca de tuna.

Instrumentos de recolección de datos: según Sánchez (2018) dice que:

Los medios obtenidos a través de la recopilación de información se aplican a toda investigación porque buscan recopilar y organizar los datos relacionados con las variables, contextos, eventos, clases y poblaciones involucradas en el estudio de manera robusta y validada, es posible y requiere una etapa, ya que esta es una etapa activa del diseño del estudio para lograr sus objetivos (p. 123)

En su proyecto de investigación Baena (2017) “indica que utilizo una hoja de datos proporcionada por el laboratorio como una herramienta de recolección de información para sintetizar las respuestas de los ensayos de campo” (p. 68)

Validez: De la misma manera Santos (2017) se refiere “al proceso de creación de la forma o formato en el que los investigadores reciben evidencia para respaldar sus inferencias. Es por ello que la validación necesita un análisis de nivel experimental para recopilar datos” (p. 1) por lo tanto se destacan todos los dispositivos utilizados para la eficacia, entonces la investigación esta estandarizada y reconocida por que en todo el proceso se consultó antecedentes regionales, nacionales e internacionales, como también dan la validez a las fichas de recolección de datos tres ingenieros.

Confiabilidad: según Muñoz (2015) indica que “coherencia o registro de información, especialmente que se relacione con herramientas y técnicas que están aplicadas al estudio, ya que así arroje resultados consistentes” (p. 186) Las técnicas de recolección de datos son utilizadas en el estudio, se sustentaron en lineamientos, normas de referencia y fueron evaluadas para realizar el estudio utilizando manuales de usuario vial, normas técnicas peruanas y normas ASTM.

### 3.5 Procedimientos

Ubicación:

Departamento: Cusco
Provincia: Calca
Distrito: Calca
Sector: Saucedá
Carretera: Patanmarca



Figura 10: Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Google Maps.

Tabla 9: Coordenadas de la carretera Patanmarca.

Extremo Norte	Longitud Oeste	71°56'00.7"W
	Latitud Sur	13°31'28.5"S
Extremo Sur	Longitud Oeste	71°56'00.8"W
	Latitud Sur	13°31'39.8"S
Extremo Este	Longitud Oeste	71°55'57.9"W
	Latitud Sur	13°31'31.9"S
Extremo Oeste	Longitud Oeste	71°56'00.9"W
	Latitud Sur	13°31'36.5"S

Fuente: elaboración propia

Extracción de muestra de suelo: para este procedimiento se utilizó herramientas manuales como (flexómetro, pico, pala) etc.

Como primer paso se realiza la delimitación de la carretera, para extraer la muestra, una vez tengo marcado el ancho y largo comienzo con la excavación de zanja para obtener mis 3 muestras de calicatas, una vez tengo mi muestra de suelo (calicata) se recubre con cera o plástico, para así mantenerlo bien hermético, para que luego a esto lo llevemos a laboratorio.

Extracción de muestras naturales: entonces para este proceso necesito (guantes, cuchillo, bolsas, recipiente – balde y otros)

Como segundo paso voy a extraer mi muestra natural de pacpa y penca de tuna, al lugar que ya se visitó con anticipación entonces comienzo extrayendo mis productos con mucho cuidado, ya que la pacpa tiene espinas en todas las hojas como también en la punta, así también la penca de tuna cuenta con infinidad de espinas como también espinas muy pequeñas conocidas en la sierra como (que´po) que con un mínimo viento tienden a volar, y se impregna en la ropa y si no estas bien cubierto se te impregna en la piel. Una vez ya tengo mis productos comienzo a extraer con cuidado las espinas para tener una mejor trabajabilidad y manejar de mejor manera, posterior a esto se corta en trozos pequeños para luego poner en un recipiente con un porcentaje de agua, de esta manera se obtiene el mucilago, para que posteriormente a este se lleve a laboratorio y se aplique las dosificaciones especificadas anteriormente.

### 3.6 Método de análisis de datos

Lo que indica Valderrama (2016) es que “La esencia de la información es desglosarla para aclarar la pregunta principal, si es importante estar de acuerdo o en desacuerdo con la teoría que se investiga” (p. 229). Este estudio utilizará los procedimientos establecidos por ASTM, NTP, que tienen como objetivo recopilar y registrar la información obtenida de las pruebas de laboratorio. Así como presentación de gráficos, estadísticas de todos los procesos ejecutados, como también procedimientos de organización.

### 3.7 Aspectos éticos

Todos los datos recopilados en este documento, en cuanto a gráficos, tablas, ideas y otros datos vinculados a terceros, son propiedad intelectual de los autores y se citan en su totalidad. Atribución y contribución correcta. Por lo tanto, bajo el sistema ISO 690, ciertos principios se cumplen para los fines anteriores.



## IV. RESULTADOS

### MEMORIA DESCRIPTIVA

#### ASPECTOS GENERALES

Nombre de Proyecto.

''Adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco – 2022''

#### LOCALIZACION Y UBICACIÓN DEL PROYECTO.

#### UBICACIÓN POLITICA.

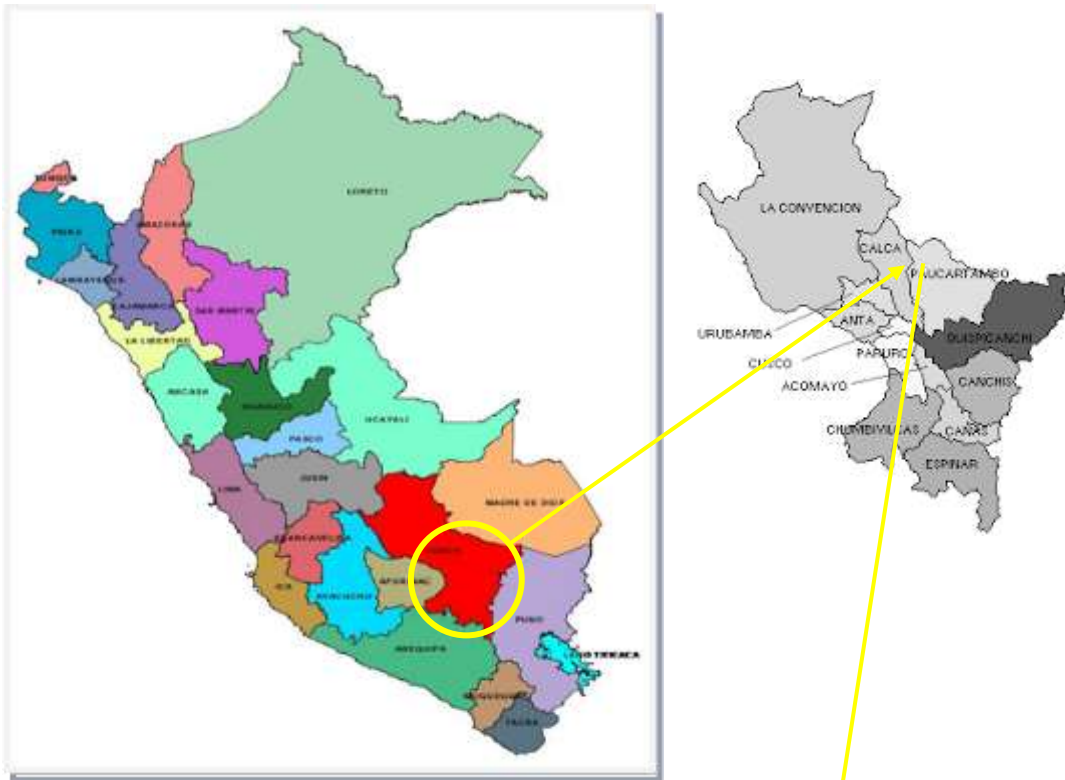
LUGAR : PATANMARCA  
DISTRITO : CALCA  
PROVINCIA : CALCA  
REGION : CUSCO

#### Ubicación Geográfica.

Geográficamente el área del proyecto está ubicada en el valle sagrado de los incas dentro de la Provincia de Calca en la zona 19L a una altura de 3484.00 m.s.n.m. ubicado mediante las coordenadas:

ESTE : 180451.27  
NORTE : 8526300.41  
ALTITUD : 3484.00 m.s.n.m.

# MAPA GEOGRÁFICO DE LA PROVINCIA DE CALCA



CARRETERA DONDE SE REALIZO LAS CALICATAS



Figura 11: Ubicación de calicatas.

Fuente: elaboración propia.

Antecedentes.

Calca fue fundada el 21 de junio de 1825, es decir, desde los primeros años de nuestra vida independiente. Por ley del 19 de septiembre de 1898, se le otorgó el estatus de ciudad, pasando así de simple villa a ciudad; un pintoresco pueblo a orillas del río Vilcanota, de hermosos paisajes y frondosa vegetación, con un ambiente íntimo, hoy convertido en un balneario del Dpto. De Cusco y la capital del Valle sagrado de los Incas, y aún más en el sur de Perú.

Posee aguas muy curativas de los Incas, Machacancha, minasmocco y Lares, que mantienen saludables a los habitantes gracias a sus propiedades curativas. Está rodeada de enormes cerros, el pico más alto es Pituisirai, en el que siempre hay nieves eternas, hay otro cerro alto, en el que hay una enorme cruz de madera, donde recordamos nuestra vida la pasión y muerte de nuestro Señor Jesucristo; Hay otros cerros similares como Konkkon, Sahuasiray y Kankkan que brindan protección contra los vientos de tormenta.

Cuna de grandes escritores y estudiosos como Clorinda Matt de Turner, Bernardo Tamboacsso y Eusebio Corazao, cuya ciencia y conocimiento asombraron a los investigadores europeos. Guardar en plazas de calles y otros lugares cercanos, ruinas y murallas incas, calles. Cahuide, Bolívar, San Martín, Santa Mariana. Los sitios arqueológicos incluyen el magnífico Intihuatana de Pisac, la Población de Ancasmarcha, Juchuy o Huayna Cosco de Pavo Real, Chulupa o Nicho de Wangcoy Luyok, Torre del Sol y todas las obras errantes de Urko. Estos son el fiel testimonio de Urko. grandeza del pasado. Hay dos puentes coloniales a orillas del río Ccochoc y otro puente colgante sobre el río Vilcanota construido en las murallas coloniales. Es un puente sencillo con hermosas rejas de hierro y pisos de madera. Trabajamos con municipios como Chimpa Kalka, Sacro y Paukartika para realzar aún más la belleza del paisaje.

Calca se sitúa desde la cumbre de la Zona Quechua entre los 2.500 m.s.n.m. Hasta 3.500 incluyendo 8 distritos: San Salvador, Pisac, Qoya, Lamay, Taray, Calca, Yanatile y Lares.

## Vías de Acceso.

La Provincia de Calca cuenta con una accesibilidad por 02 vías, descritas en las siguientes rutas.

*Tabla 10: Vías de acceso a la provincia de Calca.*

DE	A	DIST.(km)	TIPO VIA			TIEMPO (H: Min)
			CARRETERA	FERREA	PEATONAL	
Capital cusco	Pisac - Coya - Lamay – Calca	51.6	Carretera 28G – 28B			1:00
Capital cusco	Chincheros – Urubamba - Yucay – Calca.	79.6	Carretera 3S – 28B			2.15

Fuente: Elaboración propia.

## Clima.

El clima es siempre cálido, la temperatura más alta se da en los meses de verano de diciembre a marzo con una temperatura media anual de 14,08°, la precipitación anual es claramente estacional, con un marcado exceso en los meses de verano. la precipitación total es 3-4 veces superior a los meses de la estación seca de invierno (mayo a julio), los meses de transición son abril, mayo, octubre y noviembre, a su vez en las alturas de los Andes, la precipitación promedio es de unos 600 mm por año. La precipitación en áreas densamente boscosas y altas montañas promedias alrededor de 1.000 mm por año, en años lluviosos puede superar un poco los 1.300 mm, o en años secos, cuando es de unos 899 mm.

## RESULTADO DE PRUEBAS REALIZADAS EN LABORATORIO DE CALICATA N° 1 – 2 - 3

A continuación, se detalla las coordenadas UTM donde se hizo las calicatas para extraer la muestra de suelo y posterior a ello llevar a laboratorio y realizar los ensayos físicos y mecánicos; como son (granulometría, contenido de humedad, clasificación de suelos, límites de consistencia, Proctor y CBR).

COORDENADAS UTM					
CALICATA N°1		CALICATA N°2		CALICATA N°3	
X	Y	X	Y	X	Y
180466.041	8526231.11	180445.45	8526315.41	180415.14	8526403.77

**Objetivo Especifico 1:** Determinar de qué manera influye la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades físicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco -2022



*Figura 12: Extracción de muestras de suelo de calicatas.*

Fuente: Elaboración propia.

### **CONTENIDO DE HUMEDAD (C-1, C-2 y C-3)**

Ensayo de contenido de humedad, de acuerdo al MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (2016) indica que:

La humedad del suelo es la relación entre la masa de agua en una determinada masa de suelo y la masa de partículas sólidas, expresada en porcentaje. Este modo de operación es el peso del agua removida al secar el suelo húmedo a masa constante en un horno controlado a  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}^*$ . El peso del suelo, aún después del secado en el horno, se usa como peso de partículas sólidas. Perder la masa después del secado se considera el peso del agua.



Figura 13: Extracción de muestra de suelo para realizar ensayo de contenido de humedad.

Tabla 11: contenido de humedad natural del material (NTP - 339 - 127) (C-1, C-2 Y C-3).

	CALICATA 1			CALICATA 2			CALICATA 3		
	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
PESO DE CAPSULA	29.18	29.04	27.84	27.7	28.73	28.99	29.44	28.8	28.31
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	123.3	122.9	127.45	123.9	129.7	127.91	125	122	114.71
PESO CAPS + MATERIAL SECO	118.2	117.7	121.99	118.8	124.3	122.7	120.4	117.6	110.44
PESO DEL AGUA	5.07	5.2	5.46	5.12	5.42	5.21	4.6	4.41	4.27
PESO DEL SUELO SECO	89.06	88.69	94.15	91.09	95.54	93.71	90.98	88.76	82.13
CONTENIDO DE AGUA (%)	5.69%	5.86%	5.80%	5.62%	5.68%	5.56%	5.06%	4.97%	5.20%
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.78%</b>			<b>5.62%</b>			<b>5.08%</b>		

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14: Contenido de humedad natural (NTP - 339 - 127) (C-1).

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura n°14 se observa resultados obtenidos de tres muestras de suelo de mi C-1, con estos resultados realice un promedio aritmético para obtener un contenido de humedad de 5,78%, todo ello de acuerdo a la norma (NTP - 339 - 127) (MTC-108) que indica que se usará no menos de 20 g para que sea representativa.



Figura 15: Contenido de humedad natural (NTP - 339 - 127) (C-2).

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura n°15 se observa resultados obtenidos de tres muestras de suelo de mi C-2, con estos resultados realice un promedio aritmético para obtener un contenido de humedad de 5,78%, todo ello de acuerdo a la norma (NTP - 339 - 127) (MTC-108) que indica que se usará no menos de 20 g para que sea representativa.



Figura 16: Contenido de humedad natural (NTP - 339 - 127) (C-3).

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura n°16 se observa resultados obtenidos de tres muestras de suelo de mi C-3, con estos resultados realice un promedio aritmético para obtener un contenido de humedad de 5,78%, todo ello de acuerdo a la norma (NTP - 339 - 127) (MTC-108) que indica que se usará no menos de 20 g para que sea representativa.



## Resumen de contenido de humedad de C-1, C-2, Y C-3

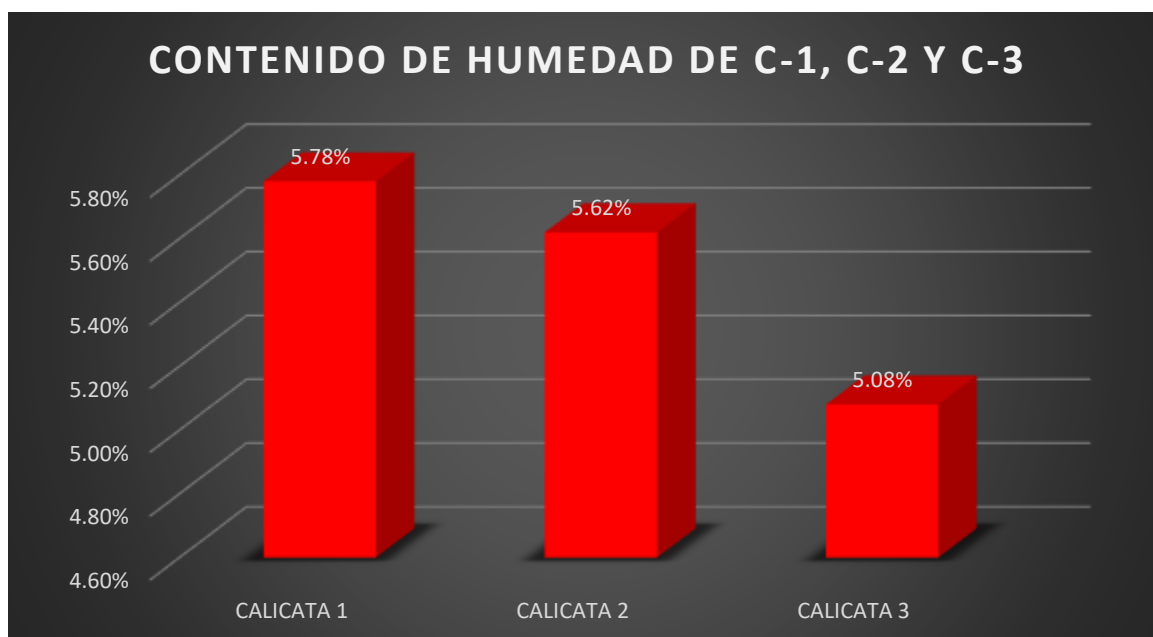


Figura 17: Resumen de resultados de CH de C-1, C-2 y C-3.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la presente figura se aprecia los resultados obtenidos de contenido de humedad de las tres muestras de suelo de calicata (1, 2 y 3), siendo los resultados 7.78%, 5.62% y 5.08% respectivamente. todo ello de acuerdo a la norma (NTP - 339 - 127) (MTC-108) que indica que se usará no menos de 20 g para que sea representativa. Estos resultados se tienen de base para que se realice el ensayo Proctor y posterior a esto el CBR.

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO DE (C-1, C-2 y C-3)**

Ensayo de granulometría, de acuerdo al MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (2016) indica que:

Este procedimiento describe cómo identificar la fracción de residuos que ha pasado por las diferentes partes de los tamices utilizadas en el ensayo, hasta 74 mm (Nº200). Este modo de funcionamiento no proporciona requisitos de seguridad. Corresponde al usuario establecer las adecuadas condiciones de seguridad y salud, así como las obligaciones derivadas de su uso y de su interpretación.



Figura 18: Análisis granulométrico por tamizado.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12: Análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128 - MTC E-107-200 (C-1, C-2 Y C-3) muestra patrón.

Tamiz N°	Diam.(mm)	% que pasa		
		C-1	C-2	C-3
1/2 plg	12.5	100.00%	100.00%	100.00%
3/8 plg	9.5	100.00%	100.00%	94.15%
N° 4	4.75	96.32%	95.52%	89.99%
N° 10	2	85.56%	87.66%	84.78%
N°20	0.6	76.30%	76.03%	77.07%
N° 40	0.426	69.65%	68.70%	70.62%
N°60	0.25	68.48%	65.95%	67.36%
N°140	0.106	64.18%	60.03%	63.16%
N° 200	0.075	61.13%	55.43%	58.40%
bandeja	0.01	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Composición granulométrica y coeficientes de C-1, C-2 y C-3.

	CALICATA		
	C-1	C-2	C-3
% de gruesos	38.87%	44.57%	41.60%
% de finos	61.13%	55.43%	58.40%
% de grava	3.68%	4.48%	10.01%
% de arena	35.19%	40.09%	31.59%

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En las calicatas N°1-2-3 se hizo el ensayo físico de Análisis Granulométrico por tamizado, el cual en la tabla n°13 se puede observar que el porcentaje de gruesos retenido es de (38.87%, 44.57% y 41.60%); el porcentaje retenido acumulado de grava por los tamices 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", y n° 4 es de (3.68%, 4.48% y 10.01%); el porcentaje de arena retenido por los tamices 10, 20, 40, 50, 100 y 200 es de (35.19%, 40.09% y 31.59%); el porcentaje de finos que pasa el tamiz n° 200 es (61.13%, 55.43% y 58.40) respectivamente, entonces para las muestras de suelo que se realizó se determina el método de compactación tipo "C".

### **CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE (C-1, C-2 y C-3)**

Clasificación De Suelos SUCS (ASTM D-2487) indica que:

Esta norma internacional describe un sistema para clasificar suelos minerales y suelos orgánicos con fines técnicos en función de las determinaciones de laboratorio del tamaño de las partículas, los límites líquidos y el índice de plasticidad; y debe usarse cuando se requiere una clasificación precisa.



Figura 19. Clasificación de suelos según SUCS Y AASHTO.

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de clasificación de suelo según SUCS de C-1, C-2 y C-3.

Tabla 14: Clasificación SUCS (C-1, C-2 y C-3).

FINOS								
MAS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200								
LIMOS Y ARCILLAS							ORG (Turba)	
					LL>50%			
CALICATA 1	CL	CL-ML	ML	OL	CH	MH	OH	Pt
CALICATA 2	CL	CL-ML	ML	OL	CH	MH	OH	Pt
CALICATA 3	CL	CL-ML	ML	OL	CH	MH	OH	Pt

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla n°14 se observa la clasificación de suelos según SUCS de C-1, C-2 y C-3, el cual en las tres muestras de suelo resultó ser un CL-ML, que significa ser una arcilla limosa de baja plasticidad con arena.

**Clasificación De Suelos Según AASHTO, de acuerdo al MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES indica que es:**

"El sistema describe el método de dividir el suelo en grupos en función de la granulometría de laboratorio, la producción de energía y la plasticidad. El análisis en cada grupo se lleva a cabo utilizando el "índice de grupo"



Figura 20: Clasificaciones suelos según ASSTHO.

Fuente: Fuente: Elaboración propia.

Resumen de clasificación de suelos según ASSTHO de C-1, C-2 y C-3.

Tabla 15: Clasificación AASHTO (C-1, C-2 y C-3).

CALICATA 1	A-4 (0) ASSTHO = principalmente partículas finas limosas
CALICATA 2	A-4 (0) ASSTHO = principalmente partículas finas limosas
CALICATA 3	A-4 (0) ASSTHO = principalmente partículas finas limosas

Fuente: Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla n°15 se observa la clasificación de suelos según AASHTO de C-1, C-2 y C-3., el cual en los tres casos resultó ser un A-4 (0) que significa ser principalmente partículas finas limosas, esta clasificación me

permite indicar el tipo de maquina a emplear en la compactación de suelos, ósea un (Rodillo Neumático, Liso y Pata de cabra)

### LÍMITES DE CONSISTENCIA (C-1, C-2 y C-3) CON SUS ADICIONES CORRESPONDIENTES.

Límites de consistencia de acuerdo a la (NTP. 339 – 129) (1999) indica que:

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos de grano fino que ocurren naturalmente pueden tomar diferentes formas dependiendo de su naturaleza y contenido de agua.



Figura 21: Límites de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Límites de consistencia de Calicata N° 1 con sus respectivas dosificaciones.

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE C-1				
	DOSIFICACION	L.L	L.P	I.P
<b>CALICATA 1</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	23.77 %	17.43 %	6.34 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	22.32 %	16.19 %	6.13 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	20.15 %	14.30 %	5.85 %
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	19.69 %	14.17 %	5.52 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	19.08 %	13.84 %	5.24 %

Fuente. Elaboración propia.

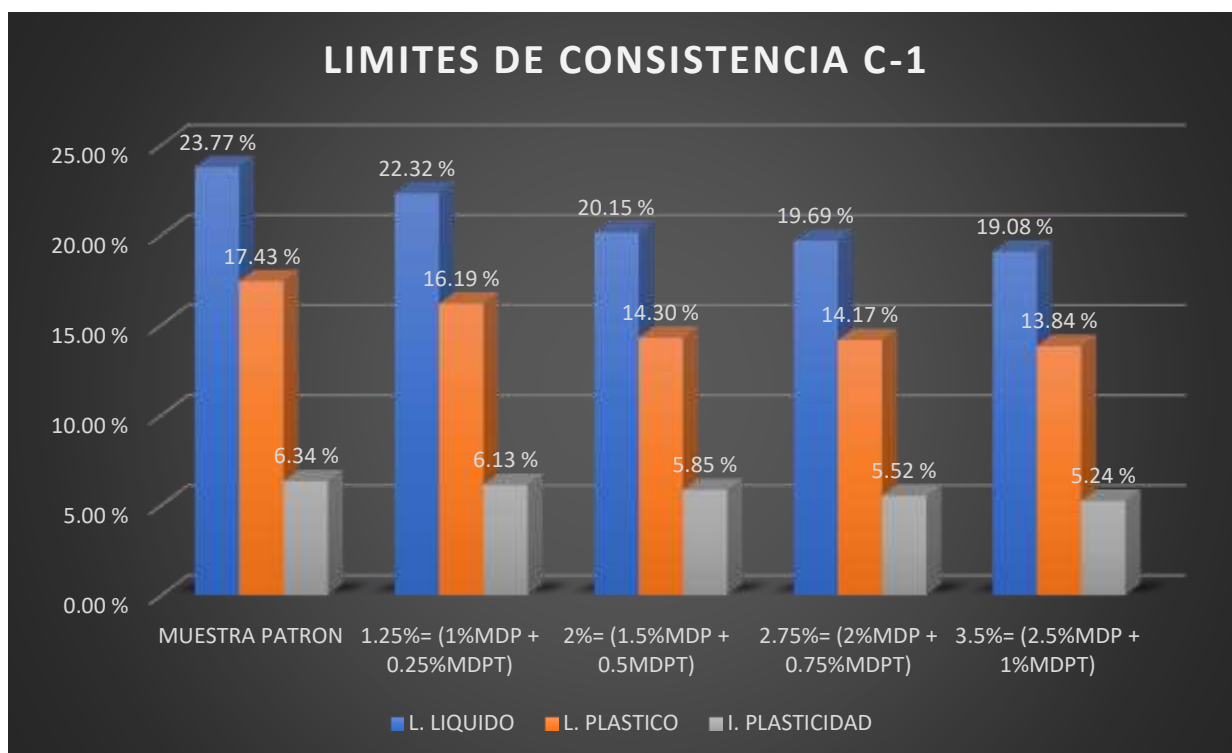


Figura 22: Resultados de Límites de consistencia de calicata 1 con respectivas adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 22, se evidencia los resultados obtenidos de los ensayos realizados de límites de consistencia de la C-.1, entonces la muestra patrón presentó un LL de 23.77%, LP de 17.43% e IP de 6.34%; por lo tanto con la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) el LL es 22.32%, LP es 16.19% e IP es 6.13%; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): LL es 20.15%, LP es 14.30% e IP es 5.865; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): LL de 19.69%, LP de 14.17% e IP de 5.52% y 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) el LL de 19.08%, LP de 13.84% e IP de 5.24%. entonces de acuerdo al resultado de IP de la muestra natural se obtuvo la disminución positiva con respecto a las adiciones en: 3.31%; 7.49%; 12.934% y 17.35 %, respectivamente, todo esto basado en la norma del MTC E-111, que según la clasificación de suelos según su  $IP < 7$ , se dice que son suelos poco arcillosos.

Tabla 17: Límites de consistencia de Calicata N°2 con sus respectivas dosificaciones.

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE C-2				
DOSIFICACION		L.L	L.P	I.P
<b>CALICATA 2</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	23.28 %	16.42 %	6.86 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	20.16 %	13.75 %	6.41 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	19.98 %	13.75 %	6.23 %
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	19.41 %	13.63 %	5.78 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	19.11 %	13.95 %	5.16 %

Fuente: Elaboración propia.

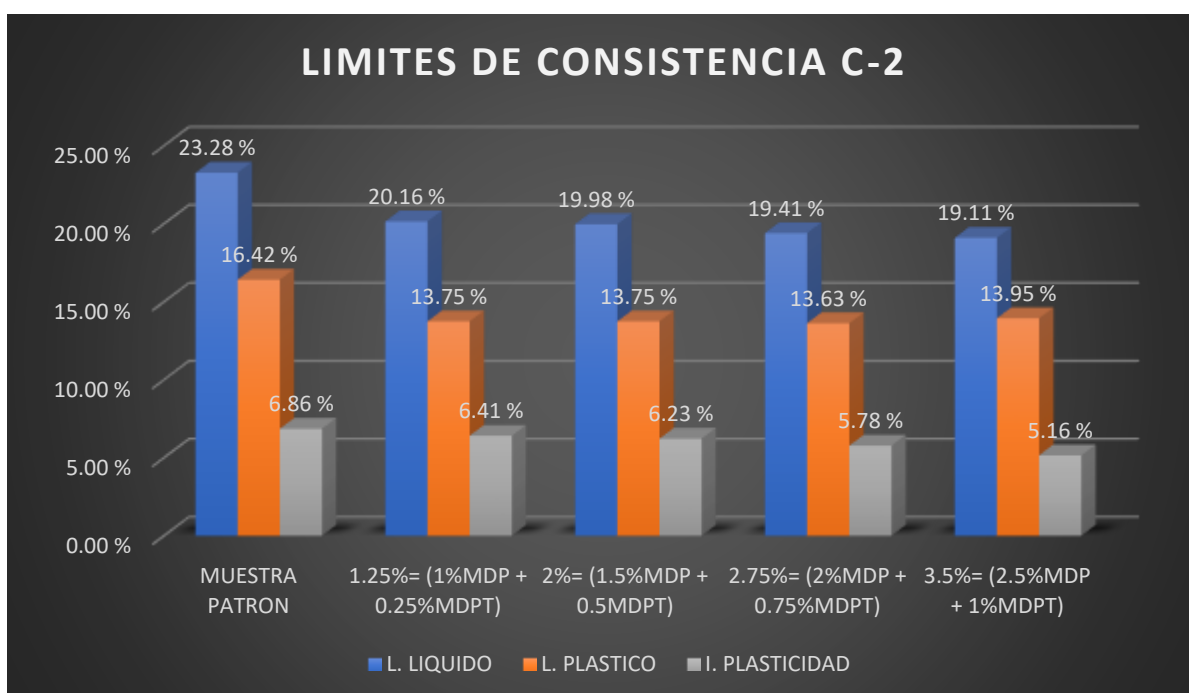


Figura 23: Resultados de Límites de consistencia de calicata 2 con respectivas adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 23, se evidencia los resultados obtenidos de los ensayos realizados de límites de consistencia de la C-.2, entonces la muestra patrón presentó LL de 23.77%, LP de 17.43% e IP de 6.86%; por lo tanto con adición de mucilago de pappa y penca de tuna al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) el LL es 22.32%, LP es 16.19% e IP es 6.41%; para 2%=



(1.5%MDP + 0.5MDPT): LL es 20.15%, LP es 14.30% e IP es 6.23; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): LL de 19.69%, LP de 14.17% e IP de 5.78% y 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) el LL de 19.08%, LP de 13.84% e IP de 5.16%. entonces de acuerdo al resultado de IP de la muestra natural se obtuvo la disminución positiva con respecto a las adiciones en: 6.56%; 9.18%; 15.74% y 24.78%, respectivamente, todo esto basado en la norma del MTC E-111, que según la clasificación de suelos según su  $IP < 7$ , se dice que son suelos poco arcillosos.

Tabla 18: Límites de consistencia de Calicata N° 3 con sus respectivas dosificaciones.

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE C-3				
DOSIFICACION		L.L	L.P	I.P
<b>CALICATA 3</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	25.80 %	19.07 %	6.73 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	24.91 %	18.90 %	6.01 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	24.03 %	18.11 %	5.92 %
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	23.49 %	18.07 %	5.42 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	22.54 %	17.95 %	4.59 %

Fuente: Elaboración propia.

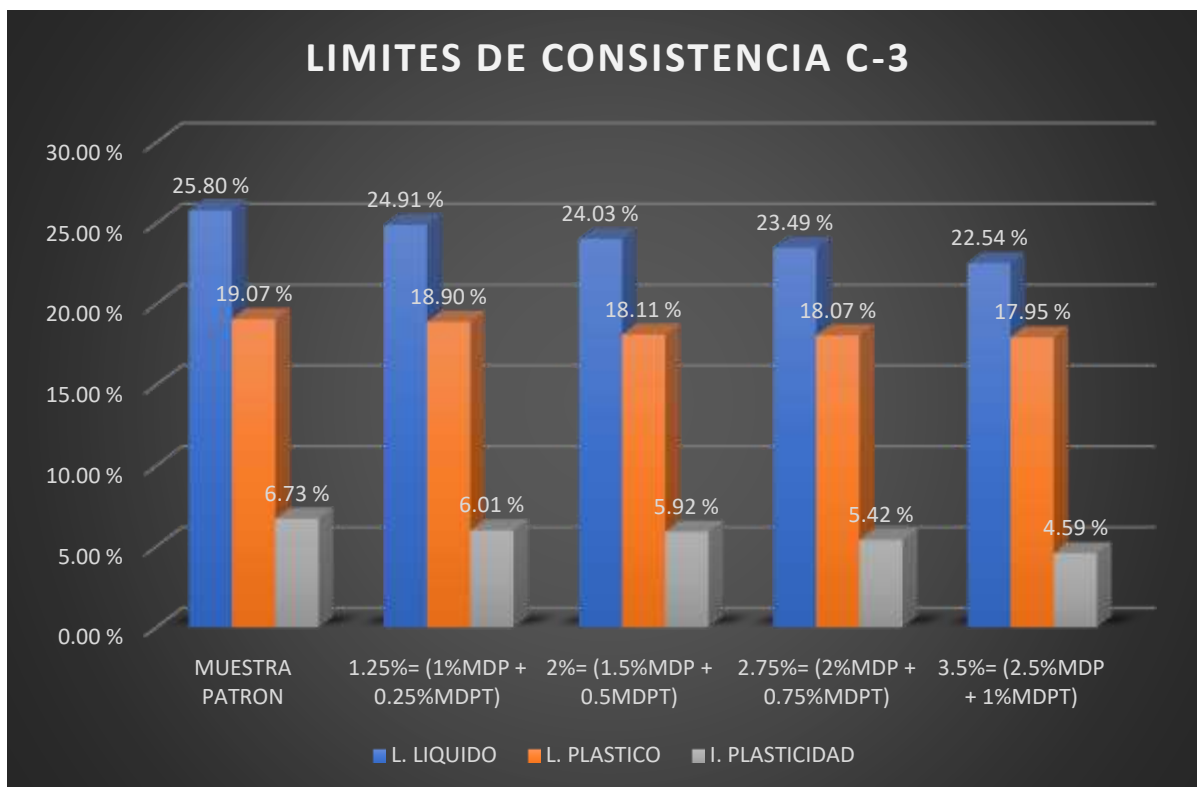


Figura 24: Resultados de Límites de consistencia de calicata 3 con respectivas adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 24, se evidencia los resultados obtenidos de los ensayos realizados de límites de consistencia de la C-3, entonces la muestra patrón presentó LL de 23.77%, LP de 17.43% e IP de 6.73%; por lo tanto con adición de mucilago de pacpa y penca de tuna al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) el LL es 22.32%, LP es 16.19% e IP es 6.01%; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): LL es 20.15%, LP es 14.30% e IP es 5.92; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): LL de 19.69%, LP de 14.17% e IP de 5.42% y 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) el LL de 19.08%, LP de 13.84% e IP de 4.59%. entonces de acuerdo al resultado de IP de la muestra natural se obtuvo la disminución positiva con respecto a las adiciones en: 10.70%;12.04; 19.47% y 31.79%, respectivamente, todo esto basado en la norma del MTC E-111, que según la clasificación de suelos según su  $IP < 7$ , se dice que son suelos poco arcillosos.

**Objetivo específico 2:** Determinar de qué manera influye la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades mecánicas en subrasante de carretera Patamarca, Cusco -2022.

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (C-1, C-2 y C-3) CON SUS ADICIONES CORRESPONDIENTES.

Ensayo Proctor modificado, de acuerdo al MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES (2016) indica que:

Esta prueba cubre los procedimientos de compactación usados en el laboratorio para determinar la relación entre el contenido de agua y la masa seca del suelo (curva de concentración) compactado en un molde de 101.6 o 152 de diámetro. ,4 mm (4 o 6 in) usando 44 mm y 0.5 Compactación de N (10 lbf) desde una altura de 457 mm (18 in) a una energía de compresión (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 ft-lbf/ft<sup>3</sup>))



Figura 25: Compactación de muestra de suelo - ensayo Proctor Modificado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Resultados de ensayos Proctor de C-1 con sus dosificaciones.

	DOSIFICACION	ENSAYO PROCTOR	
		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MAXIMAD DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>CALICATA 1</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	13.05 %	1.92 gr/cm <sup>3</sup>
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	12.35 %	1.98 gr/cm <sup>3</sup>
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	10.89 %	2.01 gr/cm <sup>3</sup>
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	10.04 %	2.07 gr/cm <sup>3</sup>
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	9.69 %	2.10 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

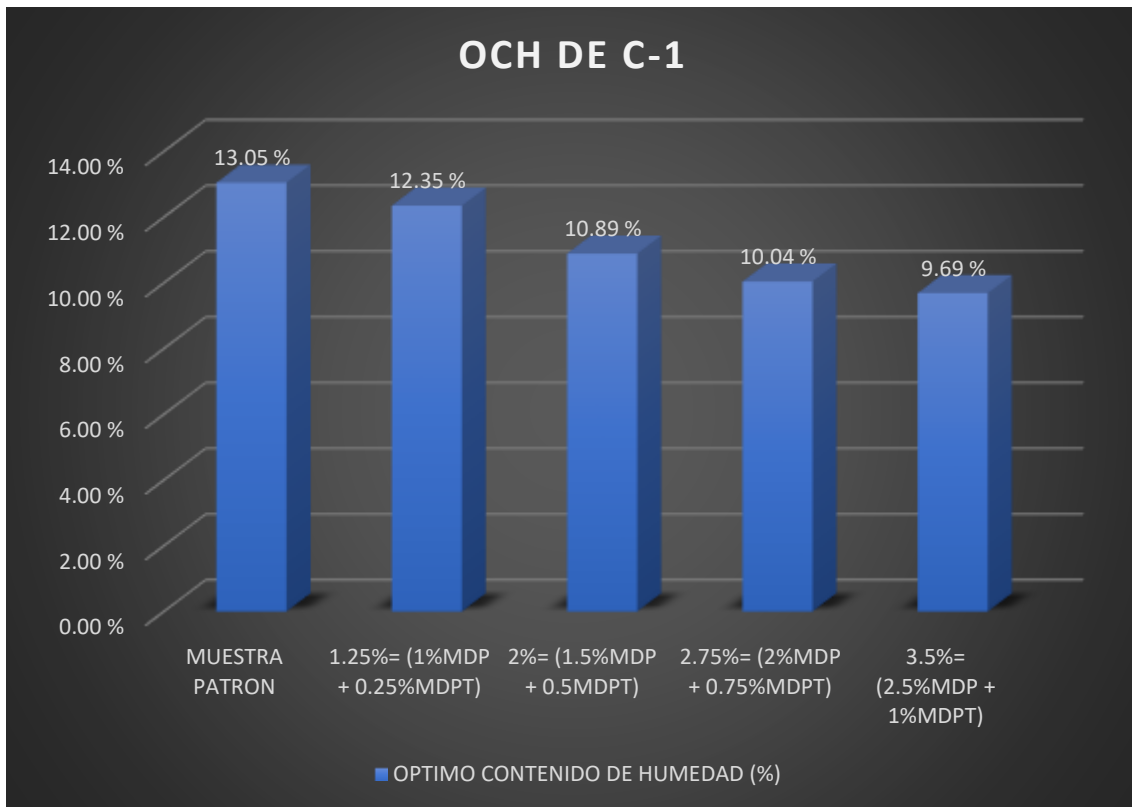


Figura 26: OCH de C-1 con sus adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 26 se evidencia los resultados de OCH, del cual la muestra patrón de C-1 fue 13.05%, entonces al adicionar el 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) fue 12.35%; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): fue 10.89%; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): fue 10.04% y para el 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) fue 9.69%. Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la muestra patrón se obtuvo una disminución positiva en: 1.44%, 5.53%, 6.20% y 9.13%, respectivamente. Entonces se aprecia que la dosificación optima es al 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT), todo ello basado en la norma MTC E 115 y (NTP. 339.141).

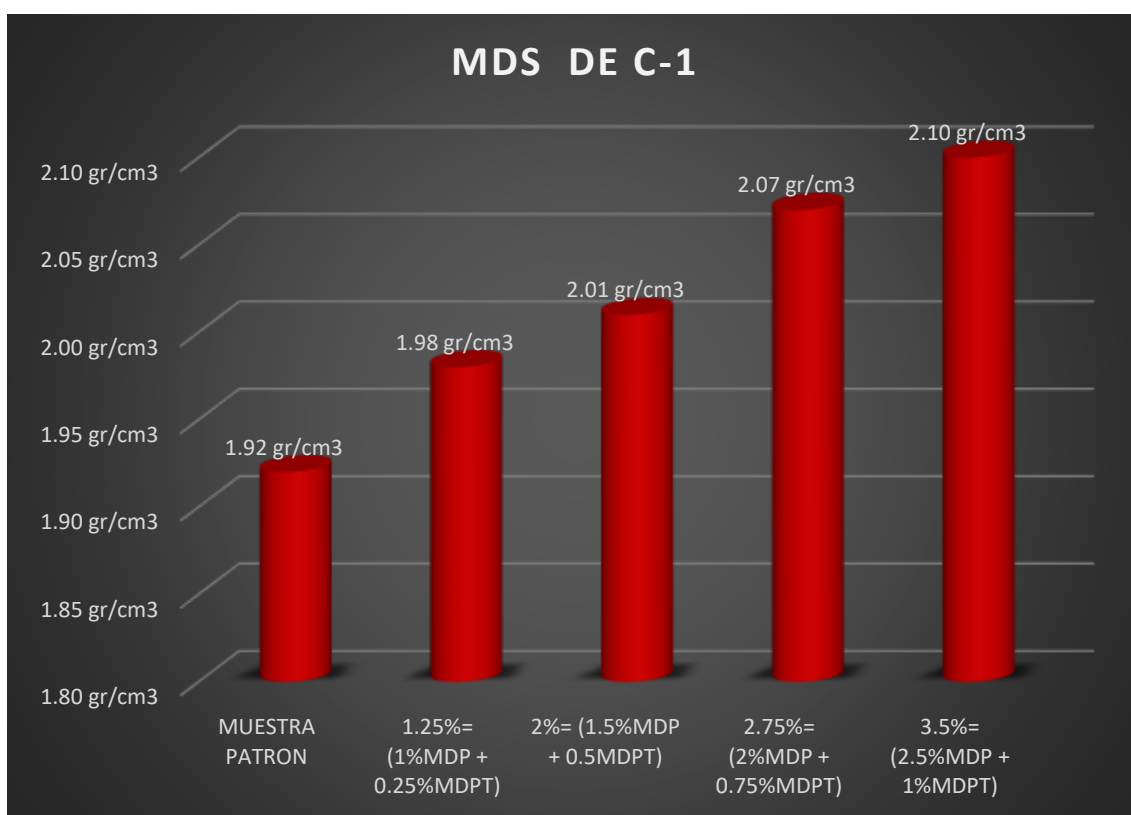


Figura 27: MDS de C-1 con sus adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 27 se evidencia los resultados de MDS, del cual la muestra patrón de C-1 fue 1.92 gr/cm³, entonces al adicionar al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) fue 1.98 gr/cm³; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): fue 2.01gr/cm³; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): fue 2.07 gr/cm³ y para el 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) fue 2.10 gr/cm³. Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la muestra patrón se obtuvo un incremento

positivo en: 3.12 gr/cm<sup>3</sup>, 4.69 gr/cm<sup>3</sup>, 7.81 gr/cm<sup>3</sup> y 9,38 gr/cm<sup>3</sup>. Entonces se aprecia que la dosificación óptima es al 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT), todo ello basado en la norma MTC E 115 y (NTP. 339.141).

Tabla 20: Resultados de ensayos Proctor de C-2 con sus dosificaciones.

	DOSIFICACION	ENSAYO PROCTOR	
		O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>CALICATA 2</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	13.71 %	1.88 gr/cm <sup>3</sup>
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	12.30 %	1.90 gr/cm <sup>3</sup>
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	11.17 %	1.94 gr/cm <sup>3</sup>
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	10.39 %	1.96 gr/cm <sup>3</sup>
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	9.42 %	1.99 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

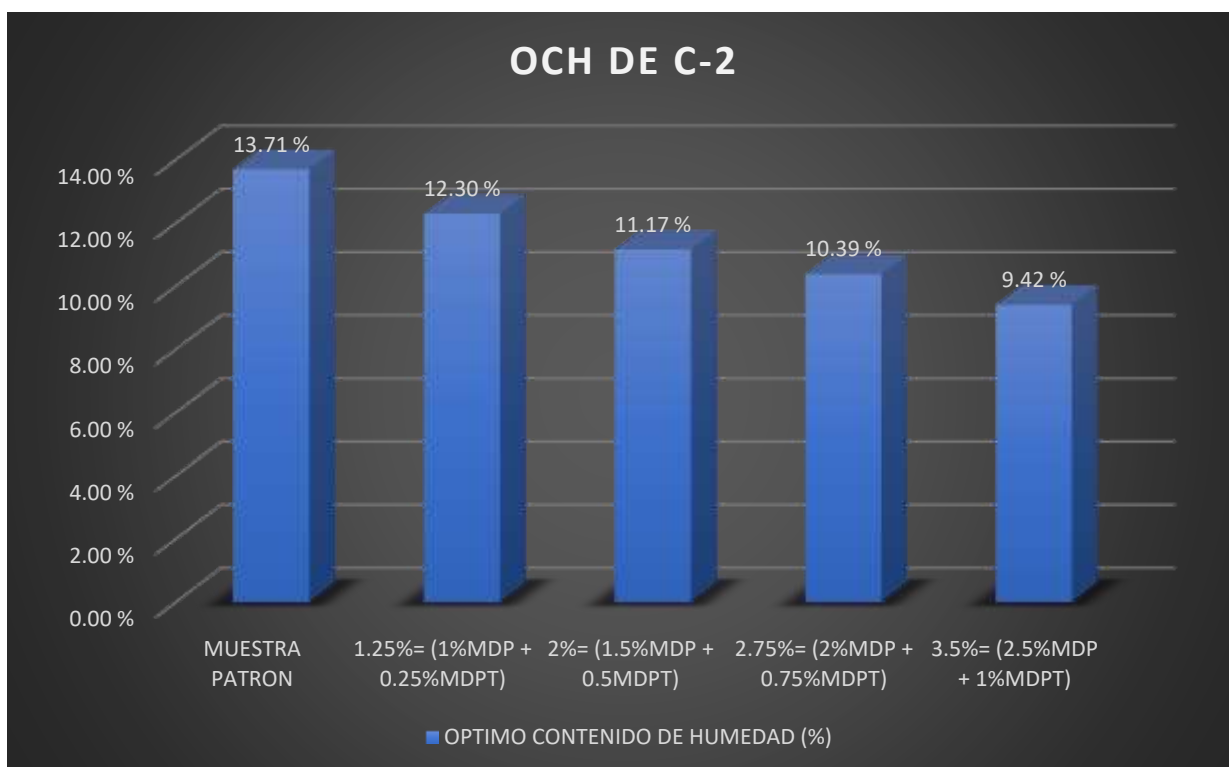


Figura 28: OCH de C-2 con sus adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 28 se evidencia los resultados de OCH, del cual la muestra patrón de C-2 fue 13.71%, entonces al adicionar el 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) fue 12.30%; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): fue 11.17%; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): fue 10.39% y para el 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) fue 9.42%. Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la muestra patrón se obtuvo una disminución positiva en: 10.28%, 18.53%, 24.22% y 31.29%, respectivamente. Entonces se aprecia que la dosificación optima es al 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT), todo ello basado en la norma MTC E 115 y (NTP. 339.141).

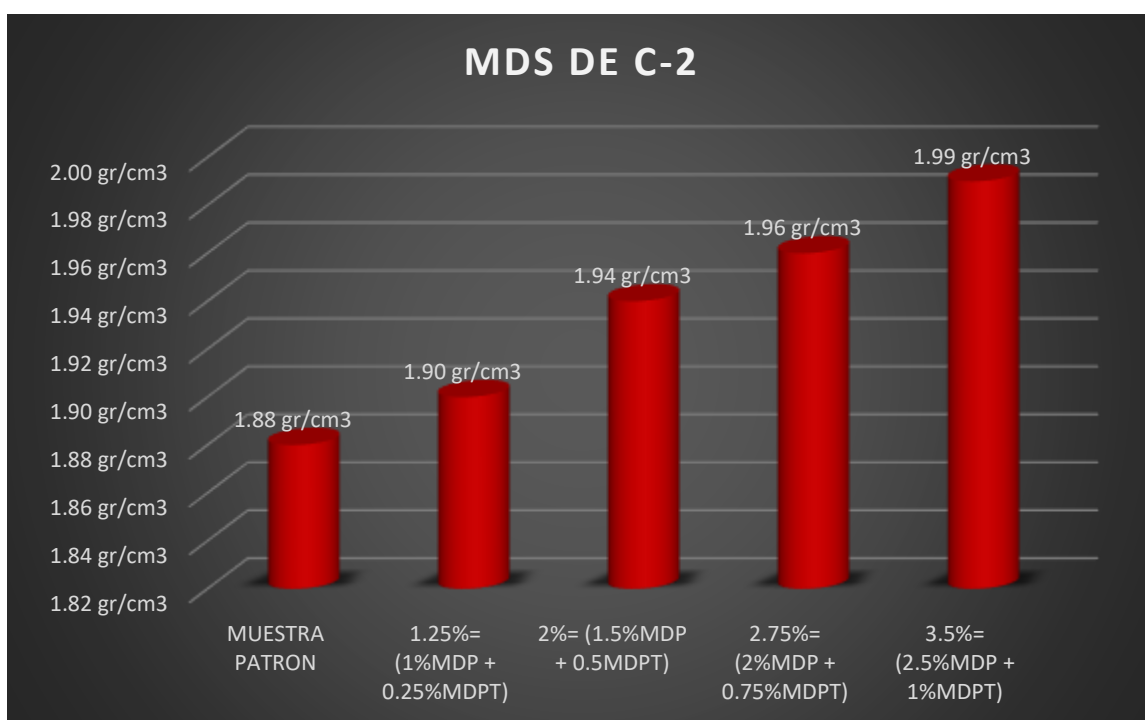


Figura 29: MDS de C-2 con sus adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 29 se evidencia los resultados de MDS, del cual la muestra patrón de C-2 fue 1.88 gr/cm<sup>3</sup>, entonces al adicionar al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) fue 1.90 gr/cm<sup>3</sup>; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): fue 1.94gr/cm<sup>3</sup>; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): fue 1.96 gr/cm<sup>3</sup> y para el 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) fue 1.99. Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la muestra patrón se obtuvo un incremento positivo en: 1.06 gr/cm<sup>3</sup>, 3.19 gr/cm<sup>3</sup>, 4.26 gr/cm<sup>3</sup> y 5.85 gr/cm<sup>3</sup>. Entonces se aprecia que

la dosificación óptima es al 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT), todo ello basado en la norma MTC E 115 y (NTP. 339.141).

Tabla 21: Resultados de ensayos Proctor de C-3 con sus dosificaciones.

	DOSIFICACION	ENSAYO PROCTOR	
		O.C.H (%)	M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>CALICATA 3</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	14.45 %	1.94 gr/cm <sup>3</sup>
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	13.69 %	1.97 gr/cm <sup>3</sup>
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	12.74 %	2.00 gr/cm <sup>3</sup>
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	11.19 %	2.04 gr/cm <sup>3</sup>
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	10.18 %	2.07 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

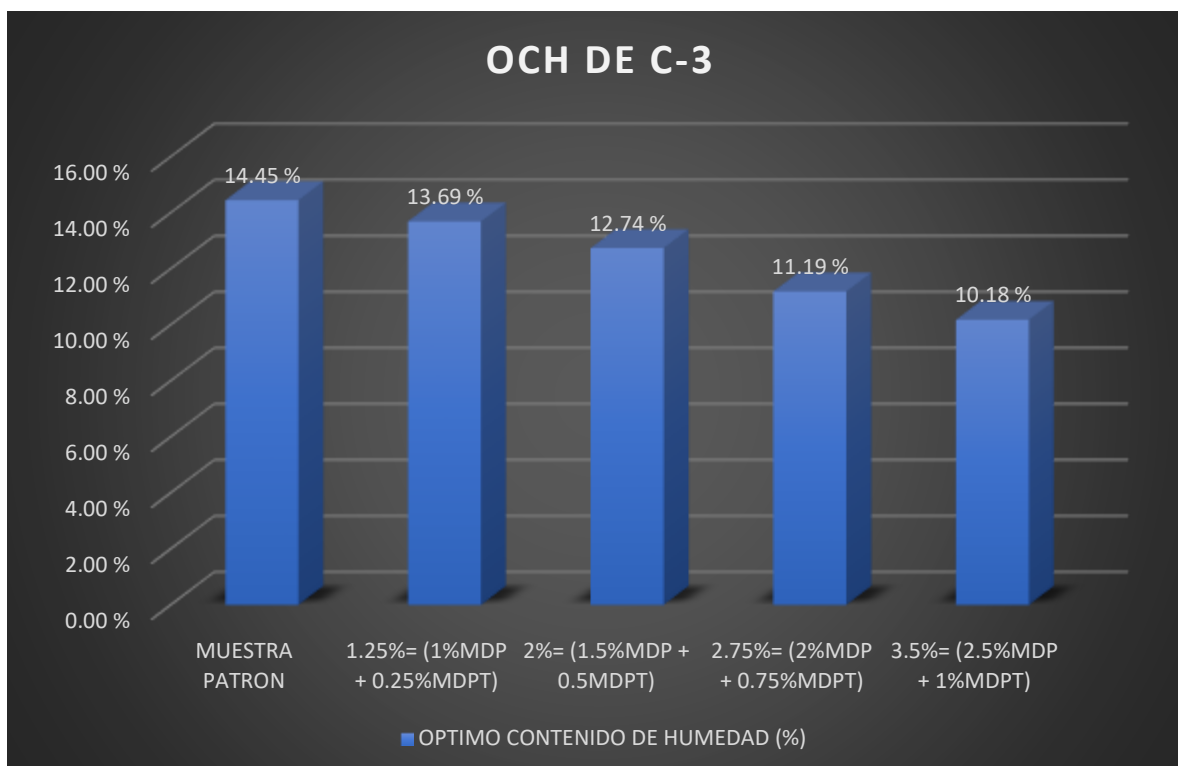


Figura 30: OCH de C-3 con sus adiciones.

Fuente: Elaboración propia.



Interpretación: En la figura 30 se evidencia los resultados de OCH, del cual la muestra patrón de C-3 fue 14.45%, entonces al adicionar el 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) fue 13.69%; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): fue 12.74%; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): fue 11.19% y para el 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) fue 10.18%. Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la muestra patrón se obtuvo una disminución positiva en: 5.26%, 11.83%, 22.56% y 29.55%, respectivamente. Entonces se aprecia que la dosificación optima es al 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT), todo ello basado en la norma MTC E 115 y (NTP. 339.141).

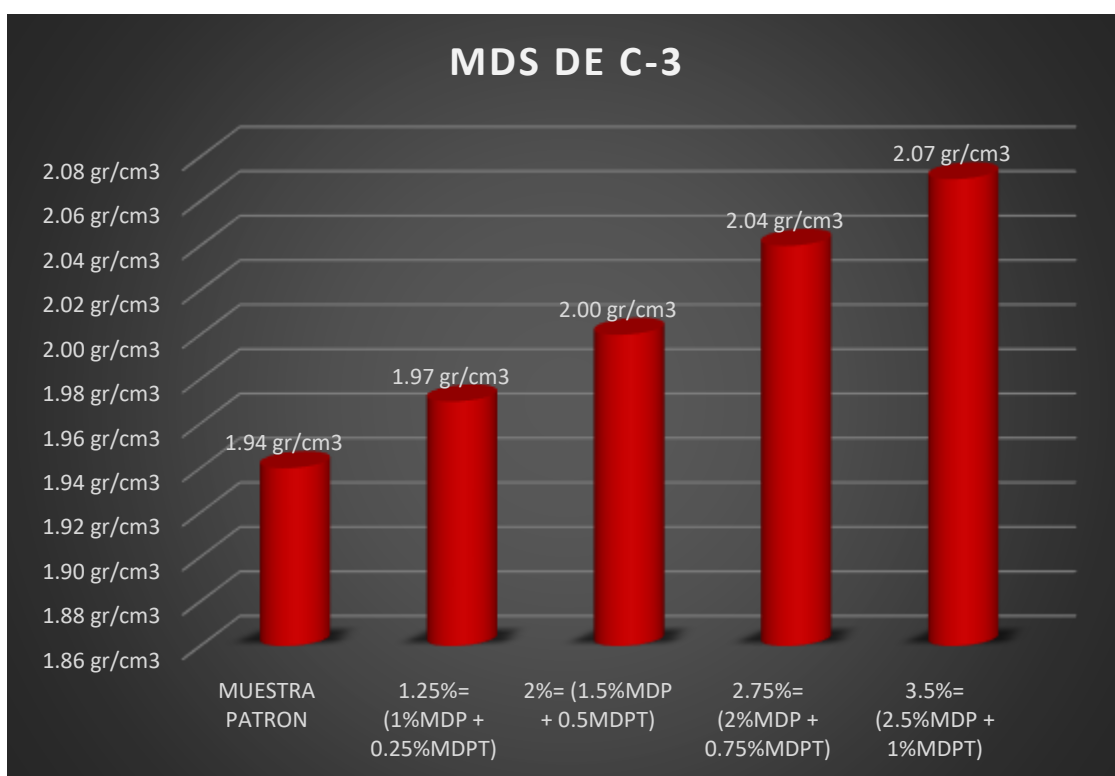


Figura 31: MDS de C-3 con sus adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 31 se evidencia los resultados de MDS, del cual la muestra patrón de C-3 fue 1.94 gr/cm<sup>3</sup>, entonces al adicionar al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) fue 1.97 gr/cm<sup>3</sup>; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): fue 2.00gr/cm<sup>3</sup>; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): fue 2.04 gr/cm<sup>3</sup> y para el 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) fue 2.07. Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la muestra patrón se obtuvo un incremento positivo en: 1.54 gr/cm<sup>3</sup>, 3.09 gr/cm<sup>3</sup>, 5.15 gr/cm<sup>3</sup> y 6.70 gr/cm<sup>3</sup>. Entonces se aprecia que

la dosificación óptima es al 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT), todo ello basado en la norma MTC E 115 y (NTP. 339.141).

### ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE CBR DE (C-1, C-2, C-3) CON SUS ADICIONES CORRESPONDIENTES.

Ensayo CBR según el MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (2016) dice que:

Describe un procedimiento de prueba para determinar la clasificación de resistencia de suelo, conocida como el valor del factor de soporte, comúnmente conocido como CBR (California Bearing Ratio). La prueba generalmente se lleva a cabo en suelo preparado en el laboratorio bajo condiciones específicas de humedad y densidad; pero también puede funcionar de manera similar para muestras intactas tomadas del suelo.



Figura 32: Ensayos de CBR en laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Resultados de ensayos CBR de (C-1) con sus adiciones.

	DOSIFICACION	ENSAYO CBR	
		CBR 100% MDS	CBR 95% MDS
<b>CALICATA 1</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	7.01 %	7.01 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	7.68 %	6.77 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	7.94 %	6.98 %

	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	8.80 %	7.77 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	9.24 %	8.17 %

Fuente: Elaboración propia

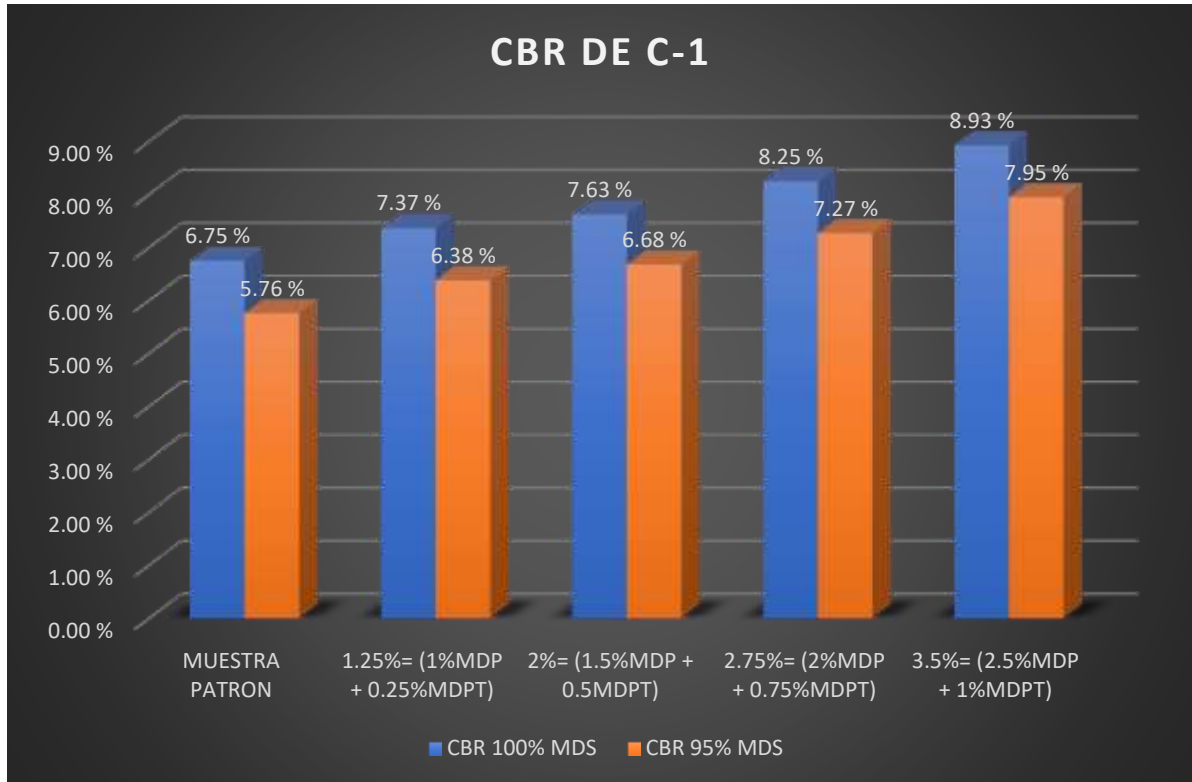


Figura 33: Resultados de ensayos CBR de (C-1) con sus adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 33 se evidencia los resultados de CBR al 95% MDS y 100% MDS, del cual el resultado de la muestra patrón de C-1 fue 6.08% y 7.01% respectivamente, entonces al adicionar al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) fue 6.77% y 7.68%; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): fue 6.98% y 7.94%; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT) fue 7.77% y 8.80%, por último, al 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) fue 8.17% y 9.24%. Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la muestra patrón resulto un incremento positivo en cuanto a cada dosificación, en: (11.40%, 14.79%, 27.87% y 34.43%) y (9.56%, 13.27%, 25.53% y 31.43%); se evidencia que el CBR al 95% y 100% incremento. Por lo tanto, indico que la dosificación optima de CBR es al 3.5%=

(2.5%MDP + 1%MDPT), todo ello basado en la norma MTC E 132 y (NTP. 339.145).

Tabla 23: Resultados de ensayos CBR de (C-2) con sus adiciones.

	DOSIFICACION	ENSAYO CBR	
		CBR 100% MDS	CBR 95% MDS
<b>CALICATA 2</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	6.75 %	5.76 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	7.37 %	6.38 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	7.63 %	6.68 %
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	8.25 %	7.27 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	8.93 %	7.95 %

Fuente: Elaboración propia.

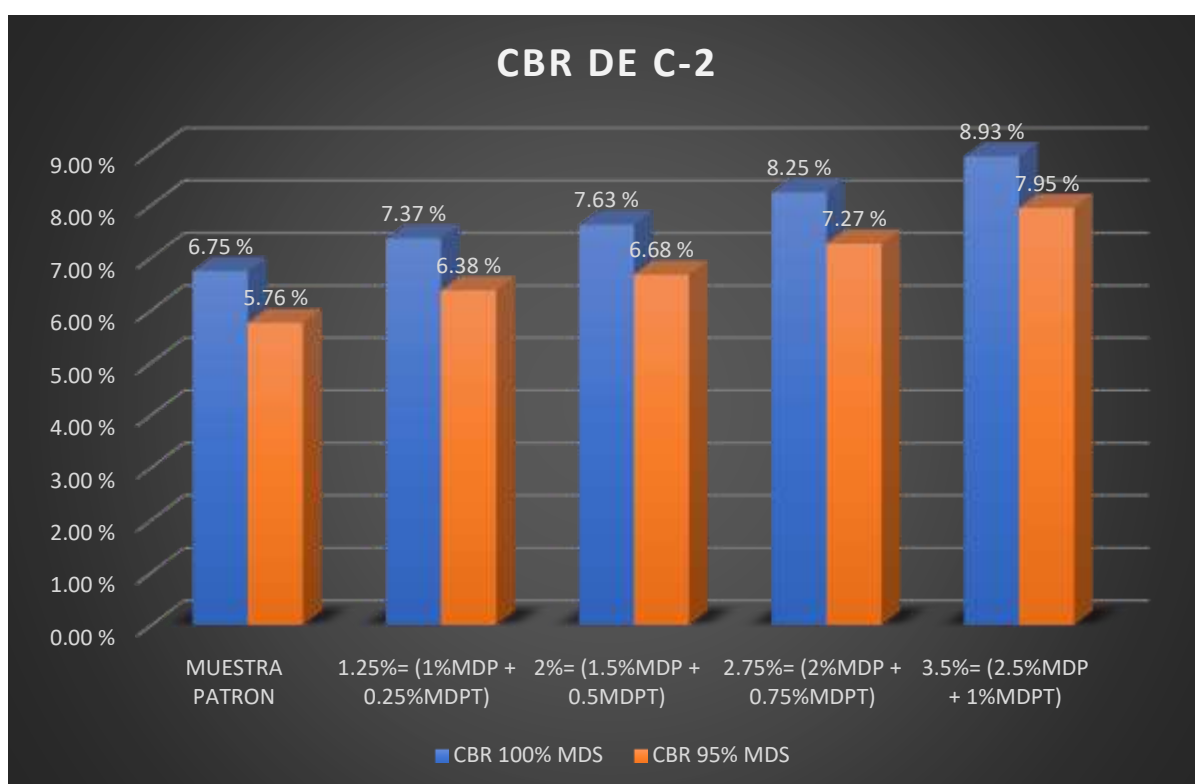


Figura 34: Resultados de ensayos CBR de (C-2) con sus dosificaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 34 se evidencia los resultados de CBR al 95% MDS y 100% MDS, del cual se presenta el resultado de la muestra patrón de C-2 fue 5.76% y 6.75%, entonces al adicionar 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) fue 6.38% y 7.37%; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): fue 6.68% y 7.63%; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT) fue 7.27% y 8.25%, por último, al 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) fue 7.95% y 8.93%. Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la muestra patrón resulto un incremento positivo en cuanto a cada dosificación, en: (10.76%, 15.97%, 26.21% y 38.02%) y (9.19%, 13.04%, 22.22% y 32.30%); se evidencia que el CBR al 95% y 100% incremento. Por lo tanto, indico que la dosificación optima de CBR es al 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT), todo ello basado en la norma MTC E 132 y (NTP. 339.145).

Tabla 24: Resultados de ensayos CBR de (C-3) con sus adiciones.

	DOSIFICACION	ENSAYO CBR	
		CBR 100% MDS	CBR 95% MDS
<b>CALICATA 3</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	7.77 %	6.84 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	8.15 %	7.08 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	8.72 %	7.78 %
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	9.02 %	8.13 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	9.64 %	8.70 %

Fuente: Elaboración propia.

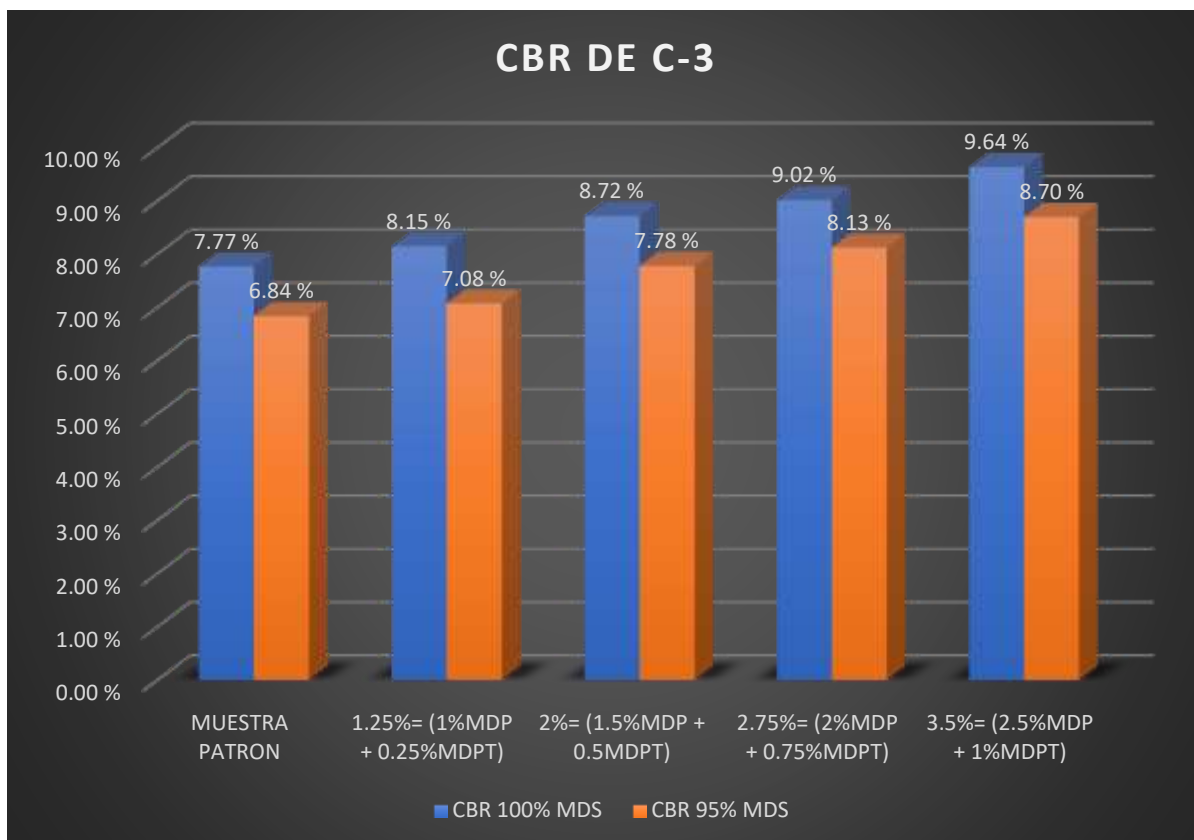


Figura 35: Resultados de ensayos CBR de (C-3) con sus adiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 35 se evidencia los resultados de CBR al 95% MDS y 100% MDS, del cual se presenta el resultado de la muestra patrón de C-3 fue 6.84% y 7.77%, entonces al adicionar 1.25% = (1%MDP + 0.25%MDPT) fue 7.08% y 8.15%; para 2% = (1.5%MDP + 0.5%MDPT): fue 7.78% y 8.72%; para 2.75% = (2%MDP + 0.75%MDPT) fue 8.23% y 9.02%, por último, al 3.5% = (2.5%MDP + 1%MDPT) fue 8.70% y 9.64%. Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a la muestra patrón resulto un incremento positivo en cuanto a cada dosificación, en: (3.51%, 13.74%, 18.86% y 27.19%) y (4.89%, 12.23%, 16.09% y 24.07%); se evidencia que el CBR al 95% y 100% incremento. Por lo tanto, indico que la dosificación optima de CBR es al 3.5% = (2.5%MDP + 1%MDPT), todo ello basado en la norma MTC E 132 y (NTP. 339.145).

**Objetivo específico 3:** Determinar de qué manera la dosificación de la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna va influir en las propiedades de la subrasante en la carretera Patanmarca, Cusco - 2022.

Tabla 25: Resumen de propiedades físicas y mecánicas con sus respectivas adiciones de C-1, C-2 y C-3.

	DOSIFICACION	LIMITES DE CONSISTENCIA	ENSAYO PROCTOR		ENSAYO CBR	
		INDICE DE PLASTICIDAD	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MAXIMAD DENSIDAD SECA (gr/cm3)	CBR 100% MDS	CBR 95% MDS
<b>CALICATA 1</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	6.34 %	13.05 %	1.92 gr/cm3	7.01 %	7.01 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	6.13 %	12.35 %	1.98 gr/cm3	7.68 %	6.77 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	5.85 %	10.89 %	2.01 gr/cm3	7.94 %	6.98 %
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	5.52 %	10.04 %	2.07 gr/cm3	8.80 %	7.77 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	5.24 %	9.69 %	2.10 gr/cm3	9.24 %	8.17 %
<b>CALICATA 2</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	6.86 %	13.71 %	1.88 gr/cm3	6.75 %	5.76 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	6.41 %	12.30 %	1.90 gr/cm3	7.37 %	6.38 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	6.23 %	11.17 %	1.94 gr/cm3	7.63 %	6.68 %
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	5.78 %	10.39 %	1.96 gr/cm3	8.25 %	7.27 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	5.16 %	9.42 %	1.99 gr/cm3	8.93 %	7.95 %
<b>CALICATA 3</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	6.73 %	14.45 %	1.94 gr/cm3	7.77 %	6.84 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	6.01 %	13.69 %	1.97 gr/cm3	8.15 %	7.08 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	5.92 %	12.74 %	2.00 gr/cm3	8.72 %	7.78 %
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	5.42 %	11.19 %	2.04 gr/cm3	9.02 %	8.13 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	4.59 %	10.18 %	2.07 gr/cm3	9.64 %	8.70 %

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla n°25 se puede evidenciar que de acuerdo a las normas establecidas para los ensayos realizados de muestra patrón y con adiciones correspondientes de C-1, C-2 y C-3 se obtuvo resultados positivos en disminución e incremento, en cuanto a mejora de índice de plasticidad, Proctor y CBR, entonces cabe indicar que, a mayor adición de combinación de dosificación, la muestra de suelo mejora constantemente, entonces es una buena alternativa de combinación de aditivos a considerar en mejoramiento de subrasante para la carretera Patanmarca.

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo Especifico 1:** Determinar de qué manera influye la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades físicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco -2022.

### INDICE DE PLASTICIDAD

En la investigación de Cruz (2022) obtuvo resultado de IP de su muestra patrón de C-1: 14.18%; entonces al adicionar 1%, 3%, 5.5% y 8% de mucilago de tuna sus resultados fueron: 12.56%, 11.93%, 11.07% y 9.63%; entonces indicando que su IP disminuyo en: 11.43%, 15.87%, 21.93% y 32.09%, respectivamente.

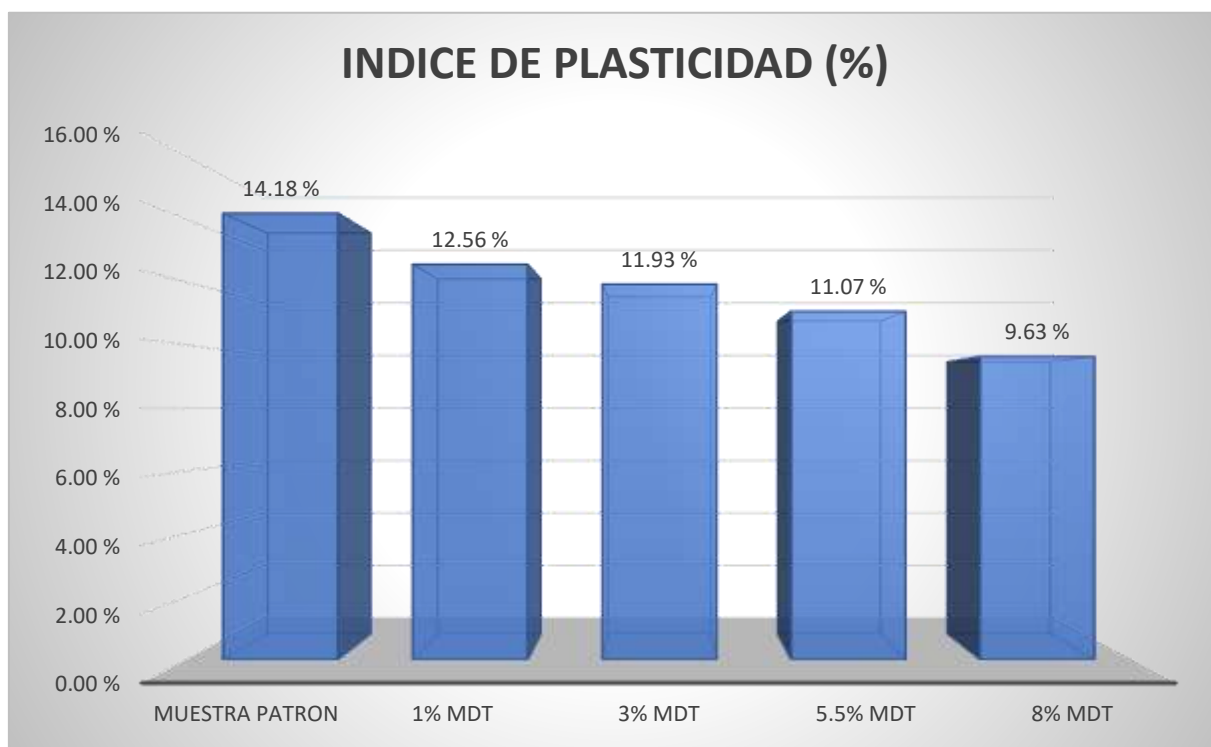


Figura 36: Ensayos de IP de Cruz (2022).

Fuente: Datos de Cruz.

En la presente investigación de muestra patrón de C-1 obtuve como resultado de IP de 6.34% y con adición de combinación de los dos productos naturales obtuve al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) IP de 6.13%; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT): IP de 5.85%; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT): IP de 5.52% y 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) IP de 5.24%. entonces de acuerdo al resultado



de IP de la muestra natural se obtuvo una disminución con respecto a las adiciones en: 3.31%; 7.72%; 12.94% y 17.35%, respectivamente.

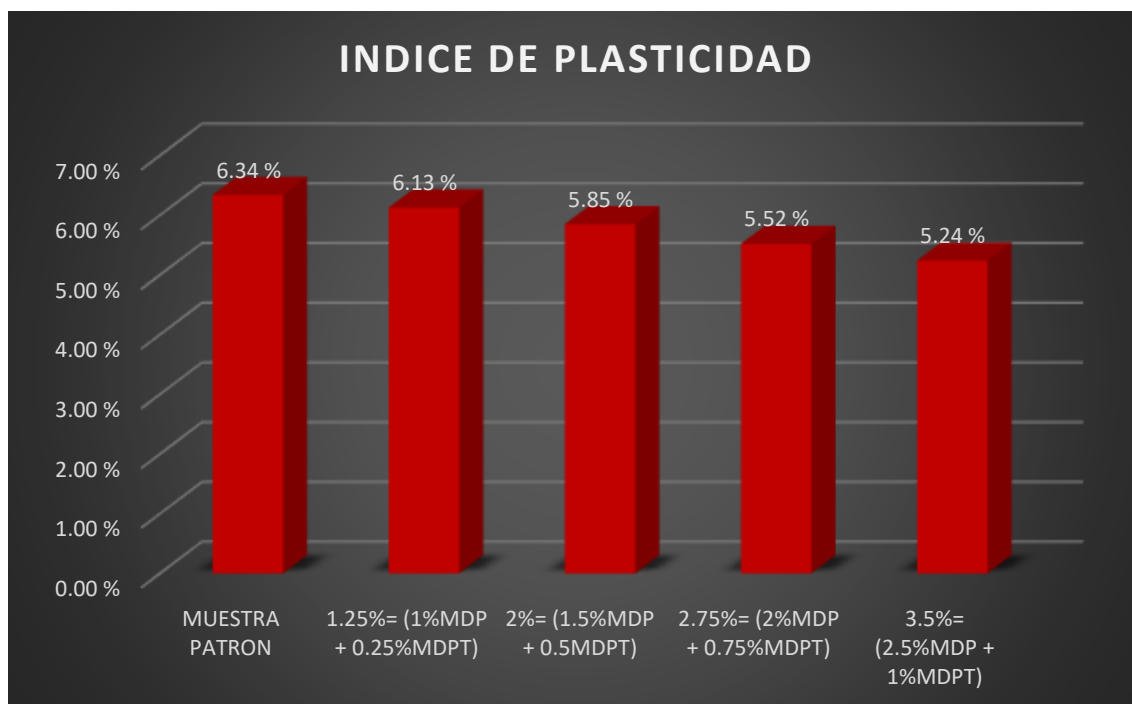


Figura 37: IP de presente investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De acuerdo a la investigación de Cruz (2022) se obtuvo una disminución en cuanto al IP de (11.43%, 15.87%, 21.93% y 32.09%, respectivamente) entonces para la presente investigación de la misma manera se obtuvo resultados de disminución en cuanto al IP de (3.31%; 7.72%; 12.94% y 17.35%, respectivamente). Lo cual indico que en ambos casos presentan disminución de IP, por lo que digo que los resultados de la presente investigación presentan coincidencia con los resultados de Cruz.

Entonces los resultados de la presente investigación de acuerdo a la clasificación según su IP son menores a 7, que quiere decir que son suelos de baja plasticidad, sin embargo, en la investigación de Cruz se evidencia que son suelos de mediana plasticidad y que están en el rango de (7%<IP>20%), de clasificación de suelos según IP, todo esto basado en la norma del MTC/14 del 2013.

**Objetivo específico 2:** Determinar de qué manera influye la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco -2022.

#### OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

En la investigación de Cruz (2022) los resultados de OCH de muestra patrón de C-01 fue 15.30% y al adicionar 1%, 3%, 5.5% y 8% de mucilago de tuna fue: 15.20%, 14.80%, 14.40% y 15.80%; entonces indicando que disminuyo en: 0.65%, 3.27%, 5.88% y en la última dosificación se puede apreciar un aumento en 3.26%, respectivamente.

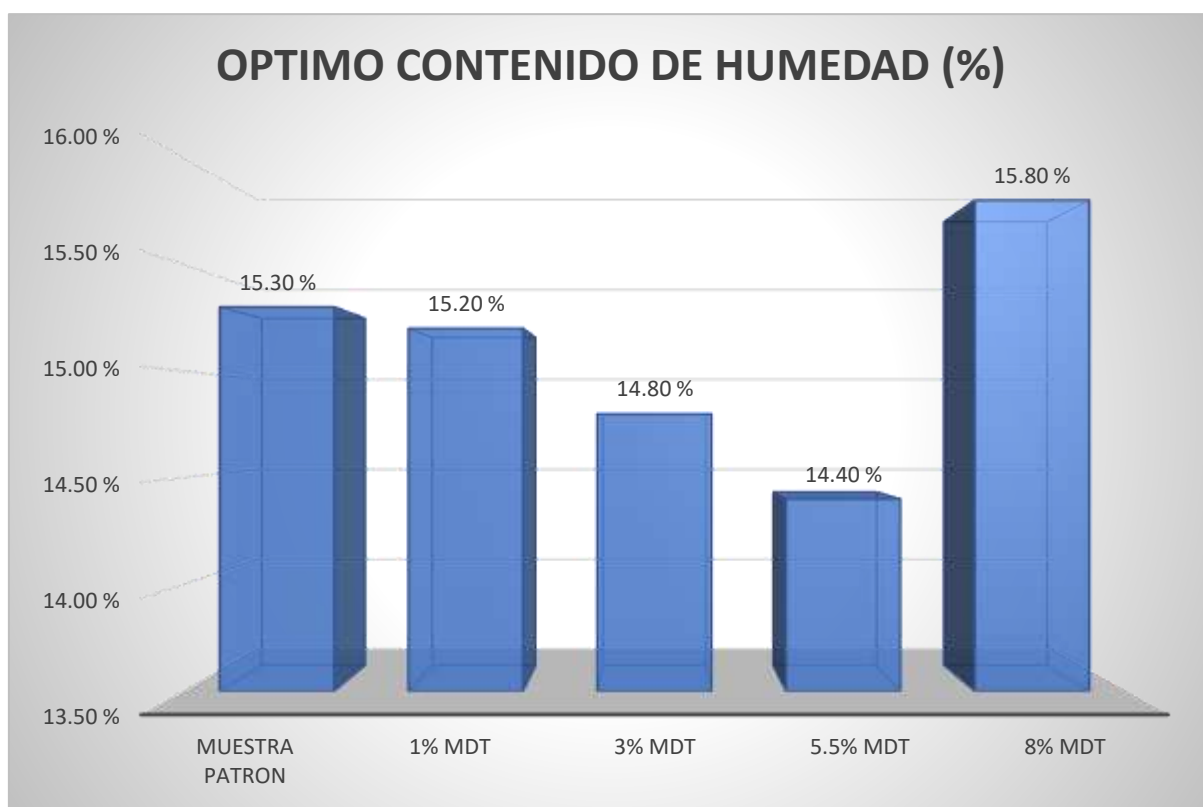


Figura 38. OCH de investigación de Cruz (2022).

Fuente: Datos de Cruz.

En la presente investigación de muestra patrón de C-1 se obtuvo como resultado de OCH: 13.05% y con adición de combinación de los productos naturales al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) = 12.35%; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT) = 10.89%; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT) = 10.04% y 3.5%= (2.5%MDP

+ 1%MDPT) = 9.69%. entonces de acuerdo al resultado de OCH de la muestra patrón se obtuvo la disminución con respecto a las adiciones en: 3.13%;4.69%; 7.81% y 9.38%, respectivamente.

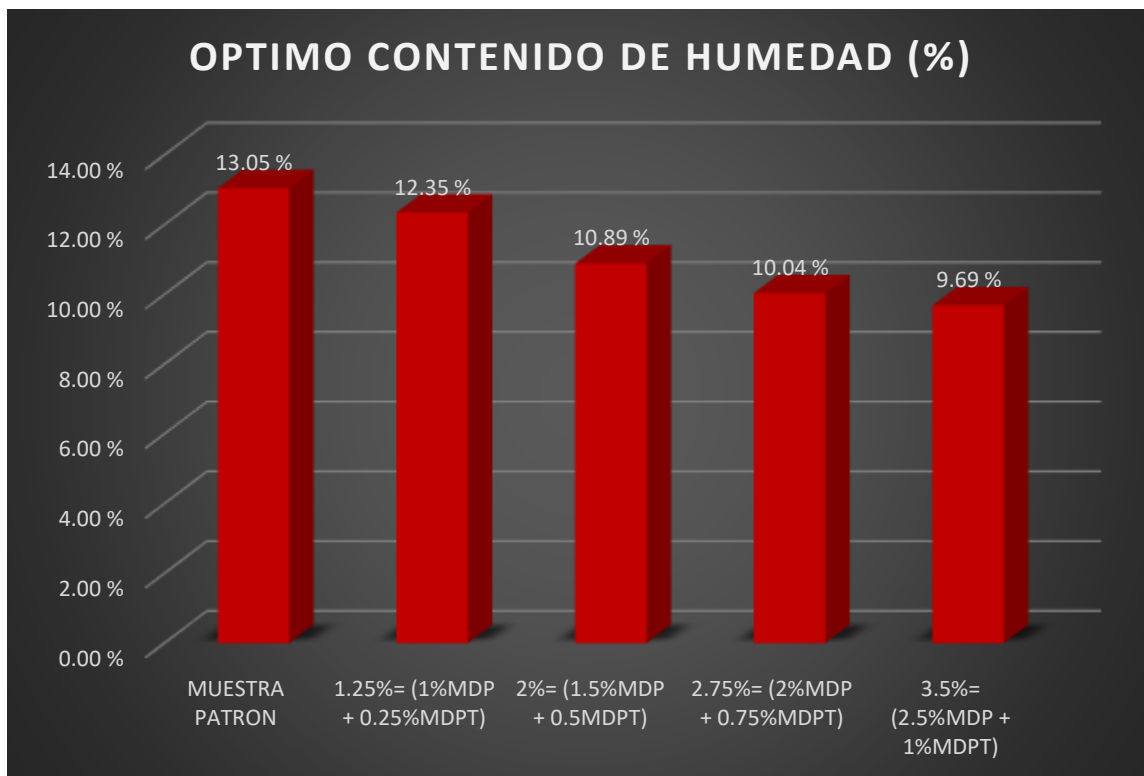


Figura 39: OCH de presente investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De acuerdo a la investigación de Cruz (2022) se obtuvo una disminución en cuanto al OCH en sus tres primeras dosificaciones como son (0.65%, 3.27%, 5.88% y en cuanto a la última dosificación que es al 8% de OCH su resultado incremento en 3.27%, respectivamente) entonces para la presente investigación se obtuvo resultados de disminución en cuanto al OCH en las 4 adiciones; y los resultados fueron de (5.36%, 16.55%, 23.07% y 25.75%, respectivamente). por lo tanto, en la investigación de Cruz existe una similitud de resultados con respecto a la presente investigación.

#### MAXIMA DENSIDAD SECA

En la investigación de Cruz (2022) los resultados del ensayo de MDS de muestra patrón de C-01 fue 1.76gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 1%, 3%, 5.5% y 8% de mucilago

de tuna fue: 1.25gr/cm<sup>3</sup>, 1.76gr/cm<sup>3</sup>, 2.50gr/cm<sup>3</sup> y 0.56gr/cm<sup>3</sup>; entonces indicando que incremento en: 0.06gr/cm<sup>3</sup>, 0.79gr/cm<sup>3</sup>, 0.90gr/cm<sup>3</sup> y en la cuarta dosificación disminuyo en 0.57gr/cm<sup>3</sup>, respectivamente. A lo que se evidencia que la dosificación adecuada es hasta la tercera dosificación que es el 5% de MDT.

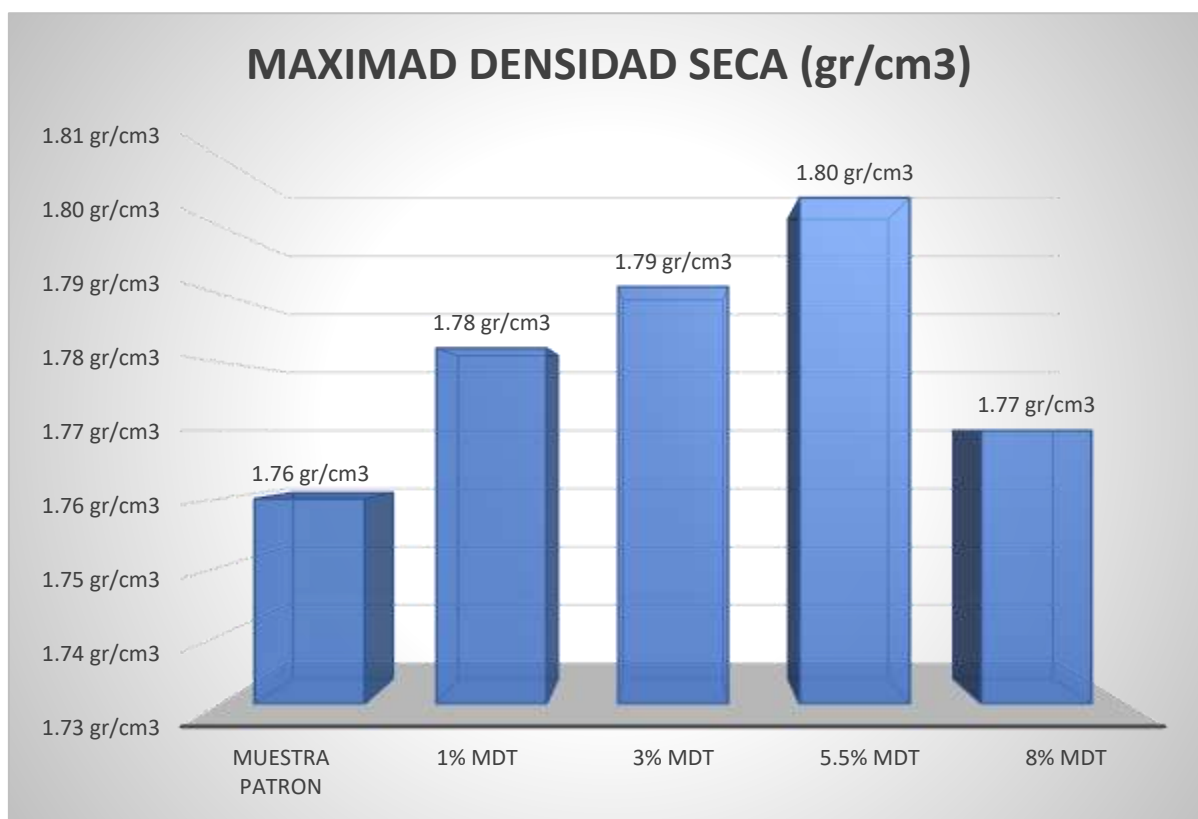


Figura 40: Ensayos de MDS de Cruz (2022).

Fuente: Datos de Cruz.

En la presente investigación de muestra patrón de C-1 se obtuvo como resultado de MDS: 1.92gr/cm<sup>3</sup> y con adición de combinación de los productos naturales al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT) = 1.98gr/cm<sup>3</sup>; para 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT) = 2.01gr/cm<sup>3</sup>; para 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT) = 2.07gr/cm<sup>3</sup> y 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT) = 2.10gr/cm<sup>3</sup>. entonces de acuerdo al resultado de MDS de la muestra natural, se obtuvo el incremento con respecto a las adiciones en: 3.12 gr/cm<sup>3</sup>, 4.69 gr/cm<sup>3</sup>, 7.81 gr/cm<sup>3</sup> y 9,38 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.

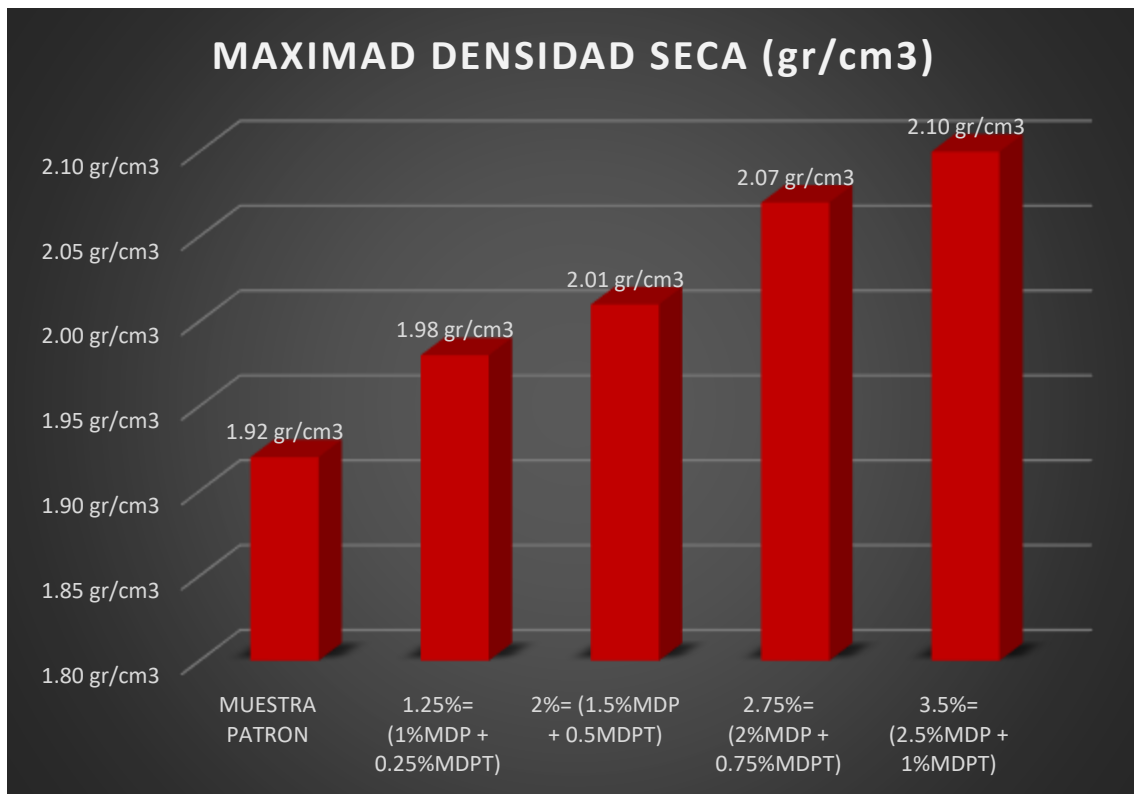


Figura 41: MDS de presente investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De acuerdo a la investigación de Cruz (2022) incremento la MDS, en sus tres primeras dosificaciones como son (0.06gr/cm<sup>3</sup>, 0.79gr/cm<sup>3</sup>, 0.90gr/cm<sup>3</sup> y en la cuarta dosificación disminuyo en 0.57gr/cm<sup>3</sup>, respectivamente), entonces para la presente investigación se obtuvo resultados de incremento positivo en las 4 adiciones en (3.12 gr/cm<sup>3</sup>, 4.69 gr/cm<sup>3</sup>, 7.81 gr/cm<sup>3</sup> y 9,38 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente). Por lo tanto, se presenta una similitud de resultados de la presente investigación y la de Cruz.

## ENSAYO CBR

En la investigación de Cruz (2022) tuvo resultados de CBR al 100% de MDS de su muestra patrón de C-01: 12.60% y al adicionar 1%, 3%, 5.5% y 8% de mucilago de tuna fue: 17.90%, 22.80%, 32.90% y 27%; entonces indicando que incremento en: 42.06%, 80.95%, 161.11% y 114.28%, respectivamente. Tal cual se muestra a continuación.

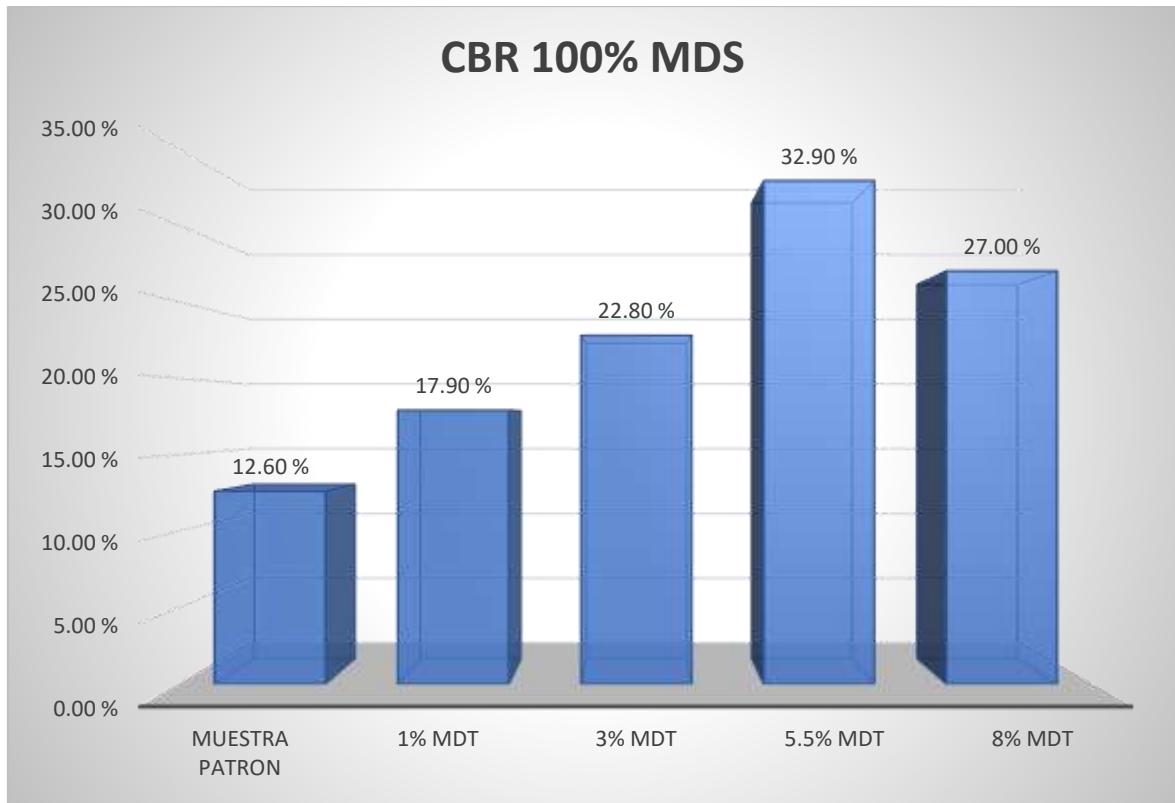


Figura 42: Ensayos de CBR de Cruz (2022).

Fuente: Datos de Cruz.

En la presente investigación de muestra patrón de C-1 se obtuvo resultado de CBR al 100% MDS = 7.01% y con adición de combinación de los productos naturales al 1.25% = (1%MDP + 0.25%MDPT) = 7.68%; para 2% = (1.5%MDP + 0.5MDPT) = 7.94%; para 2.75% = (2%MDP + 0.75%MDPT) = 8.80% y 3.5% = (2.5%MDP + 1%MDPT) = 9.24%. entonces de acuerdo al resultado de CBR al 100% MDS de la muestra natural se obtuvo el incremento con respecto a las adiciones en: (9.56%, 13.27%, 25.53% y 31.81%, respectivamente). Como se muestra a continuación.

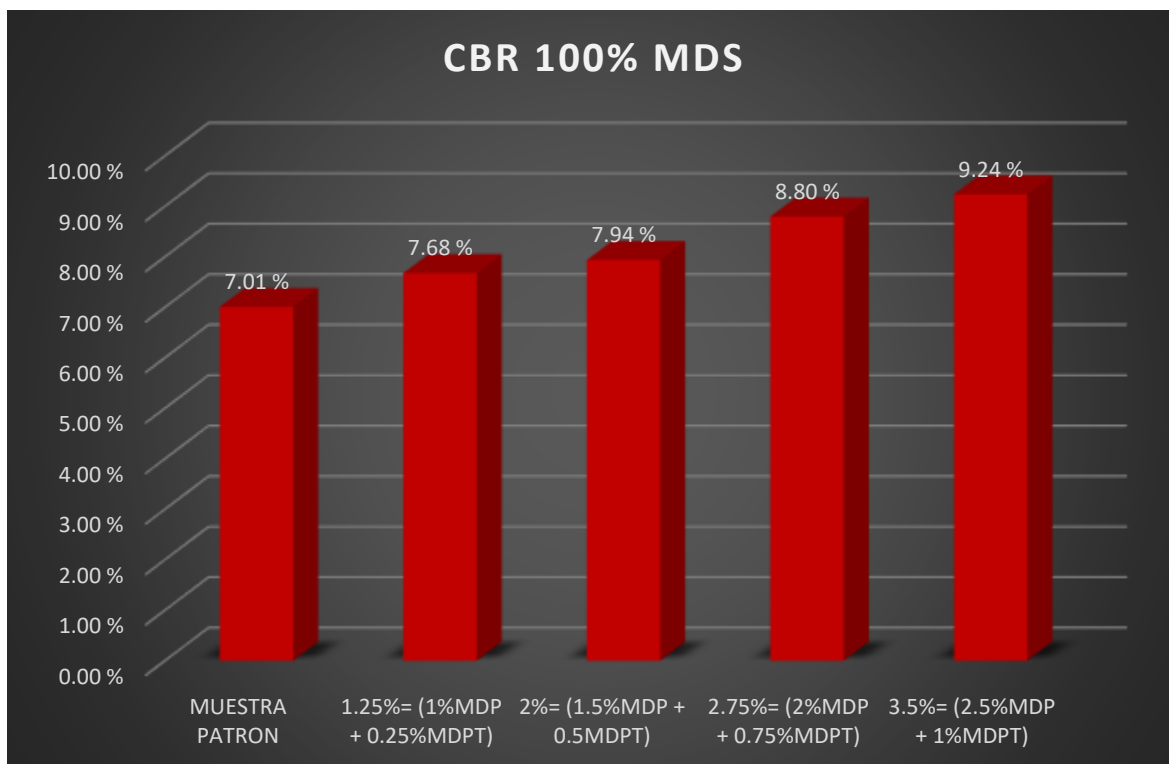


Figura 43: CBR de presente investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De acuerdo a la investigación de Cruz (2022) se obtuvo un incremento de CBR, en sus tres primeras dosificaciones como son (42.06%, 80.95%, 161.11% y en la cuarta dosificación disminuyó en 114.28%, respectivamente), entonces para la presente investigación se obtuvieron resultados de incremento de CBR en las 4 adiciones de dosificación, los resultados fueron de (9.56%, 13.27%, 25.53% y 31.81%, respectivamente). Por lo tanto, se presenta una similitud de resultados de la presente investigación y la de Cruz.

Lo que me permite indicar que los resultados de la presente investigación se encuentran dentro de la categoría de subrasante regular según la norma MTC ( $6\% < \text{CBR} < 10\%$ ). Entonces la investigación de Cruz está en la categoría de subrasante buena, muy buena y extraordinaria, toda esta categorización basada según MTC.

**Objetivo específico 3:** Determinar de qué manera la dosificación de la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna va influir en las propiedades de la subrasante en la carretera Patanmarca, Cusco - 2022.

## Resumen de resultados obtenidos de antecedente CRUZ (2022)

En investigación de Cruz (2022) la muestra de C-01: se pudo evidenciar que el IP disminuyó favorablemente, sin embargo, el OCH, se evidencio que en las tres primeras dosificaciones disminuyo favorablemente y en la cuarta se verifico que aumento, por lo tanto en la MDS y CBR se evidencio que incremento favorablemente en sus tres primeras dosificaciones, en la cuarta dosificación disminuyó el resultado, llegando a concluir que la dosificación limite es hasta la tercera que es el 5.5% de MDT.

Tabla 26: Resumen de resultados de Cruz (2022).

	DOSIFICACION	INDICE DE PLASTICIDAD	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MAXIMAD DENSIDAD SECA (gr/cm3)	CBR 100% MDS
<b>CALICATA 1</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	14.18 %	15.30 %	1.76 gr/cm3	12.60 %
	1% MDT	12.56 %	15.20 %	1.78 gr/cm3	17.90 %
	3% MDT	11.93 %	14.80 %	1.79 gr/cm3	22.80 %
	5.5% MDT	11.07 %	14.40 %	1.80 gr/cm3	32.90 %
	8% MDT	9.63 %	15.80 %	1.77 gr/cm3	27.00 %

Fuente: Datos de C-1 de Cruz.

Resumen de resultados obtenidos de la presente investigación.

En la presente investigación de puede observar el resumen de resultados de ensayos físicos y mecánicos de C-1, el cual el IP disminuyo favorablemente respecto a cada adición, el OCH disminuyo favorablemente en todos los ensayos realizados, la MDS incremento favorablemente y haciendo que mejore constantemente, conforme se le aumentaba las dosificaciones de aditivos, por último el CBR incremento muy bien, concluyendo así que a mayor adición de combinación de aditivos es mejor para su utilización en la subrasante.



Figura 27: Resumen de resultados de presente investigación.

	DOSIFICACION	INDICE DE PLASTICIDAD	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MAXIMAD DENSIDAD SECA (gr/cm3)	CBR 100% MDS
<b>CALICATA 1</b>	<b>MUESTRA PATRON</b>	6.34 %	13.05 %	1.92 gr/cm3	7.01 %
	1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)	6.13 %	12.35 %	1.98 gr/cm3	7.68 %
	2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT)	5.85 %	10.89 %	2.01 gr/cm3	7.94 %
	2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)	5.52 %	10.04 %	2.07 gr/cm3	8.80 %
	3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)	5.24 %	9.69 %	2.10 gr/cm3	9.24 %

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Para la investigación de Cruz (2022) y la presente investigación se evidencia que hay una coincidencia en los resultados de IP, sin embargo para los ensayos de OCH, MDS y CBR se pudo evidenciar que los resultados de Cruz presentan similitud con respecto a la presente investigación, entonces cabe resaltar que la adición de la combinación de aditivos naturales con sus respectivas dosificaciones de la presente investigación aportan favorablemente a las propiedades del suelo y por ende mejoran la subrasante de la carretera Patanmarca.

## VI. CONCLUSIONES

1. Sobre propiedades físicas con adición de combinación de dos productos naturales para la mejora de subrasante se tiene:

- Se tomo muestras de suelo de la carretera Patanmarca de la provincia de Calca realizando así los respectivos ensayos físicos, del cual el IP de la muestra patrón resulto estar en el rango de  $7\% < IP > 20\%$ , entonces el tipo de terreno que presenta la carretera es CL-ML que significa arcilla limosa de baja plasticidad, esta clasificación fue realizada por SUCS, posterior a esto también se verifica que tenemos un terreno de tipo A-4 (0) que significa ser principalmente partículas finas limosas, esto realizado con la clasificación de suelos según AASHTO. Por lo tanto, al adicionar los productos naturales como son:  $1.25\% = (1\%MDP + 0.25\%MDPT)$ ;  $2\% = (1.5\%MDP + 0.5\%MDPT)$ ;  $2.75\% = (2\%MDP + 0.75\%MDPT)$  y  $3.5\% = (2.5\%MDP + 1\%MDPT)$ , el IP disminuyo en:  $3.31\%$ ;  $7.49\%$ ;  $12.934\%$  y  $17.35\%$ , respectivamente. Favoreciendo a realizar los posteriores ensayos mecánicos para su mejora continua.

2. Sobre propiedades mecánicas con adición de combinación de dos productos naturales para el mejoramiento de la subrasante se tiene:

- Se tiene que al momento de realizar la adición de combinación de dos productos naturales como es el mucilago de pacpa y penca de tuna se obtuvo una disminución favorable de OCH con respecto a la muestra patrón.
- Se tiene que al momento de realizar la adición de combinación de dos productos naturales como es el mucilago de pacpa y penca de tuna se obtuvo un incremento favorable de MDS con respecto a la muestra patrón. Entonces se concluye que a mayor disminución de OCH, la MDS sube favorablemente y es en beneficio de las propiedades de suelo, y por ende mejora la subrasante.

- De acuerdo a los resultados de los ensayos realizados de CBR se concluye que cuanto más se adiciona la dosificación de combinación de mis dos productos naturales, se tiene una mejora constante de las propiedades del suelo, es así que se tiene una mejor compactación y un gran beneficio con respecto a la resistencia de suelo.
- Se concluye que las dosificaciones propuestas al 1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT); 2%= (1.5%MDP + 0.5MDPT); 2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT) y 3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT), en la presente investigación aportan favorablemente al suelo. Y por medio de esta investigación proponer más adiciones similares con la combinación de otros productos naturales.

## VII. RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar investigaciones con combinación de aditivos naturales y con distintas dosificaciones, para poder alcanzar objetivos de mejora constante de subrasantes de todo tipo de vías.
- Se recomienda realizar más adiciones de dosificaciones de la presente investigación, ya que en gran parte de los ensayos se evidencio el incremento constante de mejora de resultados en cuanto a compactación y resistencia de suelo.
- es necesario tomar mucha consideración en los resultados obtenidos por los antecedentes que uno vaya a tomar, ya que depende de ello, un futuro investigador elegirá adecuadamente las dosificaciones que planteara en su proyecto de investigación.
- Es muy necesario tomar en consideración la adición de combinación de mucilagos de productos naturales, ya que se evidencio que hay mejora hacia la subrasante y es una muy buena alternativa de solución.
- Antes de realizar los ensayos de laboratorio que un investigador plantea, es recomendable siempre validar los certificados de calibración de los instrumentos a utilizar, ya que de ello depende obtener resultados esperados.

## REFERENCIAS

AASHTO T 193-13. Standard Method of Test for The California Bearing Ratio. 2017.

AISWARYA T., S and DEEPHY B., L. 2015. Effect of Untreated and Treated Oil Palm Fibre on Compaction and Shear Strength Characteristics of Soil. International journal of engineering research and technology. [Online] 2015. ISSN: 2278-0181.

American Society for Testing and Materials (ASTM) D-2216. Standard Test Methods for Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. United States. 2019.

American Society for Testing and Materials (ASTM) D-4318. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. United States. 2017.

Benites Zapata, V. B. (2017). Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea andina). Piura, Perú: Universidad de Piura.

CHACA, Cristhian, y otros. 2019. Estudio del mucílago de penca de tuna para la estabilización de suelos arenoso arcilloso en la subrasante, Jicamarca Huarochiri 2019. Lima

Cruz Apaza, Julio Cesar, Propiedades físico mecánicas en la subrasante con adición de mucílago de tuna en la carretera Acora-Thunuhuaya, Puno-2022

CUBAS Gálvez, Jairo, Adición del mucílago de penca de tuna para estabilizar suelo arcilloso, chilca [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.1269\\_2/46616/Cubas\\_GJ-Guevara\\_BJESD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.1269_2/46616/Cubas_GJ-Guevara_BJESD.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Tesis título profesional, 2020.

DAS. B. Fundamentals of Geotechnical Engineering. 4ed. 2013. ISBN:978-607-519-3775-1. Pag.28.

DAS. B. Fundamentals of Geotechnical Engineering. 4ed. 2013. ISBN:978-607-519-3775-1. Pag.105.

- Díaz-Blanco, Y., Menchaca-Campos, C., Rocabruno-Valdés, C. I., & UruchurtuChavarín, J. (2019). Influencia de un aditivo natural (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto. *Revista ALCONPAT*, 9(3), 260-276.
- DÍAZ, Y. (2020). efecto del pet reciclado y del mucílago de nopal en las propiedades electroquímicas y mecánicas del concreto. . cuernavaca: tesis de grado.
- GARCIA FAVELA, Braulio. Mucilago de Nopal (Opuntia spp.) Sobre propiedades micromorfológicas y estructurales del suelo en trigo. Institucion de Enseñanza e Investigacion en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Mexico, 2013.
- HERNANDES SAMPIERI, Roberto, FERNANDES COLLADO, Carlos and BAPTISTA LUCIO, Pilar. 2014. Metodología de la investigación.
- HERNÁNDEZ, E. (2018). uso de aditivos naturales en materiales de construcción - una revisión. *Arquitectura +*, 63 - 68.
- HUANCA ALVA, J. Evaluar los parametros durante el tratamiento termico para obtenencion de mucilago de la penca de tuna. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Peru. 2017. pag. 22.
- NORMA TECNICA CE-010 PAVIMENTOS URBANOS [https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos\\_Urbanos.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf)
- HUERTA, M. 2020. Uso del extractor del mucílago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2020.
- INDECOPI. (1999). NTP 339.128 - Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico. Lima, Perú: El Peruano.
- INDECOPI. (1999). NTP 339.145 - Suelos. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. Lima, Perú: El Peruano

- Jave Arteaga, J. A. (2020). Propiedades físico-mecánicas de material para afirmado de la cantera El Gavilán con la adición de poliuretano en 2%, 4% y 6%. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Kanayama y Kawamura. Effect of Waste Bamboo Fiber Addition on Mechanical Properties of Soil. Open Journal of Civil Engineering 2019. Pages 173-184.
- Manual de Carreteras. Ministerio de Comunicaciones y Transportes, Lima, Perú, octubre de 2014. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Ministerio de Comunicaciones y Transportes, Lima, Perú, febrero de 2013. P. 23.
- MARTINEZ, GARZÓN. obtención del límite líquido y límite plástico usando el penetrómetro de cono de caída, considerando los diferentes conos exi. s.l. : universidad católica de colombia, 2017.
- MENDIZABAL, Katheryn. 2018. Adición de mucilago de penca de tuna para estabilizar suelos arcillosos, Chilca. CE-010Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2018.
- MENDIZABAL HOBISPO, Katheryn. Adición del mucilago de penca de tuna para estabilizar suelos arcillosos, chilca. Universidad Peruana los Andes . Huancayo, Peru. 2018, pag.25.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, A. MTC, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial MTC. Perú, 2016.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para construcción. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. Ed. Peru. 2016. pag.105.
- Moale y Rivera. "Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica" (UPC), Lima, Perú, 2019.

- MTC. 2013. MINISTERIO DE TRASPORTES Y COMUNICACIONES, 2013. manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. 2013. pág. 21.
- MTC. TARIFAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES AÑO 2015. Lima : MTC, 2015.
- OJEDA TREJO, Enrique. Mucilago de Nopal (Opuntia spp) en suelo arcilloso arenoso con trigo.2013.
- Quintana Choqueluque, D. L., & Vera Salizar, M. O. (2017). Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50% y 100%. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco.
- QUINTANA, D., & Vera, M. Evaluación de la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco, 2017.
- Ramos Fernández, Porfirio. Mejoramiento de suelo arcilloso nivel subrasante aplicando fibra de cabuya en Av. Cuzco - Distrito mi Perú - callao 2020. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima – Callao, 2020.
- Ramos, J. D., & Gómez, V. J. P. L. (2019). Estabilización De Suelo Mediante Aditivos Alternativos. Universidad Catolica de Colombia.
- SALAZAR, Julisa y VALLE, Malory Joselyn. 2021. Mejoramiento de las propiedades de la subrasante con fibra de cabuya y cal en la Calle el Carmen - Carabayllo, 2021. Universidad César Vallejo, Lima, Perú : 2021.
- SALINAS, V, TREJO, A y LIRA, A. 2015. Propiedades físicas, mecánicas y de barrera de películas comestibles a base de mucílago de nopal como alternativa para la aplicación en frutos. Mexico : Revista de Investigación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 2015.
- Sampieri, Hernandez y Baptista. Metodología de investigación. Mexico : MC Graw Hill , 2006. 2356789014.



Sanchez Quecaño, Giovanni Mijhail, Incorporación del mucilago de tuna para mejorar las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba –Cusco, 2021

Villanueva, J. A. (2019). Efecto De Tres Concentraciones De Mucílago De Tuna (Opuntia Ficus-Indica (L.) Miller) Y De San Pedro (Echinopsis Pachanoi (Britton & Rose) Friedrich & G.D. Rowley) En La Clarificación Del Agua. universidad nacional de cajamarca.

## **ANEXOS**

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TITULO: "Adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco – 2022"							
AUTOR: Br. LOPEZ QUISPE JOHAN							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Problema general:</b> ¿De qué manera influirá la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco – 2022?	<b>Objetivo General:</b> Evaluar de qué manera influirá la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en subrasante para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas en la carretera Patanmarca - Cusco, 2022.	<b>Hipótesis General:</b> La adición del mucilago de pacpa y penca de tuna mejora las propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco - 2022.	<b>INDEPENDIENTE</b>	Mucilago de pacpa (MDP)	Dosificación	$0\% = (0\%MDP) + (0\%MDPT)$ $1.25\% = (1\%MDP + 0.25\%MDPT)$ $2\% = (1.5\%MDP + 0.5\%MDPT)$ $2.75\% = (2\%MDP + 0.75\%MDPT)$	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
				Mucilago de penca de tuna (MDPT)		$3.5\% = (2.5\%MDP + 1\%MDPT)$	
<b>Problemas específicos:</b> ¿De qué manera influirá la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades físicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco -2022?	<b>Objetivos específicos:</b> Determinar de qué manera influye la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades físicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco -2022.	<b>Hipótesis específicas:</b> La adición de mucilago de pacpa y penca de tuna mejora las propiedades físicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco - 2022.	<b>DEPENDIENTE</b>	Propiedades de la subrasante	Propiedades físicas	Análisis granulométrico (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 350.001 /MTC E-105-2013
						Contenido de humedad (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.127
						Clasificación de suelos SUCS - AASHTO.	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2487 y ASTM D-3282
						Limite liquido (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.129
						Limite plástico (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo Norma NTP 339.129
						índice de plasticidad (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D2487
¿De qué manera influirá la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades mecánicas en subrasante de la carretera Patanmarca, Cusco - 2022?	Determinar de qué manera influye la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna sobre las propiedades mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco -2022.	La adición de mucilago de pacpa y penca de tuna mejora las propiedades mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco - 2022.	<b>DEPENDIENTE</b>	Propiedades de la subrasante	Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca (kg/cm3)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-1557
						Optimo contenido de humedad (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-1557
¿De qué manera la dosificación de la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Patanmarca, Cusco - 2022?	Determinar de qué manera la dosificación de la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Patanmarca, Cusco - 2022.	La incorporación de la dosificación de la adición de mucilago de pacpa y penca de tuna influye en las propiedades de la subrasante en la carretera Patanmarca, Cusco - 2022.	<b>DEPENDIENTE</b>	Propiedades de la subrasante	Propiedades mecánicas	Capacidad de soporte (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.613.

**ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE**

**TITULO:** "Adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco – 2022"

**AUTOR:** Br. LOPEZ QUISPE JOHAN

VARIABLE DE LA INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
VARIABLE INDEPENDIENTE Mucilago de pacpa y penca de tuna	Mucilago de pacpa: de acuerdo a Villa [et al] (2020) son solutos de aspecto espeso y pegajoso, resultantes de la difusión de resinas con agua o de la producción de mucilagos vegetales en presencia de agua (p. 11). Mucilago de penca de tuna: de acuerdo a Bruneton (2001), consiste en polisacáridos (grupo de monosacáridos con un átomo de carbono) debido a la gelificación, cuantas más cadenas se unen, más duro es el gel; Si la unión es demasiado importante, entonces la conformación de la gálica se precipita. (p. 36).	Estos materiales naturales se incorporan en distintos porcentajes, con la finalidad de determinar de qué manera influye en la estabilización de la subrasante en la carretera Patanmarca.	Dosificación	0%= (0%MDP) + (0%MDPT)	Razón	<b>Método de investigación:</b> Científico <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población:</b> 1030m de Subrasante de carretera Patanmarca <b>Muestra:</b> 3 calicatas <b>Muestreo:</b> No probabilístico - se va ensayar en todas las calicatas <b>Técnica:</b> Observación directa – Cuasi experimental <b>Instrumentos de investigación:</b> Equipos y herramientas de laboratorio <b>Fichas de recopilación:</b> Fichas de recolección de datos
				1.25%= (1%MDP + 0.25%MDPT)		
				2%= (1.5%MDP + 0.5%MDPT)		
				2.75%= (2%MDP + 0.75%MDPT)		
				3.5%= (2.5%MDP + 1%MDPT)		
VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades de la subrasante	La subrasante de acuerdo a MTC (2016) indica que: Es la superficie a nivel de corte y relleno en una carretera, este cumple la función de soporte de la estructura del pavimento a construir, debe estar compuesta por un suelo de características físicas y mecánicas adecuadas, lo cual es importante para determinar el posterior diseño del pavimento, los materiales que componen esta superficie a una profundidad no menor de 0.60 metros, deberá contar con un CBR mayor o igual a 6%, si este es menor, se deberá realizar la estabilización según las características del suelo (p. 47)	Las características van a depender de diferentes factores, los cuales van a ser: Análisis granulométrico, LL, LP, IP, contenido de humedad, SUCS, AASHTO, Proctor y CBR	Propiedades físicas	Análisis granulométrico (%)	Razón	
				Contenido de humedad (%)		
				Clasificación de suelos SUCS - AASHTO.		
				Limite líquido (%)		
				Limite plástico (%)		
				Índice de plasticidad (%)		
			propiedades mecánicas	Máxima densidad seca (kg/m)		
Óptimo contenido de humedad (%)						
Capacidad de soporte (%)						

### ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS . MTC E-204 /ASTM D-422							
PROYECTO						ELABORADO:	
TRAMO						LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD	
LUGAR:						CÓDIGO :	
						VERSIÓN :	
						REGISTRO :	
						FECHA :	
<b>1.- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>						<b>2.- PERSONAL</b>	
UBICACIÓN						Revisado :	
MUESTRA Y/O MATERIAL						Hecho por:	
<b>3.- DATOS PRELIMINARES</b>						<b>4.- RESUMEN</b>	
DATOS DE LA MUESTRA							
						Peso inicial seco	
						Peso lavado seco	
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2"	50.800						Granulometría sujeta por el Tamiz 20"
1 1/2"	38.100						Humedad Natural
1"	25.400						Si + Tara
3/4"	19.050						Se + Tara
1/2"	12.500						Tara
3/8"	9.500						Peso Agua
Nº 4	4.750						Peso Suelo Seco
Nº 5	2.360						Humedad(%)
Nº 10	2.000						
Nº 15	1.180						
Nº 30	0.600						Clasificación:
Nº 40	0.420						SUCS:
Nº 50	0.300						AASHTO:
Nº 60	0.250						OBSERVACIONES:
Nº 100	0.150						Módulo Finera :
Nº 200	0.075						
<Nº 200	FONDO						
<b>5.- CURVA GRANULOMETRICA</b>							
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>							
EQ.		balanza de 1gr		balanza de 0,1gr			
ID		8-09		BADI-0.1			
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b>							
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>							

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS  
ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111**

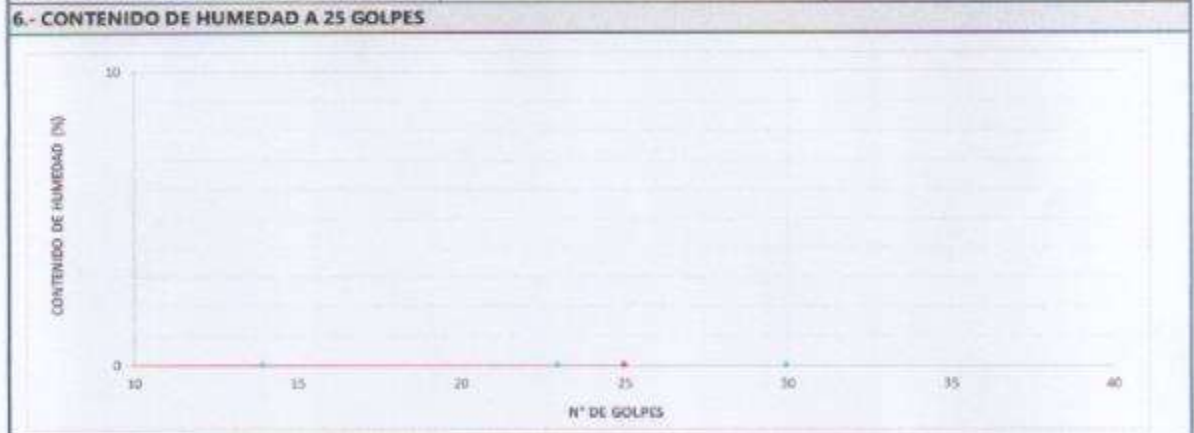
PROYECTO: _____	ELABORADO: _____	LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
Tramo: _____	CODIGO: _____	
LUGAR: _____	VERSIÓN: _____	
	REGISTRO: _____	
	FECHA: _____	

<b>1.- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>		<b>2.- PERSONAL</b>
UBICACIÓN: _____	COMDAJE: _____	Revisado por: _____
MUESTRA: _____	FUND: _____	Hecho por: _____

3.- DATOS PRELIMINARES		MUESTRAS			
DESCRIPCIÓN	UND				
Nº Tara	ID				
Peso Tara + suelo húmedo	(g)				
Peso Tara + suelo seco	(g)				
Peso del agua	(g)				
Peso de la tara	(g)				
Peso del suelo seco	(g)				
Contenido de humedad	(%)				
Número de golpes					

4.- LÍMITE PLÁSTICO		5.- RESUMEN	
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS	CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA
Nº Tara	ID		LL (%)
Peso Tara + suelo húmedo	(g)		
Peso Tara + suelo seco	(g)		LP (%)
Peso de la tara	(g)		
Peso del agua	(g)		IP (%)
Peso del suelo seco	(g)		
Contenido de humedad	(%)	NP	NP

LEYENDA: LL: LIMITE LIQUIDO      LP: LIMITE PLASTICO      IP: INDICE DE PLASTICIDAD



7.- EQUIPOS DE MEDICIÓN					
EQ	BALANZA 0.01	HORNO	VERNIER		
ID	3-0.01	HORNO-1	VER-01		

**8.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**9.- DOCUMENTOS ADJUNTOS**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

 **COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
CONSEJO ADMINISTRATIVO  
ING. Miguel Ángel Yendú Quijón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 385526

 *[Signature]*  
**Ing. Federico Huaman Tapari**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 274187

 **COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
*[Signature]*  
**Ing. Jairo J. Huicho Carcasi**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 142702

**HUMEDAD NATURAL**  
(MTC E 108)

PROYECTO		<b>ELABORADO:</b> LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD ENS.LCC.004
TRAMO		
LUGAR:		

<b>1.- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>		<b>2.- PERSONAL</b>
UBICACIÓN	SONDAJE 0	Revisado por: _____
MUESTRA Y/O MATERIAL	PROFUNDO 0	Hecho por: _____

**3.- DATOS PRELIMINARES**

DATOS

Nº de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso de Material Humedo + Tara	(gr.)					
Peso de Material Seco + Tara	(gr.)					
Peso de Tara	(gr.)					
Peso de Agua	(gr.)					
Peso Material Seco	(gr.)					
Humedad Natural	(%)					
Promedio de Humedad (N)	(%)					

**4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN**

EQ					
ID					

**5.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES**

**6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS**


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 Ing. Miguel Angel Yanez Quispe  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 381928



 Ing. Federico Huaman Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 274197


 EVALUADOR DE PROYECTOS  

 Ing. Jairo J. Huasca Carcael  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 142792

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

DETERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N°200 EN SUELOS  
MTC E-202

PROYECTO:	ELABORADO:	LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
Tramo:	CODIGO:	
LUGAR:	VERSION:	
	REGISTRO:	
	FECHA:	

<b>1.- MUESTRA</b>	<b>2.- PERSONAL</b>
UBICACIÓN: _____	SONDAJE: _____
MUESTRA Y/O MATERIAL _____	PROFUND.: _____
	Revisado por: _____
	Hecho por: _____

3.- ENSAYO				IDENTIFICACIÓN		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND				
			1	2	3	
1.0	Peso de la muestra seca (B)	g				
2.0	Peso de la muestra seca despues de lavado (C)	g				
3.0	% QUE PASA LA N° 200 (B-C)/(B) x 100	%				
				PROMEDIO		
LÍMITE DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	% Mínimo		ENSAYO:	Acceptado	<input checked="" type="checkbox"/>	
	% Máximo			Rechazado	<input type="checkbox"/>	

4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ						
ID						

5.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL, CUSCO  
 Ing. Miguel Angel Vancal Quispe  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 28428

  
 Ing. Federico Huaman Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 27428

  
 ENLACER DE PROYECTOS  
 Ing. Jerry J. Huasca Carcasti  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 142792



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS FRIABLES EN EL AGREGADO FINO  
(AASHTO - T 112)

PROYECTO	ELABORADO:	LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
TRAMO	CODIGO:	
LUGAR:	VERSIÓN:	
	REGISTRO:	
	FECHA:	

<b>1. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>			<b>3.- PERSONAL</b>	
UBICACION	SONDAJE	0	Revisado por	
MUESTRA Y/O MATERIAL	PROFUNDO	0	Hecho por:	

Fracción		Peso Minimo	Tamiz de Lavado	Peso muestra Ensayada (g)	Pérdida Obtenida
Pasa	Retiene				
No. 4	No. 16				

Promedio de Terrones de Arcilla y Partículas Friables (%) 3.00

**4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN**

EQ					
ID					

**5.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES**


**6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS**



 COLEGIO DE INGENIEROS DEL ISTMO DE PANAMA  
 INGENIERO CIVIL  
 Ing. Miguel Ángel Yanqui Quiroz  
 CIP. 191929


 Ing. Federico Huaman Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 27488


 EVALUADOR DE PROYECTOS  
 Ing. Arroyo J. Huber Carlos  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 142763

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

PROYECTO:	ELABORADO:	LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
TRAMO:	COPIED:	
LUGAR:	VERSIÓN:	
	REGISTRO:	
	FECHA:	

<b>1.- MUESTRA</b>	<b>2.- PERSONAL</b>
UBICACIÓN: _____ SONDAJE: _____	Revisado por: _____
MUESTRA Y/O MATERIAL _____ PROFUND.: _____	Hecho por: _____

3.- DETERMINACIÓN DE ALTURAS						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4
1	Lectura cronómetro de entrada a saturación	mm:ss				
2	Lectura cronómetro: salida de saturación	mm:ss				
3	Tiempo de saturación (Ts), Ts = 10 ± 1 min	mm:ss				
4	Tiempo de agitación (Ta), Ta = 30 ± 1 seg.	seg.				
5	Lectura cronómetro: entrada a decantación	mm:ss				
6	Lectura cronómetro: salida de decantación	mm:ss				
7	Tiempo decantación (Td), Td = 20 ± 5 seg.	seg.				
8	Altura total finos floculados, ± 1mm	mm				
9	Altura de la parte arenosa, ± 1 mm	mm				
	[EA] Equivalente arena, [6]*100/[5]	%				
	PROMEDIO	%				

4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN						
EQ.						
ID.						

5.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES

---



---

6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS

---



---

 **COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
CONSEJO DEPARTAMENTAL, OUSCO  
Ing. Miguel Ángel Yaneza Quiroga  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 281824

 **Ing. Federico Hasman Tapaza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 234181

 **EVALUADOR DE PROYECTOS**  
Ing. Samuel J. Huacha Carcani  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 142702

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**  
 MTC E 203 - ASTM C 29 - ASHTO T-19

PROYECTO	ELABORADO:	LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
TRAMO	CODIGO:	
LUGAR:	VERSIÓN:	
	REGISTRO:	
	FECHA:	

<b>1. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>		<b>2.- PERSONAL</b>
UBICACION	SONDAJE	Sondaje
MUESTRA Y/O MATERIAL	PROFUNDO	Hecho por

**3.- DATOS PRELIMINARES**

**AGREGADO FINO**

**PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del Recipiente + Muestra	(g)				
Peso del Recipiente	(g)				
Peso de la Muestra	(g)				
Volumen	(l)				
Peso Unitario Suelto	(g/l)				
Peso Unitario Suelto Promedio	(kg/m <sup>3</sup> )				

**PESO UNITARIO VARILLADO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del Recipiente + Muestra					
Peso del Recipiente	(g)				
Peso de la Muestra	(g)				
Volumen					
Peso Unitario Compactado II	(kg/m <sup>3</sup> )				
2.- Material obtenido de	(kg/m <sup>3</sup> )				

**4.- EQUIPOS DE MEDICIÓN**

E.Q.			
ID			

**5.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES**

**6.- DOCUMENTOS ADJUNTOS**


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 DIVISIÓN ADMINISTRATIVA SUELOS  
 Ing. Miguel Ángel Yengul Quispe  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 142702


 Ing. Fernando Huaman Tapera  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 27497


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Ing. Jairo J. Huacho Carcaes  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 142702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CBR CALIFORNIA BEARING RATIO  
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO:	ELABORADO:	LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
Tramo:	CODIGO:	
LUGAR:	VERSIÓN:	
	REGISTRO:	
	FECHA:	

<b>1.- MUESTRA</b>	<b>2.- PERSONAL</b>
UBICACIÓN:	Revisado por:
MUESTRA:	Hecho por:
SONDAJE:	
PROFUND. (m):	

<b>3.- DATOS PRELIMINARES</b>						
CAPA: <input type="checkbox"/> SUPERFICIE <input type="checkbox"/> SUBYACENTE	CLASIF: SUCS	AASHTO:	PRÓCTOR:	HO	MDS	NºCAPAS:

<b>4.- DENSIDAD</b>									
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES		
0	Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo - molde	g							
2	Peso del molde	g							
3	Volumen del molde - REG.	cm <sup>3</sup>							
4	Peso suelo húmedo, [(1)-(2)]	g							
5	Densidad suelo húmedo, [(4)/(3)]	g/cm <sup>3</sup>							
6	Id. Capas								
7	Peso del suelo húmedo	g							
8	Peso del suelo seco	g							
9	Peso del agua, [(7)-(8)]	g							
10	Peso de la capsula	g							
11	Peso del suelo seco, [(8)-(10)]	g							
12	Contenido de humedad, [(9)/(11)]	%							
13	Densidad seca, [(5)/(1)-(12)/100]	g/cm <sup>3</sup>							0.000

<b>5.- PENETRACIÓN</b>										
CARGA		LECTURA DIRECTA (KILO)				FUERZA (kg)				
STANDARD	plu.g.	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Área del pistón: 19.35 cm <sup>2</sup>	0.000									
	0.025									
	0.050									
	0.075									
79.31 kg/cm <sup>2</sup>	0.100									
	0.125									
105.46 kg/cm <sup>2</sup>	0.150									
	0.200									
	0.300									
	0.400									
	0.500									

CORRECCIÓN DE LA CILINDRO DE CARGA EN: SILO Ecuación:

<b>6.- EXPANSIÓN</b>										
TIEMPO		LECTURA DIAL (DIV): 0.001"			ALTURAS					
Fecha-hora (hrs)		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%

<b>7.- RESULTADOS</b>									
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PRÓCTOR			CBR FINAL		
Densidad Seca prom.				Humedad óptima	HO	Penetración	0.1"	0.2"	
Penetración 0.1"				MDS	MDS				
Penetración 0.2"				95 % de la MDS					

<b>8.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>									

<b>9.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b>									

<b>10.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>									

 **COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
INTEGRACIÓN AMBIENTAL, CUSCO  
Ing. Miguel Ángel Vercillo Quispe  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 142702

 **Ing. Federico Huaman Tapara**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 274187

 **INGENIEROS DE PROYECTOS**  
Ing. Jairo J. Huacho Carcei  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 142702

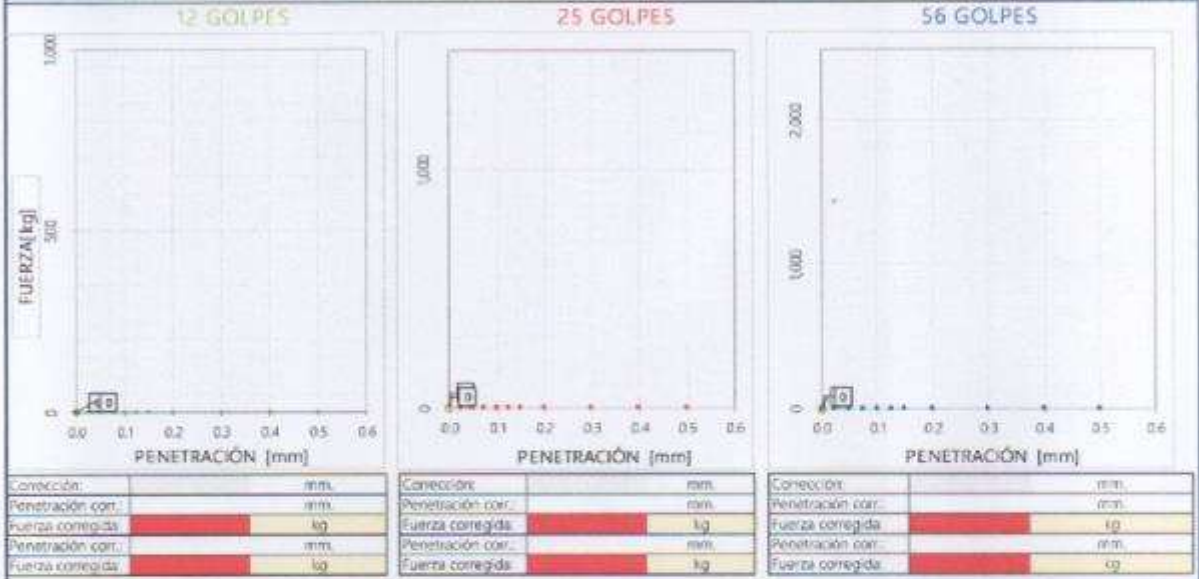
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CBR CALIFORNIA BEARING RATIO  
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

PROYECTO: \_\_\_\_\_  
Tramo: \_\_\_\_\_  
LUGAR: \_\_\_\_\_

ELABORADO:	LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
CODIGO	
VERSION	
REGISTRO	
FECHA	

11.- GRÁFICA FUERZA vs PENETRACIÓN



CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS	
100% MDS	MDS
CBR, PENETRACION 0.1"	
CBR, PENETRACION 0.2"	
95% MDS	
CBR, PENETRACION 0.1"	
CBR, PENETRACION 0.2"	
VALOR CBR MÍNIMO (76)	TERRENO NATURAL
Manual de carretera EG - 2013	
Nota: Ingresar valores del CBR con la perilla de la izquierda hasta que la recta horizontal de densidad seca intersecte a la curva correspondiente del CBR <sub>0.1"</sub> o CBR <sub>0.2"</sub>	
LEYENDA	Valores por tanteos

12.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

13.- DOCUMENTOS ADJUNTOS

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DUSCC  
 Ing. Miguel Ángel YANQUI GUÍDE  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 201024

Ing. Roberto Huamán Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 274187

EVALUADOR DE PROYECTOS  
 Ing. Jeffrey J. Huachaca Carcamo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 142792

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA  
NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115

PROYECTO:	ELABORADO:	LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD
Tramo:	CODIGO:	ENS.LCC.004
LUGAR:	VERSIÓN:	
	REGISTRO:	
	FECHA:	

<b>1.- MUESTRA</b>	<b>2.- PERSONAL</b>
UBICACIÓN:	Revisado por:
MATERIAL:	Hecho por:
SONDAJE:	
PROFUND.:	

**3.- DATOS PARA ENSAYO**

Método de compactación: C      Número de golpes: 56      Número de capas: 5

**4.- DENSIDAD HÚMEDA**

N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5
1	Peso suelo húmedo + molde	g					-
2	Peso del molde	g					-
3	Volumen del molde	cm <sup>3</sup>					-
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g					-
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm <sup>3</sup>					-

**5.- HUMEDAD**

N	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
6	Id. Capsula						
7	Peso del suelo hum. + capsula	g					-
8	Peso del suelo seco + capsula	g					-
9	Peso del agua (7) - (8)	g					-
10	Peso de la capsula	g					-
11	Peso del suelo seco (8) - (10)	g					-
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%					-

**6.- DENSIDAD SECA**

Densidad seca	(5)/(1-(12)/100)	g/cm <sup>3</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000	-
---------------	------------------	-------------------	-------	-------	-------	-------	---

**7.- CÁLCULOS**      **8.- GRÁFICO**

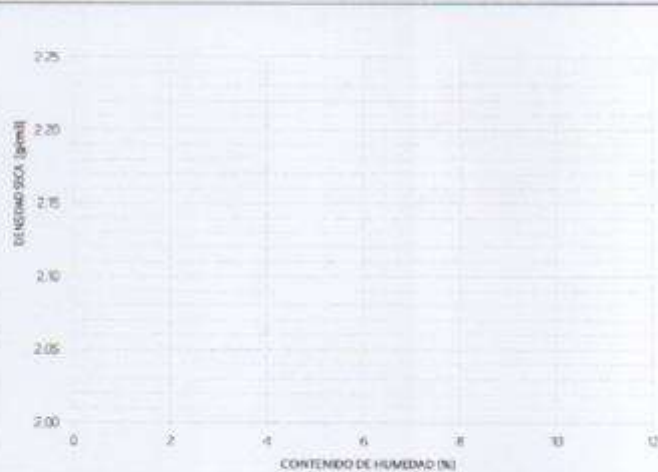
**DENSIDAD SECA\***

X <sup>n</sup>	Y=DS
X <sup>1</sup>	
X <sup>2</sup>	
X <sup>3</sup>	
X <sup>4</sup>	
X <sup>0</sup>	

(\*) Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinómico).

**RESULTADOS**

Humedad óptima:	
Densidad máxima:	
Peso específico de grava:	



**9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN**

EQ.	BALANZA DE 15g	BALANZA DE 0.15g	MOLDE DE PROCTOR	PROCTOR	EMBASADOR
ID.	0-05	BA01-01	MOL-PRO-1	PRO-01	EMB-01

**10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES**

**11.- DOCUMENTOS ADJUNTOS**

 **COLEGIO DE INGENIEROS DE INGENIERÍA CIVIL, QUITO**  
Ing. Miguel Ángel Vando Quiroga  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 316024

   
Ing. Federico Huisman Zapata  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 374287

 **COLEGIO DE INGENIEROS DE INGENIERÍA CIVIL, QUITO**  
Ing. Jairo J. Huáscar Carrasco  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 342792

## VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombre del experto: Yanqui Quispe Miguel Angel  
 Institución donde labora: Municipalidad Provincial de Paucartambo  
 Especialidad del experto: En Obras Viales

Instrumentos de validación: Granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, SUCS, ASHTTO, resistencia al corte directo, resistencia al esfuerzo cortante mediante veleta Torvane y CBR.

Proyecto: "Adición de mucilago de papca y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco - 2022"

Autor del instrumento: Br. Lopez Quispe, Johan

### II. ASPECTOS DE VALIDACION

(1) Muy deficiente (2) Deficiente (3) Aceptable (4) Buena (5) excelente

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					X
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
ORGANIZACION	Existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de estrategias					X
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos - científicos					X
COHERENCIA	Entre los indices, indicadores y dimensiones				X	
METOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico				X	
PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>48</b>				

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

### III. OPINIION DE APLICABILIDAD

Sin observaciones

PROMEDIO DE VALIDACION

48

Cusco 21 de Diciembre Del 2022



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Miguel Angel Yanqui Quispe  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 280525

VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombre del experto: Huaman Tapara, Federico

Institución donde labora: Municipalidad Distrital de CCATCA

Especialidad del experto: OBRAS CIVILES

Instrumentos de validación: Granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, SUCS, ASHTTO, resistencia al corte directo, resistencia al esfuerzo cortante mediante veleta Torvane y CBR.

Proyecto: "Adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patamarca, Cusco - 2022"

Autor del instrumento: Br. Lopez Quispe, Johan

II. ASPECTOS DE VALIDACION

(2) Muy deficiente (2) Deficiente (3) Aceptable (4) Buena (5) excelente

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					X
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					X
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
ORGANIZACION	Existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de estrategias					X
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos - científicos					X
COHERENCIA	Entre los indices, indicadores y dimensiones					X
METOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					X
PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación					X
PUNTAJE TOTAL		49.				

(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. OPINIION DE APLICABILIDAD

SIN OBSERVACIONES

PROMEDIO DE VALIDACION

49.

Cusco 17 de DICIEMBRE Del 2022

  
 Ing. Federico Huaman Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 274197



## VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombre del experto: Huanga Carcasi Jimmy  
 Institución donde labora: Municipalidad Provincial de Tarma  
 Especialidad del experto: Mecánica de Suelos

Instrumentos de validación: Granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, SUCS, ASHTTO, resistencia al corte directo, resistencia al esfuerzo cortante mediante veleta Torvane y CBR.

Proyecto: "Adición de mucilago de papaya y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco - 2022"

Autor del instrumento: Br. Lopez Quispe, Johan

### II. ASPECTOS DE VALIDACION

(3) Muy deficiente (2) Deficiente (3) Aceptable (4) Buena (5) excelente

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					
ORGANIZACION	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de estrategias					
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos - científicos					
COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones					
METOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					
PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>49</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 valido ni aplicable)

### III. OPINIION DE APLICABILIDAD

.....  
 .....

PROMEDIO DE VALIDACION

49

Cusco 18 de diciembre Del 2022

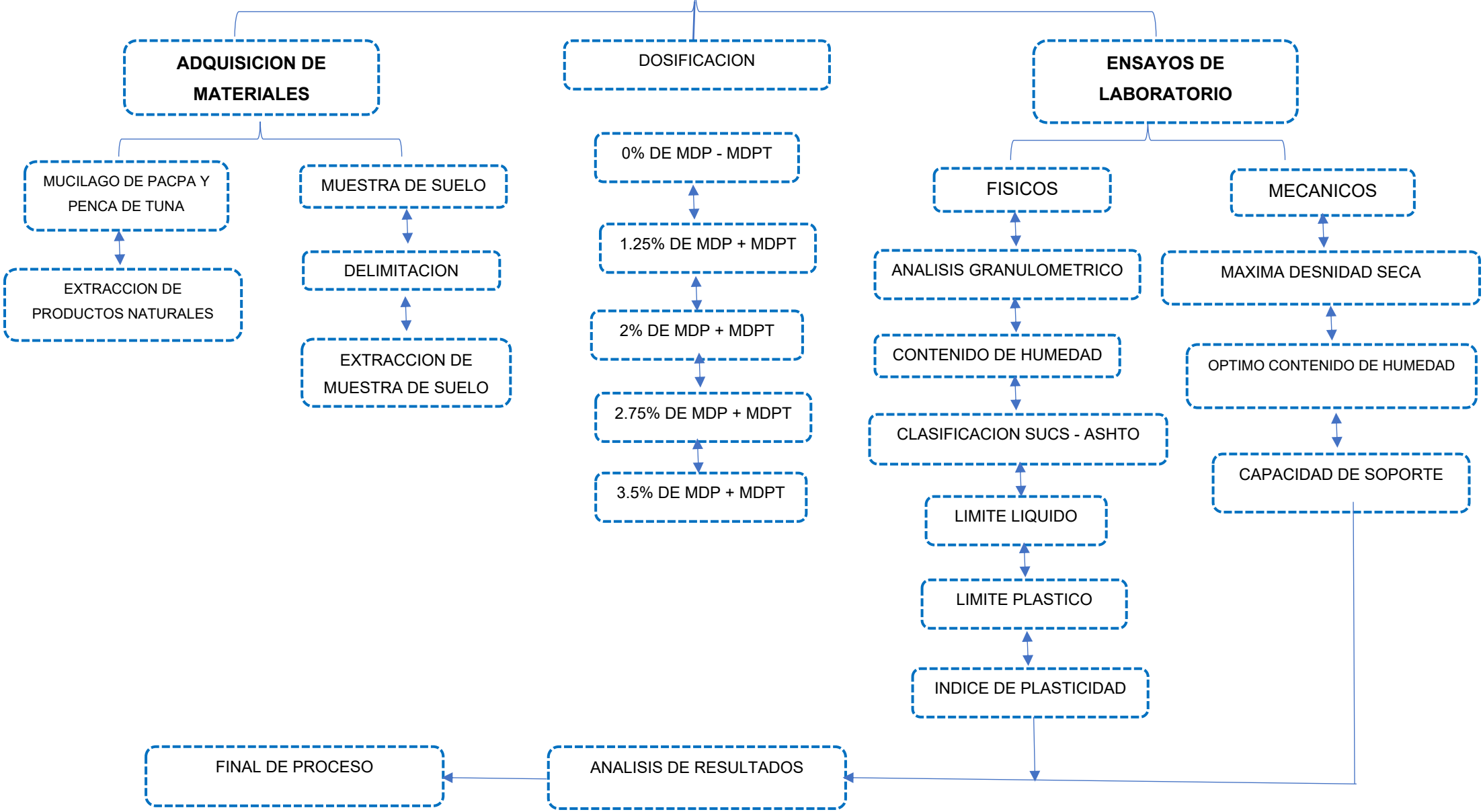


**EVALUADOR DE PROYECTOS**

Ing. Jimmy J. Huanga Carcasi  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 142792

ANEXO 4: Procedimiento de aplicación

**PROCEDIMIENTO DE APLICACION**



## ANEXO 5: ENSAYOS DE LABORATORIO



**CONGEOINGC EIRL.**

**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL.**

**RUC: 20610425098**

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

**DTO: Sucre**

### PROYECTO / TESIS

**ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO - 2022**

### UBICACION

DIST.	CALCA	PROV.	CALCA	DEP.	CUSCO
-------	-------	-------	-------	------	-------

### SOLICITANTE

**BR. LOPEZ QUISPE JOHAN**

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS)**



**EMS CON FINES DE PAVIMENTACION**

**MTC / ASTM / AASHTO**

### PROFESIONAL RESPONSABLE

**ING. JUAN CARLOS PEÇEROS QUIÑONES (CIP:274207)**

**ESPECIALISTA EN GEOTECNIA**

### JEFE DE LABORATORIO

**JEFFERSON CHARA HOLGUIN (DNI:70420382)**



**ING. JUAN CARLOS PEÇEROS QUIÑONES**

**CUSCO, FEBRERO 2023**



**CONGEOINGC EIRL.**

**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

**RUC: 20610425098**

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

**DTO: Suelos**

# CALICATA 01


ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRONES  
CIP. 274203  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
GEOLOGIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

**PROYECTO:** ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

**SOLICITANTE:** BR. LOPEZ QUISEP JOHAN

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO 2023

**UBICACIÓN:** CUSCO-CALCA-CALCA

COORDENADAS UTM	
X	Y
180466.041	8526231.111

<b>CALICATA</b>	C-01
<b>SUCS</b>	CL-ML
<b>UBICACIÓN</b>	INICIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 - MTC E-107-208

MANUAL DE PAVIMENTOS URBANOS CE010

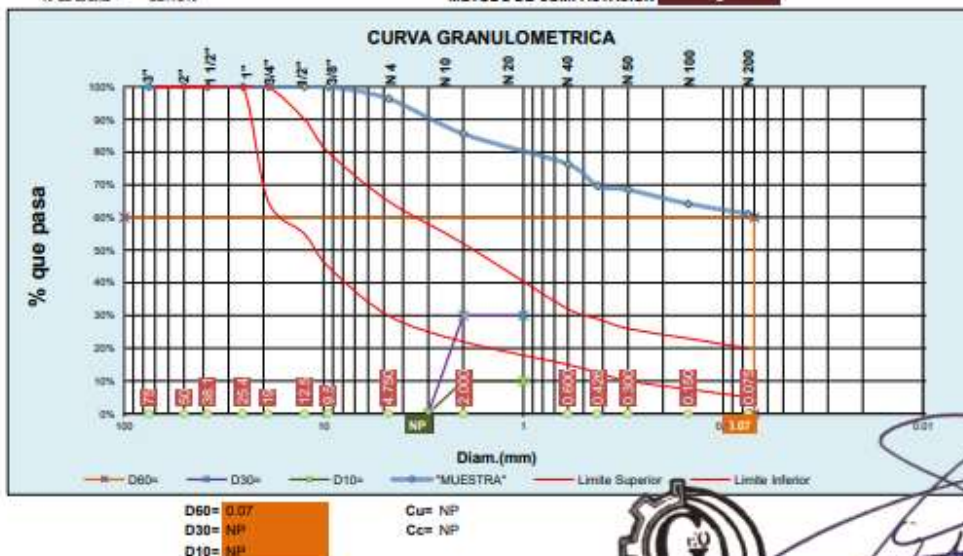
Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso retenido	%retenido	% retenido acumulado	% que pasa	Gradación A'		Cumple??
						Límite Superior	Límite Inferior	
3 pulg	75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
2 pulg	50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 1/2 pulg	38.1	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
1 pulg	25.4	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
3/4 pulg	19	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	65.00%	SI
1/2 pulg	12.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	90.00%	55.00%	NO
3/8 pulg	9.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	80.00%	45.00%	NO
N° 4	4.750	18.41	3.68%	3.68%	96.32%	65.00%	30.00%	NO
N° 10	2.000	53.82	10.76%	14.44%	85.56%	52.00%	22.00%	NO
N° 20	0.850	46.28	9.25%	23.70%	76.30%	32.00%	15.00%	NO
N° 40	0.425	33.26	6.65%	30.35%	69.65%	29.00%	12.50%	NO
N° 50	0.300	5.86	1.17%	31.52%	68.48%	26.00%	10.00%	NO
N° 100	0.150	21.51	4.30%	35.82%	64.18%	23.00%	7.50%	NO
N° 200	0.075	15.28	3.06%	38.87%	61.13%	20.00%	5.00%	NO
bandeja	0.010	305.71	61.13%	100.00%	0.00%			
<b>TOTAL</b>		500.13		100.00%				

% de gruesos= 38.87%  
 % de finos= 61.13%  
 % de grava= 3.68%  
 % de arena= 35.19%

% de la fracción gruesa retenida en la malla N 4= 9.47%  
 % de la fracción gruesa pasa la malla N 4= 90.53%

(Grava)  
 (Arena)

METODO DE COMPACTACION **C**



ING. JUAN CARLOS PÉCEROS QUIÑONES  
 CIP 274207  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098  
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco  
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

**PROYECTO:** ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO - 2022.

**SOLICITANTE:** BR. LOPEZ QUISPE JOHAN  
**FECHA:** CUSCO, FEBRERO 2023  
**UBICACIÓN:** CUSCO-CALCA-CALCA

COORDENADAS UTM	
X	Y
180466.041	8526231.111

CALICATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	INICIO

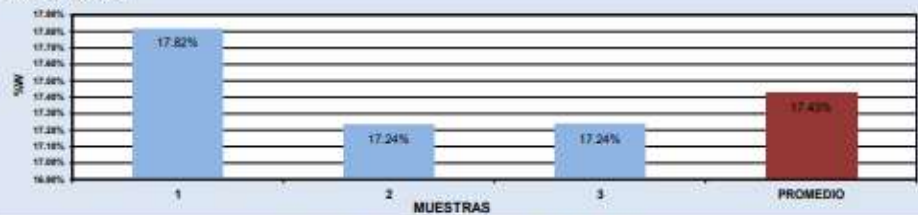
**LIMITES DE CONSISTENCIA**

**LIMITE PLASTICO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)**

Nº de lata	1	2	3	PROMEDIO
peso de suelo hum. + lata(gr)	11.97	13.00	12.73	
peso de suelo seco + lata(gr)	11.01	11.88	11.65	
peso de lata(gr)	5.61	5.40	5.40	
peso de suelo seco(gr)	5.40	6.48	6.25	
peso de suelo humedo(gr)	6.36	7.60	7.33	
peso de agua(gr)	0.96	1.12	1.08	
contenido de humedad	17.82%	17.24%	17.24%	17.43%



**LIMITE PLASTICO**

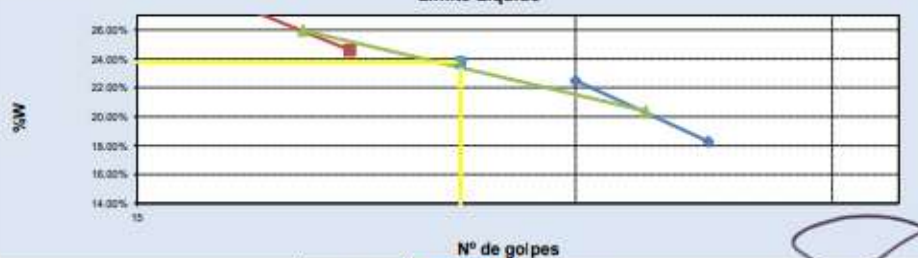


**LIMITE LIQUIDO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)**

Nº de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	101.72	92.32	90.74	107.77
peso de suelo seco + lata(gr)	88.09	77.84	75.50	87.54
peso de lata(gr)	13.53	13.49	13.53	13.46
peso de suelo seco(gr)	74.56	64.35	61.97	74.08
peso de suelo humedo(gr)	88.19	78.83	77.21	94.31
peso de agua(gr)	13.63	14.48	15.24	20.23
contenido de humedad	18.28%	22.48%	24.60%	27.31%
Numero de golpes N	37	30	21	18
LL aproximado	19.17	23.00	24.08	26.25



**Limite Liquido**



LL=	23.77
LP=	17.43
IP=	6.34



ING. JUAN CARLOS PEÇEROS QUIRIONES  
 CIP. 27420  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES



PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022  
 SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISEP JOHAN  
 FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023  
 UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2957**

**SISTEMA DE CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)**

**Datos para la clasificación**

**De la granulometría**

% de gruesos= 38.87%  
 % de finos= 61.13%  
 % de grava= 3.68%  
 % de arena= 35.19%  
 Retenido en malla N 200= 38.87%  
 Retenido en malla N 4= 3.68%  
 % de la fraccion gruesa retenida en la malla N 4= 9.47% (Grava)  
 % de la fraccion gruesa pasa la malla N 4= 90.53% (Arena)  
 Cu= NP  
 Cc= NP

**De los límites de consistencia**

LL= 23.77  
 LP= 17.43  
 IP= 6.34

COORDENADAS UTM	
X	Y
180486.04	8520231

CALICATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	INICIO

Criterios para la segregación de sistemas de grupos y miembros de grupo con el uso de límites de consistencia	Clasificación de suelos	
	Nombre del grupo	Descripción del grupo
Grupos de arenas gruesas (más del 50% pasa la malla No. 200)	Grupos de arenas gruesas (más del 50% pasa la malla No. 200)	Grupos de arenas gruesas (más del 50% pasa la malla No. 200)
Grupos de arenas medias (entre el 5 y 50% pasa la malla No. 200)	Grupos de arenas medias (entre el 5 y 50% pasa la malla No. 200)	Grupos de arenas medias (entre el 5 y 50% pasa la malla No. 200)
Grupos de arenas finas (entre el 0 y 5% pasa la malla No. 200)	Grupos de arenas finas (entre el 0 y 5% pasa la malla No. 200)	Grupos de arenas finas (entre el 0 y 5% pasa la malla No. 200)
Grupos de limos y arcillas (menos del 50% pasa la malla No. 200)	Grupos de limos y arcillas (menos del 50% pasa la malla No. 200)	Grupos de limos y arcillas (menos del 50% pasa la malla No. 200)

**DIAGRAMA DE FLUJO PARA CLASIFICACION DE SUELOS**

SUELOS																									
GRUESOS										FINOS															
MENOS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200										MAS DEL 50% PASAN LA MALLA N 200															
GRAVAS					ARENAS					LIMOS Y ARCILLAS					ORG (Turba)										
LIMPIAS	COMBINACIONES		CON FINOS		LIMPIAS	COMBINACIONES		CON FINOS		LL<50%		LL>50%													
GW	GP	GW-GM	GW-GC	GP-GM	GP-GC	GM	GC	GC-GM	SW	SP	SW-SM	SW-SC	SP-SM	SP-SC	SM	SC	SC-SM	CL	CL-ML	NL	OL	CH	MH	OH	PI

CL-ML (SUCS) = Arcilla limosa de baja plasticidad con arena

ING. JUAN CARLOS PECEROS QUISIONES  
 CIP 254205  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECHIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

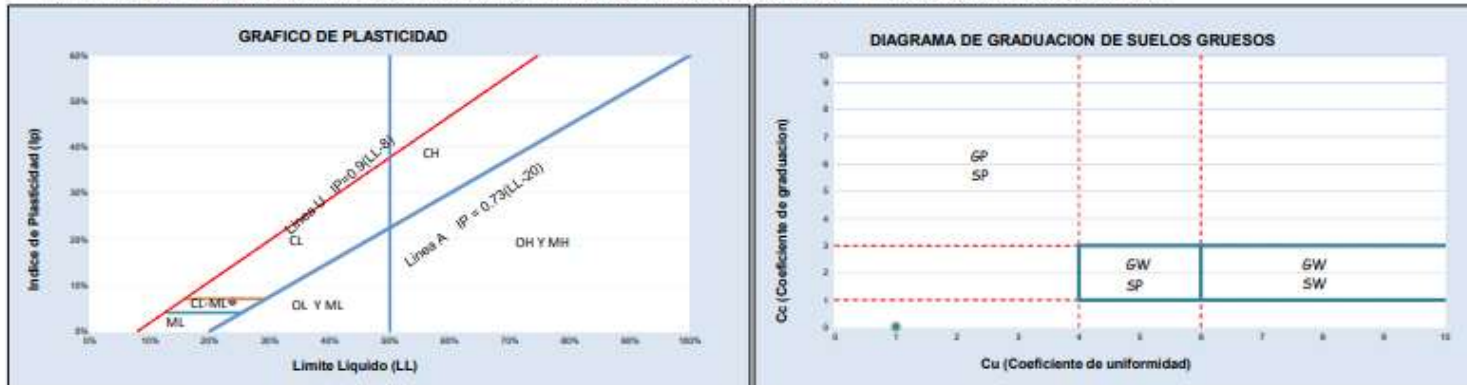
congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUINONES  
 CIP 274202  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES



**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098  
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO**

Datos para la clasificación

De la granulometría

% QUE PASA EL TAMIZ N° 10= 98.32%  
 % QUE PASA EL TAMIZ N° 40= 78.30%  
 % QUE PASA EL TAMIZ N° 200= 54.18%

De los límites de consistencia

LL= 23.77%  
 LP= 17.43%  
 P= 8.34%

Clasificación General	Materiales granulares. (35% como máximo de la que pasa el tamiz N° 200)							Materiales de arcilla-fino (más de 35% del total de la muestra que pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-2	A-3				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación por grupos	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Análisis por mallas, porcentaje que pasa el tamiz											A-7-6
N° 10	50% <sub>max</sub>										
N° 40	30% <sub>max</sub>	50% <sub>max</sub>	51% <sub>max</sub>								
N° 200	15% <sub>max</sub>	10% <sub>max</sub>	10% <sub>max</sub>	35% <sub>max</sub>	35% <sub>max</sub>	35% <sub>max</sub>	35% <sub>max</sub>	36% <sub>min</sub>	36% <sub>min</sub>	36% <sub>min</sub>	36% <sub>min</sub>
Características de la fracción que pasa la malla N° 40											
Límite líquido (LL)				40% <sub>max</sub>	41% <sub>min</sub>	40% <sub>max</sub>	41% <sub>min</sub>	40% <sub>max</sub>	41% <sub>min</sub>	40% <sub>max</sub>	41% <sub>min</sub>
Índice de plast. (IP)	8% <sub>max</sub>	NP	10% <sub>max</sub>	10% <sub>max</sub>	10% <sub>max</sub>	11% <sub>min</sub>	11% <sub>min</sub>	10% <sub>max</sub>	10% <sub>max</sub>	11% <sub>min</sub>	11% <sub>min</sub>
Índice del grupo (GI)	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2
Clasificación más GI	A-1-a (2)	A-1-b (2)	A-2 (2)	A-2-4 (2)	A-2-5 (2)	A-2-6 (0)	A-2-7 (0)	A-4 (2)	A-5 (2)	A-6 (2)	A-7-5 (2)
Tipo de material	Fragmento de roca, grava y arena		Arena fina	Gravas y arena limosas o arcillosas				Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos	
Clasif. De la Subrasante	Excelente a buena							Regular a pobre			
Equipo de compactación idoneo	Rodillo Liso y Rodillo vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Vibratorio	Pison Impacto y Rodillo vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Vibratorio	Rodillo Neumatico, Liso y Pison Impact.	Rodillo Neumatico, Liso y Pata e cabra	Rodillo Neumatico, Liso y Pata e cabra	Rodillo Neumatico, y Pata de cabra	Rodillo Neumatico, y Pata de cabra	Rodillo Pata de cabra



**ING. JUAN CARLOS PEZOS QUIÑONES**  
 CIP. 27430  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**A-3 (0)** (AASHTO) = Principalmente partículas finas limosas.

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco  
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

COORDENADAS UTM	
X	Y
180466.041	8526231.111

CALICATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	INICIO

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL MATERIAL (NTP - 339 - 127)**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	29.18	29.04	27.84	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	123.31	122.93	127.45	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	118.24	117.73	121.99	
PESO DEL AGUA	5.07	5.20	5.46	
PESO DEL SUELO SECO	89.06	88.69	94.15	
CONTENIDO DE AGUA (%)	5.69%	5.86%	5.80%	5.78%

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 5.78%



  
**ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRONES**  
 CIR 27430  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**  
 RUC: 20610425098  
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco  
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

**PROYECTO:** ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO - 2022

**SOLICITANTE:** BR. LÓPEZ QUISPE JOHAN  
**FECHA:** CUSCO, FEBRERO 2023  
**UBICACIÓN:** CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUCS- CL-ML  
 Clasificación ASTHO- A-4 (0)

COORDENADAS UTM	
X	Y
180495.04	8202311.1

CALCATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	INICIO

MOLDEO		C
DATOS DEL MOLDE		
Área	31.83cm <sup>2</sup>	
Diámetro	11.24cm	
Volumen	2119.83cm <sup>3</sup>	
Peso	1770.09g	
Material pasado del tamiz	2.4	

**PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 (NTP. 339.141)**

Energía de compactación 2 700 kN-m/ml

FECHA:	MUESTRA N°									
	1		2		3		4		5	
MOLDE N°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NÚMERO DE CAPAS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	3442.6g	3087.6g	3168.6g	3133.6g	3133.6g	3133.6g	3133.6g	3133.6g	3133.6g	3133.6g
PESO MOLDE	379.6g	379.6g	379.6g	379.6g	379.6g	379.6g	379.6g	379.6g	379.6g	379.6g
PESO MUESTRA HUMEDA	3063.0g	2708.0g	2789.0g	2754.0g	2754.0g	2754.0g	2754.0g	2754.0g	2754.0g	2754.0g
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g
DENSIDAD HUMEDAD	1.44g/cm <sup>3</sup>	1.28g/cm <sup>3</sup>	1.32g/cm <sup>3</sup>	1.29g/cm <sup>3</sup>	1.29g/cm <sup>3</sup>	1.29g/cm <sup>3</sup>	1.29g/cm <sup>3</sup>	1.29g/cm <sup>3</sup>	1.29g/cm <sup>3</sup>	1.29g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA	1.61g/cm <sup>3</sup>	1.44g/cm <sup>3</sup>	1.49g/cm <sup>3</sup>	1.52g/cm <sup>3</sup>	1.52g/cm <sup>3</sup>	1.52g/cm <sup>3</sup>	1.52g/cm <sup>3</sup>	1.52g/cm <sup>3</sup>	1.52g/cm <sup>3</sup>	1.52g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE N°	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
PESO RECIPIENTE	45.4g	46.3g	46.3g	45.3g	45.2g	45.2g	45.1g	45.3g	46.3g	45.2g
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	122.2g	109.3g	107.1g	108.1g	108.1g	108.1g	108.1g	107.3g	112.3g	108.2g
PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	119.6g	109.2g	99.6g	99.6g	99.1g	99.6g	99.3g	109.6g	109.2g	108.6g
PESO DE AGUA	5.7g	5.5g	5.5g	4.7g	6.6g	5.7g	8.1g	7.9g	8.1g	8.7g
PESO DE MUESTRA SECA	75.1g	59.2g	59.2g	46.1g	45.5g	45.1g	42.6g	52.1g	50.6g	46.6g
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.72%	8.41%	10.99%	10.17%	11.19%	12.19%	15.19%	13.17%	16.03%	18.03%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	8.17%		10.50%		11.00%		15.19%		18.00%	



**ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRÓNES**  
 CIP 27420P  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNA Y VÍAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUICS= CL-ML

Clasificación ASTTHO= A-4 (0)

DATOS DEL MOLDE (cm)

Altura	12.00cm
Diámetro	15.00cm
Volumen	2120.58cm <sup>3</sup>
Peso	7384.00gr

COORDENADAS UTM	
X	Y
180496.041	8529231

CALCATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	INICIO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NTP 339.175:2002**

MOLDE N°	1	2	3
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	58	25	12

**DATOS DE COMPACTACION**

PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	11860.0gr	11519.0gr	11412.0gr
PESO MOLDE	7384.0gr	7384.0gr	7384.0gr
PESO MUESTRA HUMEDA	4506.0gr	4135.0gr	4028.0gr
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2120.6gr	2120.6gr	2120.6gr
DENSIDAD HUMEDAD	2.12gr/cm <sup>3</sup>	1.95gr/cm <sup>3</sup>	1.90gr/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA	1.91gr/cm <sup>3</sup>	1.78gr/cm <sup>3</sup>	1.72gr/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD			
	ARRIBA	ABAJO	
RECIPIENTE N°	1	2	3
PESO RECIPIENTE	51.24gr	50.54gr	50.84gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	96.91gr	96.45gr	92.41gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	92.34gr	91.75gr	88.36gr
PESO DE AGUA	4.57gr	4.70gr	4.05gr
PESO DE MUESTRA SECA	41.10gr	41.21gr	37.52gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.13%	11.40%	10.80%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	11.26%		10.97%

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA**

N° DE GOLPES POR CAPA	58	25	12
MOLDE N°	1	2	3
PESO DE MUESTRA HUMEDA+MOLDE DESPUES DE SATURACION	12293.1gr	12139.9gr	12251.9gr
PESO DE MUESTRA HUMEDA+MOLDE ANTES DE SATURACION	11860.0gr	11519.0gr	11412.0gr
PESO DE AGUA ABSORVIDA	403.1gr	620.9gr	839.9gr
PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA	3.39%	5.39%	7.36%

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

N° DE GOLPES POR CAPA	58	25	12				
MOLDE N°	1	2	3				
FECHA Y HORA	TIEMPO EN HORAS	1		2		3	
		DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO
		0.001ppg	mm	0.001ppg	mm	0.001ppg	mm
13/02/2023	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
13/02/2023	24	6.9	0.17526	10.1	0.25654	11.2	0.28448
14/02/2023	48	12.0	0.3048	16.5	0.4191	24.7	0.62738
15/02/2023	72	20.7	0.52578	24.8	0.62484	36.5	0.8731
16/02/2023	96	23.6	0.59944	36.0	0.9144	39.0	0.996

**DATOS DE ENSAYO DE PENETRACION**

1 kg=2.20462262000000 lb		96 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
Área del Platon=3.00 Pulgadas Cuadradas		MOLDE N°			MOLDE N°			MOLDE N°		
PENETRACION EN PULGADAS	CARGAS TIPO (kg/pulg <sup>2</sup> (psi))	CARGA DE ENSAYO			CARGA DE ENSAYO			CARGA DE ENSAYO		
		DIAL	psi	%	DIAL	psi	%	DIAL	psi	%
0		0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0
0.025		51.1 Kg	38		37.8 Kg	28		22.6 Kg	17	
0.050		70.4 Kg	58		60.9 Kg	45		36.9 Kg	29	
0.075		88.9 Kg	65		88.4 Kg	50		45.4 Kg	33	
0.100	1000	95.4 Kg	70	7.01%	75.1 Kg	55	5.52%	50.1 Kg	37	3.66%
0.200	1500	107.8 Kg	80	5.92%	88.3 Kg	72	4.82%	69.3 Kg	51	3.40%
0.300	1900	130.0 Kg	96	5.03%	109.1 Kg	80	4.22%	82.6 Kg	61	3.19%
0.400	2300	151.7 Kg	104	4.50%	118.4 Kg	86	3.72%	86.4 Kg	65	2.82%
0.500	2700	173.1 Kg	110	4.24%	124.8 Kg	92	3.52%	94.1 Kg	69	2.66%



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIÑONES  
 CIP. 274207  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

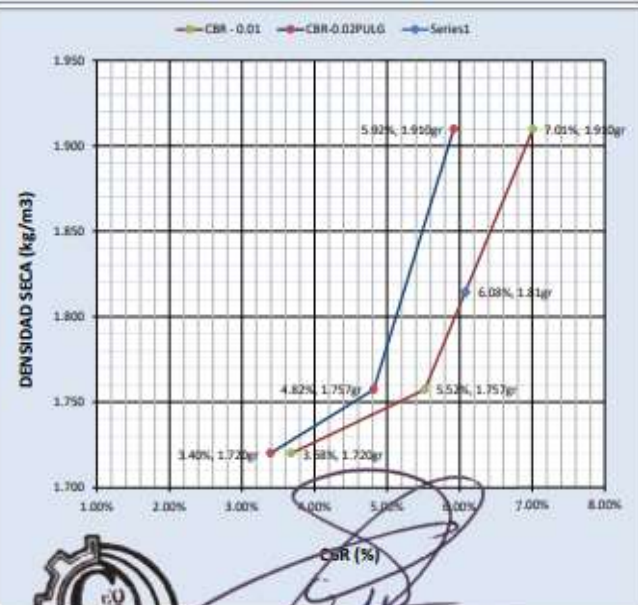
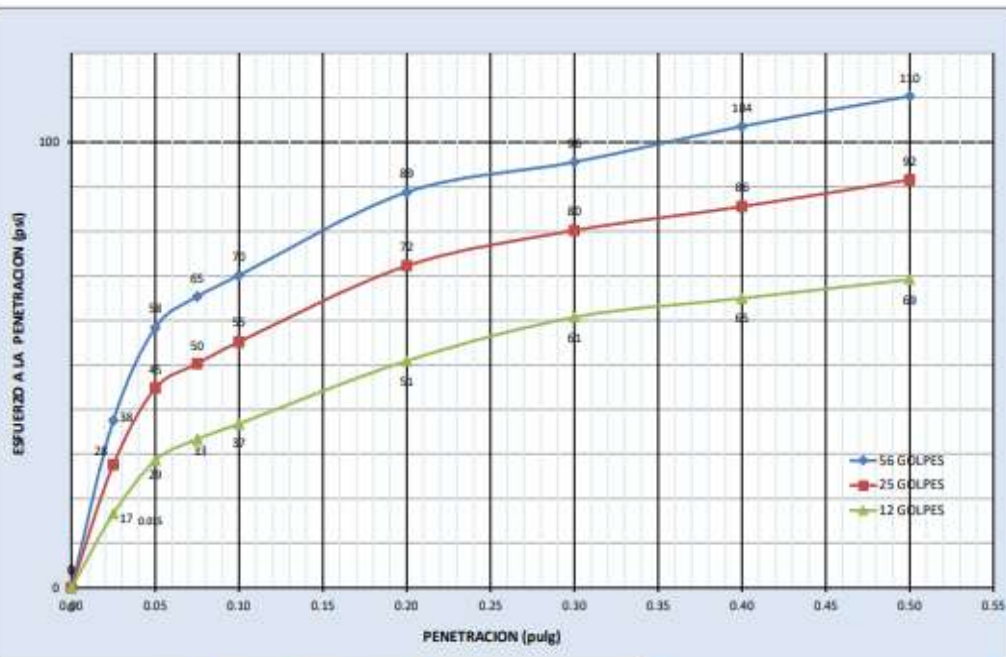
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos



**RESULTADOS**

	% EXPANSION	% ABSORCION
56 GOLPES	0.50%	3.38%
25 GOLPES	0.76%	5.30%
12 GOLPES	0.85%	7.36%

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m <sup>3</sup> )	1.91gr
HUMEDAD OPTIMA (%)	11.26%
95% MDS (kg/m <sup>3</sup> )	1.81gr

CBR AL 100% DE MDS=	7.01%	OK <sub>1</sub>
CBR AL 95% DE MDS=	6.08%	

Por lo tanto el CBR de diseño sera:

**CBR = 7.01%**

El material de SUBRASANTE se considera:  
**S1 (SUBRASANTE REGULAR)**

**EL VALOR DE CBR INDICADO ES VIABLE  
 DEBIDO A QUE EL CBR A 0.01" ES MAYOR  
 QUE EL DE 0.02"**



**ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRONES**  
 CIP 27420P  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098  
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco  
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



OTO: Suelos

PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN  
 FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023  
 UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

COORDENADAS UTM	
X	Y
180466.041	6526231.111
CALICATA	
SUCS	C-01
UBICACIÓN	INICIO

COTA DE TERRENO NATURAL: 3300 m.s.n.m.  
 COTA DE TERRENO SUBRASANTE: 3300 m.s.n.m.  
 DESNIVEL: 0.00 m

Prof.	ESC	SUCS	FOTOGRAFIA	Simbologia SUCS	Descripcion SUCS	Observaciones	
0.10 m		Pt			Turba y Suelos Altamente Organicos	MATERIAL ALTAMENTE ORGANICO, CON PRESENCIA DE RAICES DE PLANTAS, ESTE MATERIAL DEBERA SER REMOVIDO, ELIMINADO Y POSTERIORMENTE RELLENADO CON UN NUEVO MATERIAL DE CANTERA (LASTRE). LO SEÑALADO DEPENDERA DEL NIVEL O COTA DE SUBRASANTE	
0.20 m							
0.30 m							
0.40 m							
0.50 m							
0.60 m							
0.70 m							
0.80 m							
0.90 m							
1.00 m		CL-ML				Arcilla limosa de baja plasticidad con arena	MATERIAL COHESIVO DE COLOR MARRON OSCURO CON PRESENCIA DE PEQUEÑAS LAMINACIONES DE ARENA CON GRAVA DE COLOR GRIS OSCURO.
1.10 m							
1.20 m							
1.30 m							
1.40 m							
1.50 m							
1.60 m							
1.60 m							

NO SE DETECTO LA PRESENCIA DE NIVEL FREATICO HASTA LA PROFUNDIDAD DE INVESTIGACION



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUISONES  
 CIP. 274203  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECHIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

**PROYECTO:** ADICIÓN DE MUCILAGÓ DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO - 2022

**SOLICITANTE:** BR. LOPEZ QUISPÉ JOHAN

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO 2023

**UBICACIÓN:** CUSCO-CALCA-CALCA

COORDENADAS UTM	
X	Y
180466.041	8526231.111

<b>CALICATA</b>	C-01
<b>SUCS</b>	CL-ML
<b>DOBIF</b>	1.25%

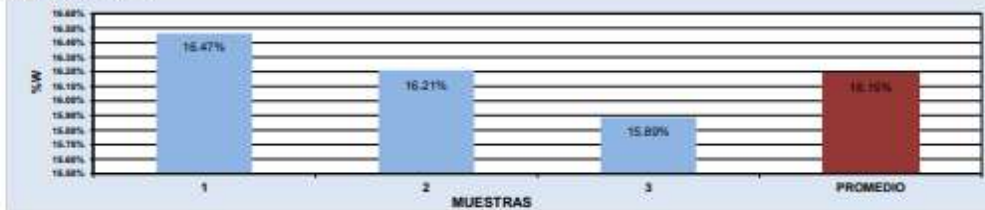
**LIMITES DE CONSISTENCIA**

**LIMITE PLASTICO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)**

N° de lata	1	2	3	PROMEDIO
peso de suelo hum. + lata(gr)	12.50	11.39	11.34	
peso de suelo seco + lata(gr)	11.49	10.56	10.51	
peso de lata(gr)	5.38	5.44	5.28	
peso de suelo seco(gr)	6.11	5.12	5.23	
peso de suelo humedo(gr)	7.12	5.95	6.06	
peso de agua(gr)	1.01	0.83	0.83	
contenido de humedad	16.47%	16.21%	15.89%	<b>16.19%</b>

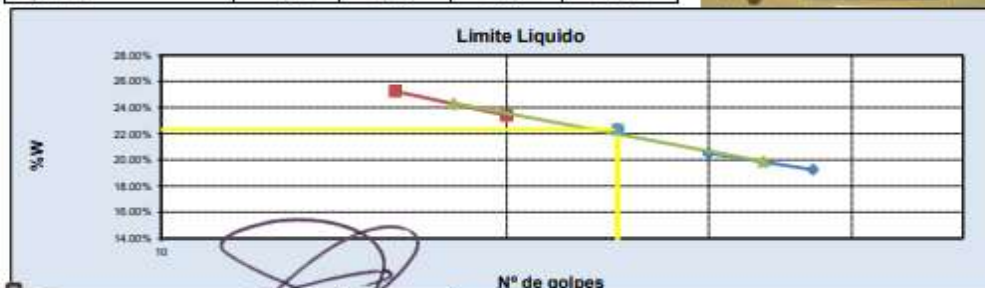


**LIMITE PLASTICO**



**LIMITE LIQUIDO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)**

N° de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	101.27	100.81	101.54	104.46
peso de suelo seco + lata(gr)	87.11	85.93	84.85	86.14
peso de lata(gr)	13.54	13.4	13.53	13.56
peso de suelo seco(gr)	73.57	72.53	71.32	72.58
peso de suelo humedo(gr)	87.73	87.41	88.01	90.90
peso de agua(gr)	14.16	14.88	16.69	18.32
contenido de humedad	19.25%	20.51%	23.40%	25.25%
Numero de golpes/N	37	30	20	16
LL aproximado	20.18	20.97	22.78	23.92



**ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRÓNES**  
 CIP 274289  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

LL=	22.32
LP=	16.19
IP=	6.19

**CONGOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**  
 RUC: 20610425098  
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco  
 congoingc@gmail.com - www.congoingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: SRL. LOPEZ QUESPE, ROHAN  
 FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023  
 UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUCS= CL-ML  
 Clasificación ASTHO= A-4 (II)

MÉTODOS	
DATOS DEL MOLDE	
Área	11.42cm <sup>2</sup>
Diámetro	19.24cm
Volumen	2118.89cm <sup>3</sup>
Peso	1770.08gr
Material pasado del tamiz	100

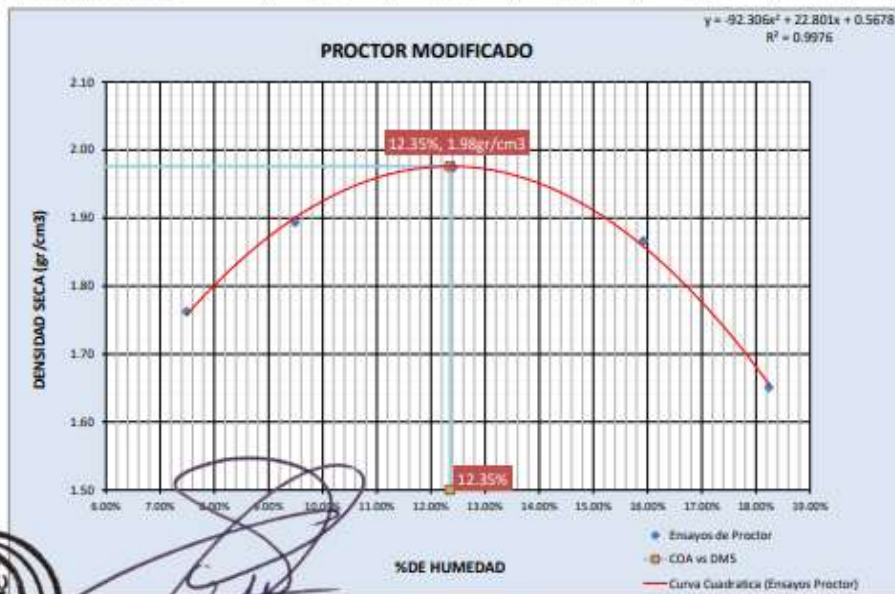
COORDENADAS UTM	
X	Y
180456.04	8208231.1

CALCATA	
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	1.25%

**PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 (NTP. 339.141)**

Energía de compactación 2 700 kN-m/m<sup>3</sup>

FECHA:	MUESTRA N°									
	1		2		3		4		5	
MOLDE N°										
NÚMERO DE CAPAS										
N° DE GOLPES POR CAPA	56		56		56		56		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	5784.8gr		5294.8gr		4974.8gr		4612.8gr		4288.8gr	
PESO MOLDE	5770.8gr		5770.8gr		5770.8gr		5770.8gr		5770.8gr	
PESO MUESTRA HUMEDA	4014.8gr		3524.8gr		3204.8gr		2842.8gr		2518.8gr	
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2119.66cm <sup>3</sup>		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr	
DENSIDAD HUMEDAD	1.89gr/cm <sup>3</sup>		1.62gr/cm <sup>3</sup>		1.51gr/cm <sup>3</sup>		1.34gr/cm <sup>3</sup>		1.19gr/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA	1.78gr/cm <sup>3</sup>		1.58gr/cm <sup>3</sup>		1.47gr/cm <sup>3</sup>		1.27gr/cm <sup>3</sup>		1.12gr/cm <sup>3</sup>	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PESO RECIPIENTE	42.8gr	46.7gr	46.0gr	51.3gr	58.8gr	71.8gr	83.8gr	91.2gr	91.2gr	92.4gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	121.8gr	125.4gr	127.1gr	135.2gr	145.8gr	168.2gr	185.2gr	198.2gr	198.2gr	198.4gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	118.3gr	119.2gr	121.5gr	128.8gr	138.8gr	158.1gr	173.8gr	181.2gr	181.2gr	181.2gr
PESO DE AGUA	3.5gr	6.2gr	5.6gr	6.4gr	7.0gr	10.1gr	11.4gr	17.0gr	17.0gr	17.2gr
PESO DE MUESTRA SECA	73.7gr	71.4gr	75.9gr	79.5gr	84.9gr	88.5gr	92.8gr	96.0gr	96.0gr	94.0gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.57%	7.44%	7.52%	8.40%	12.25%	12.89%	16.28%	15.59%	18.40%	18.81%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	7.49%		8.49%		12.41%		15.92%		18.24%	



ING. JUAN CARLOS PÉCEROS QUIBONES  
 CIP. 214203  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

DENSIDAD SECA	1.98gr/cm <sup>3</sup>
W <sub>p</sub>	12.35%



# CONGEOINGC EIRL.

## CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUCS= CL-ML

Clasificación ASTTHO= A-4 (0)

DATOS DEL MOLDE (cm)

Altura	12.00cm
Diametro	15.00cm
Volumen	2120.58cm <sup>3</sup>
Peso	7384.00gr

COORDENADAS UTM	
X	Y
180468.041	8526251

CALCATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACION	1.25%

### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NTP 339.175:2002

MOLDE Nº	1	2	3
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
Nº DE GOLPES POR CAPA	36	25	12

#### DATOS DE COMPACTACION

PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	1		2		3	
	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
PESO MOLDE	12086.0gr	11690.0gr	11690.0gr	11690.0gr	11584.0gr	11584.0gr
PESO MUESTRA HUMEDA	7384.0gr	7384.0gr	7384.0gr	7384.0gr	7384.0gr	7384.0gr
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	4702.0gr	4306.0gr	4306.0gr	4306.0gr	4200.0gr	4200.0gr
DENSIDAD HUMEDAD	2120.6gr	2120.6gr	2120.6gr	2120.6gr	2120.6gr	2120.6gr
DENSIDAD SECA	2.22gr/cm <sup>3</sup>	2.03gr/cm <sup>3</sup>	2.03gr/cm <sup>3</sup>	2.03gr/cm <sup>3</sup>	1.98gr/cm <sup>3</sup>	1.98gr/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.97gr/cm <sup>3</sup>	1.81gr/cm <sup>3</sup>	1.81gr/cm <sup>3</sup>	1.81gr/cm <sup>3</sup>	1.77gr/cm <sup>3</sup>	1.77gr/cm <sup>3</sup>
RECIPENTE Nº	1	2	3	4	5	6
PESO RECIPIENTE	51.24gr	50.54gr	50.84gr	51.60gr	50.25gr	51.84gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	91.50gr	89.89gr	94.25gr	94.00gr	95.31gr	96.70gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	87.06gr	85.45gr	89.48gr	88.39gr	90.61gr	92.05gr
PESO DE AGUA	4.44gr	4.43gr	4.77gr	4.61gr	4.70gr	4.65gr
PESO DE MUESTRA SECA	35.82gr	34.91gr	38.64gr	37.78gr	40.36gr	40.21gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.40%	12.70%	12.35%	12.21%	11.66%	11.56%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	12.55%		12.28%		11.61%	

#### PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA

Nº DE GOLPES POR CAPA	36	25	12
MOLDE Nº	1	2	3
PESO DE MUESTRA HUMEDA-MOLDE DESPUES DE SATURACION	12485.5gr	12335.3gr	12454.0gr
PESO DE MUESTRA HUMEDA-MOLDE ANTES DE SATURACION	12086.0gr	11690.0gr	11584.0gr
PESO DE AGUA ABSORVIDA	379.5gr	645.3gr	870.0gr
PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA	3.14%	5.52%	7.51%

#### DATOS DE ESPONJAMIENTO

Nº DE GOLPES POR CAPA	MOLDE Nº	36			25			12		
		1			2			3		
FECHA Y HORA	TIEMPO EN HORAS	DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO	
		0.001gr	mm	%	0.001gr	mm	%	0.001gr	mm	%
12/02/2023	0	0.0	0	0.00%	0.0	0	0.00%	0.0	0	0.00%
13/02/2023	24	0.9	0.17526	0.16%	10.3	0.26162	0.22%	11.5	0.2921	0.24%
14/02/2023	48	12.4	0.31496	0.26%	18.8	0.42672	0.36%	24.7	0.62738	0.52%
15/02/2023	72	21.0	0.5334	0.44%	34.7	0.62738	0.52%	27.3	0.69342	0.58%
16/02/2023	96	24.4	0.61076	0.52%	36.1	0.91694	0.78%	39.3	0.99622	0.83%

#### DATOS DE ENSAYO DE PENETRACION

1 kg=2.20462262000000 lb		36 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
PENETRACION EN PLG.DADAS	CARGAS TIPO lb(pulg2) (psi)	MOLDE Nº			MOLDE Nº			MOLDE Nº		
		CARGA DE ENSAYO			CARGA DE ENSAYO			CARGA DE ENSAYO		
		DIAL	psi	%	DIAL	psi	%	DIAL	psi	%
0		0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0
0.025		58.5 Kg	43		45.0 Kg	33		30.0 Kg	22	
0.050		91.0 Kg	67		72.5 Kg	53		50.5 Kg	37	
0.075		101.1 Kg	74		80.6 Kg	59		57.8 Kg	42	
0.100	1000	104.5 Kg	77	88%	84.2 Kg	60	6.19%	59.2 Kg	44	4.35%
0.200	1500	125.7 Kg	92	16%	103.3 Kg	76	5.06%	74.2 Kg	55	3.64%
0.300	1900	135.6 Kg	100	5.24%	114.7 Kg	84	4.44%	86.2 Kg	65	3.41%
0.400	2300	145.6 Kg	107	4.65%	123.3 Kg	90	3.87%	93.1 Kg	68	2.97%
0.500	2600	155.6 Kg	111	4.25%	125.0 Kg	92	3.53%	94.5 Kg	69	2.67%



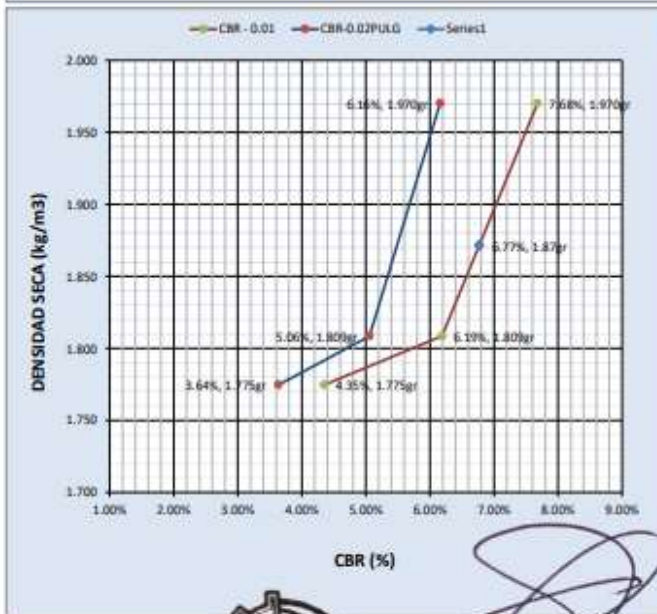
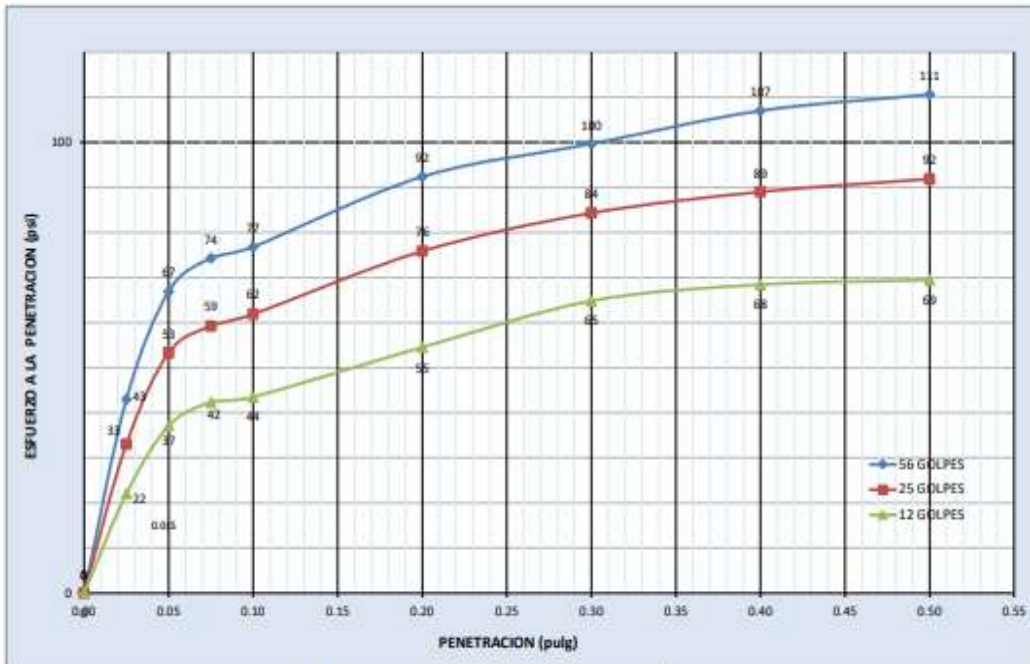
ING. JUAN CARLOS PÉCERO QUIÑONES  
CIP 27420  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098  
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco  
 congeingc@gmail.com - www.congeingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos



**RESULTADOS**

	% EXPANSION	% ABSORCION
56 GOLPES	0.52%	3.34%
25 GOLPES	0.76%	5.52%
12 GOLPES	0.83%	7.51%

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m <sup>3</sup> )	1.97gr
HUMEDAD OPTIMA (%)	12.55%
95% MDS (kg/m <sup>3</sup> )	1.87gr

CBR AL 100% DE MDS=	7.68%	OK;
CBR AL 95% DE MDS=	6.77%	

Por lo tanto el CBR de diseño sera:

**CBR= 7.68%**

El material de SUBRASANTE se considera:  
 S1 (SUBRASANTE REGULAR)

EL VALOR DE CBR INDICADO ES VIALDE DEBIDO A QUE EL CBR A 0.01" ES MAYOR QUE EL DE 0.02"



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIÑONES  
 CIP 276429  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098  
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco  
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

**PROYECTO:** ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

**SOLICITANTE:** BR. LOPEZ QUISPE JOHAN  
**FECHA:** CUSCO, FEBRERO 2023  
**UBICACIÓN:** CUSCO-CALCA-CALCA

COORDENADAS UTM	
X	Y
180466.041	8526231.111

CALICATA	C-01
SUCS	CL-ML
DOSIF.	2.00%

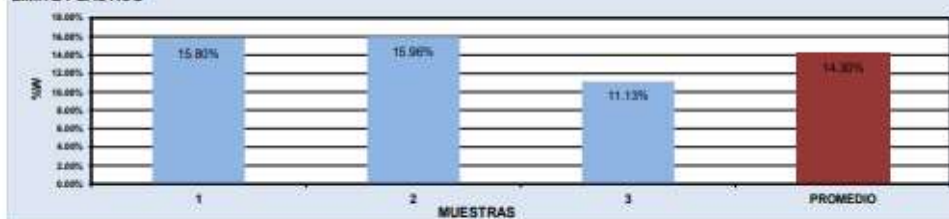
**LIMITES DE CONSISTENCIA**

**LIMITE PLASTICO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)**

N° de lata	1	2	3	PROMEDIO
peso de suelo hum. + lata(gr)	12.73	12.49	10.93	
peso de suelo seco + lata(gr)	11.75	11.55	10.39	
peso de lata(gr)	5.58	5.63	5.54	
peso de suelo seco(gr)	6.17	5.92	4.85	
peso de suelo humedo(gr)	7.15	6.86	5.39	
peso de agua(gr)	0.98	0.94	0.54	
contenido de humedad	15.80%	15.96%	11.13%	14.30%

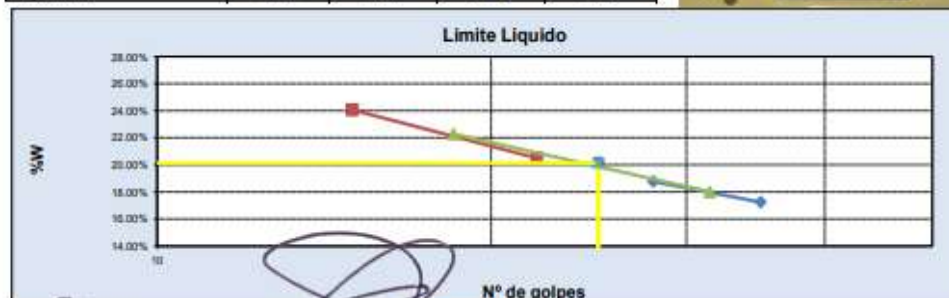


**LIMITE PLASTICO**



**LIMITE LIQUIDO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)**

N° de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	98.40	91.85	100.85	103.99
peso de suelo seco + lata(gr)	85.90	79.44	85.95	86.43
peso de lata(gr)	13.41	13.33	13.25	13.44
peso de suelo seco(gr)	72.49	66.11	72.7	72.99
peso de suelo humedo(gr)	84.99	78.52	87.60	90.55
peso de agua(gr)	12.50	12.41	14.90	17.56
contenido de humedad	17.25%	18.77%	20.50%	24.06%
Numero de golpes N	35	25	22	15
LL aproximado	17.96	19.03	20.19	22.62



  
**ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIÑONES**  
 CIP 274207  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeingc@gmail.com - www.congeingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICION DE MUCILAGO DE PACFA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO - 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACION: CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUCS= CL-ML

Clasificación ASTHO= A-4 (0)

COORDENADAS UTM	
X	Y
190405.04	8528231.1

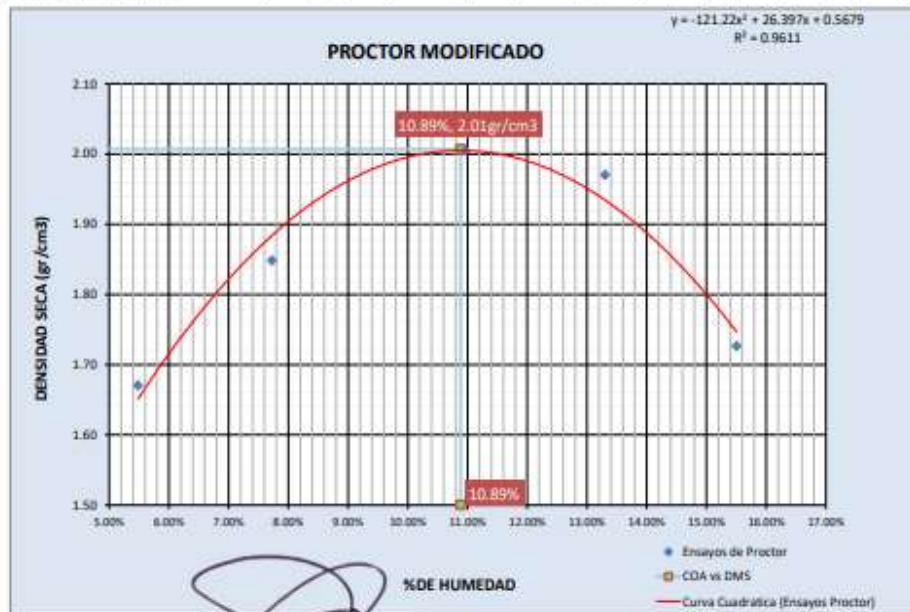
CALCITA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACION	2.00%

METODO		ρ
DATOS DEL MOLDE		
Alteza		11.42cm
Diámetro		11.26cm
Volumen		1119.66cm <sup>3</sup>
Peso		2770.00g
Material presente del molde		2.4

**PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 (NTP. 339.141)**

Energía de compactación 2 700 kN-cm/ml

FECHA:	MUESTRA N°									
	1		2		3		4		5	
MOLDE N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NUMERO DE CAPAS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	4081.0g	3981.0g	3940.5g	3940.5g	3940.5g	3940.5g	3940.5g	3940.5g	3940.5g	3940.5g
PESO MOLDE	3770.0g	3770.0g	3770.0g	3770.0g	3770.0g	3770.0g	3770.0g	3770.0g	3770.0g	3770.0g
PESO MUESTRA HUMIDA	3225.0g	3221.0g	3221.0g	3221.0g	3221.0g	3221.0g	3221.0g	3221.0g	3221.0g	3221.0g
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2119.66cm <sup>3</sup>	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g	2119.7g
DENSIDAD HUMEDAD	1.76g/cm <sup>3</sup>	1.99g/cm <sup>3</sup>	1.99g/cm <sup>3</sup>	1.99g/cm <sup>3</sup>	1.99g/cm <sup>3</sup>	1.99g/cm <sup>3</sup>	1.99g/cm <sup>3</sup>	1.99g/cm <sup>3</sup>	1.99g/cm <sup>3</sup>	1.99g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA	1.67g/cm <sup>3</sup>	1.85g/cm <sup>3</sup>	1.85g/cm <sup>3</sup>	1.85g/cm <sup>3</sup>	1.85g/cm <sup>3</sup>	1.85g/cm <sup>3</sup>	1.85g/cm <sup>3</sup>	1.85g/cm <sup>3</sup>	1.85g/cm <sup>3</sup>	1.85g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE N°	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
PESO RECIPIENTE	42.3g	47.3g	47.3g	47.3g	47.3g	47.3g	47.3g	47.3g	47.3g	47.3g
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	111.3g	115.3g	115.3g	115.3g	115.3g	115.3g	115.3g	115.3g	115.3g	115.3g
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	107.4g	110.5g	110.5g	110.5g	110.5g	110.5g	110.5g	110.5g	110.5g	110.5g
PESO DE AGUA	3.7g	3.1g	4.9g	3.4g	5.9g	4.9g	4.2g	4.2g	4.4g	3.9g
PESO DE MUESTRA SECA	65.3g	67.3g	67.3g	67.3g	67.3g	67.3g	67.3g	67.3g	67.3g	67.3g
CONTENIDO DE HUMEDAD	5.71%	5.20%	7.81%	7.66%	10.40%	11.40%	13.82%	12.79%	13.70%	13.31%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	5.48%		7.73%		10.97%		13.30%		15.51%	



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRONES  
 CIP 21430  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECHIA Y VIAS TERRESTRES

# CONGEOINGC EIRL.

## CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUCS= CL-ML

Clasificación ASTTHO= A-4 (0)

COORDENADAS UTM	
X	Y
180486.041	8526231

CALCATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	2.00%

DATOS DEL MOLDE (cm)	
Altura	12.00cm
Diámetro	15.00cm
Volumen	2120.69cm <sup>3</sup>
Peso	7384.00gr

### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339.175:2002

MOLDE N°	1	2	3
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	36	25	12

#### DATOS DE COMPACTACION

PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	12094.0gr	11720.0gr	11615.0gr			
PESO MOLDE	7384.0gr	7384.0gr	7384.0gr			
PESO MUESTRA HUMEDA	4710.0gr	4336.0gr	4231.0gr			
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2120.6gr	2120.6gr	2120.6gr			
DENSIDAD HUMEDAD	2.22gr/cm <sup>3</sup>	2.05gr/cm <sup>3</sup>	2.00gr/cm <sup>3</sup>			
DENSIDAD SECA	2.00gr/cm <sup>3</sup>	1.85gr/cm <sup>3</sup>	1.81gr/cm <sup>3</sup>			
CONTENIDO DE HUMEDAD	ARTIBA	ABAJO	ARTIBA	ABAJO	ARTIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5	6
PESO RECIPIENTE	51.24gr	50.54gr	50.84gr	51.60gr	50.25gr	51.84gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	59.61gr	91.10gr	91.82gr	90.55gr	91.13gr	95.87gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	65.83gr	87.01gr	87.76gr	86.78gr	87.24gr	91.77gr
PESO DE AGUA	3.78gr	4.09gr	4.08gr	3.77gr	3.89gr	4.10gr
PESO DE MUESTRA SECA	54.59gr	36.47gr	36.92gr	35.18gr	36.09gr	39.03gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	10.92%	11.20%	11.00%	10.71%	10.53%	10.28%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	11.06%		10.85%		10.40%	

#### PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA

N° DE GOLPES POR CAPA	36	25	12
MOLDE N°	1	2	3
PESO DE MUESTRA HUMEDA+MOLDE DESPUES DE SATURACION	12453.2gr	12353.7gr	12478.0gr
PESO DE MUESTRA HUMEDA+MOLDE ANTES DE SATURACION	12094.0gr	11720.0gr	11615.0gr
PESO DE AGUA ABSORVIDA	359.2gr	633.7gr	863.0gr
PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA	2.97%	5.38%	7.45%

#### DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA Y HORA	TIEMPO EN HORAS	36			25			12		
		DIAL	ESPONJAMIENTO	%	DIAL	ESPONJAMIENTO	%	DIAL	ESPONJAMIENTO	%
12/02/2023	0	0.0	0	0.00%	0.0	0	0.00%	0.0	0	0.00%
13/02/2023	24	7.0	0.1778	0.19%	10.7	0.27178	0.23%	11.5	0.2921	0.24%
14/02/2023	48	12.6	0.32004	0.27%	17.2	0.43888	0.38%	25.7	0.65278	0.54%
15/02/2023	72	21.8	0.54864	0.46%	25.2	0.64008	0.53%	38.4	0.72138	0.60%
16/02/2023	96	24.6	0.62484	0.52%	36.5	0.9271	0.77%	49.5	1.0287	0.86%

#### DATOS DE ENSAYO DE PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb(pulg <sup>2</sup> ) (psi)	36 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
		MOLDE N°			MOLDE N°			MOLDE N°		
		CARGA DE ENSAYO	CBR/PAT	%	CARGA DE ENSAYO	CBR/PAT	%	CARGA DE ENSAYO	CBR/PAT	%
0	0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0	
0.025	87.3 Kg	40	0	53.8 Kg	40	0	38.8 Kg	20	0	
0.050	93.1 Kg	66	0	71.9 Kg	53	0	49.6 Kg	36	0	
0.075	100.0 Kg	73	0	76.5 Kg	58	0	56.5 Kg	42	0	
0.100	1000	106.1 Kg	79	1.04%	87.8 Kg	65	0.45%	62.8 Kg	46	4.62%
0.200	1500	124.6 Kg	92	8.10%	102.1 Kg	75	5.00%	73.1 Kg	54	3.58%
0.300		135.0 Kg	100	7.09%	115.0 Kg	85	4.45%	86.5 Kg	65	3.42%
0.400		145.0 Kg	108	4.71%	122.0 Kg	90	3.92%	94.8 Kg	70	3.03%
0.500		150.0 Kg	112	5.33%	127.0 Kg	93	3.50%	96.6 Kg	71	2.75%



ING. JUAN CARLOS PEÇEROS QUIRÓNES  
CIP. 27420P  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
GEOLOGIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

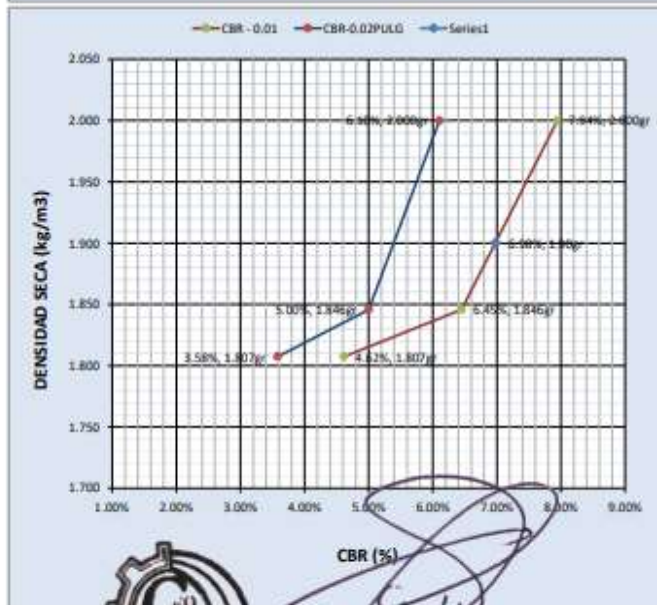
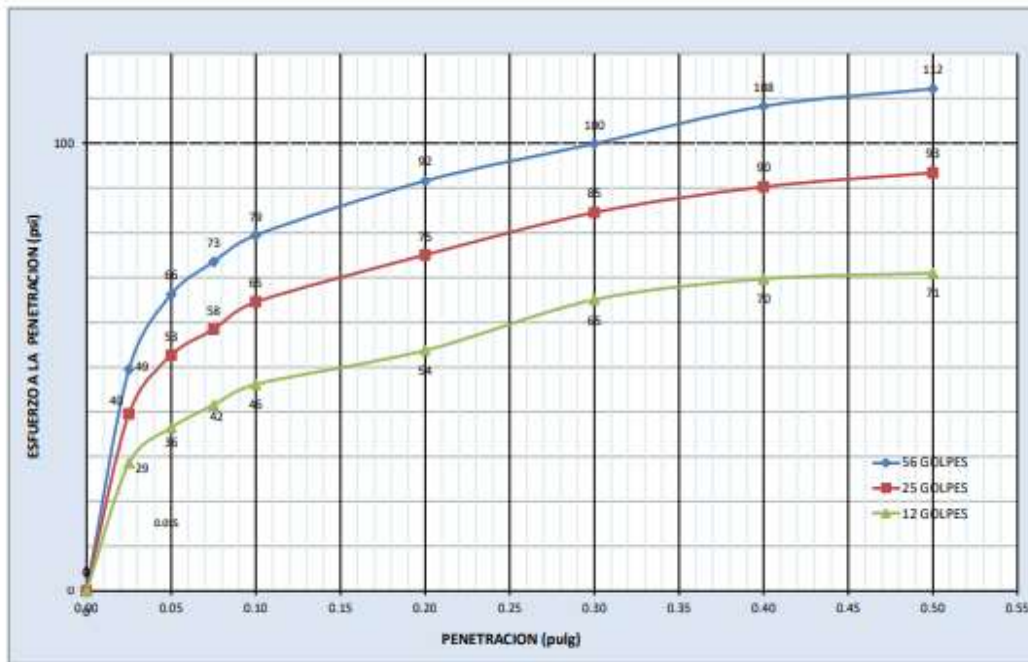
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos



**RESULTADOS**

	% EXPANSION	% ABSORCION
56 GOLPES	0.52%	2.97%
25 GOLPES	0.77%	5.38%
12 GOLPES	0.86%	7.43%

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m <sup>3</sup> )	2.00g
HUMEDAD OPTIMA (%)	11.08%
95% MDS (kg/m <sup>3</sup> )	1.90g

CBR AL 100% DE MDS=	7.94%	OK;
CBR AL 95% DE MDS=	6.98%	

Por lo tanto el CBR de diseño sera:

**CBR= 7.94%**

El material de SUBRASANTE se considera:  
**S1 (SUBRASANTE REGULAR)**

EL VALOR DE CBR INDICADO ES VABLE DEBIDO A QUE EL CBR A 0.01" ES MAYOR QUE EL DE 0.02"



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRONES  
 CIP 274205  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECHNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

COORDENADAS UTM	
X	Y
180466.041	8526231.111

CALIGATA	C-01
SUCS	CL-ML
DOSIF.	2.75%

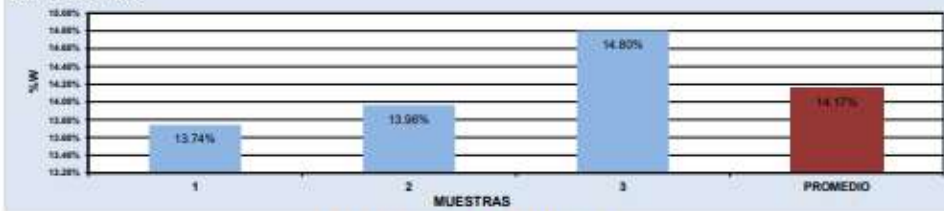
LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE PLASTICO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	PROMEDIO
peso de suelo hum. + lata(gr)	10.87	11.09	10.62	
peso de suelo seco + lata(gr)	10.22	10.44	10.00	
peso de lata(gr)	5.51	5.77	5.84	
peso de suelo seco(gr)	4.71	4.67	4.16	
peso de suelo humedo(gr)	5.36	5.32	4.78	
peso de agua(gr)	0.65	0.65	0.62	
contenido de humedad	13.74%	13.96%	14.80%	14.17%

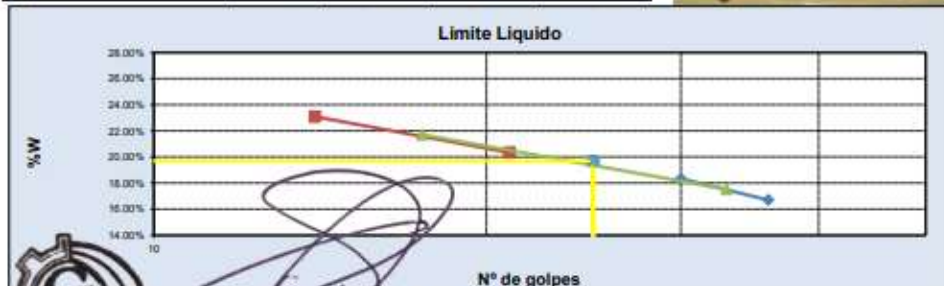


LIMITE PLASTICO



LIMITE LIQUIDO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)

Nº de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	101.03	97.78	103.69	90.59
peso de suelo seco + lata(gr)	88.50	84.70	88.45	76.12
peso de lata(gr)	13.48	13.44	13.52	13.44
peso de suelo seco(gr)	75.02	71.26	74.93	62.68
peso de suelo humedo(gr)	87.55	84.34	90.17	77.15
peso de agua(gr)	12.53	13.08	15.24	14.47
contenido de humedad	16.71%	18.35%	20.34%	23.09%
Numero de golpes,N	36	30	21	14
LL aproximado	17.46	18.76	19.91	21.53



  
**ING. JUAN CARLOS PIZARRO QUIROGA**  
 CIP 21439  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**  
 RUC: 20610425098  
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco  
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

**PROYECTO:** ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO - 2021

**SOLICITANTE:** SR. LOPEZ QUISPE JOHAN  
**FECHA:** CUSCO, FEBRERO 2023  
**UBICACIÓN:** CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUCS- CL-ML  
 Clasificación ASTHIO- A-4 (0)

MÉTODO		C
DATOS DEL MUELDE		
Altura		11.00cm
Diámetro		15.25cm
Volumen		2119.66cm <sup>3</sup>
Peso		1770.00gr
Materiales pesados del total		1.4

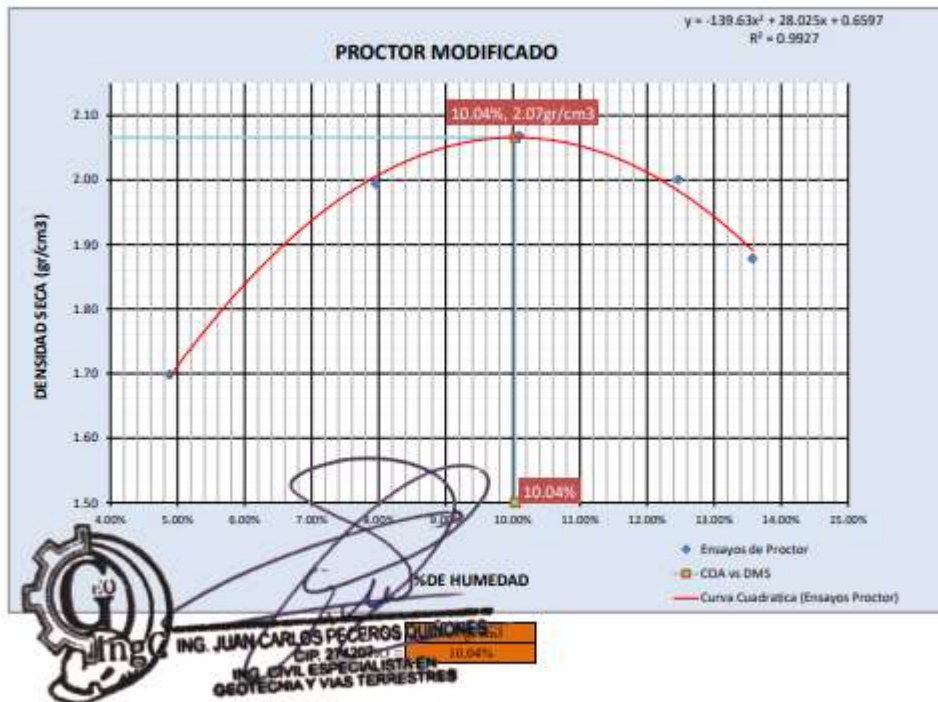
COORDENADAS UTM	
X	Y
180485.04	820221.1

CALCATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	2.75%

**PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 (NTP. 339.141)**

Energía de compactación 2 700 kN-m/m<sup>3</sup>

FECHA:	MUESTRA N°									
	1		2		3		4		5	
MUELDE N°	1		2		3		4		5	
NUMERO DE CAPAS	2		2		2		2		2	
N° DE GOLPES POR CAPA	26		26		26		26		26	
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	3240.8gr		3233.8gr		3297.2gr		3240.0gr		3235.8gr	
PESO MOLDE	575.0gr		575.0gr		575.0gr		575.0gr		575.0gr	
PESO MUESTRA HUMEDA	2765.8gr		2658.8gr		2722.2gr		2665.0gr		2660.8gr	
CONSTANTE MOLDE (VOL/MEN)	2119.66cm <sup>3</sup>		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr		2119.7gr	
DENSIDAD HUMEDAD	1.76gr/cm <sup>3</sup>		2.15gr/cm <sup>3</sup>		2.26gr/cm <sup>3</sup>		2.25gr/cm <sup>3</sup>		2.15gr/cm <sup>3</sup>	
DENSIDAD SECA	1.70gr/cm <sup>3</sup>		1.99gr/cm <sup>3</sup>		2.07gr/cm <sup>3</sup>		2.06gr/cm <sup>3</sup>		1.89gr/cm <sup>3</sup>	
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE N°	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
PESO RECIPIENTE	42.7gr	46.3gr	46.3gr	53.7gr	52.3gr	51.8gr	42.9gr	52.1gr	48.8gr	52.4gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	111.4gr	110.6gr	108.6gr	109.7gr	103.8gr	107.2gr	108.4gr	123.2gr	116.8gr	101.4gr
PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	108.2gr	107.2gr	99.3gr	105.9gr	97.4gr	105.1gr	97.3gr	112.3gr	108.8gr	99.7gr
PESO DE AGUA	3.2gr	3.0gr	4.1gr	4.0gr	6.5gr	5.1gr	5.1gr	7.0gr	8.0gr	5.9gr
PESO DE MUESTRA SECA	65.5gr	60.5gr	49.5gr	52.0gr	45.1gr	50.3gr	41.4gr	49.2gr	40.0gr	43.2gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.89%	4.87%	8.28%	7.67%	9.96%	10.24%	12.43%	12.48%	13.30%	11.75%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	4.88%		7.95%		10.10%		12.47%		11.87%	





# CONGEOINGC E.I.R.L.

## CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUCS= CL-ML

Clasificación ASTTHO= A-4 (0)

COORDENADAS UTM	
X	Y
180486.041	8526231

CALIGATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	2.75%

DATOS DEL MOLDE (cm)	
Altura	12.00cm
Diámetro	15.00cm
Volumen	2120.58cm <sup>3</sup>
Peso	7384.00gr

### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) NTP 339.175:2002

MOLDE N°	1	2	3
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	58	25	12

#### DATOS DE COMPACTACION

	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	12221.0gr	11856.0gr	11726.0gr
PESO MOLDE	7384.0gr	7384.0gr	7384.0gr
PESO MUESTRA HUMEDA	4837.0gr	4472.0gr	4342.0gr
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2120.6gr	2120.6gr	2120.6gr
DENSIDAD HUMEDAD	2.28gr/cm <sup>3</sup>	2.11gr/cm <sup>3</sup>	2.05gr/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA	2.07gr/cm <sup>3</sup>	1.92gr/cm <sup>3</sup>	1.87gr/cm <sup>3</sup>

CONTENIDO DE HUMEDAD		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°		1	2	3	4	5	6
PESO RECIPIENTE		51.24gr	50.54gr	50.84gr	51.80gr	50.25gr	51.84gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE		91.12gr	93.23gr	91.15gr	91.85gr	90.63gr	92.45gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE		87.36gr	89.52gr	87.54gr	88.08gr	87.08gr	88.94gr
PESO DE AGUA		3.73gr	3.90gr	3.61gr	3.57gr	3.55gr	3.51gr
PESO DE MUESTRA SECA		36.15gr	36.78gr	36.70gr	36.48gr	36.83gr	37.10gr
CONTENIDO DE HUMEDAD		10.33%	10.08%	9.83%	9.78%	9.63%	9.47%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD		10.20%		9.81%		9.55%	

#### PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA

N° DE GOLPES POR CAPA	58	25	12
MOLDE N°	1	2	3
PESO DE MUESTRA HUMEDA+MOLDE DESPUES DE SATURACION	12626.7gr	12503.3gr	12907.8gr
PESO DE MUESTRA HUMEDA+MOLDE ANTES DE SATURACION	12221.0gr	11856.0gr	11726.0gr
PESO DE AGUA ABSORVIDA	405.7gr	647.3gr	681.8gr
PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA	3.32%	5.48%	7.52%

#### DATOS DE ESPONJAMIENTO

N° DE GOLPES POR CAPA		58		25		12	
MOLDE N°		1		2		3	
FECHA Y HORA	TIEMPO EN HORAS	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO	DIAL	ESPONJAMIENTO
		0.001pg	mm	0.001pg	mm	0.001pg	mm
12/02/2023	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0
13/02/2023	24	7.3	0.18542	11.1	0.28194	11.9	0.30228
14/02/2023	48	13.2	0.33528	17.2	0.43688	26.2	0.66548
15/02/2023	72	22.3	0.56642	26.2	0.66548	28.5	0.7230
16/02/2023	96	25.1	0.63754	37.5	0.9525	41.8	1.06172

#### DATOS DE ENSAYO DE PENETRACION

1 kg=2.20462262000000 lb  
Area del Piston=3.00 Pulgadas Cuadradas

PENETRACION EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb(pulg <sup>2</sup> ) (psi)	58 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
		MOLDE N°			MOLDE N°			MOLDE N°		
		CARGA DE ENSAYO	CBR/PAT	%	CARGA DE ENSAYO	CBR/PAT	%	CARGA DE ENSAYO	CBR/PAT	%
		DIAL	psi	%	DIAL	psi	%	DIAL	psi	%
0		0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0
0.025		77.1 Kg	57		83.6 Kg	47		46.6 Kg	36	
0.050		103.3 Kg	76		94.6 Kg	55		62.8 Kg	48	
0.075		114.1 Kg	84		93.6 Kg	60		70.6 Kg	52	
0.100	1000	119.8 Kg	88	5.80%	99.5 Kg	57	7.31%	74.5 Kg	55	5.47%
0.200	1500	143.7 Kg	105	6.99%	126.2 Kg	68	5.89%	91.2 Kg	67	4.47%
0.300	1900	159.8 Kg	111	7.83%	129.8 Kg	65	5.02%	103.3 Kg	76	4.00%
0.400	2300	174.3 Kg	119	5.70%	141.0 Kg	101	4.38%	109.0 Kg	80	3.48%
0.500	2700	187.6 Kg	125	4.82%	145.0 Kg	107	4.10%	114.6 Kg	84	3.24%

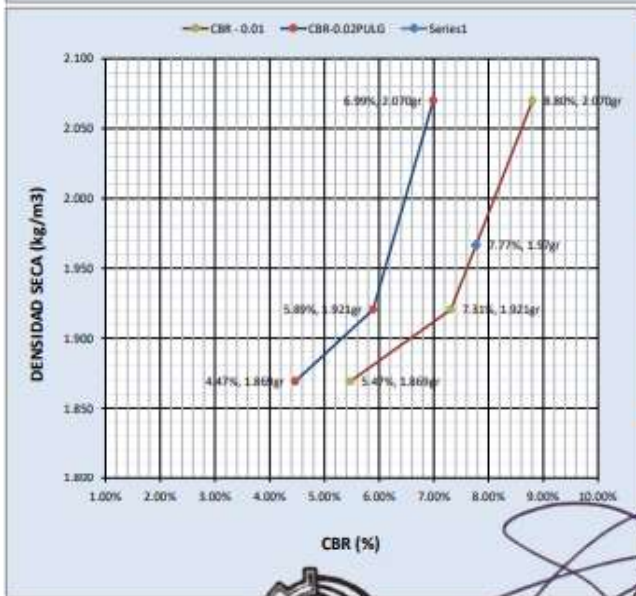
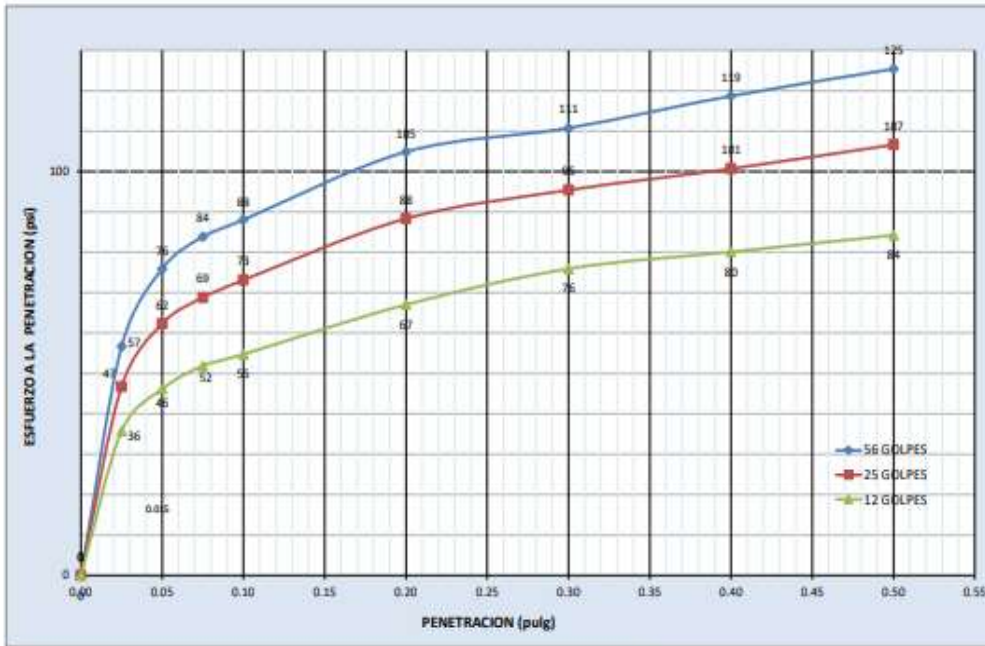
**ING. JUAN CARLOS PECEROS QUISONES**  
CIP. 71439  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098  
 DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco  
 congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com  
 Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos



**RESULTADOS**

	% EXPANSION	% ABSORCION
56 GOLPES	0.53%	3.32%
25 GOLPES	0.79%	5.46%
12 GOLPES	0.88%	7.52%

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m3)	2.07gr
HUMEDAD OPTIMA (%)	10.20%
95% MDS (kg/m3)	1.97gr

CBR AL 100% DE MDS+	8.80%	OK;
CBR AL 95% DE MDS+	7.77%	

Por lo tanto el CBR de diseño sera:

**CBR= 8.80%**

El material de SUBRASANTE se considera:  
 S2 (SUBRASANTE BUENA)

**El VALOR DE CBR INDICADO ES VIABLE DEBIDO A QUE EL CBR A 0.01" ES MAYOR QUE EL DE 0.02"**

  
**ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRIONES**  
 CIP 27620P  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECHA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803

DTO: Suelos



**PROYECTO:** ADICIÓN DE MUCLAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

**SOLICITANTE:** BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO 2023

**UBICACIÓN:** CUSCO-CALCA-CALCA

COORDENADAS UTM	
X	Y
180468.041	8526231.111

<b>CALICATA</b>	C-01
<b>SUCS</b>	CL-ML
<b>DCSIF</b>	3.50%

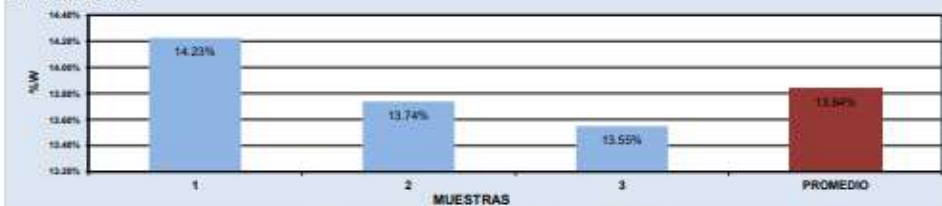
**LIMITES DE CONSISTENCIA**

**LIMITE PLASTICO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)**

N° de lata	1	2	3	PROMEDIO
peso de suelo hum. + lata(gr)	12.63	11.11	11.55	
peso de suelo seco + lata(gr)	11.73	10.42	10.63	
peso de lata(gr)	5.37	5.40	5.52	
peso de suelo seco(gr)	6.36	5.02	5.31	
peso de suelo humedo(gr)	7.26	5.71	6.03	
peso de agua(gr)	0.90	0.69	0.72	
contenido de humedad	14.23%	13.74%	13.55%	13.84%

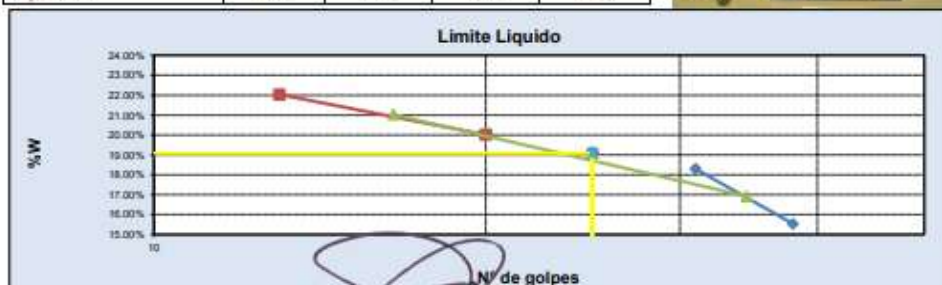


**LIMITE PLASTICO**



**LIMITE LIQUIDO MTC E-110 (NTP. 339 - 129)**

N° de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	92.67	99.38	98.44	102.45
peso de suelo seco + lata(gr)	82.01	86.09	84.27	86.37
peso de lata(gr)	13.4	13.43	13.47	13.37
peso de suelo seco(gr)	68.61	72.66	70.8	73
peso de suelo humedo(gr)	79.27	85.95	84.97	89.08
peso de agua(gr)	10.66	13.29	14.17	16.08
contenido de humedad	15.54%	18.30%	20.01%	22.03%
Numero de golpes/N	38	31	20	13
LL aproximado	16.35	18.78	19.48	20.35



LC=	19.08
LP=	13.84
IP=	5.24



ING. JUAN CARLOS PEÇEROS QUIRIONES  
 CIP 274207  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC E.I.R.L.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suetos

**PROYECTO:** ADICIÓN DE MUCLAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO - 2022

**SOLICITANTE:** RR. LOPEZ QUSPE JOHAN

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO 2023

**UBICACIÓN:** CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUCS= CL-ML  
 Clasificación ASTH0= A-4 (II)

COORDENADAS UTM	
X	Y
18406.04	8226231.1

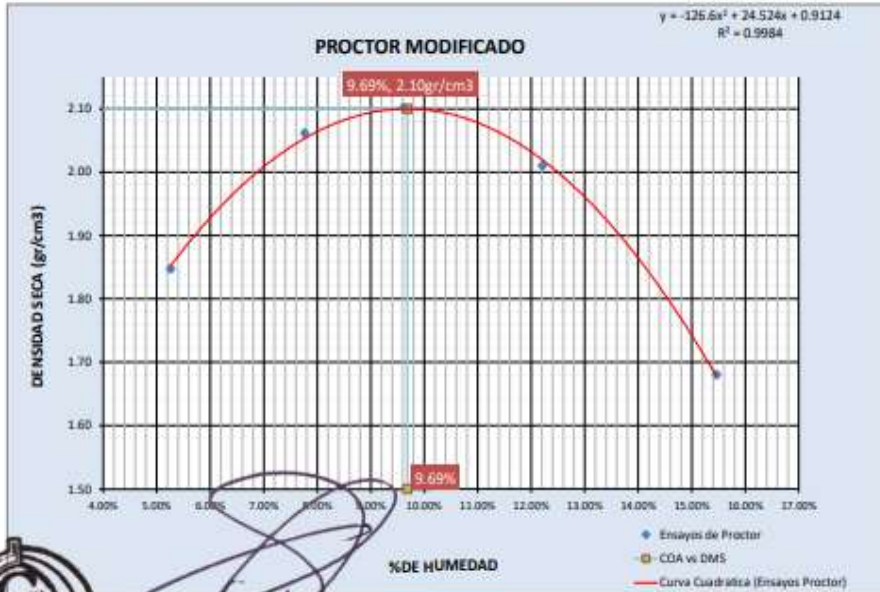
CALCATA	C-01
SUCS	CL-ML
UBICACIÓN	3.50%

MOLDE	
DATOS DEL MOLDE	
Altura	13.25cm
Diámetro	13.25cm
Volumen	2119.86cm <sup>3</sup>
Peso	9770.04gr
Material restante del molde	3.4

**PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 (NTP. 339.141)**

Energía de compactación 2 700 kN·m/ml

ETIQUETA	MUESTRA N°									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MOLDE N°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NÚMERO DE CAPAS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	9902.9g	9949.9g	9997.2g	10044.2g	10091.1g	10138.0g	10184.9g	10231.8g	10278.7g	10325.6g
PESO MOLDE	9770.0g	9770.0g	9770.0g	9770.0g	9770.0g	9770.0g	9770.0g	9770.0g	9770.0g	9770.0g
PESO MUESTRA HUMEDA	4122.9g	4179.9g	4227.2g	4274.2g	4321.1g	4368.0g	4414.9g	4461.8g	4508.7g	4555.6g
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.86cm <sup>3</sup>	2119.86cm <sup>3</sup>
DENSIDAD HUMEDAD	1.94g/cm <sup>3</sup>	2.22g/cm <sup>3</sup>	2.23g/cm <sup>3</sup>	2.30g/cm <sup>3</sup>	2.32g/cm <sup>3</sup>	2.36g/cm <sup>3</sup>	2.26g/cm <sup>3</sup>	2.19g/cm <sup>3</sup>	2.06g/cm <sup>3</sup>	1.94g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA	1.85g/cm <sup>3</sup>	2.06g/cm <sup>3</sup>	2.06g/cm <sup>3</sup>	2.10g/cm <sup>3</sup>	2.10g/cm <sup>3</sup>	2.10g/cm <sup>3</sup>	2.01g/cm <sup>3</sup>	1.96g/cm <sup>3</sup>	1.86g/cm <sup>3</sup>	1.69g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE N°	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
PESO RECIPIENTE	43.2g	46.8g	47.0g	44.1g	34.8g	31.4g	34.8g	32.2g	46.2g	31.8g
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	102.9g	108.6g	112.2g	118.6g	108.2g	112.2g	118.6g	120.5g	114.2g	108.1g
PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	99.6g	101.7g	108.1g	111.9g	108.1g	107.4g	112.9g	112.2g	105.9g	97.3g
PESO DE AGUA	3.0g	2.9g	4.7g	4.5g	4.4g	5.3g	7.0g	7.3g	8.9g	7.0g
PESO DE MUESTRA SECA	55.9g	55.1g	88.1g	37.9g	43.2g	56.9g	37.1g	46.5g	57.2g	43.2g
CONTENIDO DE HUMEDAD	5.32%	5.29%	7.75%	7.78%	9.69%	9.54%	12.20%	12.17%	15.40%	15.44%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	5.28%		7.77%		9.61%		12.19%		15.40%	



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIJONES  
 CIP. 274203  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

# CONGEOINGC EIRL.

## CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

Clasificación SUCS= CL-ME

Clasificación ASTTHO= A-4 (0)

COORDENADAS UTM	
X	Y
180466.041	8526231

CALIGATA	C-01
SUCS	CL-ME
UBICACIÓN	3.50%

DATOS DEL MOLDE (cm)	
Altura	12.00cm
Diámetro	15.00cm
Volumen	2120.58cm <sup>3</sup>
Peso	7384.00gr

### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NTP 339.175:2002

MOLDE N°	1	2	3
NUMERO DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	12

#### DATOS DE COMPACTACION

PESO DE LA MUESTRA HUM. + MOLDE	12322.0gr	11963.0gr	11803.0gr			
PESO MOLDE	7384.0gr	7384.0gr	7384.0gr			
PESO MUESTRA HUMEDA	4938.0gr	4579.0gr	4419.0gr			
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	2120.6gr	2120.6gr	2120.6gr			
DENSIDAD HUMEDAD	2.33gr/cm <sup>3</sup>	2.16gr/cm <sup>3</sup>	2.08gr/cm <sup>3</sup>			
DENSIDAD SECA	2.12gr/cm <sup>3</sup>	1.97gr/cm <sup>3</sup>	1.91gr/cm <sup>3</sup>			
CONTENIDO DE HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPENTE N°	1	2	3	4	5	6
PESO RECIPIENTE	51.24gr	50.54gr	50.84gr	51.60gr	50.25gr	51.84gr
PESO DE LA MUESTRA HUM. + RECIPIENTE	91.15gr	94.78gr	94.71gr	90.53gr	96.03gr	90.68gr
PESO DE LA MUESTRA SECA. + RECIPIENTE	87.82gr	90.78gr	90.88gr	87.17gr	92.02gr	87.40gr
PESO DE AGUA	3.53gr	4.02gr	3.83gr	3.36gr	3.91gr	3.28gr
PESO DE MUESTRA SECA	38.38gr	40.22gr	40.04gr	35.57gr	41.84gr	35.56gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	9.70%	9.98%	9.56%	9.44%	9.35%	9.22%
CONTENIDO PROM. DE HUMEDAD	9.84%		9.50%		9.28%	

#### PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA

N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	12
MOLDE N°	1	2	3
PESO DE MUESTRA HUMEDA+MOLDE DESPUES DE SATURACION	12692.0gr	12628.0gr	12690.0gr
PESO DE MUESTRA HUMEDA+MOLDE ANTES DE SATURACION	12322.0gr	11963.0gr	11803.0gr
PESO DE AGUA ABSORVIDA	370.0gr	665.0gr	887.0gr
PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA	3.01%	5.59%	7.52%

#### DATOS DE ESPONJAMIENTO

N° DE GOLPES POR CAPA		56			25			12		
MOLDE N°		1			2			3		
FECHA Y HORA	TIEMPO EN HORAS	DIAL 0.001ppg	ESPONJAMIENTO		DIAL 0.001ppg	ESPONJAMIENTO		DIAL 0.001ppg	ESPONJAMIENTO	
		mm	%		mm	%		mm	%	
12/02/2023	0	0.0	0	0.00%	0.0	0	0.00%	0.0	0	0.00%
13/02/2023	24	7.4	0.38796	0.18%	11.5	0.2321	0.24%	12.4	0.31406	0.28%
14/02/2023	48	13.8	0.34544	0.20%	17.9	0.45488	0.38%	27.6	0.6858	0.57%
15/02/2023	72	22.7	0.57658	0.48%	26.8	0.68072	0.57%	29.0	0.7388	0.61%
16/02/2023	96	26.1	0.63754	0.53%	37.7	0.95758	0.80%	42.0	1.0668	0.89%

#### DATOS DE ENSAYO DE PENETRACION

1 kg=2.20462262000000 lb		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
Area del Piston=3.00 Pulgadas Cuadradas		MOLDE N°			MOLDE N°			MOLDE N°		
PENETRACION EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/psig <sup>2</sup> (psi)	CARGA DE ENSAYO		CBR(PAT)	CARGA DE ENSAYO		CBR(PAT)	CARGA DE ENSAYO		CBR(PAT)
		DIAL	psi	%	DIAL	psi	%	DIAL	psi	%
0		0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0	0.0 Kg	0	0
0.025		83.4 Kg	59		85.9 Kg	49		51.9 Kg	58	
0.050		107.2 Kg	79		85.7 Kg	65		85.9 Kg	49	
0.075		117.9 Kg	87		97.4 Kg	72		74.4 Kg	55	
0.100	1000	125.7 Kg	92	9.24%	105.4 Kg	77	7.73%	80.4 Kg	50	5.01%
0.200	1500	143.4 Kg	105	10.50%	120.9 Kg	89	10.22%	91.9 Kg	68	4.50%
0.300	1600	152.9 Kg	112	11.20%	132.0 Kg	97	11.11%	100.0 Kg	78	4.08%
0.400	2300	165.8 Kg	122	12.20%	111.1 Kg	104	4.40%	130.1 Kg	83	3.81%
0.500	2600	176.5 Kg	131	13.10%	100.0 Kg	110	7.27%	100.0 Kg	68	3.38%



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRONES  
CIP 274208  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
GEOTECHNA Y VIAS TERRESTRES

**CONGEOINGC EIRL.**  
**CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL**

RUC: 20610425098

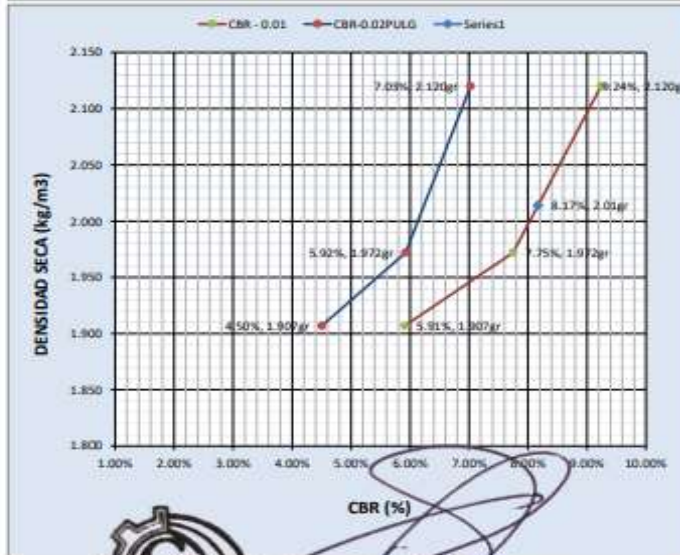
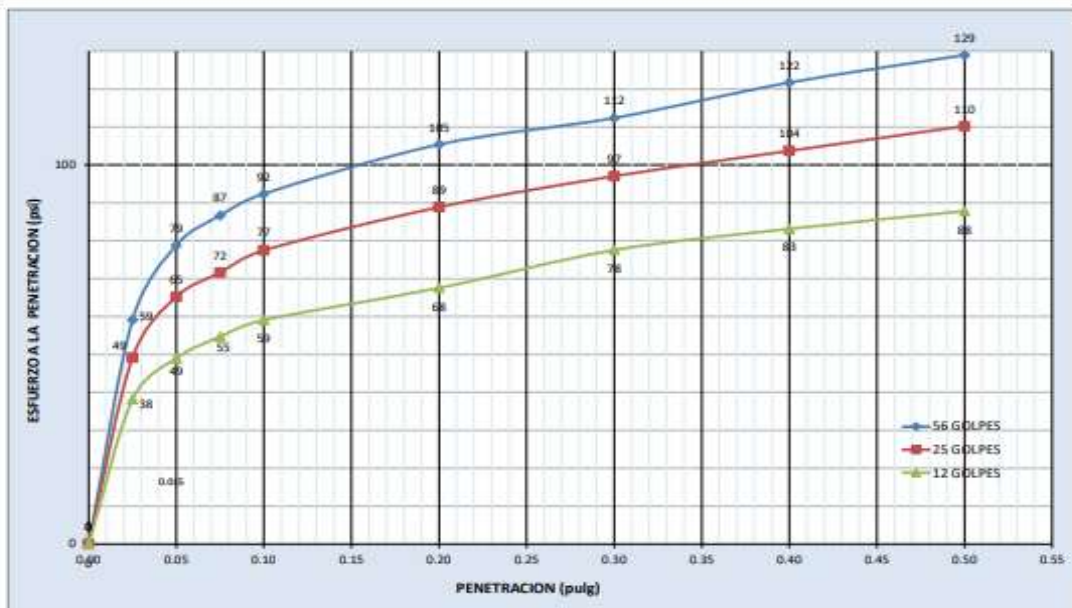
DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos



**RESULTADOS**

	% EXPANSION	% ABSORCION
56 GOLPES	0.53%	3.01%
25 GOLPES	0.89%	5.95%
12 GOLPES	0.89%	7.52%

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m <sup>3</sup> )	2.12gr
HUMEDAD OPTIMA (%)	9.84%
95% MDS (kg/m <sup>3</sup> )	2.01gr

CBR AL 100% DE MDS=	9.24%	OK <sub>1</sub>
CBR AL 95% DE MDS=	8.17%	

Por lo tanto el CBR de diseño sera:

**CBR= 9.24%**

El material de SUBRASANTE se considera:  
 S2 (SUBRASANTE BUENA)

**EL VALOR DE CBR INDICADO ES VIABLE DEBIDO A QUE EL CBR A 0.01" ES MAYOR QUE EL DE 0.02"**



**ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIÑONES**  
 CIP 274209  
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
 GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

# CONGEOINGC EIRL.

## CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

CAPA	SUBRASANTE
ALTITUD	3300 m.s.n.m.

N° DE CALIC	DESCRIP	CBR 100% MDS	CBR 95% MDS	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	DMS (gr/cm <sup>3</sup> )	COA (%)	Wnat%	TIPO DE SUBRASANTE
C-01	INICIO	7.01%	6.08%	3.68%	35.19%	61.13%	23.77	17.43	6.34	CL-ML	A-4 (0)	1.92 gr/cm <sup>3</sup>	13.05%	5.78%	S1 (SUBRASANTE REGULAR)
C-01	1.25%	7.68%	6.77%	-	-	-	22.32	16.19	6.13	-	-	1.98 gr/cm <sup>3</sup>	12.35%	-	S1 (SUBRASANTE REGULAR)
C-01	2.00%	7.94%	6.98%	-	-	-	20.15	14.30	5.85	-	-	2.01 gr/cm <sup>3</sup>	10.89%	-	S1 (SUBRASANTE REGULAR)
C-01	2.75%	8.80%	7.77%	-	-	-	19.69	14.17	5.52	-	-	2.07 gr/cm <sup>3</sup>	10.04%	-	S2 (SUBRASANTE BUENA)
C-01	3.50%	9.24%	8.17%	-	-	-	19.08	13.84	5.24	-	-	2.10 gr/cm <sup>3</sup>	9.69%	-	S2 (SUBRASANTE BUENA)



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRONES  
CIP. 374382  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

# CONGEOINGC EIRL.

## CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

CAPA	SUBRASANTE
ALTITUD	3305 m.s.n.m.

N° DE CALIC	DESCRIP.	CBR 100% MDS	CBR 95% MDS	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	DMS (gr/cm <sup>3</sup> )	COA (%)	Wnat%	TIPO DE SUBRASANTE
C-02	CENTRO	6.75%	5.76%	4.48%	40.09%	55.43%	23.28	16.42	6.86	CL-ML	A-4 (0)	1.88 gr/cm <sup>3</sup>	13.71%	5.62%	S1 (SUBRASANTE REGULAR)
C-02	1.25%	7.37%	6.38%	-	-	-	20.16	13.75	6.41	CL-ML	A-4 (0)	1.90 gr/cm <sup>3</sup>	12.30%	-	S1 (SUBRASANTE REGULAR)
C-02	2.00%	7.63%	6.68%	-	-	-	19.98	13.75	6.23	CL-ML	A-4 (0)	1.94 gr/cm <sup>3</sup>	11.17%	-	S1 (SUBRASANTE REGULAR)
C-02	2.75%	8.25%	7.27%	-	-	-	19.41	13.63	5.78	CL-ML	A-4 (0)	1.96 gr/cm <sup>3</sup>	10.39%	-	S2 (SUBRASANTE BUENOS)
C-02	3.50%	8.93%	7.95%	-	-	-	19.11	13.95	5.16	CL-ML	A-4 (0)	1.99 gr/cm <sup>3</sup>	9.42%	-	S2 (SUBRASANTE BUENOS)



ING. JUAN CARLOS PÉREZ QUISPE  
CIP 274202  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES



# CONGEOINGC EIRL.

## CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

RUC: 20610425098

DIRECCION: Urb. Simon Herrera Farfan Q-08, Wanchaq – Cusco - Cusco

congeoingc@gmail.com - www.congeoingc.com

Cel: 921-126-988, 921-992-803



DTO: Suelos

PROYECTO: ADICIÓN DE MUCILAGO DE PACPA Y PENCA DE TUNA EN PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN SUBRASANTE DE CARRETERA PATANMARCA, CUSCO – 2022

SOLICITANTE: BR. LOPEZ QUISPE JOHAN

FECHA: CUSCO, FEBRERO 2023

UBICACIÓN: CUSCO-CALCA-CALCA

CAPA	SUBRASANTE
ALTITUD	3308 m.s.n.m.

N° DE CALIC	DESCRIP.	CBR 100% MDS	CBR 99% MDS	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	DMS (gr/cm <sup>3</sup> )	COA (%)	Wnat%	TIPO DE SUBRASANTE
C-03	FINAL	7.77%	6.84%	10.01%	31.59%	58.40%	25.80	19.07	6.73	CL-ML	A-4 (0)	1.94 gr/cm <sup>3</sup>	14.45%	5.08%	S1 (SUBRASANTE REGULAR)
C-03	1.25%	8.15%	7.08%	-	-	-	24.91	18.90	6.01	CL-ML	A-4 (0)	1.97 gr/cm <sup>3</sup>	13.69%	-	S2 (SUBRASANTE BUENOS)
C-03	2.00%	8.72%	7.78%	-	-	-	24.03	18.11	5.92	CL-ML	A-4 (0)	2.00 gr/cm <sup>3</sup>	12.74%	-	S2 (SUBRASANTE BUENOS)
C-03	2.75%	9.02%	8.13%	-	-	-	23.49	18.07	5.42	CL-ML	A-4 (0)	2.04 gr/cm <sup>3</sup>	11.19%	-	S2 (SUBRASANTE BUENOS)
C-03	3.50%	9.64%	8.70%	-	-	-	22.54	17.95	4.59	CL-ML	A-4 (0)	2.07 gr/cm <sup>3</sup>	10.18%	-	S2 (SUBRASANTE BUENOS)



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRÓNES  
CIP 274207  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

## ANEXO 6: CERTIFICADOS DE CALIBRACION

 <b>Arsou Group</b> Laboratorio de Metrología		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 858-134-2022	Página 1 de 3
Fecha de emisión	15/07/2022	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser parcialmente difundido con autorización de ARSOU GROUP S.A.C.</p>	
Solicitante Ruc	CONDE INOC ERIL 2961042569		
Instrumento de medición	COIPA CASAGRANDE		
Identificación	585-134-2022		
Marca	ARSOU		
Modelo	NO INDICA		
Mecanismo	Manual		
Material	BRONCE		
Procedencia	PERÚ		
Lugar de calibración	LABORATORIO ARSOU GROUP S.A.C		
Fecha de calibración	15/07/2022		
<b>Método/Procedimiento de calibración</b> La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 Sta. Ed. "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.			

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego 812, C. Jota III, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51(01)-1680 / Cel: +51(918) 196 793 / Cel: +51(925) 514 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carlica  
METROLOGIA



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2020 con trazabilidad - LLA-C-040-2020, ULA-397-2021,LLA- 229-2021 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

### Condiciones ambientales durante la calibración

temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLA N° 1  
CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPESOR	2.02	+/-0.1	OK
PROFUNDIDAD	27.00	+/-1	OK

### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego M/C Inta 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 801-6881 / Cel: +51 918 196 703 / Cor: +51 925 151437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión  
METROLOGÍA



TABLA N° 02

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUA DEL ELEVADOR	47.10	+/-1.5	OK
ESPESOR	30.70	+/-5	OK
LARGO	150.04	+/-5	OK
ANCHO	125.20	+/-5	OK
HUELLA	5.93	+/-13	OK

TABLA N° 03  
RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALBRADOR CUADRADO	10.06	+/-0.2	OK
ESPESOR	10.05	+/-0.1	OK
BORDE CORTANTE	2.03	+/-0.1	OK
ANCHO	13.60	+/-0.1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 455 -2023

Página: 1 de 5

Expediente : LPB-00110422-0000101

Fecha de emisión : 15/01/2023

1. Solicitante : CONGEOINGC E.I.R.L.

RUC : 20610425098

2. Instrumentos de Medición : HORNO

Indicación : ELÉCTRICO CON SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AIRE

Marca del Equipo : TERRASERVICE LABORATORIO SRL

Modelo del Equipo : STHX-1A

Número de serie : T-0102

Capacidad del Equipo : 76L

Marca del indicador : AUTOCOMP

Modelo de indicador : No indica

Temperatura Calibrada : 110°C ± 10 °C

Fecha de Calibración : 14/01/2023

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

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

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL no se responsabiliza de los prejuicios que pue, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación con termopares y termómetro multicanal calibrados, de acuerdo al "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" PC-018 - INDECOPI - 2ª Edición - Junio 2009.

### 4. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	JINKO	E200922130001-1	CNAS

### 5. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19.9	19.9
Humedad %	64%	64%

☎ 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

TERRASERVICE LABORATORIO PERU  
Ing. Oscar Pineda



**6. Resultados de medición**

El horno se encuentra dentro de los rangos  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

CALIBRACIÓN PARA 110°C											
Tiempo (min)	Ind (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS DOS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)								T. prom. (°C)	ΔTmax. - Tmin (°C)
		NIVEL INFERIOR				NIVEL SUPERIOR					
		1	2	3	4	5	6	7	8		
01	110.0	114.6	114.2	112.3	114.8	119.1	131.1	117.5	118.9	117.8	18.8
02	110.0	114.9	114.7	112.0	114.5	119.1	130.8	117.2	118.6	117.7	18.8
03	110.0	114.4	113.9	112.1	115.4	118.9	129.8	118.0	118.7	117.7	17.7
04	110.0	114.4	114.5	112.2	115.2	119.1	130.4	117.2	119.0	117.8	18.2
05	110.0	114.7	115.2	112.0	114.0	119.3	129.8	117.3	118.9	117.7	17.8
06	110.0	114.4	113.8	112.5	115.0	119.0	130.5	117.2	119.0	117.7	18.0
07	110.0	114.4	114.2	112.5	114.6	119.2	132.0	117.4	118.8	117.9	19.5
08	110.0	114.5	114.4	112.0	114.6	119.1	130.9	118.4	118.9	117.9	18.9
09	110.0	114.2	113.5	112.3	115.0	118.7	132.0	117.5	118.7	117.7	19.7
10	110.0	114.5	114.6	112.1	114.5	119.2	131.2	118.0	118.9	117.9	19.1
11	110.0	114.7	114.5	112.4	114.7	119.3	130.8	117.7	119.1	117.9	18.4
12	110.0	114.9	114.8	112.4	114.3	119.2	130.1	117.7	119.2	117.8	17.7
13	110.0	114.7	114.6	112.0	114.3	119.2	131.2	117.9	118.9	117.9	19.2
14	110.0	114.5	113.7	112.0	114.6	119.1	130.6	117.6	119.0	117.6	18.6
15	110.0	114.8	114.0	111.9	114.5	119.2	130.7	117.4	119.0	117.7	18.8
16	110.0	114.9	116.1	112.0	114.2	119.7	130.7	117.0	118.7	117.9	18.7
17	110.0	114.9	114.9	112.2	114.5	119.3	131.1	117.7	119.1	118.0	18.9
18	110.0	114.6	114.5	112.8	115.0	119.6	131.2	117.5	119.1	118.0	18.4
19	110.0	114.7	113.9	112.7	115.1	119.2	130.9	117.5	119.0	117.9	18.2
20	110.0	114.6	114.1	112.7	115.2	119.3	130.6	117.7	119.0	117.9	17.9
21	110.0	114.6	114.1	111.4	114.0	119.2	130.5	117.3	118.6	117.5	19.1
22	110.0	114.5	114.0	112.1	114.4	119.1	130.9	117.7	118.7	117.7	18.8
23	110.0	114.6	113.6	112.1	114.8	119.2	130.7	117.3	118.8	117.6	18.6
24	110.0	114.8	114.5	112.2	114.8	119.2	130.8	116.8	118.8	117.7	18.6
25	110.0	114.9	115.0	112.2	114.4	119.5	130.1	117.1	119.1	117.8	17.9
26	110.0	114.7	113.7	112.7	115.1	119.3	131.1	117.9	119.1	118.0	18.4
27	110.0	114.7	114.3	112.6	114.7	119.5	131.5	117.9	119.2	118.1	18.9
28	110.0	114.9	114.4	112.7	115.3	119.2	130.5	118.5	119.1	118.1	17.8
29	110.0	114.7	114.1	112.6	115.1	119.1	130.5	117.8	118.9	117.9	17.9
30	110.0	114.7	113.8	112.1	114.4	119.2	129.6	117.2	118.9	117.5	17.5
31	110.0	114.4	114.5	111.9	114.4	119.2	130.0	116.9	118.5	117.5	18.1
32	110.0	114.7	113.7	111.7	114.4	118.8	130.6	117.0	118.5	117.4	18.9
33	110.0	114.5	114.1	112.0	114.4	118.8	131.0	117.9	118.8	117.7	19.0
34	110.0	114.5	114.7	111.9	114.2	119.6	130.6	117.2	118.7	117.7	18.7
35	110.0	115.2	115.1	112.2	114.3	119.3	130.8	118.4	119.3	118.1	18.6
36	110.0	115.1	114.1	112.9	114.9	119.1	131.4	118.2	119.2	118.1	18.5
37	110.0	114.8	114.6	112.4	115.1	119.4	131.2	117.6	119.0	118.0	18.8
38	110.0	115.0	114.2	112.4	115.0	119.5	131.6	118.1	119.0	118.1	19.2
39	110.0	115.1	115.1	112.1	114.5	119.9	130.5	116.8	118.6	117.8	18.4
40	110.0	114.7	114.5	111.8	114.4	119.5	130.4	116.6	119.0	117.6	18.6





41	110.0	114.5	114.7	111.8	114.3	119.1	131.1	116.5	118.6	117.6	19.3
42	110.0	114.8	113.9	112.0	114.1	118.9	129.4	116.9	118.6	117.3	17.4
43	110.0	114.8	114.4	112.1	114.4	119.0	130.1	117.5	118.7	117.6	18.0
44	110.0	114.5	113.9	112.3	115.1	119.1	130.1	117.8	118.9	117.7	17.8
45	110.0	114.7	114.1	112.8	115.3	119.2	129.8	117.9	119.3	117.9	17.0
46	110.0	114.8	113.9	112.3	114.9	119.2	131.2	117.8	119.2	117.9	18.9
47	110.0	114.9	114.4	112.0	114.3	119.4	130.5	117.3	118.8	117.7	18.5
48	110.0	114.6	114.1	112.1	114.8	119.1	130.0	117.5	118.8	117.6	17.9
49	110.0	114.5	114.5	111.7	114.4	119.2	129.5	117.3	118.6	117.5	17.8
51	110.0	114.6	114.9	111.8	113.8	119.2	128.8	117.0	118.6	117.3	17.0
52	110.0	114.7	113.9	112.2	114.9	119.1	130.3	117.0	118.9	117.6	18.1
53	110.0	114.7	114.0	112.1	115.1	119.1	130.6	117.8	119.0	117.8	18.5
54	110.0	114.6	114.1	112.4	115.0	119.3	130.0	118.3	119.2	117.9	17.6
55	110.0	114.8	114.3	112.7	115.3	119.5	132.8	117.8	119.3	118.3	20.1
56	110.0	114.8	115.0	112.2	114.6	119.3	130.2	117.6	119.1	117.9	18.0
57	110.0	115.0	115.1	112.3	115.2	119.6	129.3	117.0	119.0	117.8	17.0
58	110.0	114.5	114.7	112.1	114.7	119.5	130.4	116.9	118.8	117.7	18.3
59	110.0	114.6	114.7	111.6	114.3	119.1	130.1	117.2	118.5	117.5	18.5
60	110.0	114.8	114.3	111.6	114.7	118.9	129.9	117.3	118.9	117.6	18.3
<b>T. PROM</b>	110.0	114.6	113.8	111.9	114.3	119.0	130.4	117.4	118.9		
<b>T. MAX</b>	110.0	115.0	115.1	112.7	115.3	119.6	132.8	118.3	119.3		
<b>T. MIN</b>	110.0	114.5	113.9	111.6	113.8	118.9	128.8	116.9	118.5		
<b>DTT</b>	0.0	0.5	1.2	1.1	1.5	0.7	4.0	1.4	0.8		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	118.5	0.3
Mínima Temperatura Medida	117.1	5.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.9	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	18.5	0.3
Estabilidad Media (+ O -)	0.2	0.0
Uniformidad	1.1	0.3

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición certificado y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL promedios de temperatura registradas en ambas posiciones. La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor la incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%, multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor

☎ 01 323 9468

☎ 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207

📍 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

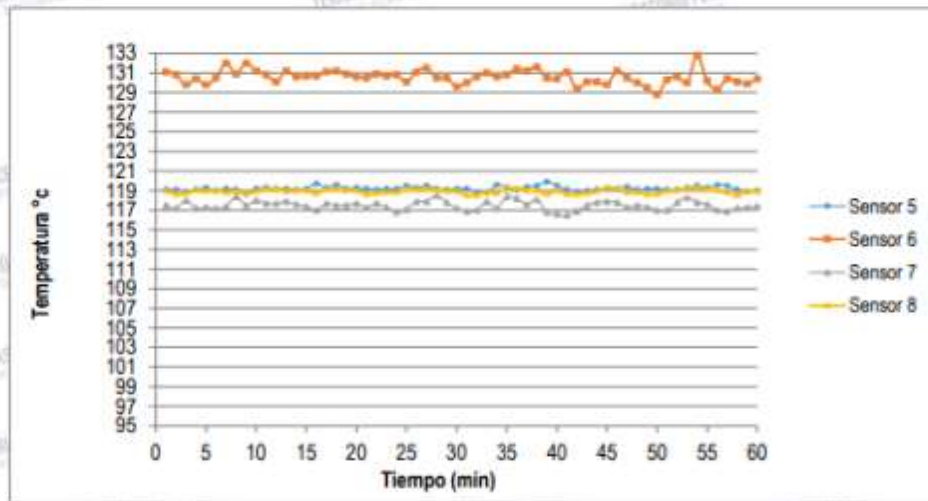
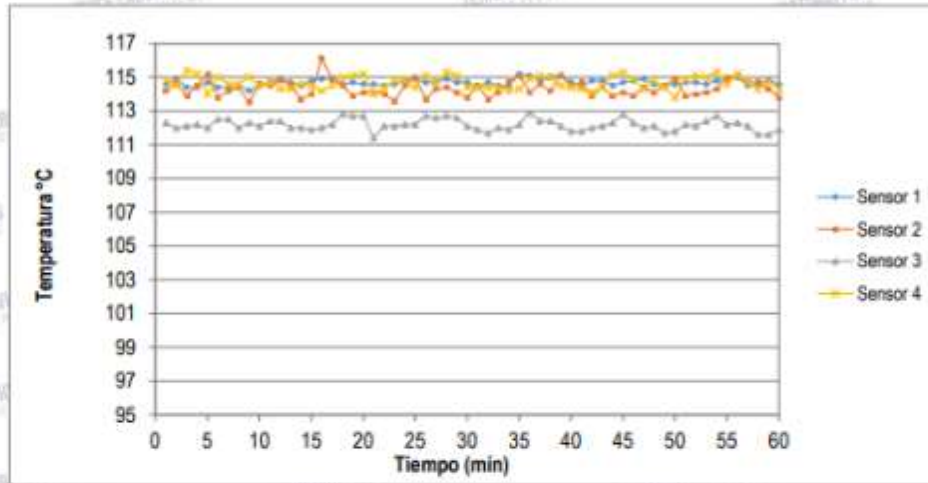
RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com

*(Handwritten Signature)*  
TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.  
CALLE ANDAHUAYLAS N° 477  
SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA  
PERÚ



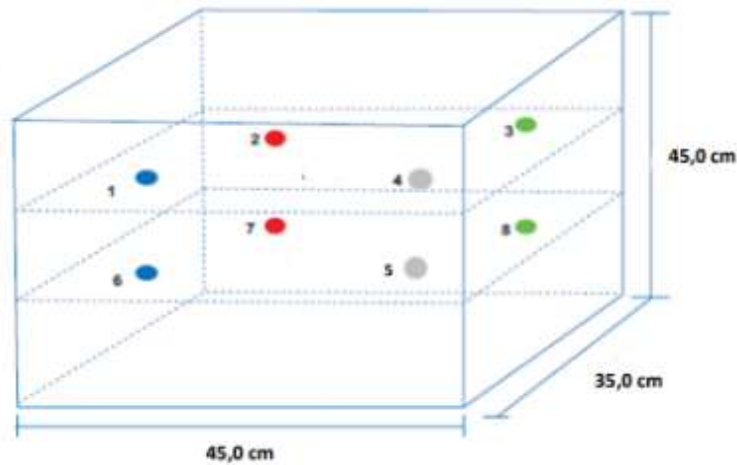
**TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C**







**Dimensiones internas:**



\* Los sensores 5 y 10 se ubican sobre sus respectivos niveles.

\* Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y el frente del equipo.

\* Los sensores del nivel superior se ubicaron a 1.5 cm por encima de la altura mas alta que emplee el usuario.

\* Los sensores del nivel inferior se ubicaron a 1.5 cm por debajo de la parrilla más baja.

**7. Observaciones**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL.

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" Kgf	SERIES VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500.50	501.30	500.20	-0.16	0.06	500.75	-0.05	-0.22
1001.00	1001.60	1000.80	-0.06	0.02	1001.20	-0.02	-0.08
1500.00	1501.00	1500.40	-0.07	-0.03	1500.70	-0.05	-0.04
2001.00	2001.70	2000.80	-0.03	0.01	2001.25	-0.01	-0.04
2500.00	2501.20	2500.90	-0.05	-0.04	2501.05	-0.04	-0.01
3000.20	3001.50	2999.40	-0.04	0.03	3000.45	-0.01	-0.07
3500.00	3501.80	3500.20	-0.05	-0.01	3501.00	-0.03	-0.05

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

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

$Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = \text{Error (2)} - \text{Error (1)}$

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

3.- Coeficiente de correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:

$y = 1x + 0.9714$

Donde: Y: Lectura de Pantalla

X: Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

GRÁFICO DE ERRORES

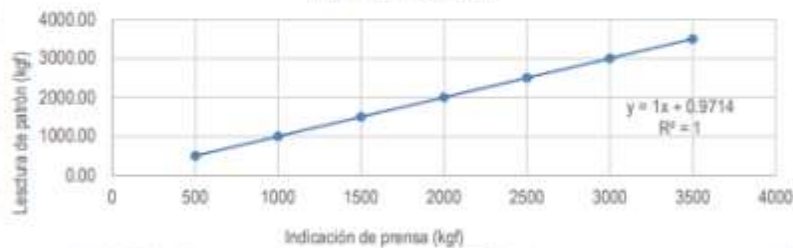


GRÁFICO DE ERRORES



☎ 01 323 9468

☎ 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207

📍 IR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LEP – 307 – 2022

Página: 1 de 2

**Expediente** : TLPB-00110422-0000101

**Fecha de emisión** : 22/04/2022

**1. Solicitante** : CONGEOINGC E.I.R.L.

**RUC** : 20610425098

**2. Descripción del equipo** : PRENSA PARA ENSAYOS CBR

**Marca de prensa** : RUMISTONE

**Modelo de prensa** : PCBR1001

**Serie de la prensa** : R-CBR2105

**Voltaje del indicador** : 220 V

**Marca de Indicador** : HIGH WEIGHT

**Modelo de Indicador** : 315-X8

**Serie del Indicador** : 21090023

**Marca de la celda** : KELJ

**Serie de la celda** : AOK7477

### 3. Lugar de Calibración

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.  
Jr. Andahuaylas N° 477, SMP - Lima

### 4. Método de Calibración

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

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	KELJ	INF-LE 057	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ
INDICADOR	OHAUS		

### 6. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.0	23.1
Humedad %	64%	64%

### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

### 8. Observaciones:

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

☎ 01 323 9468

☎ 938 385 323 / 980 666 072 / 927 526 207

📍 J.R. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com



TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.  
Ing. Víctor Manuel Alvarado  
Responsable Técnico





LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 671-2023 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-01-06

1. SOLICITANTE : CONGEOINGC E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. Q LOTE. 8, AHS. HERRERA,  
WANCHAQ - CUSCO

2. INSTRUMENTO DE  
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8341130248

ALCANCE DE  
INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA  
/ RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE  
VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : N°06

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2023-01-05

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

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

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

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE CONGEOINGC E.I.R.L  
MZA. Q LOTE. 8, AHS. HERRERA - WANCHAQ - CUSCO

Gilmer Antonio Huamán Poquioma  
Responsable de Ejecución de Metrología



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

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

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

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



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	22.6 °C	22.6 °C
Humedad Relativa	29 %	29 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 288 - 2022 CM - 1864 - 2022 CM - 1865 - 2022 CM - 1866 - 2022

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g, la balanza indicó 29975 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 15,000 g	Temp. (°C)		Carga L2= 30,000 g	ΔL(g)	E(g)
		Inicial	Final			
		22.6	22.6			
1	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
2	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
3	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5	0.0
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
6	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
7	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
8	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
10	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
Error Máximo						0.1
Error Máximo Permitido ±				20 g		± 30 g





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de $E_c$					Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	$\eta$ (g)	$\Delta L$ (g)	$E_c$ (g)		Carga (g)	$\eta$ (g)	$\Delta L$ (g)	$E_c$ (g)	
1	10	10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.5	0.0	0.0
2		10	0.5	0.0			10,000	0.4	0.1	0.1
3		10	0.5	0.0			10,001	0.5	1.0	1.0
4		10	0.5	0.0			10,000	0.5	0.0	0.0
5		10	0.5	0.0			10,000	0.4	0.1	0.1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido :  $\pm$  20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES					DECRECIENTES					$\epsilon_{mp}$ (**)
	$\eta$ (g)	$\Delta L$ (g)	$E_c$ (g)	$E_c$ (g)		$\eta$ (g)	$\Delta L$ (g)	$E_c$ (g)	$E_c$ (g)		
10	10	0.5	0.0			10	0.5	0.0	0.0	10	
20	20	0.5	0.0	0.0		20	0.5	0.0	0.0	10	
100	100	0.5	0.0	0.0		100	0.5	0.0	0.0	10	
500	500	0.6	-0.1	-0.1		500	0.5	0.0	0.0	10	
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0		1,000	0.6	-0.1	-0.1	10	
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1		5,000	0.5	0.0	0.0	10	
10,000	10,000	0.5	0.0	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	20	
15,000	15,000	0.5	0.0	0.0		15,000	0.5	0.0	0.0	20	
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.1		20,000	0.5	0.0	0.0	20	
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1		25,000	0.6	-0.1	-0.1	30	
30,000	30,000	0.7	-0.2	-0.2		30,000	0.7	-0.2	-0.2	30	

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 315E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 1,036E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error Incrementado  $E_c$ : Error en cero  $E_c$ : Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10<sup>-xx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 669-2023 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2023-01-06
1. SOLICITANTE	: CONGEOINGC E.I.R.L
DIRECCIÓN	: MZA. Q LOTE. 8. AHS. HERRERA, WANCHAQ - CUSCO
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA
MARCA	: OHAUS
MODELO	: SCOUT PRO SP602
NÚMERO DE SERIE	: B239364821
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 600 g
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0.01 g
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.1 g
PROCEDENCIA	: CHINA
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA
TIPO	: ELECTRÓNICA
UBICACIÓN	: LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2023-01-05

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

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

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

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOP.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE CONGEOINGC E.I.R.L  
MZA. Q LOTE. 8, AHS HERRERA, WANCHAQ - CUSCO



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

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

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

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



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	23.9 °C	23.9 °C
Humedad Relativa	27 %	27 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 288 - 2022

7. OBSERVACIONES

Para 600 g la balanza indicó 599.95 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERD	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

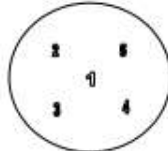
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	23.9	23.9

Medición N°	Carga L1= 300.00 g			Carga L2= 600.00 g		
	I(g)	Δ L (g)	E (g)	I(g)	Δ L (g)	E (g)
1	300.00	0.005	0.000	599.97	0.003	-0.028
2	300.00	0.005	0.000	599.97	0.005	-0.030
3	300.00	0.007	-0.002	599.97	0.005	-0.030
4	300.00	0.003	0.002	599.97	0.005	-0.030
5	300.00	0.007	-0.002	599.97	0.003	-0.028
6	300.00	0.007	-0.002	599.97	0.003	-0.028
7	300.00	0.007	-0.002	599.97	0.005	-0.030
8	300.00	0.004	0.001	599.97	0.004	-0.029
9	300.00	0.005	0.000	599.97	0.004	-0.029
10	300.00	0.004	0.001	599.97	0.004	-0.029
Error Máximo			0.004	0.002		
Error Máximo permitido			± 0.1 g	± 0.2 g		







Vista Frontal

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 669-2023 GLM

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	23.9	23.9

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (g)	Eo(mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.00	1.00	0.004	0.001	200.00	200.00	0.002	0.003	0.002
2		0.99	0.006	-0.011		199.99	0.005	-0.010	0.001
3		0.99	0.008	-0.013		200.01	0.006	0.009	0.022
4		1.01	0.003	0.012		200.00	0.008	-0.003	-0.015
5		1.01	0.004	0.011		199.99	0.004	-0.009	-0.020

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 100 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	23.9	23.9

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	
1.00	1.00	0.005	0.000						0.1
2.00	2.00	0.004	0.001	0.001	2.00	0.007	-0.002	-0.002	0.1
5.00	5.00	0.006	-0.001	-0.001	5.00	0.004	0.001	0.001	0.1
10.00	10.00	0.005	0.000	0.000	10.00	0.006	-0.001	-0.001	0.1
20.00	20.00	0.004	0.001	0.001	20.00	0.005	0.000	0.000	0.1
50.00	50.00	0.004	0.001	0.001	50.00	0.004	0.001	0.001	0.1
100.00	100.00	0.005	0.000	0.000	100.00	0.007	-0.002	-0.002	0.1
200.00	200.00	0.006	-0.003	-0.003	200.00	0.006	-0.001	-0.001	0.1
400.00	400.00	0.006	-0.001	-0.001	400.00	0.004	0.001	0.001	0.1
500.00	499.98	0.005	-0.020	-0.020	499.98	0.007	-0.022	-0.022	0.1
600.00	599.97	0.008	-0.033	-0.033	599.97	0.005	-0.030	-0.030	0.2

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,875E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,968E-08 \text{ g}^2 + 1,010E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error centrado E<sub>0</sub>: Error en cero E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10<sup>-xx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 886-134-2022

Página 1 de 2

## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	15/07/2022
Solicitante	CONGEOINGC EIRL
RUC	20610425098
Instrumento de medición	TAMIZ N° 30
Identificación	886-134-2022
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	LABORATORIO DE ARSOU GROUP
Fecha de calibración	15/07/2022

### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método

descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - F11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con

autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arzvalo Carniel  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Ma e Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú Telf: +51301-1680 / Cel: +51928 196 793 /  
Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	MI-0276-2020 con trazabilidad - LLA-C-040-2020, LLA-397-2021, LLA- 229-2021 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2021

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLA N°01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	575.69	600µm	+/- 25 µm
N°2	581.36	600µm	+/- 25 µm
N° 3	602.45	600µm	+/- 25 µm
N° 4	619.45	600µm	+/- 25 µm
N° 5	598.14	600µm	+/- 25 µm

### UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz e Lote 01, San Martín de  
Porres, Lima, Perú Telf: +51301-1680 / Cel: +51925 196 793 /  
Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 15/07/2022  
Solicitante CONGEOINGC EIRL  
Ruc 20610425098  
Instrumento de medición TAMIZ N° 20  
Identificación 885-134-2022  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ

Lugar de calibración LABORATORIO DE ARSOU GROUP

Fecha de calibración 15/07/2022

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM – E11

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a

patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz e Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú Telf: +51301-1680 / Cel: +51925 196 793 /  
Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Rigo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



## Arso Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e instrumentos auxiliares.

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2020 - con trazabilidad - UA-C-040-2020, LLA-397-2021, LLA- 229-2021 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 $\mu$ m	LLA-015-2021

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

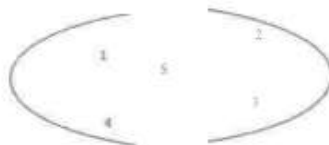
### Resultados

TABLAN.01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN ( $\mu$ m)	LUZ	EMP.
N° 1	815.38	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m
N° 2	825.47	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m
N° 3	836.14	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m
N° 4	875.14	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m
N° 5	869.25	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m



UBICACION DE PUNTO



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA

### ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de  
Porres, Lima, Perú Telf: +51301-1680 / Cel: +51928 196.793 /  
Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com



CERTIFICADO DE  
CALIBRACIÓN  
N° 884-134-2022

Página 1 de 2

## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	15/07/2022
Solicitante	CONGEOINGC E.I.R.L.
Ruc	20610425098
Instrumento de medición	TAMIZ N° 16
Identificación	884-134-2022
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Díámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	LABORATORIO DE ARSOU GROUP
Fecha de calibración	15/07/2022

### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Aldo Luis Arzvalo Carrera  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz e Lote 01, San Martín de  
Porres, Lima, Perú / Telf: +51301-1680 / Cel: +51928 196 793 /  
Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com



## Arsou Group

laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos  
auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2020 con trazabilidad - LLA-C-040-2020, LLA-397-2021, LLA-229-2021 - Laboratorio Acreditado
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2021

### Condiciones ambientales durante la calibración:

Temperatura Ambiental	inicial: 19,3 °c	Final: 20,0 °c
Humedad Relativa	inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLAN.O1  
MEDICIÓN DE LOS  
PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	1.16	1.18mm	+/-0.045 mm
N° 2	1.19	1.18mm	+/-0.045 mm
N° 3	1.18	1.18mm	+/-0.045 mm
N° 4	1.21	1.18mm	+/-0.045 mm
N° 5	1.22	1.18mm	+/-0.045 mm



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arzvalo Carniel  
METROLOGÍA

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz e Lote 01, San Martín de  
Porres, Lima, Perú / Telf: +51301-1680 / Cel: +51928 196 793 /  
Cel: +51925 151437 [ventas@arsougroup.com](mailto:ventas@arsougroup.com)



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 883-134-2022

Página 1 de 2

## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 15/07/2022  
Solicitante CONGEOINGC EIRL  
Ruc 20610425098

Instrumento de medición TAMIZ N° 10

Identificación	883-134-2022
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ

Lugar de calibración LABORATORIO DE ARSOU GROUP

Fecha de calibración 15/07/2022

### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz c Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú Telf: +51301-1680 / Cel: +51928 196 793 /  
Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com





## Arsoy Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos  
auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2020 con trazabilidad - LLA-C-040-2020, LLA-397-2021, LLA- 229-2021 - Laboratorio Acreditado
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 µm	LLA-015-2021

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Ambiental Humedad	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Relativa Presión	Inicial: 1015	Final: 1015
Atmosférica	mbar	mbar

### Resultados

TABLA N°01  
MEDICIÓN DE LOS  
PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	1.95	2mm	+/-0.07 mm
N° 2	1.98	2mm	+/-0.07 mm
N° 3	2.01	2mm	+/- 0.07 mm
N°4	2.06	2mm	+/-0.07 mm
N°S	1.96	2mm	+/-0.07 mm



UBICACION  
DE PUNTOS



ARSOY GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGIA



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 882-134-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	15/07/2022
Solicitante Ruc	CONGEOINGC EIRL 20610425088
Instrumento de medición	TAMIZ N° 8
Identificación	882-134-2022
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ

Lugar de calibración LABORATORIO DE ARSOU GROUP

Fecha de calibración 15/07/2022

#### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a

Patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Mg. Hugo Luis Arevalo Cárnic  
METROLOGÍA



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e instrumentos  
auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2020 con trazabilidad - LLA-C-040-2020, LLA-397-2021, LLA-229-2021 - Laboratorio Acreditado
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2021

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLA N° 1  
MEDICIÓN DE LOS  
PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	2.30	2.36mm	+/-0.08 mm
N° 2	2.36	2.36mm	+/-0.08 mm
N° 3	2.42	2.36mm	+/-0.08 mm
N° 4	2.30	2.36mm	+/-0.08 mm
N° 5	2.41	2.36mm	+/-0.08 mm



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 881-134-2022

Página 1 de 2

## Arsou Group

### Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	15/07/2022
Solicitante Ruc	CONGEOINGC EIRL 20610425098
Instrumento de medición	TAMIZ N° 200
Identificación	881-134-2022
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	LABORATORIO DE ARSOU GROUP
Fecha de calibración	15/07/2022

#### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a

patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al

solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y

conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arvato Caralca  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz e Lote 01, San Martín de  
Porres, Lima, Perú Telf: +51301-1660 / Cel: +51928 196 793  
/ Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2020 con trazabilidad - LLA-C-040-2020, LLA-397-2021, LLA- 229-2021 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 µm	LLA-015-2021

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,32 °C	Final: 20,02 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLA N°01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	70.36	75µm	+/- 5 µm
N° 2	75.96	75µm	+/- 5 µm
N° 3	71.24	75µm	+/- 5 µm
N° 4	77.36	75µm	+/- 5 µm
N° 5	79.51	75µm	+/- 5 µm

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión  
METROLOGÍA





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 880-134-2022

Página 1 de 2

## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	15/07/2022
Solicitante Ruc	CONGEOINGC EIRL 20610425098
Instrumento de medición	TAMIZ N° 100
Identificación	880-134-2022
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	LABORATORIO DE ARSOU GROUP
Fecha de calibración	15/07/2022

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Aldo Luis Arvalo Camilo  
METROLOGÍA



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2020 con trazabilidad - IIA-C-040-2020.LLA-397-2021.LLA- 229-2021 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	IIA-015-2021

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLA N°01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	142.59	150µm	+/- 8 µm
N° 2	145.25	150µm	+/- 8 µm
N° 3	151.36	150µm	+/- 8 µm
N° 4	149.78	150µm	+/- 8 µm
N°S	156.24	150µm	+/- 8 µm



UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz e Lda 01, San Martín de  
Porres, Lima, Perú Telf: +51301-1680 / Cel: +51925 156 793  
/ Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 879-134-2022

Página 1 de 2

## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	15/07/2022
Solicitante Ruc	CONGEOINGC EIRL 20610425006
Instrumento de medición	TAMIZ 1/4"
Identificación	879-134-2020
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	LABORATORIO DE ARSOU GROUP
Fecha de calibración	15/07/2022

### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM – E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoo: Viv. Las Flores de San Diego N2 e Lda 01, San Martín de  
Porres, Lima, Perú Telf: +51301-1680 / Cel: +51928 196 793  
/ Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com





## Arsou Group

laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2020 con trazabilidad - LLA-C-040-2020, LLA-397-2021, LLA-229-2021 - laboratorio Acreditado
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 µm	LLA-015-2021

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 84 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLA N°01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	6.15	6.3mm	+/-0.2 mm
N°2	6.29	6.3mm	+/-0.2 mm
N° 3	6.47	6.3mm	+/-0.2 mm
N° 4	6.19	6.3mm	+/-0.2 mm
N°S	6.21	6.3mm	+/-0.2 mm

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo  
METROLOGÍA



## Arsou Group

laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE  
CALIBRACIÓN  
N° 878-134-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	15/07/2022
Solicitante Ruc	CONGEOINGC EIRL 20610425098
Instrumento de medición	TAMIZ 3/8"
Identificación	878-134-2020
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	LABORATORIO DE ARSOU GROUP
Fecha de calibración	15/07/2022

#### Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a Patrones nacionales o internacionales, que utilizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carvajal  
METROLOGÍA



## Arsou Group

Laboratorio de Metrología  
Patrones e Instrumentos  
auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2020 con trazabilidad - LLA-C-040-2020, LLA-397-2021, LLA-229-2021 - Laboratorio Acreditado
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2021

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °c	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

TABLA N°01  
MEDICIÓN DE LOS  
PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	9.26	9.5mm	+/-0.3 mm
N° 2	9.31	9.5mm	+/-0.3 mm
N° 3	9.45	9.5mm	+/-0.3 mm
N° 4	9.74	9.5mm	+/-0.3 mm
N°S	9.33	9.5mm	+/-0.3 mm

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego N° e Lote 01, San Martín de  
Porres, Lima, Perú Tel: +51301-1680 / Cel: +51928 196 793  
/ Cel: +51925 151437 ventas@arsougroup.com



## ANEXO 7: ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS.

# ANALISIS ESTADISTICO DE INDICE DE PLASTICIDAD

## PRUEBA DE NORMALIDAD

### 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: datos de la variable \* (ÍNDICE DE PLASTICIDAD) tiene normalidad

H1: hipótesis alterna: datos de la variable \* (índice de plasticidad) no tiene normalidad

### 2. NIVEL SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\% = 0.05$

### 3. PRUEBA ESTADISTICA

$n \geq 50 \dots k-S$

$n \leq 50 \dots S-W$

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
I_PLASTICIDAD	,103	15	,200*	,982	15	,983
MDP_MDPT	,151	15	,200*	,901	15	,098

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $P. \text{ valor} \leq 0.05 \dots$  (se rechaza la hipótesis nula)

$P. \text{ valor} = 0,982779 \rightarrow 0,982779 < 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

### 5. CONCLUSION

Los datos de la variable de ÍNDICE DE PLASTICIDAD adicionando mucilago de pacpa y mucilago de penca te tuna tiene una normalidad con un nivel de significancia de 5%

CORRELACION DE PEARSON (si tiene normalidad)

CORRELACION DE SPEARMAN (si no tiene normalidad)

# CORRELACION DE PEARSON

## 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: datos de la variable \* (el incremento de índice de plasticidad NO está relacionado con la adición de MDP y MDPT)

H1: hipótesis alterna: datos de la variable \* (ÍNDICE DE PLASTICIDAD SI está relacionado con la adición de MDP y MDPT)

## 2. NIVEL SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\% = 0.05$

## 3. PRUEBA ESTADISTICA: coeficiente de correlación de PEARSON

Correlaciones

		I_PLASTICIDAD	MDP_MDPT
I_PLASTICIDAD	Correlación de Pearson	1	-,918**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	15	15
MDP_MDPT	Correlación de Pearson	-,918**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	15	15

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

P. valor = 0,000001

## 4. REGLA DE DECISIÓN

Si P. valor  $\leq 0.05$ ... (se rechaza la hipótesis nula)

P. valor = 0,000001  $\rightarrow$  0,000001 < 0.05

Entonces se acepta la hipótesis alterna

## 5. CONCLUSION

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable ÍNDICE DE PLASTICIDAD está relacionada de manera directa y negativa con la adición de MDP y MDPT ( $r = -0.918$ ).

# ANALISIS ESTADISTICO DE PROCTOR-MDS

## PRUEBA DE NORMALIDAD

### 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: datos de la variable \* (PROCTOR-MDS) tiene normalidad

H1: hipótesis alterna: datos de la variable \* (PROCTOR-MDS) no tiene normalidad

### 2. NIVEL SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\% = 0.05$

### 3. PRUEBA ESTADISTICA

$n \geq 50 \dots k-S$

$n \leq 50 \dots S-W$

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PROCTOR_MDS	,106	15	,200*	,973	15	,902
MDP_MDPT	,151	15	,200*	,901	15	,098

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $P. \text{ valor} \leq 0.05 \dots$  (se rechaza la hipótesis nula)

$P. \text{ valor} = 0,901587 \rightarrow 0,901587 < 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

### 5. CONCLUSION

Los datos de la variable de PROCTOR - MDS adicionando mucilago de pacpa y mucilago de penca te tuna tiene una normalidad con un nivel de significancia de 5%

CORRELACION DE PEARSON (si tiene normalidad)

CORRELACION DE SPEARMAN (si no tiene normalidad)

# CORRELACION DE PEARSON

## 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: datos de la variable \* (el incremento de PROCTOR-MDS NO está relacionado con la adición de MDP y MDPT)

H1: hipótesis alterna: datos de la variable \* (PROCTOR-MDS SI está relacionado con la adición de MDP y MDPT)

## 2. NIVEL SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\% = 0.05$

## 3. PRUEBA ESTADISTICA: coeficiente de correlación de PEARSON

### Correlaciones

		PROCTOR_MD S	MDP_MDPT
PROCTOR_MDS	Correlación de Pearson	1	,792**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	15	15
MDP_MDPT	Correlación de Pearson	,792**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	15	15

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

P. valor = 0,000428

## 4. REGLA DE DECISIÓN

Si P. valor  $\leq 0.05$ ... (se rechaza la hipótesis nula)

P. valor = 0,000428  $\rightarrow$  0,000428 < 0.05

Entonces se acepta la hipótesis alterna

## 5. CONCLUSION

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable PROCTOR-MDS está relacionada de manera directa y positiva con la adición de MDP y MDPT ( $r=0.792$ ).

# ANALISIS ESTADISTICO DE PROCTOR-OCH

## PRUEBA DE NORMALIDAD

### 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: datos de la variable \* (PROCTOR-OCH) tiene normalidad

H1: hipótesis alterna: datos de la variable \* (PROCTOR-OCH) no tiene normalidad

### 2. NIVEL SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\% = 0.05$

### 3. PRUEBA ESTADISTICA

$n \geq 50 \dots k-S$

$n \leq 50 \dots S-W$

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PROCTOR_OCH	,154	15	,200*	,943	15	,426
MDP MDPT	,151	15	,200*	,901	15	,098

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $P. \text{ valor} \leq 0.05 \dots$  (se rechaza la hipótesis nula)

$P. \text{ valor} = 0,425565 \rightarrow 0,425565 < 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

### 5. CONCLUSION

Los datos de la variable de PROCTOR OCH adicionando mucilago de pacpa y mucilago de penca te tuna tiene una normalidad con un nivel de significancia de 5%

CORRELACION DE PEARSON (si tiene normalidad)

CORRELACION DE SPEARMAN (si no tiene normalidad)



# CORRELACION DE PEARSON

## 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: datos de la variable \* (el incremento de PROCTOR-OCH NO está relacionado con la adición de MDP y MDPT)

H1: hipótesis alterna: datos de la variable \* (PROCTOR-OCH SI está relacionado con la adición de MDP y MDPT)

## 2. NIVEL SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\% = 0.05$

## 3. PRUEBA ESTADISTICA: coeficiente de correlación de PEARSON

**Correlaciones**

		PROCTOR_OC	MDP_MDPT
		H	
PROCTOR_OCH	Correlación de Pearson	1	-,918**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	15	15
MDP_MDPT	Correlación de Pearson	-,918**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	15	15

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

P. valor = 0,000001

## 4. REGLA DE DECISIÓN

Si P. valor  $\leq 0.05$ ... (se rechaza la hipótesis nula)

P. valor = 0,000001  $\rightarrow$  0,000001 < 0.05

Entonces se acepta la hipótesis alterna

## 5. CONCLUSION

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable PROCTOR-OCH está relacionada de manera directa y negativa con la adición de MDP y MDPT ( $r = -0.918$ ).

# ANALISIS ESTADISTICO DE CBR

## PRUEBA DE NORMALIDAD

### 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: datos de la variable \* (CBR) tiene normalidad

H1: hipótesis alterna: datos de la variable \* (CBR) no tiene normalidad

### 2. NIVEL SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\% = 0.05$

### 3. PRUEBA ESTADISTICA

$n \geq 50 \dots k-S$

$n \leq 50 \dots S-W$

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR	,133	15	,200*	,975	15	,923
MDP MDPT	,151	15	,200*	,901	15	,098

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### 4. REGLA DE DECISIÓN

Si  $P. \text{ valor} \leq 0.05 \dots$  (se rechaza la hipótesis nula)

$P. \text{ valor} = 0,922871 \rightarrow 0.004 < 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

### 5. CONCLUSION

Los datos de la variable de CBR adicionando mucilago de pacpa y mucilago de penca te tuna tiene una normalidad con un nivel de significancia de 5%

CORRELACION DE PEARSON (si tiene normalidad)

CORRELACION DE SPEARMAN (si no tiene normalidad)

# CORRELACION DE PEARSON

## 1. PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Ho: Hipótesis nula: datos de la variable \* (el incremento de CBR NO está relacionado con la adición de MDP y MDPT)

H1: hipótesis alterna: datos de la variable \* (CBR SI está relacionado con la adición de MDP y MDPT)

## 2. NIVEL SIGNIFICANCIA

$\alpha = 5\% = 0.05$

## 3. PRUEBA ESTADISTICA: coeficiente de correlación de PEARSON

		CBR	MDP_MDPT
CBR	Correlación de Pearson	1	,881**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	15	15
MDP_MDPT	Correlación de Pearson	,881**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	15	15

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

P. valor = 0,000014

## 4. REGLA DE DECISIÓN

Si P. valor  $\leq 0.05$ ... (se rechaza la hipótesis nula)

P. valor = 0,000014  $\rightarrow$  0,000014 < 0.05

Entonces se acepta la hipótesis alterna

## 5. CONCLUSION

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable CBR está relacionada de manera directa y positiva con la adición de MDP y MDPT ( $r=0.881$ ).

## ANEXO 9: Normativa

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 400.010  
2001

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

### AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras

AGGREGATES. Standard practice for sampling aggregates

2001-01-24  
2ª Edición

R.0011-2001/INDECOPI-CRT Publicada el 2001-02-07

Precio basado en 06 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: agregados, extracción, preparación de muestras agregados, exploración de canteras potenciales, número y medidas necesarias para estimar las características.

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.129  
1999 (revisada el 2019)**

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite  
líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos**

SOILS. Test method to determine the liquid limit, plastic limit and soil plasticity index.

**2019-10-09  
1ª Edición**

R.D. N° 022-2019-INACAL/DN. Publicado el 2019-10-24

Precio basado en 27 páginas

T.C.S.: 93.030

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Símbolo, unidad, terminología, definición

© INACAL 2019

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.134  
1999**

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI  
Calle De la Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

**SUELOS. Método para la clasificación de suelos con  
propósitos de ingeniería (sistema unificado de  
clasificación de suelos, SUCS)**

Soils. Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification  
System, SUCS)

**1999-04-29**

**1ª Edición**

R.0024-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 99-05-14

Precio basado en 28 páginas

I.C.S.: 93.020

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: clasificación SUCS

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 339.171  
2002

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 01) Apartado 145

Lima, Perú

## SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas

SOILS. Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions

2002-03-21  
1ª Edición

R.0025-2002/INDECOPI-CRT, Publicada el 2002-04-06

Precio basado en 21 páginas

I.C.S.: 93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Especimen compactado, consolidado, prueba de corte directo, condiciones de prueba drenadas, envolvente de resistencia de Mohr, resistencia coesiva, no disturbada

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.175  
2002**

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

**SUELOS. Método de ensayo normalizado in situ para  
CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte)  
de suelos**

SOILS. Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place

**2002-10-25  
1ª Edición**

R.0114-2002-INDECOPI/CRT. Publicada el 2002-11-10

Precio basado en 11 páginas

I.C.S.: 93.020

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: Relación de Capacidad de Soporte; CBR; deformación



**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.127  
1998 (revisada el 2019)**

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

## **SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo**

SOILS. Test method to determine the moisture content of a soil

**2019-10-09**  
**1ª Edición**

R.D. N° 022-2019-INACAL/DN. Publicada el 2019-10-24  
I.C.S.: 93.020  
Descriptores: Suelo, contenido de humedad, humedad

Precio basado en 10 páginas  
**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

© INACAL 2019



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

# MANUAL DE CARRETERAS

## SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

### SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS



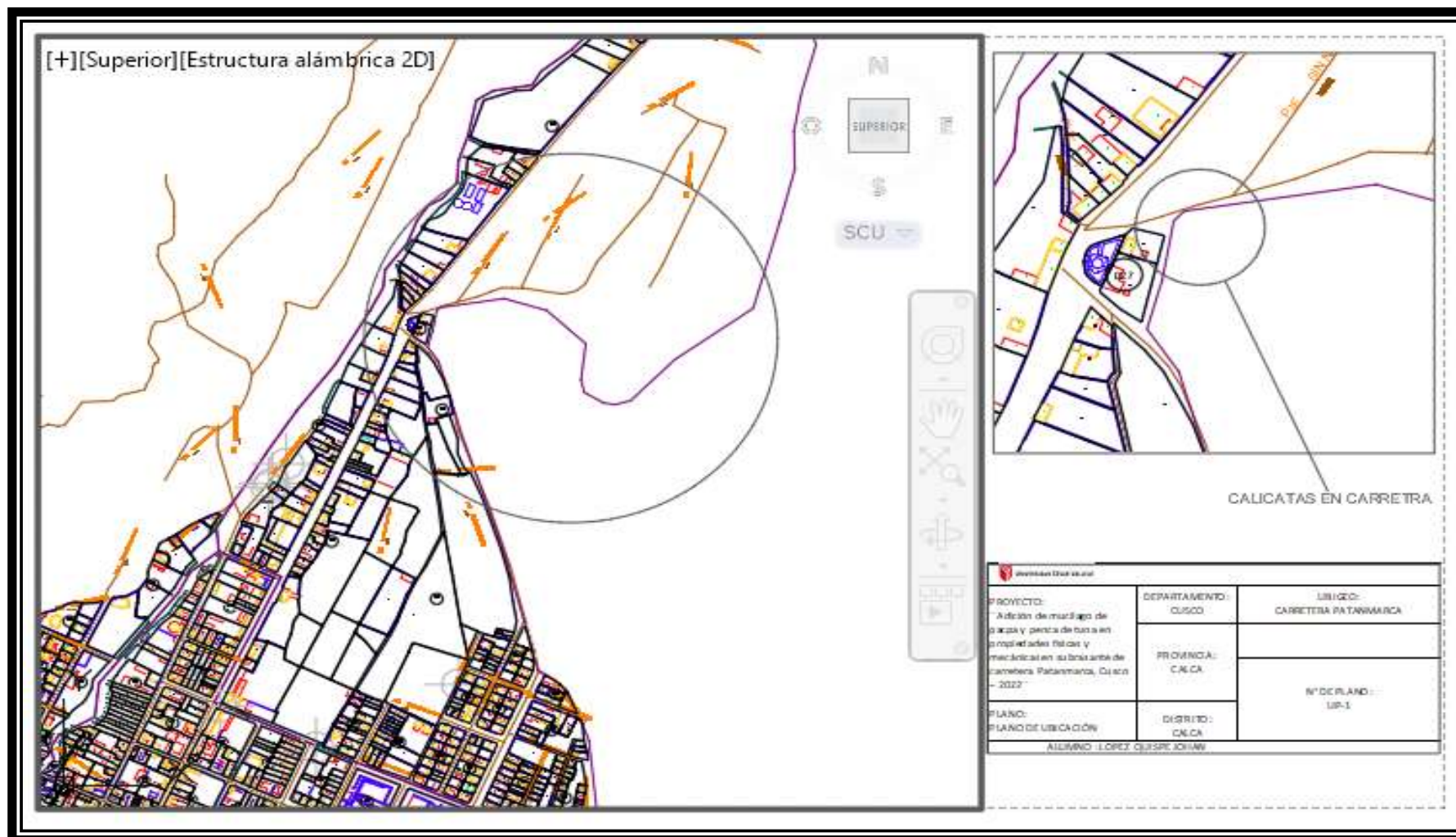
**2013**

**NORMA TÉCNICA**

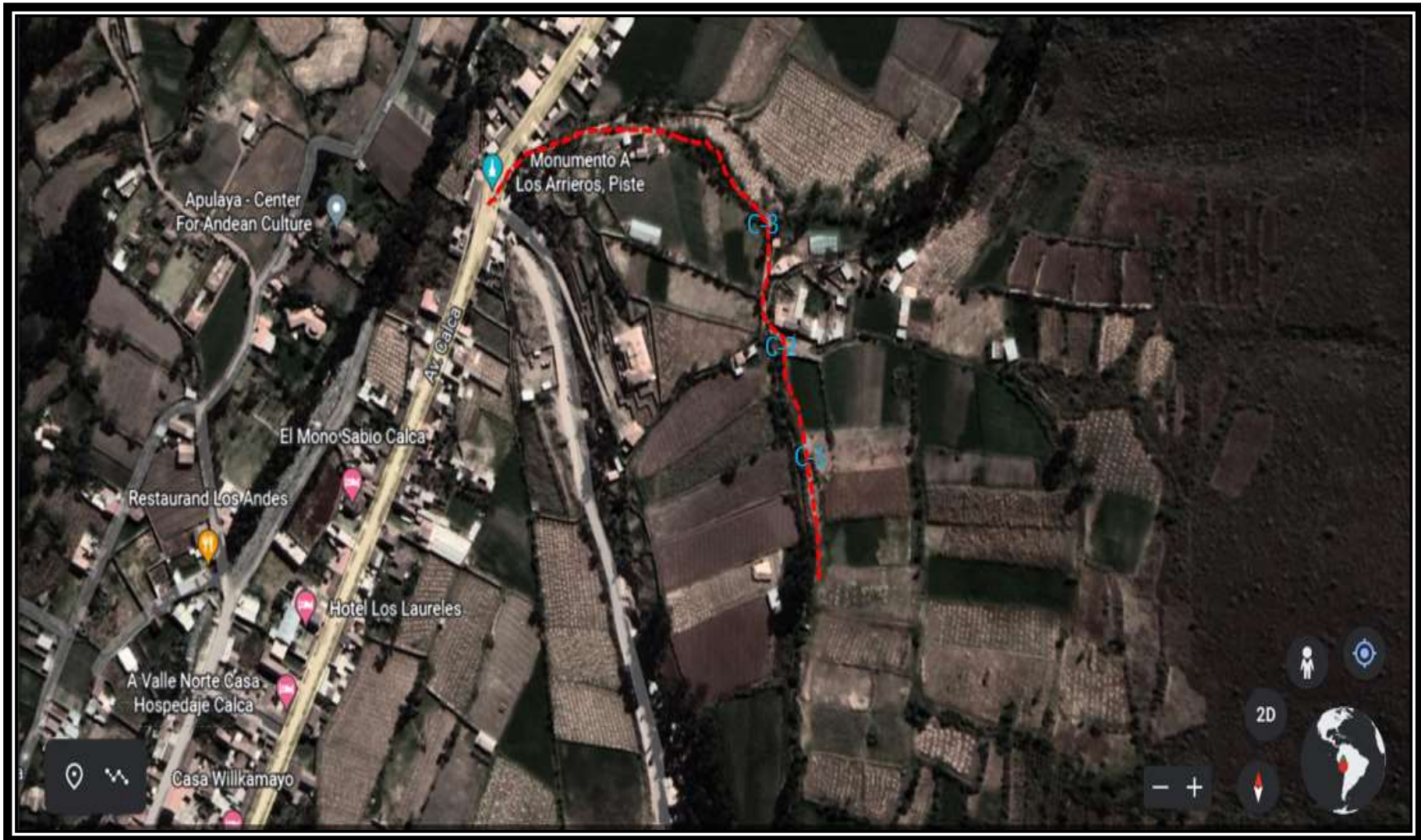
**CE. 010**

**PAVIMENTOS URBANOS**

## ANEXO 10: Ubicación de calicatas







**ANEXO 11: PANEL FOTOGRAFICO.**



Extracción y acopio de muestra natural – penca de tuna.



Extracción y acopio de muestra natural – pacpa.



Preparación de muestras naturales - extracción de mucilago de pacpa y penca de tuna.



Preparación de muestras naturales - extracción de mucilago de pacpa y penca de tuna.





Ubicación y extracción de muestra de suelo de calicata.



Trabajo de laboratorio - depositando material natural en envase y haciendo el cuarteo de dicho material.



Reconocimiento de instrumentos de laboratorio.



Reconocimiento de instrumentos de laboratorio.



Selección de muestra natural para realizar el ensayo de contenido de humedad natural.



Preparación de porcentaje de muestra de suelo y posterior a esto el lavado para poder llevar al horno durante el tiempo establecido y hacer el ensayo de granulometría por tamizado.



Porcentajes de material retenido en tamices utilizados.



Peso de mucilagos para su respectiva adición a la muestra de suelo.



Ensayo de limite liquido



Ensayo de limite plástico.



Procedimiento de ensayo de Proctor.



Procedimiento de ensayo de Proctor.



Procedimiento de ensayo de CBR



Procedimiento de ensayo de CBR

ANEXO 11: COMPROBANTE DE PAGO.



**CONGEOINGC EIRL.**  
CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL

MZA. Q LOTE. B A.H. S. HERRERA, WANCHAQ-CUSCO (espaldas de colegio Uriel Garcia)  
CEL: 921126968 / 998930111  
congcingc@gmail.com / www.congcingc.com.

RUC: 20610425098  
**NOTA DE VENTA**  
N° 002

SEÑOR(A):	BE. Lopez Guispe Jotten	FECHA		
DIRECCION:	Calca - Cusco	DOC. IDENTIDAD:		

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE
01	Ensayo de Laboratorio para la Tesis : = Adición de mortajo de Paocha y Penco de Tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patamarca - Cusco 2022".	4,300.00	4,300.00

*Cancelado*



ING. JUAN CARLOS PECECOS QUINONES  
CIP. 374207  
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN  
GEOLOGIA Y VIAS TERRESTRES



TOTAL S/ 4,300.00





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, LOPEZ QUISPE JOHAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Adición de mucilago de pacpa y penca de tuna en propiedades físicas y mecánicas en subrasante de carretera Patanmarca, Cusco - 2022", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
LOPEZ QUISPE JOHAN <b>DNI:</b> 74228606 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6988-7004	Firmado electrónicamente por: LLOPEZQU3 el 10-04- 2023 11:08:29

Código documento Trilce: INV - 1147513