



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Incorporación de biorresiduo para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2022”.

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

Ingeniera civil

**AUTORA:**

Lezama Huamán, Aydee (ORCID: 0000- 0002- 2737- 2774)

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

A Dios todo poderoso mi creador, mi fuente de inspiración y sabiduría por darme fuerza para seguir avanzando en el desarrollo de mi carrera.

A mis queridos padres Tomas Lezama Jaimés y Irene Huamán Paucará, por darme la oportunidad de estudiar y brindarme los recursos necesarios en el transcurso de mi desarrollo como estudiante y encaminarme siempre al bien gracias a su apoyo puedo concluir mi carrera.

A mi esposo Darwin Aquepucho Llaque y a mi querido hijo Juansinho Aquepucho Lezama por brindarme su apoyo comprensión y tolerancia e infinita paciencia y así poderme realizar profesionalmente.

A mis hermanos Joseph, Anderson, Keiko, mari cielo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitir continuar adelante ante cualquier dificultad.

A mi padre y madre que hicieron lo posible este sueño, que junto a mi caminaron en todo momento siempre fueron inspiración y fortaleza, mis hermanos, mi esposo, y mi hijo, mi madrina, mis queridos abuelos que Dios lo tiene en su gloria y ahora son un ángel en mi vida y sé que de donde esta me bendice. Muchas gracias por demostrarme el amor incondicional y su apoyo en todo momento.

Mi gratitud también a la universidad Cesar Vallejo mi agradecimiento sincero al Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana, Ing. César Edilberto Arbulú Jurado, Ing. Darwin Aquepucho Llaique quienes con su valioso conocimiento hicieron que pueda crecer día a día como profesional

## Índice de Contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de Contenido .....	iv
Índice de tabla .....	vi
Índice de gráfico y figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I INTRODUCCIÓN .....	1
II MARCO TEÓRICO .....	5
III METODOLOGÍA .....	38
3.1 tipo de diseño de investigación .....	38
3.2 Variables y operacionalización .....	39
3.3 Población, Muestra y Muestreo .....	40
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos. ....	42
3.5. Procedimiento .....	43
3.6 Método de análisis de datos .....	46
3.7 Aspectos éticos .....	46
IV RESULTADOS .....	47
V DISCUSIÓN .....	72
VI CONCLUSIONES .....	81
VII RECOMENDACIÓN .....	83
REFERENCIAS .....	84
ANEXOS .....	87
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	88
Anexo.2: Matriz de operacionalización de variables .....	89
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos .....	90
Anexo 4. Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes .....	96
Anexo 6: Procedimientos .....	97
Anexo 7: Análisis de costos .....	98

Anexo 8 Ensayos de laboratorio.....	100
Anexo 9 captura de pantalla turnitin .....	109
Anexo 10. Certificados de calibración. ....	110
Anexo 11. Normativa .....	119
Anexo 12: panel fotográfico .....	144
Anexo 13: Solicitud y autorización de la empresa de la entidad pública .....	159

## Índice de tabla

<b>Tabla 1.</b>	Composición química de sangre (g/100g porción comestible) .....	17
<b>Tabla 2.</b>	Composición nutricional de la sangre. ....	18
<b>Tabla 3.</b>	Número de Calicatas para Exploración de Suelos.....	24
<b>Tabla 4.</b>	Número de Ensayos MR y CBR.....	25
<b>Tabla 5.</b>	Clasificación de suelos -Atterberg (sistema internacional) .....	26
<b>Tabla 6.</b>	Clases texturales de suelos, según el USDA.....	28
<b>Tabla 7.</b>	. Correlación del tipo de suelo AASHTO-SUCS.....	29
<b>Tabla 8.</b>	. Clasificación de suelos según Tamaño de partículas .....	32
<b>Tabla 9.</b>	clasificación de suelo según índice de plasticidad.....	34
<b>Tabla 10.</b>	Variable Independiente.....	39
<b>Tabla 11.</b>	variable dependiente .....	40
<b>Tabla 12.</b>	Granulometría de la C-02 estado natural.....	55
<b>Tabla 13.</b>	composición granulométrica y coeficiente C-2.....	56
<b>Tabla 14.</b>	Granulometría de la C-04 estado natural.....	57
<b>Tabla 15.</b>	composición granulométrica y coeficiente C-4.....	57
<b>Tabla 16.</b>	Clasificación de los suelos .....	58
<b>Tabla 17.</b>	Límite de consistencia en suelo natural. ....	60
<b>Tabla 18.</b>	Límite de consistencia más la adición de sangre con suelo natural. ....	61
<b>Tabla 19.</b>	Contenido óptimo y densidad máxima en suelo natural. ....	63
<b>Tabla 20.</b>	Contenido de humedad y densidad seca con adición de sangre en la calicata C-02.....	65
<b>Tabla 21.</b>	Contenido de humedad y densidad seca con adición de sangre en la calicata C-04.....	66
<b>Tabla 22.</b>	Resultado de CBR en suelo natural.....	68
<b>Tabla 23.</b>	Resultado del CBR al 100% con adición de sangre .....	69

## Índice de gráfico y figuras

<b>Figura 1.</b> Sangre de camal .....	15
<b>Figura 2.</b> camal municipal de Cusco- San Jerónimo.....	16
<b>Figura 3.</b> Método de las propiedades .....	18
<b>Figura 4:</b> Inspección en camal Municipal de San Jerónimo.....	20
<b>Figura 5.</b> Sacrificios de animales por cada año en los camales de Ecuador.....	20
<b>Figura 6.</b> Sacrificios de animales mensuales en los camales de ecuador.....	21
<b>Figura 7:</b> Colaboración del personal técnico .....	22
<b>Figura 8.</b> Sangre de bovino .....	22
<b>Figura 9.</b> Transmisión de cargas en capas inferiores. ....	23
<b>Figura 10.</b> Textura de suelo fino.....	26
<b>Figura 11.</b> Textura de suelos gruesos.....	27
<b>Figura 12.</b> Análisis de cada suelo.....	29
<b>Figura 13.</b> Propiedades físicas del suelo .....	30
<b>Figura 14.</b> Granulometría del agregado fino (arena gruesa) AFR1 (#4) .....	31
<b>Figura 15.</b> Clasificación de suelos según Tamaño de partículas.....	32
<b>Figura 16.</b> Ensayo Casagrande.....	33
<b>Figura 17.</b> Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.....	33
<b>Figura 17.</b> Ensayo Proctor en laboratorio.....	34
<b>Figura 18.</b> Equipo de penetración de equipo de cono (PDC). ....	37
<b>Figura:19:</b> Esquema de investigación .....	39
<b>Figura 20:</b> Cuadro de procedimiento .....	43
<b>Figura 21.</b> Plan de explotación del lugar. ....	44
<b>Figura 22.</b> Extracción de muestra de la trocha carrozable Livitaca .....	45
<b>Figura 23.</b> Imagen satelital de la zona donde se esta la investigación. ....	46
<b>Figura 24.</b> Ubicación geográfica del proyecto .....	48
<b>Figura 25.</b> Acceso a la zona de estudió .....	48
<b>Figura 26.</b> Adición de sangre al suelo limoso obtenido de la muestra C-2.....	49

<b>Figura 27.</b> Vista satelital del Distrito de San Jerónimo.....	50
<b>Figura 28.</b> Ubicación de calicatas C-01, C-02.....	50
<b>Figura 29.</b> Ubicación de calicatas C-2, C4.....	51
<b>Figura 30.</b> Muestras. ubicación C-1 está ubicado en la progresiva 2+200.....	51
<b>Figura 31.</b> La muestra C-2 está ubicado en la progresiva 3+100.....	51
<b>Figura 32.</b> La muestra C-3 está ubicada en la progresiva 4+00.....	52
<b>Figura 33.</b> La muestra de la calicata C-4 está ubicado en la progresiva 5+300.....	52
<b>Figura 34.</b> Ubicación de las C-01,C-02,C-03,C-04.....	53
<b>Figura 35.</b> Ensayos de la muestra C 2.....	54
<b>Figura 36.</b> Ensayo Proctor modificado.....	55
<b>Figura 37.</b> Curva granulométrica del suelo C-2.....	56
<b>Figura 38</b> Curva granulométrica del suelo C-4.....	58
<b>Figura 39.</b> Estratigrafía de las calicatas.....	59
<b>Figura 44.</b> Límite de consistencia de un suelo natural.....	60
<b>Figura 45</b> resultados (LL), (LP), (IP) con incorporación de sangre C-02.....	61
<b>Figura 46.</b> Resultados (LL), (LP), (IP) con incorporación de sangre C-04.....	62
<b>Figura 47.</b> Ensayo de Proctor modificado con adición de sangre.....	63
<b>Figura 48:</b> Contenido optima en suelo natural.....	64
<b>Figura 49:</b> densidad máxima seca en suelo natural.....	64
<b>Figura 50.</b> Contenido de humedad y densidad máxima seca en la calicata C-02 con dosis de 0%,1%,2%,3%,4%.....	66
<b>Figura 51.</b> Contenido de humedad y densidad seca en la calicata C-04 con dosis de 0%,1%,2%,3%,4% C-04.....	67
<b>Figura 54.</b> Ensayo de CBR.....	68
<b>Figura 55:</b> CBR100% de suelo natural.....	69
<b>Figura 56:</b> CBR al 100% de la calicata C-02 con adición de sangre de camal.....	70
<b>Figura 57:</b> CBR al 100% de la calicata C-04 con adición de sangre de camal.....	70

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar cómo influye la adición de biorresiduos para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022 titula. La metodología es de tipo experimental, debido que se investigó y propuso la incorporación de biorresiduos, se manipularon contenidos de restos orgánicos, la población es el suelo de la trocha carrozable Livitaca 8+340 Km, las muestra fueron extraídas de cuatro calicatas, al material se incorporó sangre de camal en porcentajes de 0%, 1%, 2% ,3% y 4% para examinar su influencia en el mejoramiento de las propiedades de la subrasante, en especial la resistencia. El uso de estabilizadores a partir de desechos de camales municipales tiene el potencial de reducir la cantidad de desechos que se desechan en rellenos sanitarios o en los ríos y, al mismo tiempo, reducir la huella de carbono causada por el uso de estabilizadores químicos tradicionales, tales como el cemento; además de reducir el costo de la construcción de carreteras.

Los resultados demuestran que la cantidad de sangre añadida al suelo no tiene ningún efecto es la densidad máxima seca ( $R^2 = 0.0425$  es casi cero). Sin embargo, en cuanto al contenido óptimo de humedad se puede decir que: cuanto mayor es la dosis de sangre, entonces, el contenido óptimo de agua que requiere el suelo es mayor ( $R^2 = 0.71$ ); por su parte, los resultados del índice de plasticidad siguen una función polinómica, con dosis de sangre de 0% hasta 2.0% el índice de plasticidad aumenta, pero a partir del 2.0% a más dosis de sangre, el índice de plasticidad disminuye. En conclusión, la sangre es capaz de elevar el CBR del suelo natural desde un 9.2% hasta un 11.2%, es decir una mejora porcentual de 22% con dicha dosis de 2% de sangre.

**PALABRA CLAVE:** biorresiduo, subrasante y carrozable

## ABSTRACT

The objective of the research was to determine how the addition of biowaste influences the improvement of the properties of the subgrade of the Livitaca, Cusco - 2022 title. The methodology is of an experimental type, due to the fact that the incorporation of bio-waste was investigated and proposed, the contents of organic remains were manipulated, the population is the soil of the Livitaca 8+340 Km carriageway, the samples were extracted from four pits, the material Litter blood was incorporated in percentages of 0%, 1%, 2%, 3% and 4% to examine its influence on the improvement of the properties of the subgrade, especially resistance. The use of stabilizers from municipal slaughterhouse waste has the potential to reduce the amount of waste that is disposed of in landfills or in rivers and, at the same time, reduce the carbon footprint caused by the use of traditional chemical stabilizers, such as cement; in addition to reducing the cost of road construction.

The results show that the amount of blood added to the soil has no effect on the maximum dry density ( $R^2 = 0.0425$  is almost zero). However, regarding the optimum moisture content, it can be said that: the higher the dose of blood, then the optimum water content required by the soil is higher ( $R^2 = 0.71$ ); On the other hand, the results of the plasticity index follow a polynomial function, with blood doses from 0% to 2.0%, the plasticity index increases, but from 2.0% to more blood doses, the plasticity index decreases. In conclusion, blood is capable of raising the CBR of natural soil from 9.2% to 11.2%, that is, a percentage improvement of 22% with said dose of 2% blood

**KEY WORD:** biowaste, subgrade and properties

## I INTRODUCCIÓN

A nivel internacional: el suelo limoso no es adecuado para la construcción debido a sus altas propiedades de contracción e hinchamiento, por lo que se convierte en un desafío para los ingenieros civiles. mediante el uso de materiales estabilizadores económicos podemos mejorar la resistencia del suelo se llevan a cabo pruebas básicas de muestras de suelo y pruebas de determinación de resistencia como la prueba estándar de proctor, prueba CBR, prueba de compresión no confinada. Finalmente, se están viendo las necesidades de investigación para el futuro, principalmente a partir del punto de vista de los materiales y la construcción. Para que la construcción de pavimentos PCC siga siendo competitiva, se deben encontrar formas de colocar el concreto de manera más económica, con menos demoras para el tráfico y de manera que los pavimentos brinden más garantías de una vida útil de diseño libre de mantenimiento. Se necesita una pavimentación de una sola pasada con concreto de fraguado rápido "activado" que sea autonivelante, de autocurado, duradero y sin aire atrapado para que todas las operaciones de pavimentación puedan completarse dentro de los encofrados posteriores. El uso de concreto de alta resistencia, para que sea económico, probablemente requerirá nuevas configuraciones de losas que no han sido probadas.

A nivel nacional: tener un pavimento que pueda rendir al máximo es el objetivo de cualquier proyecto de construcción o renovación de carreteras. desde la creación de caminos estructuralmente sólidos hasta caminos que puedan manejar el clima circundante, el pavimento debe funcionar bien y resistir cualquier fuerza externa que pueda encontrar. muchos problemas pueden afectar el rendimiento del pavimento, como el tráfico y la carga y los factores ambientales. la deformación del módulo del suelo de subrasante se ha determinado en el laboratorio. se toma un valor de deformación del 10% (20 mm) como criterio de falla para la subrasante para pavimento en zona rural. se utilizó un suelo de subrasante de arena limosa mezclada con un contenido

óptimo de cenizas volantes y dos tipos diferentes de fibras que varían en su resistencia a la tracción y coeficiente de fricción. se llevaron a cabo ensayos triaxiales repetidos en muestras.

A nivel regional en el Perú es de suma importancia representar con una construcción vial de pavimentos o vías de carretera que se deben encontrar en buen estado y así poder certificar un transporte seguro y eficaz a la sociedad, afirmó que el Perú se produce una gran cantidad de residuos procesados para su uso en diversas actividades de ingeniería. antes de que los materiales de desecho puedan usarse en la estabilización de la subrasante, los desechos primero deben procesarse para eliminar los productos químicos tóxicos y la contaminación para que sean aptos para su uso como aditivo en la construcción de carreteras. podría decirse que el uso de desechos procesados en la estabilización de la subrasante es la nueva tendencia en la estabilización química de los materiales de la subrasante. esto tiene como objetivo reducir la cantidad de manifestaciones de gases de efecto invernadero y los efectos ambientales asociados con la producción de cemento y cal. una gran cantidad de residuos procesados se produce en todo el mundo para su uso en diversas actividades de ingeniería. sin embargo, se han planteado muchas preocupaciones con respecto al costo y los efectos ambientales asociados con el proceso de producción de estos materiales de desecho.<sup>2</sup> emitidos durante el procesamiento de residuos.

A nivel local, en el distrito de Livitaca, se encuentra ubicado en la trocha carrozable en la provincia del Cusco; este tramo de carretera tiene una estructura de suelo tan característica que la planificación del desarrollo requiere un estudio profundo. a menudo, los materiales de la subrasante no tienen la capacidad suficiente para soportar el peso del pavimento de la carretera y la carga del tráfico y requerirán algún tipo de modificación y reingeniería para mejorar su capacidad de carga. las técnicas químicas de estabilización de la subrasante, que utilizan aglutinantes tradicionales (como cemento y cal), se utilizan regularmente para estabilizar los materiales expansivos de la subrasante y han demostrado ser un enfoque eficaz. sin embargo, el uso de

cemento y cal en la estabilización de la subrasante de las carreteras ha resultado muy costoso y también insostenible debido a los efectos ambientales asociados con el uso del cemento y su producción.

Por lo siguiente planteamos los siguientes problemas general: ¿Cómo influye la adición de biorresiduos para el MPS de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2022? Los problemas específicos son: ¿En qué medida influye la incorporación de biorresiduos en la plasticidad para el MPS de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2022?, ¿En qué medida influye la incorporación de biorresiduos en la compactación para el MPS de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2022?, ¿En qué medida influye la incorporación de biorresiduos en la resistencia para el MPS de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022?

Por lo siguiente se tiene la justificación teórica: se aborda la teoría de resistencia la cortante del suelo, por lo cual es importante para futuras investigaciones. justificación metodológica: esta investigación se da como objetivo el proceso metodológico de acuerdo con guías e investigaciones por lo tanto se realizará ensayo de laboratorios siendo esto una investigación cuantitativa justificación técnica se resolverá el problema técnico de mejorar un suelo poco resistente aplicando en un biorresiduo. justificación social esta investigación beneficiará económicamente a la construcción civil se justifica porque permitirá investigar nuevos materiales para la ingeniería civil. A partir del punto de vista social se consigue lograr interesantes efectos de la reducción del costo de las obras al usar un material de desperdicio cuyo costo es prácticamente nulo justificación económica el biorresiduo que usaremos será un material reciclado el costo será nulo ya que este material es desechado al río Huatanay, los desechos procesados derivados de los subproductos industriales que a menudo se vierten en los vertederos se pueden usar como aditivos en la estabilización de la subrasante de las carreteras. el uso de desechos procesados para así de esa forma mejorar las propiedades geotécnicas y de ingeniería de la subrasante de carreteras expansivas es menos costoso que el cemento y la cal y puede dominar la cantidad de gases de resultado invernadero emitidos a la atmósfera. los desechos procesados

justificación ambiental se demuestra debido a que la tesis aporta los fundamentos para la aplicación de economía circular a la vez que se aprovechan biorresiduos que pretenden reducir la contaminación ambiental.

Objetivo general: Evaluar cómo influye la adición de biorresiduos para el MPS de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022. Los objetivos específicos son: Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos en la plasticidad para el MPS de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022, Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos la compactación para el MPS de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022, Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos la resistencia para el MPS de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022.

hipo tesis general: La incorporación de biorresiduos para mejoramiento en las propiedades físicas subrasante de suelo limoso de trocha carrozable Livitaca, cusco, 2022. hipo tesis específicas: La incorporación de biorresiduo tiene un efecto significativo en las propiedades físicas de la subrasante en el suelo limoso de la trocha carrozable Livitaca, cusco, 2022. La adición de biorresiduos tiene un efecto significativo en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo limoso de la trocha carrozable Livitaca, cusco, 2022.

## II MARCO TEORICO

A fin de continuar desenvolviéndose con el trabajo de investigación nos encontramos con diferentes antecedentes que años atrás se llegaron a investigar, por ende. tenemos en el ámbito. A nivel internacional C. Kraus y D. Hirmas, y J. Roberts (2017) tiene como objetivos estabilizados en sangre se probaron para de esa manera se pueda fijar la resistencia a la compresión a 7, 14, 28 días. Los resultados muestran la fuerza de compresión de la sangre-apuñala realizados cilindros para exceder el control cilíndrico-Disminuye aproximadamente un 36% a los 28 días. La bio estabilización de la tierra apisonada con sangre es prometedora para un entorno construido más sostenible. metodología: A lo largo de la literatura sobre arquitectura de tierra, las referencias al uso histórico de los animales por-los productos como la sangre, el estiércol y la orina para aumentar la firmeza a la compresión y de esa manera la resistencia a la humedad es bastante común. Sin embargo, se ha realizado poca investigación empírica para corroborar estas prácticas. En este documento, presentar los resultados extraer el contenido óptimo de humedad 6.71% para alcanzar la máxima densidad seca Basado en resultados de mayor resistencia a la compresión en experimentos anteriores, la humedad óptima con-la tierra se incrementó en un 10%, lo que resultó en un total Contenido del 7,38%. Desde el suelo utilizado para esto el experimento contenía un contenido de agua residual del 1,30% en masa, un 6,08% adicional de agua subterránea artificial se agregó para aumentar del contenido de humedad de la muestra correspondiente al 7,38%. Así, para las muestras de control, artificial agua subterránea era añadida de tal manera que la mezcla final contenía 73,8 ml por 1 kg de suelo. Del mismo modo, para las muestras de tratamiento, se agregó sangre en el mismo volumen-para-relación de masa como control. conclusión La gestión de residuos sólidos debe tratarse como una actividad integrada que implica a especialistas / especializaciones multidisciplinares-

Indian J.Sci.Res (2018). En este trabajo se tuvo como objetivo establecer estas características del suelo rojo seleccionado se cumplió pruebas de laboratorio como LL, PL y CBR, Determinar las propiedades anteriores del

suelo mezclado con cáscara de huevo en proporciones variables, Comparar los diversos cambios ocurridos en el suelo con los estabilizadores, es decir, cáscara de huevo metodología carbonato con un peso de 5,5 gr. De la cáscara de huevo esto contiene alrededor del 0,3% de magnesio, como también el fósforo y trazas de sodio, zinc, potasio, hierro, cobre y manganeso, tiene muchos factores que influyen la cascara de huevo que son la adecuación de los nutrientes, el problema de salud de la parvada, la condición ambiental y la reproducción. resultados el material seleccionado para su uso en la construcción de la subrasante debe tener la resistencia adecuada y, al mismo tiempo, debe ser económico para su uso. En vista de la presente investigación se ha llevado a cabo con material fácilmente disponible como polvo de cáscara de huevo en combinación con suelo rojo disponible localmente. Se observan las propiedades índices del suelo para clasificar el suelo. Dado que CBR es un criterio importante en la infraestructura de diseño de pavimentos flexibles, la mejora de la tenacidad se ha encontrado en términos de CBR en el presente estudio. resultados de las pruebas de laboratorio exponen una marcada mejora de la resistencia del suelo con la adición de cáscara de huevo con respecto a la relación de carga de California (CBR) en condiciones no empapadas.

conclusiones El tratamiento del suelo con una mezcla como polvo de cáscara de huevo ha resultado en un cambio en el límite de Atterberg. Líquido Polvo de cáscara de huevo mezclado El suelo disminuye con las proporciones crecientes de la mezcla. El polvo de cáscara de huevo tiene un alto potencial para perfeccionar las propiedades de ingeniería del suelo de suelo rojo y una marcada mayor influencia en las características de resistencia del suelo.

Mercedes, Siza (2017). En este trabajo el objetivo lograr la firmeza y la resistencia a la compresión del adobe artesanal esto debidamente fijado con, sangre de toro, estiércol de vaca, savia de penca, tuna y paja; para así poder establecer su procedimiento sísmico utilizando un guía a escala metodología estos materiales debidamente propuestos por las normas para estabilizar el adobe artesanal están acompañados de la tecnología ancestral que antiguamente ha sido utilizado por los ancestros , en este proyecto se

requiere estudiar su firmeza a la compresión mediante materia prima de adobe fijado con diferentes materia prima (, sangre de toro, savia de penca de tuna, paja, estiércol de vaca) en diferentes mezclas y misiones. resultados Se utilizo diferentes tipos de estabilizadores naturales adquiridos: paja, estiércol de vaca, savia de penca de tuna y sangre de toro; los cuales previa a la producción de los adobes artesanales poseerán un asunto de preparación. conclusiones Los adobes artesanales básicos elaborados con barro dormido más agua, obtuvieron una resistencia a compresión de 9,84kg/cm<sup>2</sup> a los 30 días, Los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro obtuvieron una resistencia a compresión de 10,36 kg/cm<sup>2</sup> a los 30 días, se registró un incremento en su resistencia a compresión del 5,28% con respecto al adobe artesanal básico Los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro y paja alcanzaron una resistencia a compresión de 9,90 kg/cm<sup>2</sup> a los 30 días, se notó un incremento en su resistencia a compresión del 0,61% con respecto al adobe artesanal básico. Los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro y estiércol de vaca lograron una resistencia a compresión de 11,29 kg/cm<sup>2</sup> a los 30 días, logrando un incremento de la resistencia a compresión del 14,74% con respecto al adobe artesanal básico.

A nivel nacional Contreras (2021). el objetivo de esta tesis fue reutilizar los desechos de industria avícola para MPF mecánicas de un suelo limoso objetivo, reutilizar la sangre de avícola y la cascara de huevo, que deseen realizar investigaciones sobre el uso de lo que son desechos y materiales reciclados disponible para aplicaciones de ingeniería civil. metodología el aporte de la presente investigación es fundamentar consciente de otros materiales reciclados que se están utilizando en aplicaciones de construcción, los desechos de industria avícola en forma de fibras de queratina como plumas, reducen la densidad seca de un suelo limoso de subrasante de la zona de San Sebastián en el cusco desde 1.74 g/cm<sup>3</sup> hasta 1.70 g/cm<sup>3</sup>, aproximadamente el 2.30%. los desechos de industria avícola en forma de hierro en sangre, incrementa la densidad seca de un suelo limoso de subrasante de la zona de San Sebastián en el Cusco desde 1.721 g/cm<sup>3</sup>

hasta 1.726 g/cm<sup>3</sup>, lo cual hace aproximadamente 0.25%. Los desechos de industria avícola en forma de calcio de huevos rotos, incrementan la densidad seca de un suelo limoso de subrasante de la zona de San Sebastián en el Cusco desde 1.731 g/cm<sup>3</sup> hasta 1.717 g/cm<sup>3</sup>, haciendo un incremento de 0.8%, los desechos de industria avícola en forma de fibras de queratina como plumas, incrementan la cohesión de un suelo limoso de subrasante de la zona de San Sebastián en el Cusco desde 4.438 kg/cm<sup>2</sup> hasta 5.148 kg/cm<sup>2</sup> haciendo un incremento de 13.8%, los desechos de industria avícola en forma de hierro en sangre, incrementan la cohesión de un suelo limoso de subrasante de la zona de San Sebastián en el Cusco desde 3.784 kg/cm<sup>2</sup> hasta 5.802 kg/cm<sup>2</sup> lo que significa un incremento de 34.8%, los desechos de industria avícola en forma de calcio de huevos rotos, incrementan la cohesión de un suelo limoso de subrasante de la zona de San Sebastián en el Cusco desde 3.844 kg/cm<sup>2</sup> hasta 5.742 kg/cm<sup>2</sup> lo cual significa un incremento de 33.1%, los desechos de industria avícola en forma de fibras de queratina como plumas, aumentan la ascensión capilar de un suelo limoso de subrasante de la zona de San Sebastián en el Cusco desde 45.636% hasta 58.214% lo cual significa un incremento de 21.6%, los desechos de industria avícola en forma de hierro en sangre, reducen la ascensión capilar de un suelo limoso de subrasante de la zona de San Sebastián en el Cusco desde 66.433% hasta 37.416% lo cual se traduce en una reducción de la ascensión capilar de 77.6%, los desechos de industria avícola en forma de calcio de huevos rotos, incrementan la ascensión capilar de un suelo limoso de subrasante de la zona de San Sebastián en el Cusco desde 49.839% hasta 54.011% haciendo un incremento de 7.7%.

Huamani (2021) como objetivo fue sobre arquitectura de tierra, referencias al uso histórico de animal por-productos tales como sangre, cartílago aumentar la compresión fuerza y humedad la resistencia es bastante común. metodología a través de la paulatina evolución memética significados persistió o no, estabilizado en sangre incrementado en la subrasante poseer una mayor resistencia, resistencia a la humedad y durabilidad. resultados prueba la firmeza a la compresión de la sangre tierra apisonada estabilizada.

Sangre resultados el cartílago mejora la cohesión del suelo limoso RSD=1.068; DF=6; Q2=0.266 Interval=0.90 cofidence, La sangre mejora la cohesión RSD=1.068; DF=6; Q2=0.266 Interval=0.90

Arbulu (2021) como objetivo sustituir el cemento para mejora de suelos, reaprovechando residuo de la industria quesera. Metodología Los catalizadores que mejoran notablemente el suero son: Yogurt, Caolinita y Sangre. Los catalizadores que empeoran grandemente el efecto del suero son: la cal y la bentonita. El lignosulfonato mejora ligeramente el suero. Los factores como: jugo de limón, grasa y azúcar no tienen ningún efecto en el suero. resultados La presencia de yogurt ayuda al suero a que eleve la resistencia desde 9.8 kg/cm<sup>2</sup> hasta 12.50 kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 27.6% más que si sólo se pusiera suero, la presencia de caolinita ayuda al suero a que eleve la resistencia desde 10.0 kg/cm<sup>2</sup> hasta 12.23 kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 22.3% más que si sólo se pusiera suero, la presencia de sangre ayuda al suero a que eleve la resistencia desde 10.24 kg/cm<sup>2</sup> hasta 12.1 kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 18.2% más que si sólo se pusiera suero, la presencia de lignosulfonato ayuda al suero a que eleve la resistencia desde 10.8 kg/cm<sup>2</sup> hasta 11.5 kg/cm<sup>2</sup>, es decir un 6.5% más que si sólo se pusiera suero. Conclusión: esta es quizá la conclusión más saltante: para el suelo de Senqa la mejora de la resistencia debida a la triada (SanCaoYo = Sangre+Caolín+Yogurt) es de 45%. Por otro lado, la mejora para el suelo de Piñipampa con la triada SanCaoYo es de 46%. Mientras que, para el suelo de San Sebastián, que es el por desde todo punto de vista, la mejora llega a un sorprendente 606% gracias a la presencia de la triada catalizadora SanCaoYo

Se tomó en cuenta artículos de investigación Akinola Johnson Olarewaju (2019). Qué tiene como objetivo Este estudio tiene como objetivo determinar las propiedades geotécnicas del suelo laterítico estabilizado con cáscara de huevo con el fin de determinar su idoneidad como agente estabilizador para suelos lateríticos. Las pruebas de laboratorio se llevaron a cabo en suelo laterítico estabilizado con cáscara de huevo y suelo laterítico estabilizado

con cemento de acuerdo con BS 1377 (1990). El suelo laterítico estabilizado con cemento sirvió como experimento de control. Los resultados de los límites de Atterberg, la relación de carga de California y las pruebas de compactación indican que el suelo laterítico estabilizado con cáscara de huevo al 8 % tiene propiedades de ingeniería similares a las del suelo laterítico estabilizado con cemento al 2 %. Aunque a partir de este estudio, se ha encontrado que el polvo de cáscara de huevo mezclado con suelo laterítico posee propiedades de unión bajas, se puede usar para mejorar significativamente la resistencia del suelo para usar como subrasante donde no es necesario un rendimiento muy alto. Podría servir como un reemplazo justo para su uso como estabilizadores para la subrasante, pero no para la base y la subbase. La capacidad como estabilizador no cumple con el requisito mínimo para su uso como materiales de base y subbase para la construcción de carreteras.

Se tomará en cuenta también revista internacional de investigación y tecnología en ingeniería Vilca Cuarez (2021) como objetivo M. determinar de qué manera las propiedades de la incorporación del PCH mejoran los suelos arcillosos a nivel de subrasantes; dicha investigación utilizó la metodología experimental, realizando ensayos en Laboratorio de Suelos para determinar el CBR y la MDS de un suelo arcilloso en estado natural y con la incorporación del PCH en dosificaciones de 5%, 10%, 12% y 15%. metodología experimental, realizando ensayos en Laboratorio de Suelos para determinar el CBR y la MDS de un suelo arcilloso en estado natural y con la incorporación del PCH en dosificaciones de 5%, 10%, 12% y 15%. los resultados en estado natural 1.343gr/cm<sup>3</sup> y con adición del PCH, 1.463gr/cm<sup>3</sup>(5%), 1.584gr/cm<sup>3</sup>(10%), 1.635gr/cm<sup>3</sup>(12%), 1.711gr/cm<sup>3</sup>(15%), en el ensayo de CBR al 95% de la máxima densidad seca en estado natural 2.3%, con adición del PCH, 3.2%, 5.2%, 6.1%, 7.0% respecto a las dosificaciones de 5%, 10%, 12% y 15%, donde se recomienda seguir investigando con dosificaciones mayores a las investigadas conclusiones. Se evaluó que las propiedades físicas que tienen los suelos limoso a nivel de subrasantes en Pichiwillca-La Mar, son inadecuados para su uso como

material propio siendo la C-6 la más desfavorable respecto al ensayo del LL=88.5%, LP=38.7%, IP=49.8% y del ensayo granulométrico dándonos una clasificación SUCS-AASHTO con simbología de grupo MH A-7-6 (57) el cual representa un suelo arcilloso de plasticidad alta y una subrasante muy pobre de acuerdo a su IG, de esta manera se evaluó el mejoramiento de la subrasante empleando la incorporación del PCH; tendiendo un incremento en las propiedades físicas-mecánicas, además de mejorar la categorización de la subrasante de pobre a regular en los ensayos de CBR con dosificación del 15% del PCH. Previamente a comparaciones de ensayos en estado natural el cual nos dan valores bajos sin el uso del PCH, además para el mejoramiento del suelo limoso influyó mucho las propiedades de CARBONATO DE CALCIO en un 91.2%.

Salman, A. M., Zhang, Kun; Rampazzi, (2019) revista internacional como objetivo analizarlos, a fin de comprender las características químicas, mineralógicas y físicas de tales composiciones, a partir de un espécimen de referencia en blanco. se encontraron algunos problemas en la preparación de las muestras, como las diferencias entre los materiales antiguos mencionados en la receta histórica y los disponibles en la actualidad. metodología la sangre de buey era uno de los aditivos proteicos más comunes. según muchas fuentes históricas, se usó específicamente por sus propiedades hidrofóbicas, y los morteros hidráulicos con adición de sangre se describieron con frecuencia como duros, adhesivos y duraderos. además de mejorar las propiedades de los morteros, su uso en arquitectura también podría considerarse como un medio de eliminación de residuos de mataderos para evitar la contaminación ambiental, especialmente en las grandes ciudades. el uso de sangre animal en morteros se menciona en muchos textos antiguos, tanto de Europa como de Asia; con el surgimiento y desarrollo de la química moderna en los siglos xviii y xix, relatos históricos dan testimonio de recetas con composiciones más precisas y aplicaciones más específicas de tales morteros. según estas recetas, se utilizaban mayoritariamente como colas o masillas para elementos cerámicos, vítreos, metálicos, pero además la adición de sangre también se utilizaba en las

mezclas de los morteros. por ejemplo, una serie de morteros de cal-puzolana adicionados con sangre de buey, con calidad impermeabilizante, fueron registrados en tratados franceses. la sangre de buey también se usó para apagar o mezclar directamente la cal. resultados uso de sangre completa que contiene fibrina, o solo el suero sanguíneo. en algunos casos fue aclarado, por ejemplo, por carbonell y guyton de moreau, que el suero sanguíneo podría usarse para producir yesos de color más claro, para cubrir las superficies exteriores de piedras y paredes. en esta investigación se han preparado muestras con sangre entera, intentando añadir la sangre en forma no coagulada eliminando las fibrinas después de su recogida. tras la observación visual de los especímenes endurecidos, es de tipo color rojo oscuro distintivo en la superficie gigante de los especímenes con adición de sangre, lo que probablemente corresponde a la descripción de la literatura sobre el uso de sangre de buey como colorantes. conclusiones la superficie externa y el volumen interno de los especímenes se observaron por intermedio de la microscopía electrónica de barrido y los resultados dieron algunas primeras indicaciones sobre la microestructura y la morfología de los especímenes examinados. el espécimen de color rojo oscuro distintivo en la superficie superior de las muestras con adición de sangre, lo que probablemente corresponde a la descripción de la literatura sobre el uso de sangre de buey como colorantes.

Reza Pahlevi Munirwan (2019) The behavior of clay soil often becomes problematic for the building above it. One problem is its shrinking and swelling behavior which is affected by its water content, which also frequently influences the soil bearing of capacity in holding the load of the building above it. The powder from eggshell which abbreviated as ESP is a food industry waste that is high calcium and not often used for reprocessing. This experiment purposes is to know the effect of adding ESP as a stabilizing material in clay. Soil sample for laboratory testing was carried out from Cot Bagie Village, Blang Bintang, Aceh Besar District, and Aceh Province. From AASHTO classification system, the soil sample is A-7-5 (21) and from USCS system, is organic clay with high plasticity (OH).The percentages of ESP

added are 0%, 3%, 6% and 9% of the dry weight of the clay for experiment on laboratory. The Atterberg Limit parameters commonly incline with ESP addition. Based on the standard Proctor test, the original soil has an Optimum Moisture Content (OMC) of 19.8% and a maximum dry unit weight ( $\gamma_d$  max) of 1.367 gr/cm<sup>3</sup>. Overall, adding ESP to the clay sample increases the mechanical properties of soil compared to the sample without ESP. Thus, the use of ESP for stabilization in this experiment can improve the bearing capacity, so that it is beneficial for

construction in the field Language of text : English (Vilenius, 2019). Orkas et al. (2001) found that resin-bonded foundry sand is a Good substitute for natural sands in various engineering applications, e.g. asphalt concrete and cement concrete, landfill mineral liners and so forth metodología Typical mixing method for concrete fabrication was followed to prepare stabilized mixtures of the WFS and quarry fines in Aalto University's Concrete Laboratory. Stabilized mixtures of the WFS and crushed rock were manually prepared due to the limited capability of mixing machine in availability". the resultados "of the flexural tensile and uniaxial compressive strength tests are in line with the ucs of stabilized wfs mixtures. quick cement is the strongest binder under three-point bending and compressive loadings, followed by the ecolan's binder. the flexural tensile strength of fly ash with activator remains the lowest, whereas bio ash with activator shows slightly higher strength comparatively. this might be explained by a higher degree of activator concentration of the bio-ash mixture". the conclusions "In order to improve the mechanical properties of the stabilized WFS and enable its high-volume applications in pavement structural layers, coarser aggregates were added to fabricate stabilized WFS mixtures. Sustainable stabilizers containing one or several kinds of the quick cement, fly ash, bio ash or lime were adopted for the mixtures. The viability of such stabilized WFS mixtures for applications in pavements was evaluated in terms of strength and durability by series of laboratory tests. Generally, the mixtures have shown great potentials for the intended applications even though further study is necessary in enhancing

the early-stage strength for the mixtures by activated fly ash and bio ash-based stabilizers”

Como parte de nuestra **base teórica** tenemos **bio residuo que es la sangre de camal** : “según los investigadores irlandeses del teagasc se considera que es de mucha importancia recuperar algunos subproductos de la industria cárnica que son (los camales municipales) en este caso la sangre de animal que es un subproducto que se llegan a generar en grandiosas cantidades en los mataderos según varios expertos que la sangre de animal es un gran recurso con gran potencial que nos ayudara a reducir el impacto ambiental de alguna otra manera mejorar la sostenibilidad de los matados y reducir el gran desperdicio que se hace en los camales municipales”<sup>1</sup>, en lo cual se muestra en la figura N°1.

*Figura 1. Sangre de camal*



*Fuente: Nordic Food Lab (2017)*

Objetivo: el término "sangre" se entiende aquí como sangre animal entera o un extracto de sangre animal que contiene hemoglobina. entre los extractos de sangre animal que son adecuados, se pueden mencionar en particular los siguientes: los glóbulos, es decir, todos los elementos constituidos por glóbulos rojos, los glóbulos blancos y los trombocitos, resultantes de la eliminación del plasma; los glóbulos rojos y el coágulo que es la materia colorante de los glóbulos rojos. se ha comprobado que, en la sangre, son principalmente los glóbulos rojos y la hemoglobina los que tienen las

---

<sup>1</sup> Castro, Vinueza (2021)

deseadas propiedades de incorporación de aire. por lo tanto, por razones económicas, se puede utilizar preferentemente sangre entera o un extracto de sangre más o menos rica en glóbulos rojos o hemoglobina, dependiendo de los costes del tratamiento de la sangre, como podemos observar en la figura N°2.

*Figura 2. camal municipal de Cusco- San Jerónimo.*



*Fuente: Redacción diario correo (2020)*

**Composición química de la sangre:** se evaluaron las características hematológicas, químicas y funcionales de sangre de porcino, pollo y pato. una muestra de sangre porcina mostró la mayor cantidad de glóbulos rojos, concentración de hemoglobina, volumen de células empaquetadas y contenido de proteína plasmática, así como su sangre liofilizada poseía los contenidos más altos de proteína, grasa, cu y cr con el mayor porcentaje de hierro hemo ( $p < 0,05$ ). a diferencia de la sangre porcina, la sangre de pollo mostró un buen equilibrio en algunos aminoácidos esenciales, específicamente para un mayor contenido de isoleucina ( $p < 0,05$ ). además, poseía los contenidos más altos de carbohidratos, zn y hierro no hemo ( $p < 0,05$ ). la respuesta más rápida para formar un gel fuerte, especialmente a 70 °c y 80 °c, se encontró en la sangre de pollo, seguida de la sangre de pato y cerdo, respectivamente. el resultado de relación de acción de la líquido (EAI) y el índice de estabilidad de la emulsión (ESI) a la baja concentración de proteína indicó que la sangre de pollo tenía las propiedades de emulsión más superiores ( $p < 0,05$ ). en cuanto a la sangre

de pato, presentó el mayor contenido de mg y mn ( $p < 0,05$ ). además, la sangre de pato tuvo propiedades espumantes similares a la sangre porcina en la que mostró valores más altos que la sangre de pollo ( $p < 0,05$ ). por lo tanto, las características específicas de la sangre se vieron disminuidas por las especies animales en las que esta información podría usarse como complemento alimenticio o desarrollo de productos en función de sus aplicaciones potenciales.

**Tabla 1.** Composición química de sangre (g/100g porción comestible)

	Agua	Proteína*	Grasa	Carbohidratos	Energía (KJ)
Sangre (Vacuno)	80,5	17,3	0,13	0,065	335

\* 1,2 g de globulinas, 2,3 g de albuminas y 13,8g de hemoglobinas

*Fuente: Catalina, wilians 2016, pag.25*

**Propiedades físicas de la sangre:** se ha comprobado que, en la sangre, son principalmente los glóbulos rojos y la hemoglobina los que tienen las deseadas propiedades de incorporación de aire. por lo tanto, por razones económicas, se puede utilizar preferentemente sangre entera o un extracto de sangre más o menos rica en glóbulos rojos o hemoglobina, dependiendo de los costes del tratamiento de la sangre (Optima 8000, Perkin Elmer Instruments, USA) según el método de [AOAC \(2012\)](#). las muestras (4 g) se mezclaron con 4 ml de ácido nítrico concentrado y se agitaron vigorosamente durante 5 min. a continuación, las mezclas se calentaron utilizando una placa caliente hasta que se completó la digestión. las muestras digeridas se transfirieron a un matraz aforado y se llevó a volumen hasta 25 ml con agua desionizada. la solución se sometió a análisis ICP-OES. las longitudes de onda para el análisis de Fe, Mg, Zn, Cu, Mn, Cr y Se fueron 238,204, 285,213, 206,200, 327,393, 257,610, 267,716 y 196,026 nm, respectivamente. La concentración de mineral se calculó y expresó como mg/kg de peso seco.

Figura 3. Método de las propiedades

$$\text{MCV ( femtolitro, fL )} = \frac{\text{PCV ( \% )} \times 10}{\text{Recuento de glóbulos rojos ( } \times 10^6 / \text{ M L)}$$
$$\text{MCH ( pictograma, pág )} = \frac{\text{Hb ( g/dL )} \times 10}{\text{Recuento de glóbulos rojos ( } \times 10^6 / \text{ l)}$$
$$\text{MCHC ( g/dL )} = \frac{\text{Hb ( g/dL )} \times 10}{\text{PCV ( \% )}$$

Fuente: Colmillo Shiqiang 2015

**Color:** los glóbulos, es decir, todos los elementos constituidos por los glóbulos rojos, como también los glóbulos blancos y los trombocitos, resultantes de la eliminación del plasma; los glóbulos rojos y el crúor que es la elemento pigmento de los glóbulos rojos se ha comprobado que, en la sangre, son principalmente los glóbulos rojos y la hemoglobina los que tienen las deseadas propiedades de incorporación de aire. Por lo tanto, por razones económicas, se puede utilizar preferentemente sangre entera o un extracto de sangre más o menos rica en glóbulos rojos o hemoglobina, dependiendo de los costes del tratamiento de la sangre.

**Composición nutricional:** a continuación, en la tabla N° 2 se presenta los datos correspondientes de acuerdo que se hace el sacrificio en camales

Tabla 2. Composición nutricional de la sangre.

<b>Energía (Kcal)</b>	81	20
<b>Proteínas (g)</b>	18	4,5
<b>Lípidos totales (g)</b>	1	0,25
AG saturados (g)	—	—
AG monoinsaturados (g)	—	—
AG poliinsaturados (g)	—	—
$\omega$ -3 (g)	—	—
C18:2 Linoleico ( $\omega$ -6) (g)	—	—
Colesterol (mg/1000 kcal)	40	8
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	Tr	Tr
Fibra (g)	0	0
Agua (g)	81	20,3
<b>Calcio (mg)</b>	8	2
<b>Hierro (mg)</b>	52	13
Yodo ( $\mu$ g)	—	—
<b>Magnesio (mg)</b>	10	2,5
Zinc (mg)	—	—
Sodio (mg)	207	51,8
Potasio (mg)	174	43,5
Fósforo (mg)	74	18,5
Selenio ( $\mu$ g)	—	—
<b>Tiamina (mg)</b>	—	—
Riboflavina (mg)	0,15	0,04
Equivalentes niacina (mg)	—	—
Vitamina B <sub>5</sub> (mg)	—	—
Folatos ( $\mu$ g)	—	—
Vitamina B <sub>12</sub> ( $\mu$ g)	—	—
Vitamina C (mg)	2	0,5
Vitamina A: Eq. Retinol ( $\mu$ g)	—	—
Vitamina D ( $\mu$ g)	—	—
Vitamina E (mg)	—	—

*Fuente: Catalina, wilians 2016, pag.26*

**Disponibilidad de sangre:** En un matadero, se sacrifican cerdos y vacas para la producción de alimentos. El matadero utiliza una bomba lobular rotativa börger para transferir sangre animal. Una vez sacrificados los animales, la sangre escurre en la zona de sangrado. Hay un recipiente grande de acero inoxidable para recolectar toda la sangre que fluye de la incisión. la bomba lobular rotativa de börger transporta la sangre desde un hueco en el recipiente hasta un tanque de almacenamiento o a veces se vierte al rio el procesamiento produce desechos orgánicos muy fuertes de los fluidos corporales, como la sangre y el contenido intestinal. los pasos principales en el procesamiento del ganado incluyen la extracción y el sangrado, el escaldado y/o la eliminación de la piel, la evisceración de los órganos internos, el lavado, el enfriamiento y el enfriamiento, el empaque y la limpieza”

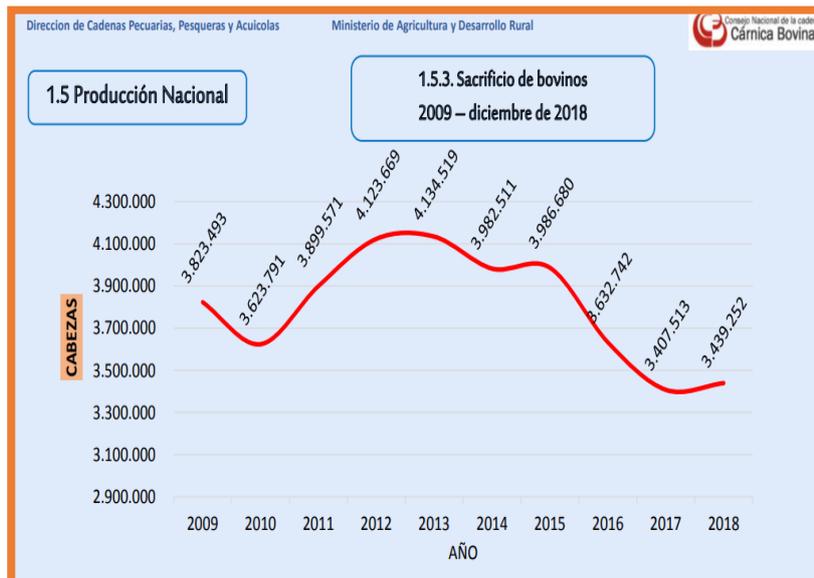
Figura 4: Inspección en camal Municipal de San Jerónimo



Fuente: Propia

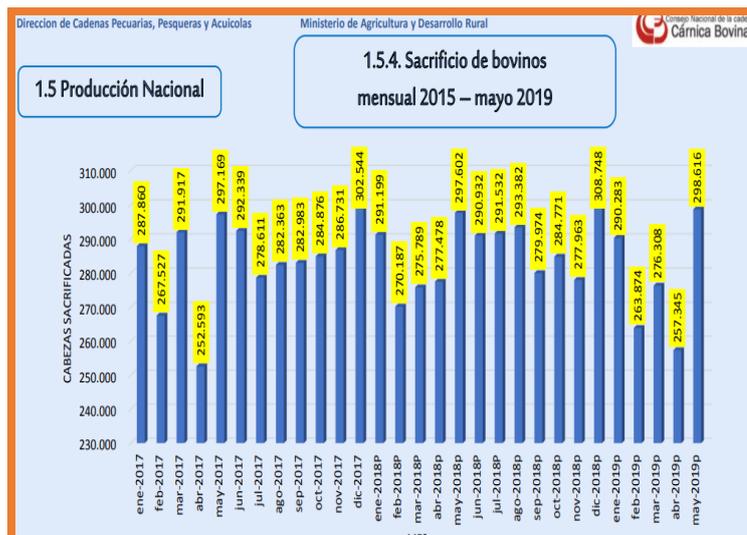
**Enfoques Conceptuales:** La sangre de camal de residuo, es la sangre que se produce como residuo en un camal. las dimensiones son las dosis que se aplicaran al suelo de subrasante limosa. es la resistencia cbr que se mide en el suelo a través de cualquier método ya sea en laboratorio o in-situ, el cbr es un valor porcentual y sirve para el proyecto de la colocación del pavimento. los suelos limosos suelen tener un CBR menor a 6%

Figura 5. Sacrificios de animales por cada año en los camales de Ecuador.



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2019)

Figura 6. Sacrificios de animales mensuales en los camales de Ecuador.



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2019)

### Visita a la instalación del camal Municipal de cusco

Para el presente estudio del manejo de biorresiduos del camal de la ciudad de Cusco se realizó la visita a las instalaciones del camal para el cual se tuvo que presentar una carta a la municipalidad distrital de san jerónimo solicitando permiso para el ingreso ya que solamente pueden ingresar personal autorizado. Ya obteniendo los permisos correspondientes, se realizó la inspección para lo cual el personal administrativo de la planta del camal y autoridades de la municipalidad de San Jerónimo. Según la información obtenida y proporciona por el técnico del camal donde se manifestó que se faenan 100 a 90 bovinos, 25 porcinas, 75 a 80 ovinos por día dicha actividad se realizan durante cinco días a la semana (martes, miércoles, jueves, viernes, sábado) dando una producción semanal de 840 reses. Producto a este faenamamiento tenemos como desechos la sangre la sangre animal es un subproducto de los mataderos y contiene proteínas de alto valor biológico, además de ser una posible fuente de productos biotecnológicos. La sangre contiene aproximadamente un 18 % de proteínas, casi tanto como la carne magra, y en ocasiones se denomina proteína líquida, por su contenido proteínico se descompone con facilidad siendo esto un problema para el medio ambiente ya que será vertida directamente al rio Huatanay así contaminando sus aguas el sacrificio de

un ovino produce 11 a 14 litros de sangre, así teniendo 11,760 litros de sangre.

*Figura 7: Colaboración del personal técnico*



Fuente: elaboración propia (2022)

*Figura 8. Sangre de bovino*



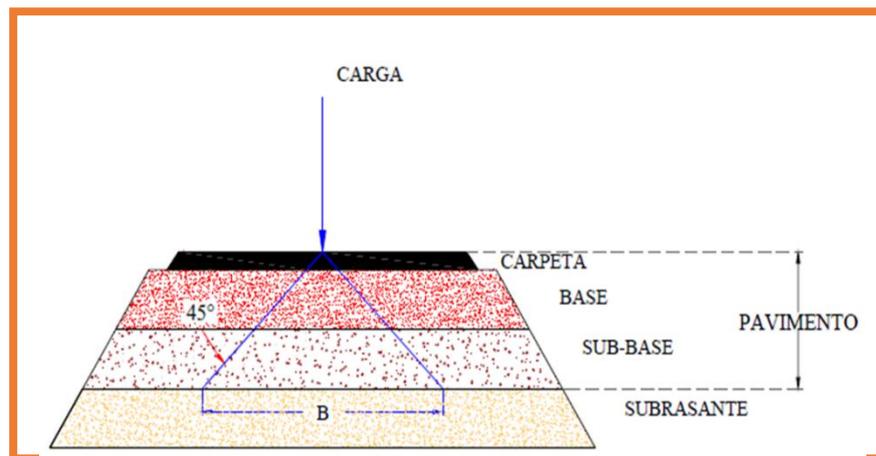
Fuente: Propio (2022)

**Subrasante:** “se define o se comprende como una capa terminada que tiene que soportar o aguantar las cargas que trasmite la colocación de pavimento y darle sustentación y, entre mejor calidad sea nuestra subrasante mejor será la durabilidad de nuestro pavimento”<sup>2</sup>, Los suelos se clasifican para la construcción de pavimentos a fin de predecir el rendimiento de la subrasante. Las propiedades primarias deseadas en los suelos debajo de los pavimentos son la resistencia y el drenaje adecuado. Los cambios de resistencia o volumen relacionados con la humedad, la resistividad a la

<sup>2</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021)

acción de las heladas y los rasgos de compactación es de mucha importancia para comprender y abordar según sea necesario para permitir una buena construcción y una futura duración del pavimento. Según (MTC EM 115) En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo Proctor modificado<sup>3</sup>.

*Figura 9. Transmisión de cargas en capas inferiores.*



*Fuente: Quea Ampa 2021, Pag. 28*

**Caracterización de la subrasante:** “Según la MTC (2014) los rasgos físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se debe realizar una calicata 1.50 m de profundidad mínima; Si dicha vía según el cuadro es de bajo volumen de tránsito ( $IMDA \leq 200$  veh/día) solo será necesario la construcción de una calicata por kilómetro. También es obligatorio considerar que, si la topografía en la zona de estudio es inestable, tanto que generen cambios en el perfil del terraplén, o si la naturaleza del suelo varía considerablemente, se deben ejecutar más calicatas por kilómetro según la (MTC)<sup>4</sup>.

La caracterización de la subrasante es muy importante ya que, mediante ella, se podrá determinar la presencia de suelos, arcillosos, orgánicos, napas de agua, rellenos, etc., además que con esta información se logra identificar tramos para un mejoramiento o estabilización de suelos. Si en el estudio se

<sup>3</sup> (Manual de Carreteras 2014)

<sup>4</sup> (Manual de Carreteras 2014)

encuentra zonas rocosas, se deberá considerar lo que establece la norma MTC E101 (Gil y Nuñez, 2018)<sup>5</sup>.

**Tabla 3.** Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

*Fuente:* teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC.

**Consideración en la excavación:** “de acuerdo con la (MTC 2014) las excavaciones que se realicen en la cual obtendremos muestras representativas donde tendremos que trabajar con coordenadas UTM - WGS84 Así mismo se extraerán muestras representativas de la subrasante en el cual tendremos de mucha consideración el espesor, el estado de compacidad, y las características para realizar ensayos en laboratorio, la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera”<sup>6</sup>

<sup>5</sup> (Gil y Nuñez, 2018)

<sup>6</sup> (Manual de Carreteras 2014)

Tabla 4. Número de Ensayos MR y CBR

Tipo de Carretera	N° M <sub>R</sub> y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>● Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>● Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Calzada 2 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>● Calzada 3 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>● Calzada 4 carriles por sentido: 1 M<sub>R</sub> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1 M<sub>R</sub> cada 3 km y 1 CBR cada 1 km</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> <li>● (*)</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cada 2 km se realizará un CBR</li> <li>● (*)</li> </ul>
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Fuente: teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

**Clasificación del tipo de suelo:** Para clasificar los suelos tenemos por ejemplo: “el sistema SUCS lo que debemos saber principalmente es el tipo de suelo dentro de ellos tenemos grava, arena, limo, arcilla, orgánico hay varios métodos o maneras de clasificar para nosotros poder clasificar es la granulometría de suelos y también los límites, el SUCS esta técnica nos permite identificar los suelos en el terreno a trabajar los uno de acuerdo a su actuación puesto que el material función de sus propiedades de granulometría y plasticidad, en cuestión de la definición de AASHTO son de uso específico en las obra de vías, en específico para conducción de la subrasantes y taludes este está enfocado hacia la construcción pistas, carreteras, pavimentos, en general también se basa en clasificar los suelos en la fracción gruesa, fracción fina pero este no ocupa el 50% como el sistema unificada de clasificaciones de suelo si no que este ocupa el 35%

este también clasifica los suelos o los divide en gravas o arena, limo, arcilla”, En este método de clasificación, del suelo se cataloga en función de las características de plasticidad y el tamaño de las partículas del suelo. Las divisiones principales, sin embargo, incluyen tres categorías, a saber, los suelos de grano grueso, los suelos de grano fino y suelos consonantes Los suelos francos son suelos que tienen proporciones aproximadamente, Las principales divisiones del suelo de acuerdo con esta clasificación se han descrito brevemente a continuación

Tabla 5. Clasificación de suelos -Atterberg (sistema internacional)

Clasificación General	Suelos Granulares ( $\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos Finos ( $> 35\%$ Bajo 0,08 mm)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5**
											A-7-6**
2 mm	$\leq 50$										
0,5 mm	$\leq 30$	$\leq 50$	$\geq 51$								
0,08 mm	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$				36			
W <sub>L</sub>				$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$
IP	$\leq 6$		NP	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
	** A-7-5: $IP \leq (W_L - 30)$						** A-7-6: $IP > (W_L - 30)$				
	Si el suelo es NP $\rightarrow$ IG = 0; Si IG < 0 $\rightarrow$ IG = 0										

Fuente: Escala Granulométrica de Udden-Wentworth (2017).

**Suelos finos:** “de acuerdo al convenio con el método unificado de codificación de suelos, el suelo es de grano delicado si más del 50 % del suelo pasa por un tamiz de 0,075 mm. el suelo de grano fino se clasifica además en plástico bajo (l) y plástico alto (h). esta subdivisión de los granulados finos se realiza en base a las características de plasticidad”<sup>7</sup>, el suelo fino significa cuyas partículas individuales no son visibles a simple vista. se dividió en dos partes: arcilla y limos.

Figura 10. Textura de suelo fino.

<sup>7</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021)



*Fuente: Quea Ampa 2021, Pag. 30*

**Suelo grueso:** “Según el sistema unificado de clasificación de suelos, el suelo es de grano grueso si más del 50 % del suelo se retiene en un tamiz de 0,075 mm. el suelo de grano grueso se clasifica además en grava (G) y arena (S).El suelo de grano grueso es grava si más del 50 % de las partículas gruesas se retienen en el tamiz de 4,75 mm; de lo contrario, es arena.”.

*Figura 11. Textura de suelos gruesos.*



*Fuente: Israel Rivas (2015)*

**Tabla 6.** Clases texturales de suelos, según el USDA

Nombres vulgares de los suelos(textura)	Arenoso	Limoso	Arcilloso	Clase textural
Suelos arenosos (textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Suelos francos (textura gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
	23-52	28-50	7-27	Franco
Suelos francos (textura mediana)	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
Suelos francos (textura moderadamente fina)	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
Suelos arcillosos (textura fina)	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

*Fuente:* Escala Granulométrica de Udden-Wentworth (2017).

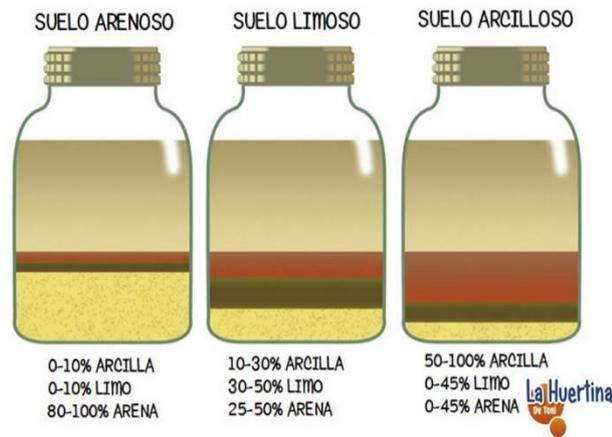
**Arcillosos:** “La arcilla partículas de mínimo tamaño es superior con diámetro 0.005 mm. Son suelos aproximadamente impermeables sino muy tupidos en ausencia de agua. Dominan mucha materia orgánica. Se llama suelo franco a aquel que tiene a corta distancia la misma proporción de las tres clases de partículas mineral<sup>8</sup>”, Todos ellos se caracterizan por la presencia de uno o más minerales arcillosos, junto con cantidades variables de materiales orgánicos y detríticos, entre los que predomina el cuarzo. Los materiales arcillosos son plásticos cuando están húmedos y coherentes cuando están secos. La mayoría de las arcillas son el resultado de la.

**Limosos:** “Estas partículas del volumen medio, el limo, son las que influyen por ello, son suelos que no filtran el agua ágilmente, aguanta numeroso material orgánica, pero se compactan mucho al secarse<sup>9</sup>”, suelo que contiene no menos del 80 por ciento de limo y no más del 12 por ciento de arena. Sus características: son compactas sin llegar a serlo tiene una gran similitud a los arcillosos se producen por sedimentación. Desventajas: no soportan peso y no son estables. Conclusión: el suelo limo se caracteriza por húmedo y frío, por que retiene agua durante bastante tiempo.

<sup>8</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021)

<sup>9</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021)

Figura 12. Análisis de cada suelo.



Fuente: Huertina (2019).

**Sistema AASHTO de Clasificación de Suelo:** El sistema AASHTO de clasificación de suelos fue desarrollado por la oficina de carreteras públicas de EE. UU. en 1920 para la clasificación de suelos para uso en subrasantes de carreteras. fue revisado por AASHTO en 1945. en este sistema, el suelo se clasifica según las características de plasticidad y el tamaño de partícula del suelo. Este sistema clasifica el suelo en siete categorías principales.

Tabla 7. . Correlación del tipo de suelo AASHTO-SUCS.

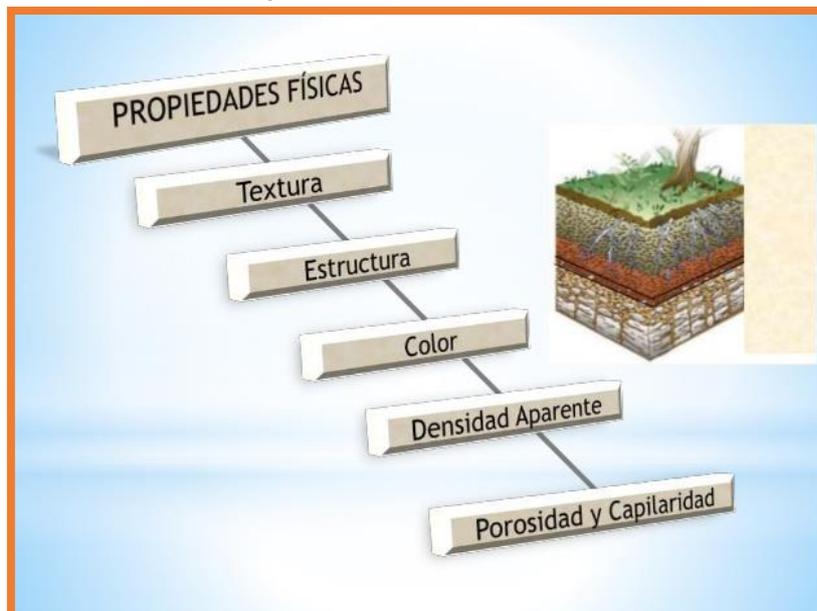
Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: escuela universitaria de oficio (2018).

**Propiedades físicas:** Las propiedades físicas del suelo incluyen propiedades del suelo tanto inherentes como dinámicas. Las propiedades inherentes incluyen la textura del suelo, los materiales originales del suelo y la profundidad del suelo. Las propiedades dinámicas son aquellas que

pueden ser influenciadas por el manejo e incluyen la infiltración, la estabilidad de los agregados, la capacidad de retención de agua del suelo disponible, la materia orgánica del suelo, la porosidad del suelo, las capas de compactación, la formación de costras, la densidad aparente y la estructura. Propiedades físicas del suelo Optimal reducir las limitaciones de crecimiento de la raíz y de la productividad, mejorar la emergencia de las plántulas, la retención de nutrientes y agua, infiltración, y el movimiento de aire y agua dentro del perfil del suelo. Propiedades físicas están directamente relacionados con químicos y óptimos biológicas propiedades que en conjunto mejoran ciclo de los nutrientes y el agua y otras funciones del suelo llave.

*Figura 13. Propiedades físicas del suelo*



*Fuente:* TOMi Inc (2020)

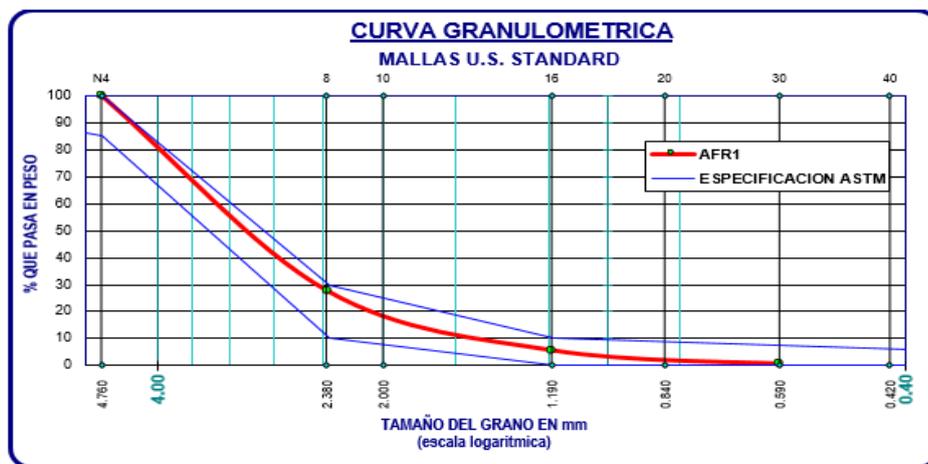
**Estudio mecánico de suelos:** Es obvio que el suelo es un parámetro importante en la construcción, ya que es necesario evaluar las condiciones actuales del sitio para que el proyecto cumpla con el propósito del proyecto. En general, la compactación del suelo es el proceso de aumentar la densidad del suelo, que estará acompañado por la salida de aire entre las partículas del suelo y el logro de la resistencia objetivo. Pero la consolidación es un

proceso por el cual la cantidad de agua en el suelo saturado se reduce sin que el aire sea reemplazado por agua.

### Propiedades de la subrasante

**Análisis granulométrico (NTP 400.012:2013:2018):** “partículas a un tamizado electrónico sin contacto. Esta técnica permite obtener rápidamente las características granulométricas de una población. Estas características se expresan luego de acuerdo con las recomendaciones estándar de NF”<sup>10</sup>, La determinación en laboratorio de la granulometría del suelo según el método de tamizado y sedimentación, más concretamente el método de la pipeta (ISO 11277) ( ISO, 1998c ) y la clasificación según las clases texturales USDA–FAO ( FAO, 1990 ), es la más aceptada. método de referencia. Las clases texturales de la fracción tierra fina (< 2 mm) se basan en las fracciones granulométricas de arcilla, limo y arena, que siguen los límites de 2, 63 y 2000  $\mu\text{m}$  de diámetro esférico equivalente.

Figura 14. Granulometría del agregado fino (arena gruesa) AFR1 (#4)



Fuente: Francisco X. Calderón (2017)

<sup>10</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021)

Tabla 8. . Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras

**Plasticidad:** La definición básica de plasticidad es: La propiedad de un material de deformarse repetidamente sin romperse por la acción de una fuerza, y permanecer deformado después de la remoción de la fuerza. En términos de ingeniería geotécnica, la plasticidad del suelo se refiere a la propiedad del suelo de poseer plasticidad, es decir, deformarse sin romperse bajo una fuerza externa. Para propósitos de construcción, la plasticidad de un suelo en particular se calcula en términos de su contenido de humedad. Se hace rodar un hilo de tierra fina sobre una superficie plana y lisa. Si el hilo sigue estrechándose hasta un diámetro mucho más pequeño sin agrietarse, se dice que el suelo tiene una naturaleza plástica

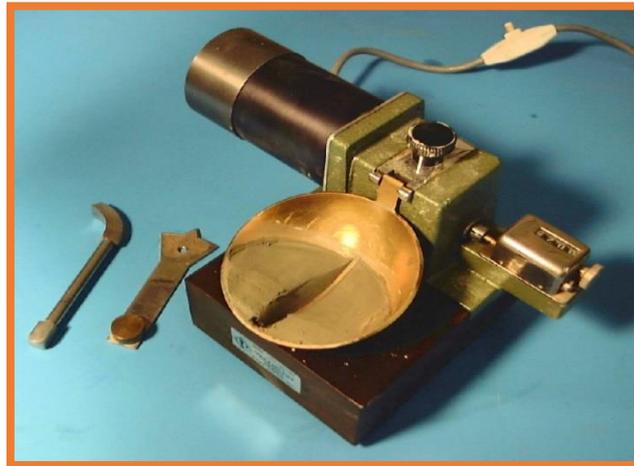
Figura 15. Clasificación de suelos según Tamaño de partículas.

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL>50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL>50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	PT		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	

Fuente: Ruiz Martínez (2021)

**Limite Liquido (LL) (ASTM D 4318):** según el ensayo MTC EM 111 esto indica que cuando el suelo salta del estado semilíquido al plástico en el cual es moldeable, esto se trabaja en el laboratorio con el Aparato de Casagrande, Los límites líquidos del suelo dependen de la clase de mineral presente.

*Figura 16. Ensayo Casagrande*



*Fuente: Ruiz Martínez (2021)*

**El límite Plástico (LP) (ASTM D 4318):** este se determina mediante el ensayo MTC EM 112, en este caso indica cuando pasa del estado plástico a un semisólido en este caso tiende a romperse en el cual el suelo deja de comportarse como límite plástico.

*Figura 17. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad*



*Fuente: laboratorio ingeniería civil.*

**El índice de plasticidad:** es el resultado de ambos ensayos que es el limite liquido (LL) y el límite plástico (LP) es la resta, en el caso de no determinar

la plasticidad según la MTC E -111 esto de acuerdo con la tabla de clasificación de índice de plasticidad teniendo así la formula  $IP = LL - LP$

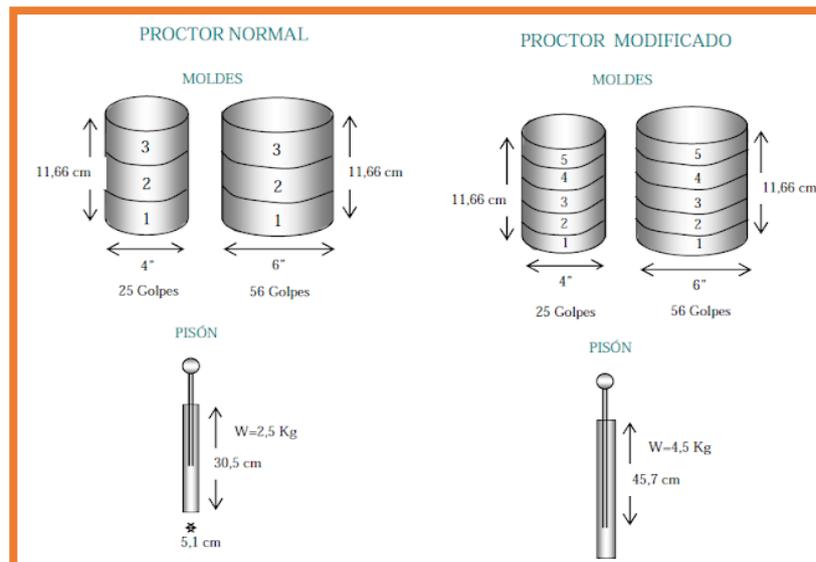
Tabla 9. clasificación de suelo según índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	suelos muy arcillosos
$IP \leq 20$ $IP > 7$	Media	suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de suelos de pavimentos (2014)

**Ensayo Proctor (NTP 339.142):** “la prueba proctor mide la compactación del suelo para determinar el punto en el que los suelos se pueden compactar de manera más eficiente utilizando equipos de construcción, en función de su contenido de humedad óptimo y su peso seco máximo”<sup>11</sup>, el propósito de la prueba es simple: identificar el mejor contenido de humedad para un suelo dado, en el que alcanzará su mayor densidad. antes de comenzar un proyecto de suelo. se volverá más densa y alcanzará su máxima densidad seca como se muestra en la figura 17.

Figura 17. Ensayo Proctor en laboratorio.



Fuente: Juan Orosco 2021

<sup>11</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021)

**Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) (NTP 339.143):** “En la compactación de suelos, el objetivo principal es mantener las partículas del suelo juntas, lo que conduce a mejorar la densidad seca del suelo. el suelo con máxima densidad seca es apto para los diversos fines constructivos. pero la máxima densidad seca del suelo a través de la compactación será posible con un contenido de humedad particular llamado contenido de humedad óptimo. por lo tanto, la compactación depende puramente de la relación entre el contenido de humedad del suelo y su densidad seca”<sup>12</sup>, la densidad seca de un suelo es la relación entre la masa seca total del suelo y el volumen total del suelo. la densidad seca está relacionada con el grado de compactación de la masa del suelo. si el grado de compactación será mayor, entonces la densidad seca de esa masa de suelo será mayor.

**Densidad húmeda (g/cm<sup>3</sup>) (NTP 339.143):** “la densidad del sedimento está determinada por su composición. en un núcleo de sedimentos, las variaciones en la densidad a lo largo de un núcleo indican fluctuaciones en la composición de los sedimentos, lo que sugiere más de una fuente de sedimentos. la densidad del sedimento también se requiere para los cálculos de la tasa de acumulación de sedimentos si se va a fechar el núcleo”<sup>13</sup>, la densidad del sedimento está determinada por su composición. en un núcleo de sedimentos, las variaciones en la densidad a lo largo de un núcleo indican fluctuaciones en la composición de los sedimentos, lo que sugiere más de una fuente de sedimentos.

**Contenido de humedad (%) (N.T.P 339.127):** “el contenido de humedad correspondiente a la máxima densidad seca del suelo se denomina contenido de humedad óptimo.”. si se agrega agua más allá del contenido de humedad óptimo, el agua ocupará el espacio extra ya que no hay volumen de aire y la densidad seca se reducirá. este cambio en los valores de

---

<sup>12</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021; Shiqiang, 2015)

<sup>13</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021)

densidad seca con respecto al contenido de agua se muestra en la siguiente curva de compactación”.

**CBR (NTP 339,145):** “la prueba de relación de carga de california es una prueba de penetración destinada a la evaluación de la resistencia de la subrasante de caminos y pavimentos. los resultados obtenidos por estas pruebas se utilizan con las curvas empíricas para determinar el espesor del pavimento y las capas que lo componen. este es el método más utilizado para el diseño de pavimentos flexibles”. esta hoja de instrucciones cubre el método de laboratorio para la determinación de cbr de muestras de suelo no perturbado y remodelado/compactado, tanto en estado empapado como no empapado.

Tabla 10.tabla Categorías de Subrasante

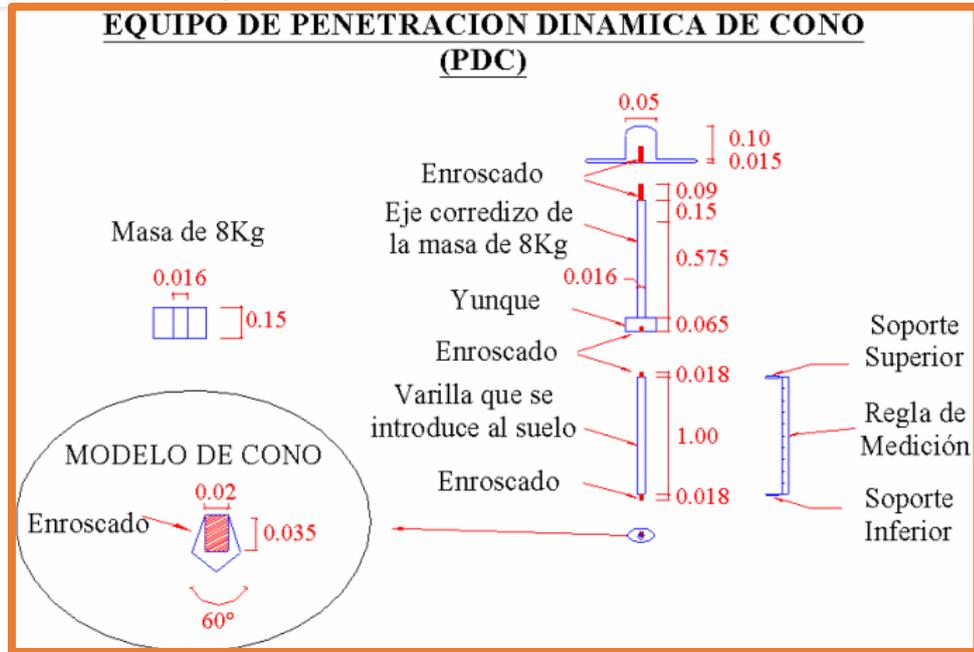
Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente. manual de carreteras (2014).

**Índice de penetración PDC (mm/golpe):** “Los penetrómetros de suelo son instrumentos que se utilizan para investigar las características del suelo que de otro modo no se pueden observar sin una invasión destructiva de la masa del suelo. El nivel de perturbación es mínimo con los penetrómetros. Hay dos principios básicos del método del penetrómetro de suelo, dinámico y estático. El penetrómetro y el sistema de adquisición de datos asociado son capaces de medir y registrar continuamente el contenido de agua del suelo mientras registra la resistencia a la penetración del cono. Los factores del suelo que influyen en la resistencia a la penetración incluyen el contenido de agua, la densidad aparente, la compresibilidad del suelo, los parámetros de

resistencia del suelo, la estructura del suelo y el contenido de arcilla y arena, entre otros. Los datos del penetrómetro se interpretan de manera más útil si el suelo tiene algún contenido de agua de referencia, como la capacidad de agua de campo”<sup>14</sup>.

Figura 18. Equipo de penetración de equipo de cono (PDC).



Fuente: Ing. CARLOS A. TUPIA CORDOVA (2001).

<sup>14</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021)

### III METODOLOGÍA

#### 3.1 tipo de diseño de investigación

**Tipo de investigación aplicada:** este tipo de investigación son de mucha importancia porque se origina alternativas de solución a los problemas determinados en el presente investigación ya que se basa en circunstancias objetivas para lo cual se utiliza los conocimientos adquiridos por manuales y antecedentes Por lo cual mi actual proyecto es de tipo aplicada debido que investigo y poner en práctica la incorporación los biorresiduos para la mejora las propiedades de subrasante de suelo limoso.es decir que pasamos de la teoría a realizar la práctica tanto en campo y laboratorio .

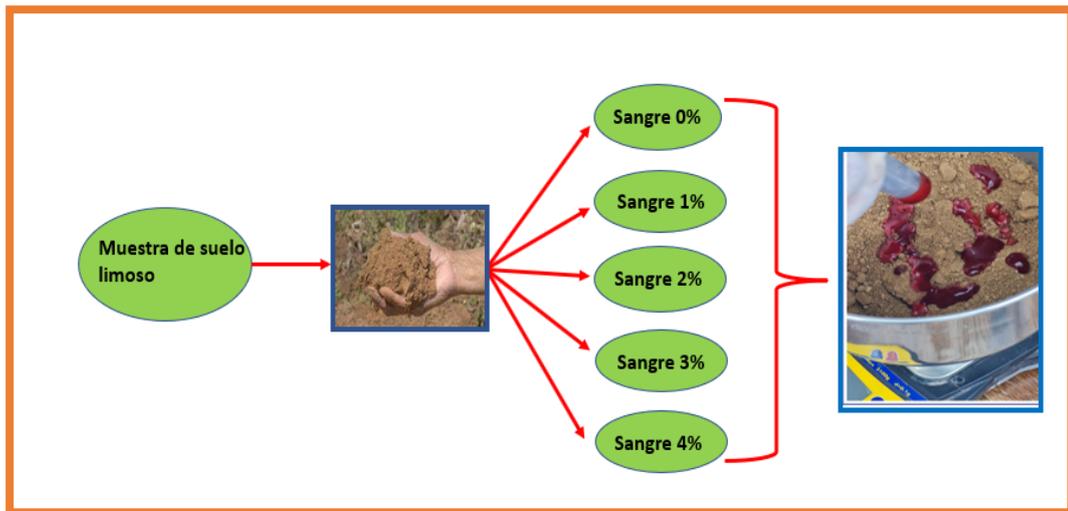
**Diseño de la investigación:** el proyecto investigado se considera experimental en el cual se manipulará contenidos de restos orgánicos en su mayoría puede tener un efecto impermeabilizante en los suelos. la humedad en el suelo cambia sus propiedades geotécnicas, de manera que mantener los suelos secos e impermeables es una tarea vital para cumplir de mejor manera con la vida útil de los pavimentos en general. El objetivo es incorporar los biorresiduos para mejora de la propiedad de subrasante de suelo limoso. Por lo cual se determinó la relación de la variables dependiente y independiente mi variable independiente es la incorporación de sangre de camal en 0%,1%,2%,3%,4%. Y como mi variable dependiente es la subrasante el propósito es mejorar las propiedades físicas y mecánicas ya que el suelo limoso causa problemas en la Ing. civil.

**Nivel de investigación:** Esta exploración el nivel es explicativo actualmente el propósito es evaluar un cambio específico la presente investigación es explicativo ya que se tiene que dar un impacto de cambio a partir del punto de vista técnico la investigación se justifica porque permitirá investigar nuevos materiales para la ingeniería civil<sup>15</sup> en tal sentido el presente investigación determino la sangre de bovino que mejora las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, esto se determinara media te ensayo de laboratorio

---

<sup>15</sup> Ruiz Martínez (2021)

Figura:19: Esquema de investigación



Fuente. Propio

### 3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Mi variable independiente es la sangre de camal

Variable dependiente: Es la subrasante

Tabla 11. Variable Independiente.

"Incorporación de biorresiduo para mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2021."							
	VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
INDEPENDIENTE	Sangre de camal de residuo	El subproducto líquido principal que se obtiene del sacrificio de los animales es la sangre <i>cita (Goñas 2021)</i>	la sangre de los animales que aproximadamente por cada 100 kg de peso vivo se obtienen 60 Litros de sangre, de los que, durante el desangrado, se recoge aproximadamente el 50%. Tradicionalmente puede ser utilizada en la industria alimentaria sin ningún tipo de tratamiento adicional alta tenacidad, 100% reciclable.	Dosificación	0.0% de Sangre de camal.	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada.
					1 % de sangr de camal		Nivel de Investigación: Explicativo.
					2 % de Sangre de camal		Diseño de Investigación: Experimental: Cuasi – Experimental.
					3 % de Sangre de camal		Enfoque: Cuantitativo.
					4 % de Sangre de camal.		Población: trocha carrozable Livitaca 8+340 Km. . Muestra:

Fuente: Elaboración propio

Tabla 12.variable dependiente

"Incorporación de biorresiduo para mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2021."										
INDEP	VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA			
DEPENDIENTE	subrasante	se define o se comprende como una capa terminada que tiene que soportar o aguantar las cargas que transmite la estructura de pavimento y darle sustentación y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga que le corresponde al tránsito previsto, entre mejor calidad sea nuestra subrasante mejor será la durabilidad de nuestro pavimento	Exploración de la subrasante Definición del perfil y delimitación de áreas homogéneas Determinación de la resistencia o respuesta de diseño para cada área homogénea Los cambios de resistencia o volumen relacionados con la humedad, la resistividad a la acción de las heladas y las características de compactación son importantes para comprender y abordar según sea necesario para permitir una buena construcción y una futura longevidad del pavimento.	Propiedades Físicas	Analisis granulometrico (%).	Razón	60 kilos proveniente de las calicatas suelo limoso de la trocha carrozable Livitaca			
					Contenido de humedad (%).					
					Clasificación de suelos SUCS, AASHTO.					
					Limite Liquido (%).					
					Limite Platico (%).					
				propiedades mecanicas	Indice de plasticidad (IP) (%)			Instrumento de recolección de datos: Ficha de observación del experimento.		
					Densidad maxima seca (Tn/m3).				Instrumento del análisis es hoja de cálculo	
					Obtino contenido de humedad (%).					
					Ensayo de CBR (%).					Técnica de análisis: Regresión lineal múltiple

Fuente: Elaboración propio.

### 3.3 Población, Muestra y Muestreo

#### Población

Es un contexto que conforma un conjunto de elementos estudiados en el cual son válidas las conclusiones de nuestra investigación, la población solo recolecta elementos o datos de interés para nuestra investigación el problema interrogativo lo hace referencia a la población.

En la presente tesis se delimita un tramo 8+340 km de longitudes variables de 3.00 a 5.00 Mts. la población para esta tesis fueron cuatro calicatas que fueron realizados al margen de la carretera ya que esta carretera es de una sola vía cada una de las calicatas fueron catalogados según el orden de ubicación C-1 está ubicado en la progresiva 2+200, C-2 está ubicado en la progresiva 3+100, C-3 está ubicada en la progresiva 4+00, C-4 está ubicado en la progresiva 5+300. La población estará compuesta por los ensayos a realizar son los ensayos físicos mecánicos, que resulten de las pruebas de máxima densidad seca (%), densidad de húmeda (%) óptimo contenido de humedad y CBR no sumergido (%), índice de penetración PDC (mm/golpe) suelo limoso de la trocha carrozable Livitaca 8+340 Km, combinaciones con sangre de camal.

**Criterios de inclusión:** en este caso se tomará en cuenta la muestra de la

#### Muestra

Debemos tener como objetivo hacer un listado detallada y actualizada de unidades o elementos que compone el universo que quiere estudiar, La muestra detalla las especificaciones e instrucciones para identificar la población meta.

Para poder obtener la muestra se realizó 04 calicatas de una profundidad de 1.50m las calicatas se realizaron por cada un kilómetro esto de acuerdo a la MTC ya que esta carretera es de bajo volumen de tránsito  $IMDL < 200$  veh/día la muestra en conjunto de espécimen donde obtendremos de la población para realizar la examinación de la muestra en un fenómeno estadístico, son vías transitables, que no logran las características exactas de una calzada, que se trabajar con la norma CE 010 Pavimentos urbanos, 60 kilos proveniente de las calicatas suelo limoso de la trocha carrozable Livitaca 8+340 Km.

## **Muestreo**

Los resultados obtenidos a través de estos muestreos son la base de una conclusión generalizada que representa a toda la población. Hay dos métodos de muestreo, probabilístico y no probabilístico, el muestreo probabilístico es un método aleatorio de selección en una población objetivo<sup>16</sup>

Se procedió a realizarse 04 calicatas para así se nos facilite en la cual se nombró con códigos personalizado a cada una de las muestras para la primera calicata C-01, la segunda calicata C-2, para la tercera C-3 y para la cuarta C-4. en el cual se observó que los suelos encontrados en cada calicata cumplían con las mismas característica y condiciones en la cual tome C-2 para los ensayos en laboratorio ya que está ubicado en el intermedio de las demás calicatas, por lo cual se llevó al laboratorio para hacer los analices correspondientes adicionando sangre de camal el los porcentajes de 0%,1%,2%,3%,4% para así poder determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos en el límite líquido en la subrasante, Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos en el Límite plástico,

---

<sup>16</sup> Joy Campbell

Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos en el Índice de plasticidad para el Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos en el Densidad Máxima Seca para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante, Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos en la Densidad Máxima en la subrasante, Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos en el Contenido Óptimo de humedad para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante, Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos del CBR para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante

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

#### **Técnicas de investigación:**

“los métodos de exploración son procedimientos específicos para recopilar y analizar datos. desarrollar sus métodos de investigación es una parte integral de su diseño de investigación. al planificar sus métodos, hay dos decisiones clave que debe tomar. Primero, decida cómo recopilará los datos. sus métodos dependen del tipo de datos que necesita para responder<sup>17</sup>”

en esta investigación se empleará la recopilación de datos y la observación directa ya que se trabajará en la zona a investigar, ya que el diseño es experimental. La técnica que se empleó para el recojo fue mediante las 04 calicatas donde también se realizó ensayo en el laboratorio el cual da sustento a los instrumentos de validación de datos

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Teniendo dos variables se utilizará diversos instrumentos con la finalidad de obtener resultados confiados de esta manera se podrá determinar mejoramiento de las propiedades incorporando biorresiduo de camal los instrumentos para realizar, técnica de recolección: experimento, instrumento:

---

<sup>17</sup> (Samuel Y. Amakye 1, 2021)

ficha de observación del experimento, técnica de análisis: regresión lineal múltiple, instrumento de análisis hoja de cálculo.

### **Validez**

La validación de este proyecto es realmente necesario los instrumentos de análisis deben ser directa y confiable esto bajo la norma MTC, ASTM, ASSHTO, SUCS, en este caso se validará los instrumentos de laboratorio que se aplicará en el desarrollo del presente proyecto, a través de obtención de firmas de los especialistas

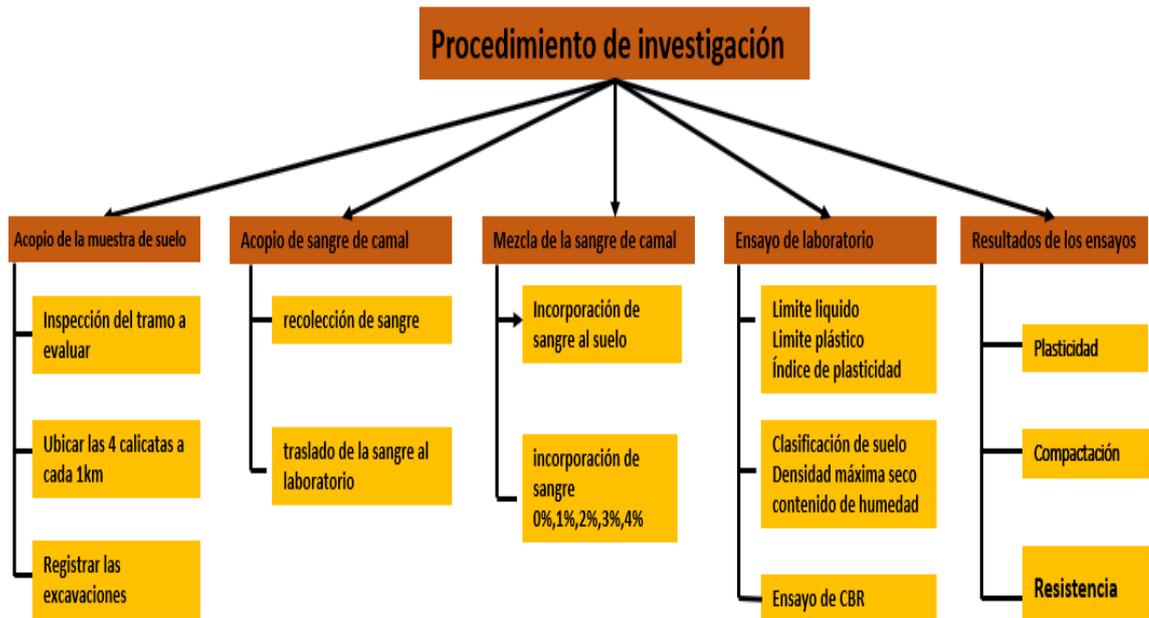
### **Confiabilidad**

La confiabilidad en esta presente investigación se dará por los laboratorios donde se realizará los ensayos los mismos ensayos que serán asesorados y sujetos a la validez, se garantiza con la calibración de los instrumentos y/o equipos utilizados en laboratorio, también con la certificación de laboratorio.

## **3.5. Procedimiento**

Primeramente, se realizará de plan de explotación en la zona ubicada La trocha carrozable de Livitaca La muestra en conjunto de espécimen donde obtendremos de la población para realizar la examinación de la muestra en un fenómeno estadístico, de ahí se hará un transporte de los materiales al laboratorio donde realizaremos la clasificación de muestras, de ahí se ara la experimentación dentro de ello está la dosificación, mezclado y homogenización, vertido y compactación, eyección, fraguado, secado .Los biorresiduos que es la sangre se adquirirán en el camal municipal de san jerónimo -Cusco.

*Figura 20: Cuadro de procedimiento*



*Fuente:* Elaboración propio

**Plan de explotación:** primeramente, se realizó un estudio a la zona donde se realizaría las calicatas para el ensayo en laboratorio el acceso los permisos adecuados para realizar las calicatas se presentó un fut a la municipalidad Distrital de Livitaca como también se pidió el respectivo permiso de la comunidad para poder tomar la muestra necesario para la investigación

*Figura 21. Plan de explotación del lugar.*



*Fuente:* propio

**Extracción de muestra:** ubicación C-1 está ubicado en la progresiva 2+200, C-2 está ubicado en la progresiva 3+100, C-3 está ubicada en la progresiva 4+00, C-4 está ubicado en la progresiva 5+300

*Figura 22. Extracción de muestra de la trocha carrozable Livitaca*



Fuente: propio

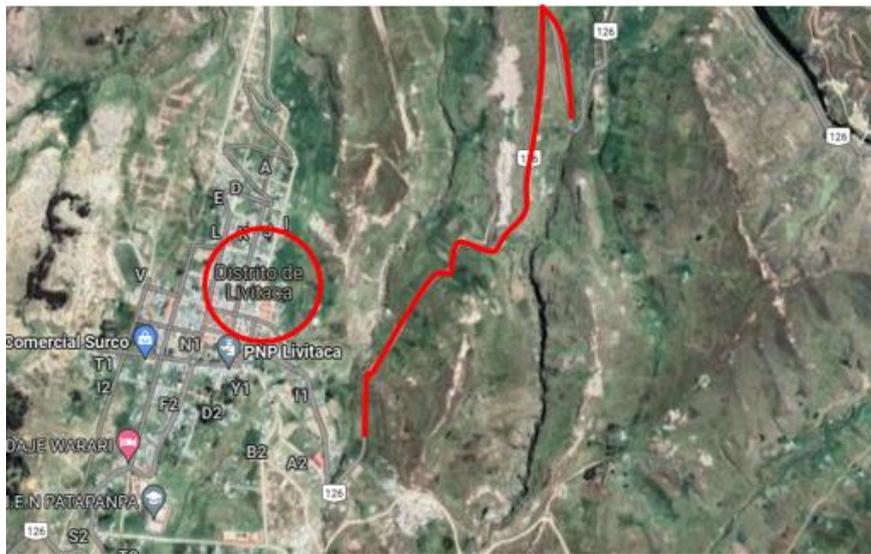
**Trasporte de material al laboratorio:** se realiza el traslado de material cuidadosamente hacia el laboratorio para que así no sufra alteraciones nuestro resultado así para hacer los analices correspondientes adicionando sangre de camal en los porcentajes de 0%,1%,2%,3%,4%.

**Experimentación:** ya estando en el laboratorio con la muestra de la calicata C-02 se llegaron a realizar los ensayos de análisis Granulometría (ASTM-D 422, MTC E 109-2016, NTP 339.132-2014). Límites de Atterberg (ASTM D 4318, MTC E 111). Proctor Modificado (ASTM D 1557, MTC E 115-2000). CBR (ASTM D 1883, MTC E 132-2000).

### **Selección De Materiales**

La selección de materiales se llevará a cabo en el sector de Livitaca con una "superficie aproximada de 188 Km<sup>2</sup> (71°37'30" a 71°45'00" W - 14°15'00" a 14°32'30" S en la comunidad de Comunidad de Unión Kora.

Figura 23. Imagen satelital de la zona donde se esta la investigación.



Fuente: Google earth.

### 3.6 Método de análisis de datos

“En este paso se describen las diferentes operaciones que se realizarán sobre los datos obtenidos: clasificación, registro, tabulación y codificación”. en este estudio de investigación se hará uso de la metodología inductiva en vista de que se realizaran trabajo en campo donde aremos una observación directa por consiguiente nos permitirá visualizar cada prueba de la subrasante estás darán las bases para nuestra conclusión en el cual interpretaremos los resultados de laboratorio en las cuales emplearemos apuntes correspondientes respecto a la variable independiente.

### 3.7 Aspectos éticos

En este presente proyecto de investigación siendo bachiller de la carrera de ingeniería civil, el contenido se desarrolló de manera responsable transparencia y utilizando antecedentes como referencia y trabajos de investigación.

## **IV RESULTADOS**

### **Ubicación geográfica**

#### **Nombre del proyecto**

“Incorporación de biorresiduo para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2022”.

#### **Ubicación de Zona de estudio:**

La presente investigación se realizó en la trocha carrozable Livitaca dicha Coordenadas: 14°18'51.74" S, 71°41'19.35 ubicado en la progresiva 0+000 hasta la progresiva 8+340. la presente investigación es Determinar la incorporación de biorresiduo (sangre de camal) en porcentajes 0%, 1%, 2%, 3%, 4% para el mejoramiento de las propiedades en la subrasante en suelos limosos ubicado en el distrito de Livitaca.

Con el objetivo de la presente tesis es incorporar biorresiduos para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Livitaca.

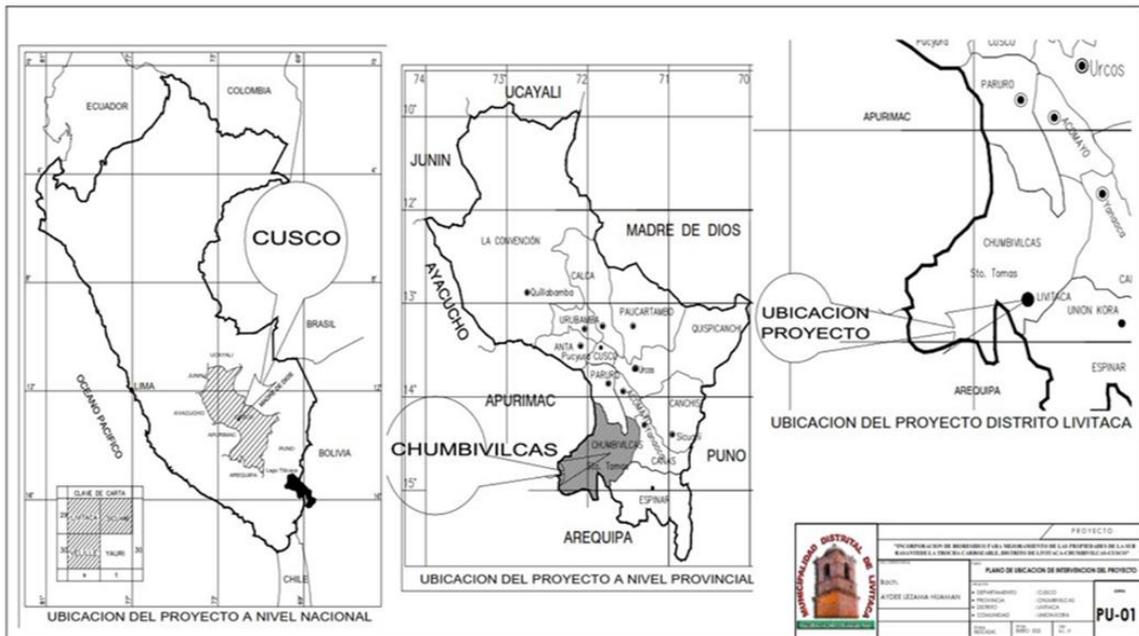
El área para evaluar de la presente tesis se encuentra ubicado en:

Capital	:	Livitaca
País	:	Perú
Departamento	:	Cusco
Provincia	:	Chumbivilcas

En el Distrito de Livitaca tiene como habitantes 13,670 hab. con una densidad 13,69 hab/km<sup>2</sup> la población va en crecimiento la entidad Distrito del Perú, Superficie 758.2 Km<sup>2</sup>, Altitud 3 757 m s. n. m

Localización

Figura 24. Ubicación geográfica del proyecto



Fuente: Elaboración propio

### Acceso a la zona de estudio

El distrito de Livitaca se encuentra 225 kilómetros de la ciudad de Cusco para poder llegar al lugar donde se está realizando la investigación se realiza un viaje de 4 horas de la ciudad de Cusco hasta el mismo Distrito de Livitaca de ahí se hace un viaje 1 hora aproximadamente hasta camino vecinal no pavimentado se recorre 8 kilómetros desde desvío Chiñisiri hasta el final del tramo de Kero ni de la Comunidad de Unión Kara

Figura 25. Acceso a la zona de estudio



Fuente: Elaboración propio (2022)

### Estado actual de la zona del proyecto

La vía donde se realiza la investigación es una trocha carrozable en el cual opte en tomar 8 kilómetros para realizar los estudios correspondientes en esta vía actualmente se encuentra en malas condiciones ya que no tiene el respectivo mantenimiento se encontró las mismas características en lo largo de los 8 kilometro actualmente no es una vía tan transitable el Distrito tiene zonas potenciales de producción agrícola, las cuales generarían desarrollo de sus comunidades y del distrito, sin embargo, la falta de adecuadas vías dificulta una eficiente articulación de las diversas Comunidades con los principales mercados locales. La infraestructura vial, permite la integración de los centros de producción con los de consumo.

### Trabajos realizados en campo

También se realizó visita a camal de San Jerónimo que se encuentra en la ciudad de Cusco del cual se obtuvo sangre de camal para adicionar al suelo limoso obtenido de la muestra C-2.

*Figura 26. Adición de sangre al suelo limoso obtenido de la muestra C-2*



*Fuente: elaboración propia (2022)*

El biorresiduo que es la sangre se adquirió del camal de la Ciudad de Cusco contando con los permisos correspondientes y de esa manera hacer el traslado correspondiente al laboratorio donde se realizaron los ensayos

Figura 27. Vista satelital del Distrito de San Jerónimo



Fuente: Elaboración Propio.

### Ubicación de calicatas

Se realizó 04 calicatas cada una de las calicatas se realizó a cada un kilómetro según la MTC en el cual cada una de las calicatas se le asignó como C-1, C-2, C-3 y C-4

Figura 28. Ubicación de calicatas C-01, C-02.



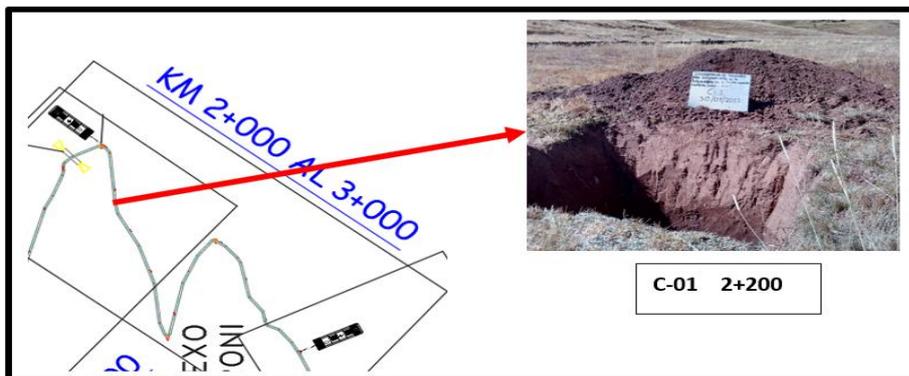
Fuente: propio (2022)

Figura 29. Ubicación de calicatas C-2, C4



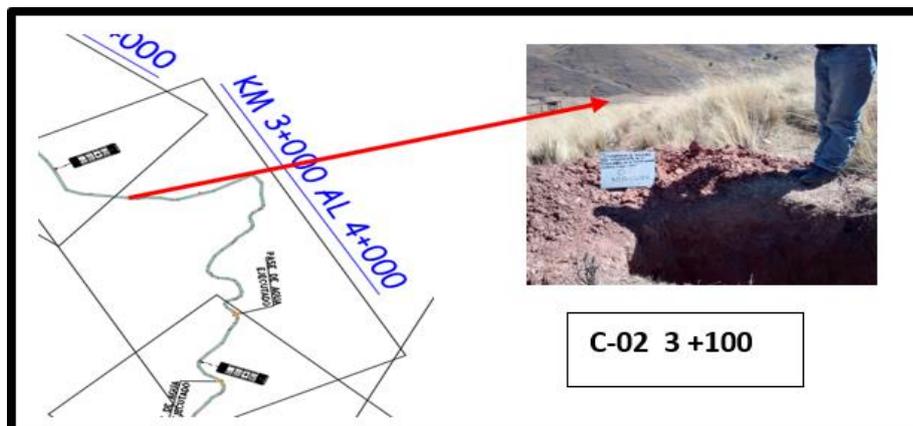
Fuente: Propio (2022)

Figura 30. Muestras. ubicación C-1 está ubicado en la progresiva 2+200.



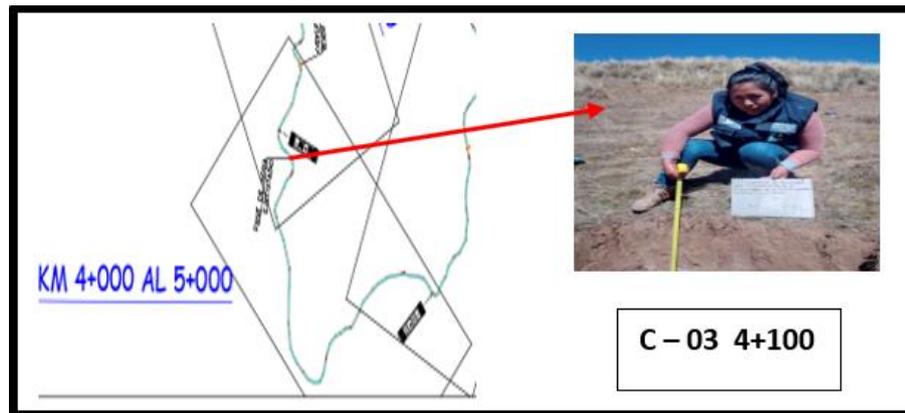
Fuente propio (2022)

Figura 31. La muestra C-2 está ubicado en la progresiva 3+100.



Fuente: propio (2022)

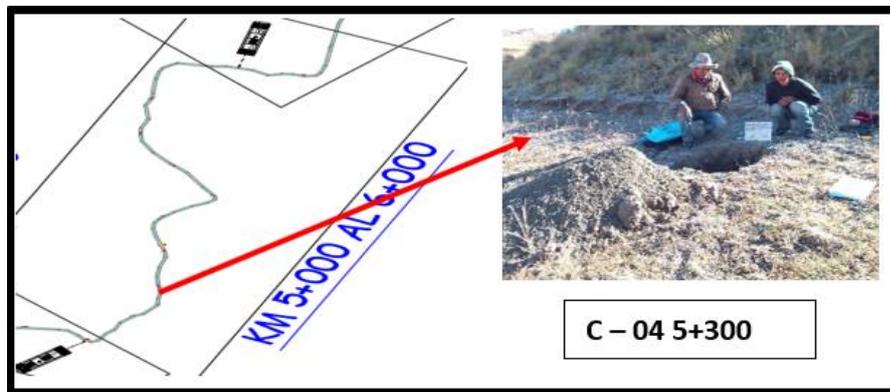
Figura 32. La muestra C-3 está ubicada en la progresiva 4+00.



Fuente: Propio (2022).

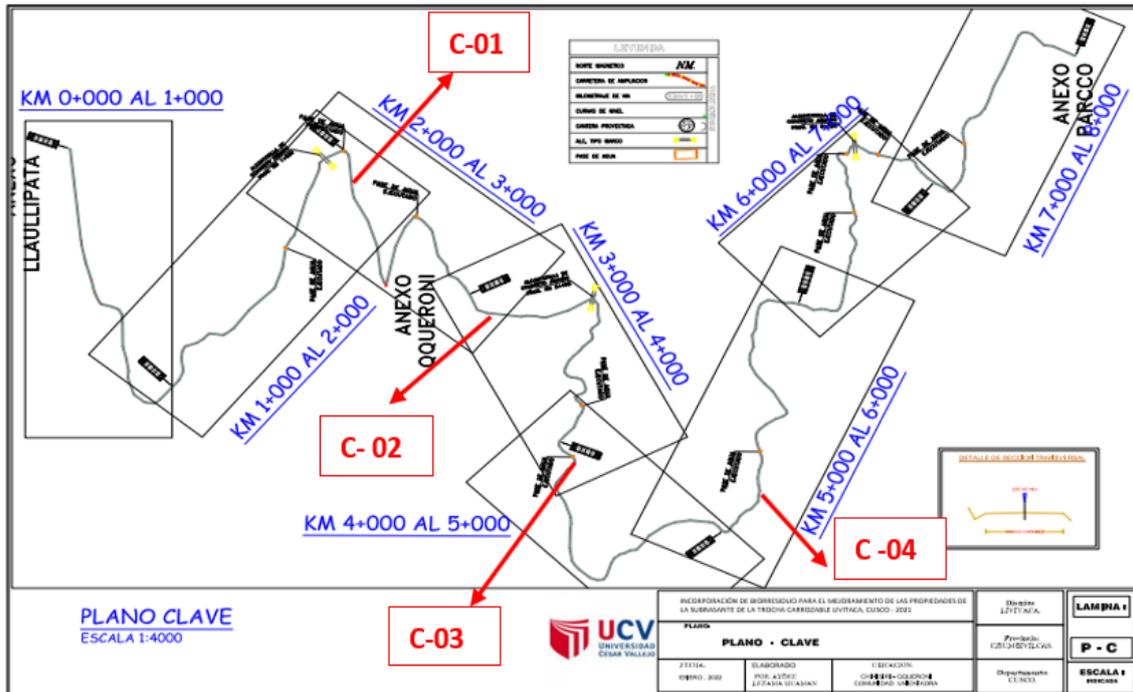
Figura 33. La muestra de la calicata C-4 está ubicado en la progresiva 5+300

Fuente: Propio (2022)



En lo cual se desarrolló respetando cada uno de los procesos, normas y reglamentos. en lo cual se fijó los ensayos en laboratorio con la muestra obtenida en la calicata cada, calicata cumplían con las mismas característica y condiciones en la cual tome C-2 para los ensayos en laboratorio ya que está ubicado en el intermedio de las demás calicatas las demás calicatas cumplen con la misma condiciones físicas que las próximas calicatas C-1,C-3 y C-4 las calicatas tienen una profundidad 1.50m las calicatas se realizaron cada un kilómetro esto de acuerdo a la MTC ya que esta carretera es de bajo volumen de tránsito  $IMDL < 200$  veh/día

Figura 34. Ubicación de las C-01,C-02,C-03,C-04



Fuente: propio (2022)

De acuerdo con las muestras adquiridas en las 4 calicatas se por lo cual se dio el procedimiento de realizar los ensayos en laboratorio con la muestra obtenida de la calicata C- 02 y C-04 ya que la muestra cumple las mis características y propiedades físicas de las dos próximas calicatas C-1, C-3 que demás muestras y está ubicado favorablemente

### Trabajo de Laboratorio

Ya con la muestra en laboratorio se realizó 01 un ensayo de granulometría (NTP 339.132, 2014) de la muestra que se obtuvo en la calicata de la C-02,C-04 con la muestra granulométrica se determina la clasificación de las partículas, también se realizó la clasificación de suelos mediante este sistema AASTHO (NTP 339.135, 2014) SUCS (NTP 339.134, 2014),también realice 01 ensayo de límite de Atterberg se realizó el ensayo de limite liquido (MTC E-110, 2016) y limite plástico (MTC E-111, 2016) de los cuales se pudo determinar el índice de plasticidad de la muestra adquirida de la calicata C-2, C-04 seguidamente realice el ensayo para determinar el material que pasa por el tamiz N°200 por el método (NTP 339.132, 2014),de la misma forma se realizó 15 ensayos de Proctor modificado (MTC E-115, 2000) esto para determinar la densidad máxima seca y el contenido de humedad de ahí se

realizó 05 ensayos de CBR (MTC E-132, 2000) para determinar la resistencia y la capacidad del suelo.

Para trasladar nuestro material que es la muestra de suelo C-02, C-04 al laboratorio se hizo con mucho cuidado al momento de su manipulación y de esta forma no altere los resultados ya que de esta forma se obtendrá los resultados adecuados. Este presente estudio se realizó respetando siempre los parámetros que la norma determina y así mismo los reglamentos que define los procedimientos estandarizados estos ensayos se realizó en la ciudad de Cusco en el laboratorio teniendo así los resultados obtenidos de los laboratorios se ha logrado determinar detalladamente cada características y propiedades del suelo limoso conseguido de la calicata C-02, C-04

*Figura 35. Ensayos de la muestra C 2*



Fuente: Propio (2022)

Figura 36. Ensayo Proctor modificado



Fuente: propio (2022)

**O.E 1** Determinar cómo influye la adición de biorresiduos para el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022.

Presentamos a continuación con los ensayos de granulometría, clasificación de SUCS Y AASTHO para las dos calicatas C-2, C-4; acompañados de límite de consistencia tanto para un suelo natural y para las dosificaciones con sangre de camal.

**Ensayo de granulometría por tamizado (ASTM 422 - MTC E 107)**

El primer análisis que se hizo en el laboratorio fue el ensayo granulométrico, por tamizado (ASTM-422, MTC E 107, NTP 339.134-2014), este ensayo determina las características del suelo C-2, C-4, así como también las partículas que la muestra compone, se separó de acuerdo con el tamizado, también se empleó mallas de diferentes dimensiones y de esa forma se determina el tamaño de las partículas. La finalidad del Análisis granulométrico la proporción de las diferentes partículas

**C-2 está ubicado en la progresiva 2+200**

Tabla 13. Granulometría de la C-02 estado natural

MALLA	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100
2"	50.000	100

1 ½"	37.500	100
1"	25.000	100
¾"	19.000	100
⅜"	9.500	100
N° 4	4.750	100
N° 10	2.000	100
N° 20	0.850	100
N° 40	0.425	100
N° 60	0.250	100
N° 100	0.150	94.77
N° 200	0.075	61.87

Fuente: Elaboración propio

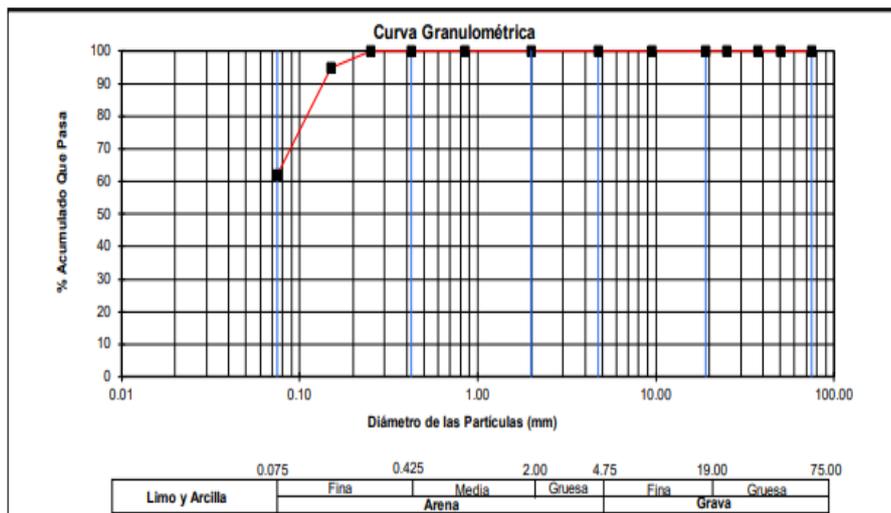
composición granulométrica y coeficientes de la C-2

Tabla 14.composición granulométrica y coeficiente C-2

Calicata	% Grava	% Arena	% Limo
C-02	17.92	20.10	61.98

Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Curva granulométrica del suelo C-2



Fuente: Elaboración Propio

**Interpretación:** en la figura 37 se demuestra la clasificación en función de sus tamaños según se muestra en la figura se muestra que 3", N° 2", N° 1 1/2", N° 3/8, N° 3/4, N°004, N° 010, N°020, N° 040, N°060" según indica el análisis granulométrico el porcentaje que pasa es el 100%, en el tamiz N°100 el porcentaje de partículas que pasa es 94.77%, en el tamiz N° 200 el porcentaje de partículas que pasa es 61.68 %, según la norma ASTM indica que más del 50% de limo deben pasar por el tamiz N°200 para de esa forma considerar limo por lo cual la muestra que se ensayó en el laboratorio es un suelo limo.

Calicata C-4 está ubicado en la progresiva 5+300.

Tabla 15. Granulometría de la C-04 estado natural

MALLA	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100
2"	50.000	100
1 1/2"	37.500	100
1"	25.000	100
3/4"	19.000	100
3/8"	9.500	100
N° 4	4.750	100
N° 10	2.000	100
N° 20	0.850	100
N° 40	0.425	100
N° 60	0.250	100
N° 100	0.150	94.77
N° 200	0.075	61.87

Fuente: elaboración propia.

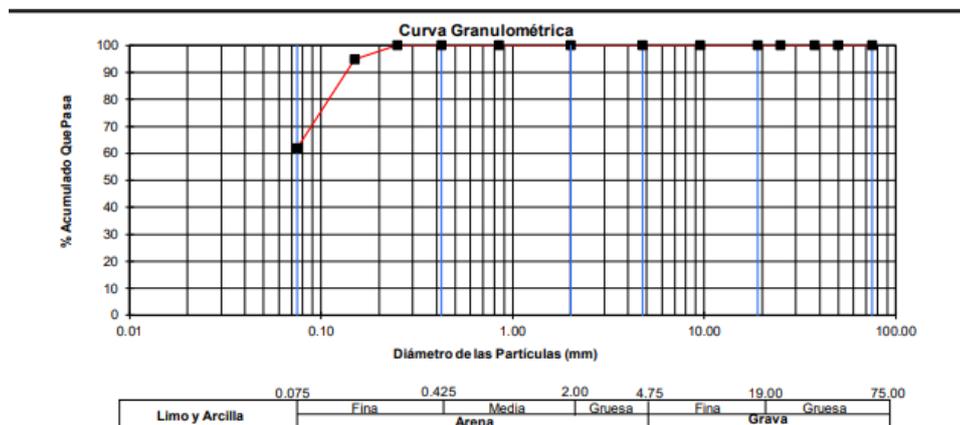
Composición granulométrica y coeficientes de la calicata C-04.

Tabla 16.composición granulométrica y coeficiente C-4

Calicata	% Grava	% Arena	% Limo
C-02	17.92	20.10	61.98

Fuente: Elaboración propio

**Figura 38** Curva granulométrica del suelo C-4



Fuente: Elaboración Propio.

**Interpretación:** en la figura 38 se demuestra la clasificación en función de sus tamaños según se muestra en la figura del suelo de la calicata C-04.

En la tabla N°16 se demuestra que la fracción dominante de la calicata C-04 son los limos al representar 60.12%, seguida de la arena con un porcentaje 22.10% y la grava 17.78%, la fracción constituyente representan alrededor del 60.12%, característica típica de un suelo limoso.

### Clasificación de SUCS Y AASHTO

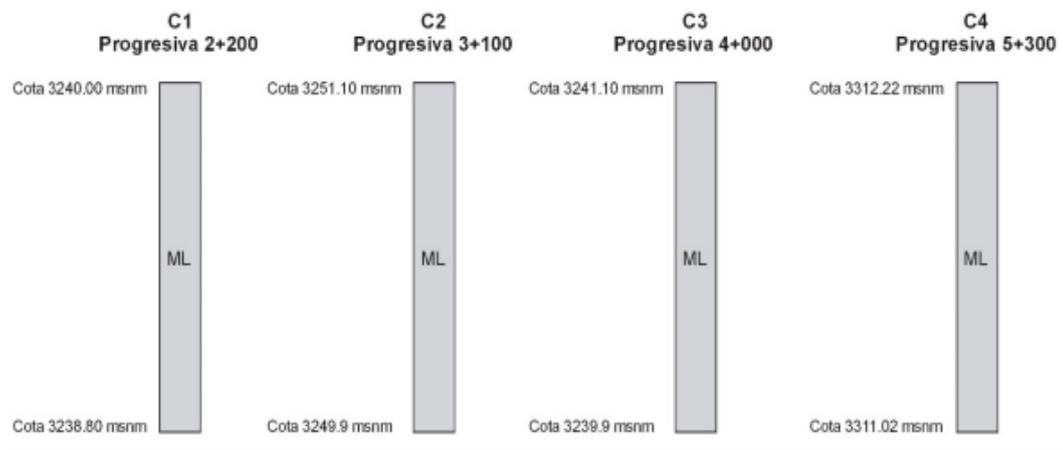
Se realizó el siguiente ensayo tomando la muestra de la C-02, C-04 por lo cual se determinó la clasificación por el sistema SUCS (NTP 339.134-2014) y AASHTO (NTP 339.135-2014) como resultado establecido por el sistema SUCS se clasificó como signo convencional ML, y de tal manera en el sistema AASTHO como signo convencional se clasifica A-4, donde también se presenta su coeficiente de la C-02 (CC.=0.81, Cu=2.87) y en la calicata C-04 su coeficiente es (CC.=0.79, Cu=1.84)

Tabla 17. Clasificación de los suelos

Calicata	C-02	C-04	Denominación
Profundidad (m)	1.5	1.5	<b>ML</b> <b>A-4</b>
Muestra	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	
Grava (%)	17.92	17.78	
Arena (%)	20.10	22.10	
Limo (%)	61.98	60.12	
Clasificación SUCS	<b>ML</b>	<b>ML</b>	
Clasificación AASTHO	A-4	A-4	
Coefficiente de curvatura (Cc)	0.81	0.79	
Coefficiente de uniformidad (Cu)	2.87	1.84	

Fuente: Elaboración propio

Figura 39. Estratigrafía de las calicatas.



Fuente: Elaboración propio

### Límite de Atterberg ASTM 4318

**Limite Liquido (LL):** Se realizó el ensayo límite líquido (MTC E-110, 2016) este ensayo determina que la muestra ensayada cambia de estado semilíquido a un estado plástico.

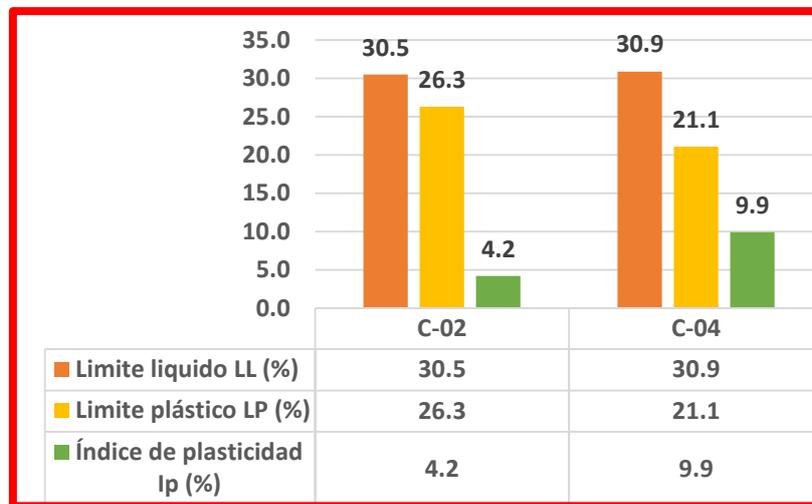
Resultados de suelo natural en el límite de consistencia

Tabla 18.Límite de consistencia en suelo natural.

Descripción	C-02	C-04
Límite líquido LL (%)	30.5	30.9
Límite plástico LP (%)	26.3	21.1
Índice de plasticidad IP (%)	4.2	9.9

**Fuente:** Elaboración propi.

**Figura 44.** Límite de consistencia de un suelo natural



**Fuente:** Elaboración propio

**Interpretación:** en la calicata C-02 con un LL de 30.5%, y el LP de 26.3% y un IP de 4.2% esto clasifica como un suelo no plástico; para la calicata C-04 el LL es de 30.9%, un LP de 21.1% y el IP es de 9.9% la calicata C-02 clasifica como un suelo con índice de plasticidad baja; presentan una plasticidad baja según la clasificación de suelos poco arcillosos que está en rango de  $IP < 7$ , por lo cual necesita poca humedad para pasar de un estado semisólido a líquido; mientras tanto la calicata C-04 presenta una plasticidad media suelo arcilloso que está en el rango  $IP < 20$ ,  $IP > 7$ .

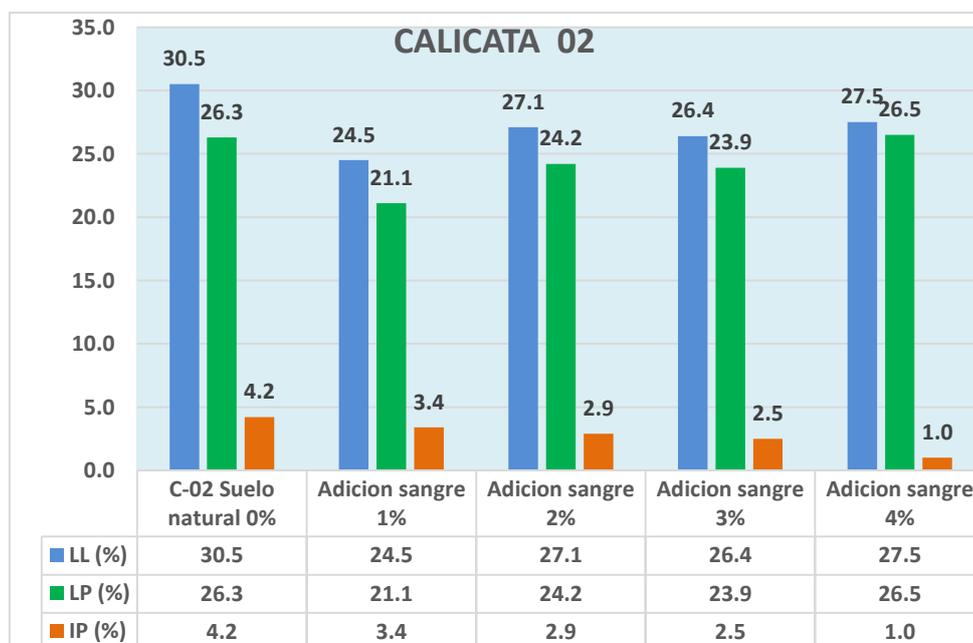
**Resultados de límite de consistencia de suelo natural con adición de sangre 0%, 1%, 2%, 3%, 4%.**

Tabla 19. Límite de consistencia más la adición de sangre con suelo natural.

Suelo más sangre	LL (%)	LP (%)	IP (%)
<b>C-2</b>	<b>C-2</b>	<b>C-2</b>	<b>C-2</b>
C-02 Suelo natural 0%	30.5	26.3	4.2
Adición sangre 1%	24.5	21.1	3.4
Adición sangre 2%	27.1	24.2	2.9
Adición sangre 3%	26.4	23.9	2.5
Adición sangre 4%	27.5	26.5	1.0
<b>C-4</b>	<b>C-4</b>	<b>C-4</b>	<b>C-4</b>
C-04 Suelo natural 0%	30.9	21.1	9.9
Adición sangre 1%	24.5	18.4	6.0
Adición sangre 2%	26.2	21.2	4.9
Adición sangre 3%	26.4	26.1	0.3
Adición sangre 4%	28.4	26.5	1.9

Fuente: Elaboración propio

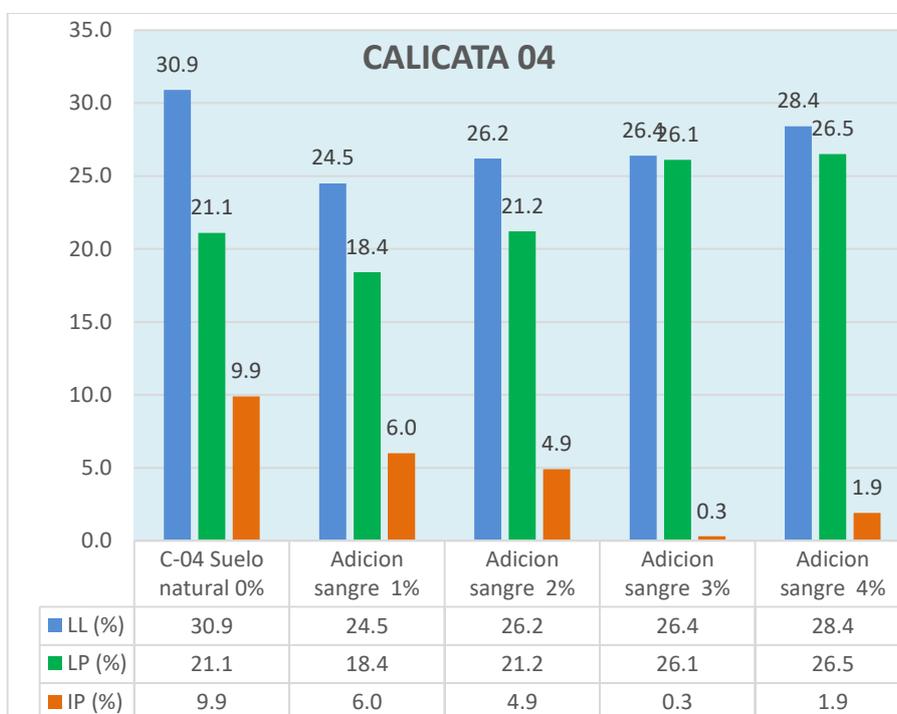
Figura 45 resultados (LL), (LP), (IP) con incorporación de sangre C-02.



Fuente: Elaboración propio.

**Interpretación:** teniendo los resultados observamos en la tabla N°19 que en la calicata C-02; con 0% de adición de sangre presento el (LL) 30.5%, y en el (LP) presenta 26.3% mientras tanto el (IP) es de 4.2% y para el 1% de adición de sangre presento el (LL) 24.5%, y en el (LP) presenta 21.1% mientras tanto el (IP) es de 3.4%; y para el 2% de adición de sangre presento el (LL) 27.1%, y en el (LP) presenta 24.2% mientras tanto el (IP) es de 2.9%, y para el 3% de adición de sangre presento el (LL) 26.4%, y en el (LP) presenta 23.9% mientras tanto el (IP) es de 2.5%, y para el 4% de adición de sangre presento el (LL) 27.5%, y en el (LP) presenta 26.5% mientras tanto el (IP) es de 1.0%.

**Figura 46.** Resultados (LL), (LP), (IP) con incorporación de sangre C-04.



*Fuente: Elaboración propio.*

**Interpretación:** teniendo los resultados observamos en la tabla N°18 que en la calicata C-04; con 0% de adición de sangre presento el (LL) 30.9%, y en el (LP) presenta 21.1% mientras tanto el (IP) es de 9.9% y para el 1% de adición de sangre presento el (LL) 24.5%, y en el (LP) presenta 18.4% mientras tanto el (IP) es de 6.0%; y para el 2% de adición de sangre presento el (LL) 26.2%, y en el (LP) presenta 21.2% mientras tanto el (IP) es de 4.9%, y para el 3% de adición de sangre presento el (LL) 26.4%, y en el (LP) presenta 26.1% mientras tanto el (IP) es de

0.3%, y para el 4% de adición de sangre presento el (LL) 28.4%, y en el (LP) presenta 26.5% mientras tanto el (IP) es de 1.9%.

**Interpretación final:** para la adición que se realizó con sangre se clasifico como un suelo con índice de plasticidad baja; por lo cual necesita poca humedad para pasar de un estado semisólido a líquido. Cabe recalcar que el índice de plasticidad con la adición de sangre resulta un suelo de baja plasticidad.

**Objetivo específico 2** Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos en las propiedades mecánicas para el mejoramiento de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022.

### **Proctor modificado (ASTM D 1557)**

Para realizar el siguiente ensayo Proctor modificado a través de este método se determinó la máxima densidad seca y el contenido óptimo de humedad, como primer paso tendremos mucho en cuenta el peso específico de la muestra obtenida de las calicatas esto tomado en cuenta el estado natural en lo cual se adicionará sangre de bovino en porcentaje de 0%,1%, 2%, 3%, 4% de esta manera conoceremos el objetivo de la densidad seca y el contenido de humedad

*Figura 47. Ensayo de Proctor modificado con adición de sangre.*



Fuente: Elaboración propio.

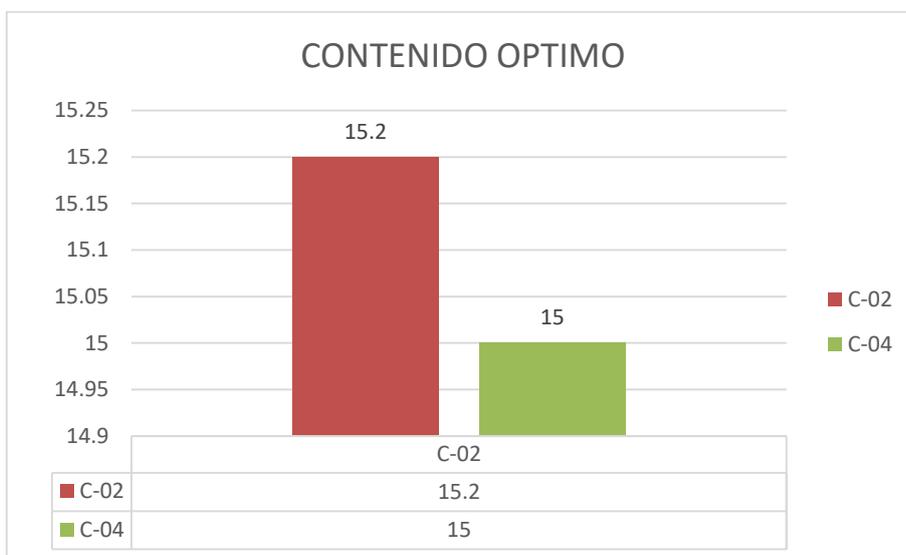
Resultados de contenido optimo y densidad máxima seca con suelo natural.

Tabla 20. Contenido optimo y densidad máxima en suelo natural.

Muestra	Identificación	Contenido Optima (%)	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)
C-02	suelo natural	15.2	1.68
C-04	suelo natural	15	1.67

Fuente: Elaboración propio

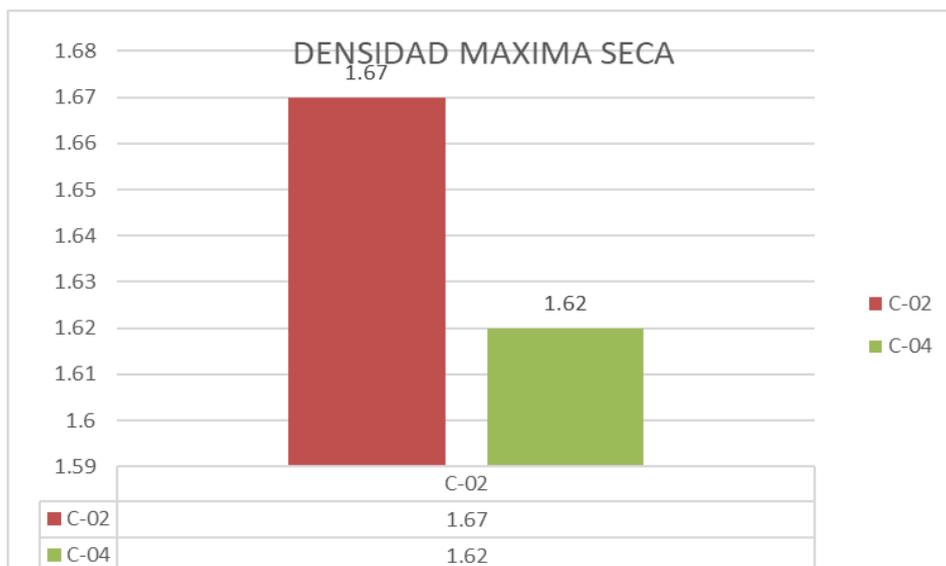
Figura 48: Contenido optima en suelo natural.



Fuente: Elaboración propio.

**Interpretación:** en la figura se demuestra que el contenido optimo el cual se ensayó en suelo natural, en la calicata C-02 y en la calicata C-04 los resultados fueron 15.2%,15.0%.

Figura 49: densidad máxima seca en suelo natural



Fuente: Elaboración propio

**Interpretación:** se realizó el ensayo densidad máxima seca con suelo natural así obteniendo resultados en C-02 el resultado fue de 1.67 gr/cm<sup>3</sup> mientras tanto en la calicata C-04 el resultado fue 1.62 gr/cm<sup>3</sup>.

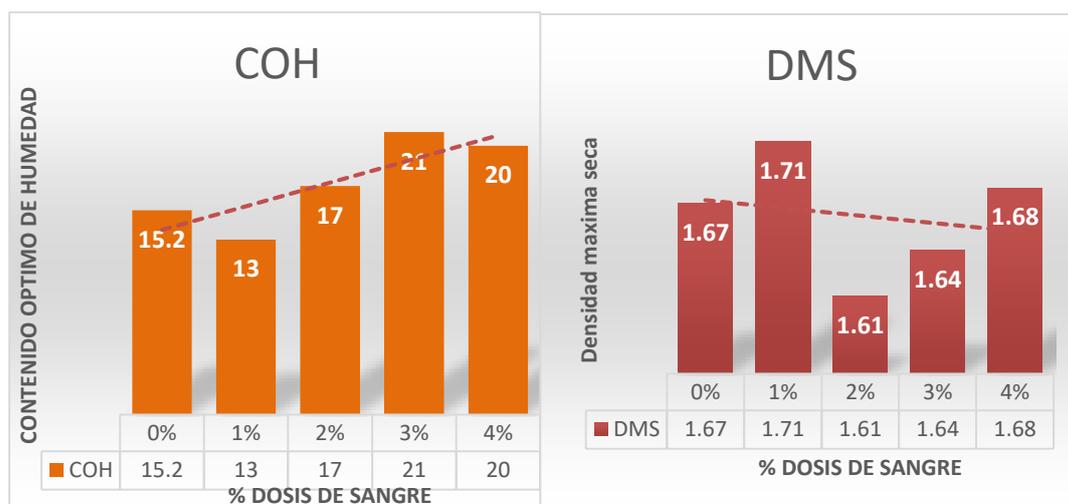
**Resultado contenido optimo y densidad máxima seca de suelo más la adición de sangre con porcentajes 1%,2%,3%,4% en la calicata C-02.**

Tabla 21. Contenido de humedad y densidad seca con adición de sangre en la calicata C-02

Suelo más sangre	Humedad optima (%)	Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>C-2</b>	<b>C-2</b>	<b>C-2</b>
C-02 Suelo natural 0%	15.2	1.67
Adición sangre 1%	13	1.71
Adición sangre 2%	17	1.61
Adición sangre 3%	21	1.64
Adición sangre 4%	20	1.68

Fuente: Elaboración Propio

Figura 50. Contenido de humedad y densidad máxima seca en la calicata C-02 con dosis de 0%,1%,2%,3%,4%



Fuente: Elaboración Propio.

**Interpretación:** en el ensayo de contenido óptimo en la calicata C-02 los resultados de la dosis 0% es de 15.2%. para la dosis de 1% es de 13%. Para la dosis de 2% es de 17% para la dosis de 3% es de 21%, para la dosis de 4% es de 20%, en el ensayo de densidad máxima seca en la calicata C-02 los resultados de la dosis 0% es de 1.67 (gr/cm<sup>3</sup>) para la dosis de 1% es de 1.71(gr/cm<sup>3</sup>). Para la dosis de 2% es de 1.61(gr/cm<sup>3</sup>). para la dosis de 3% es de 1.64 (gr/cm<sup>3</sup>)., para la dosis de 4% es de 1.68 (gr/cm<sup>3</sup>).

**Interpretación final** La cantidad de sangre añadida al suelo no tiene ningún efecto es la densidad máxima seca ( $R^2 = 0.0425$  es casi cero). Sin embargo, en cuanto al contenido óptimo de humedad cuanto mayor es la dosis de sangre entonces en contenido óptimo de agua que requiere el suelo es mayor ( $R^2 = 0.7048$  cercano a 1).

**Resultado contenido óptimo y densidad máxima seca de suelo más la adición de sangre con porcentajes 1%,2%,3%,4% en la calicata C-04**

Tabla 22.Contenido de humedad y densidad seca con adición de sangre en la calicata C-04

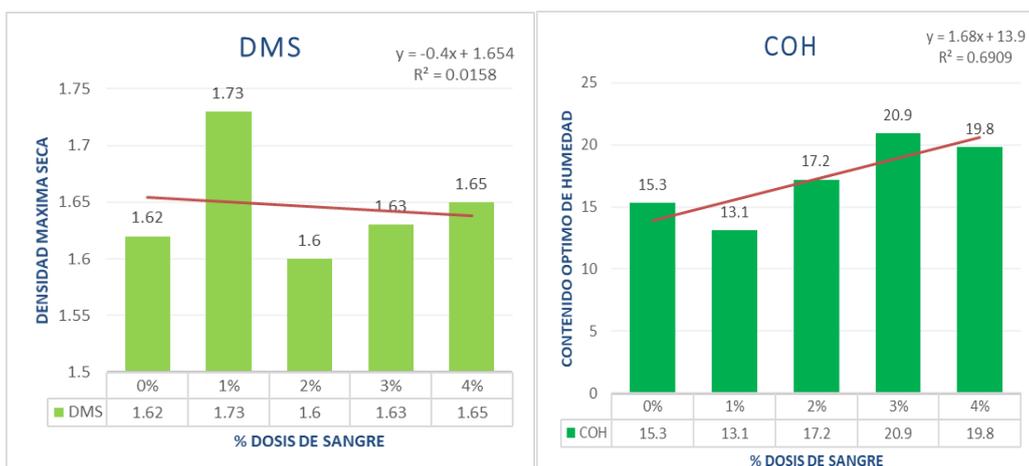
Suelo más sangre	Humedad óptima (%)	Densidad Máxima
------------------	--------------------	-----------------

		Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>C-4</b>	<b>C-4</b>	<b>C-4</b>
C-04 Suelo natural 0%	15.3	1.62
Adición sangre 1%	13.1	1.73
Adición sangre 2%	17.2	1.6
Adición sangre 3%	20.9	1.63
Adición sangre 4%	19.8	1.65

Fuente: Elaboración propio.

Figura 51. Contenido de humedad y densidad seca en la calicata C-04 con dosis de 0%,1%,2%,3%,4%

C-04



Fuente: Elaboración propio.

**Interpretación:** en el ensayo de contenido óptimo en la calicata C-04 los resultados de la dosis 0% es de 15.3%. para la dosis de 1% es de 13.1%. Para la dosis de 2% es de 17.2% para la dosis de 3% es de 20.9%, para la dosis de 4% es de 19.8%, en el ensayo de densidad máxima seca en la calicata C-04 los resultados de la dosis 0% es de 1.62 (gr/cm<sup>3</sup>) para la dosis de 1% es de 1.73 (gr/cm<sup>3</sup>). Para la dosis de 2% es de 1.6 (gr/cm<sup>3</sup>). para la dosis de 3% es de 1.63 (gr/cm<sup>3</sup>)., para la dosis de 4% es de 1.65 (gr/cm<sup>3</sup>).

**Interpretación final** La cantidad de sangre añadida al suelo no tiene ningún efecto es la densidad máxima seca ( $R^2 = 0.0158$  es casi cero). Sin embargo, en cuanto al contenido óptimo de humedad cuanto mayor es la dosis de sangre entonces en

contenido óptimo de agua que requiere el suelo es mayor ( $R^2 = 0.6909$  cercano a 1).

### California Baring Ratio (CBR) ASTM D 1883

Los ensayos realizados con la muestra adquirida de la calicata C-2, C-04 este ensayo es de suma importancia ya que en este ensayo de CBR determina la capacidad y la resistencia de la subrasante el CBR es el parámetro fundamental ya que de ello dependerá la estructura vial, por lo siguiente realizamos el ensayo en el laboratorio a la muestra C-02, C-04.

Figura 54. Ensayo de CBR



Fuente: Elaboración propio.

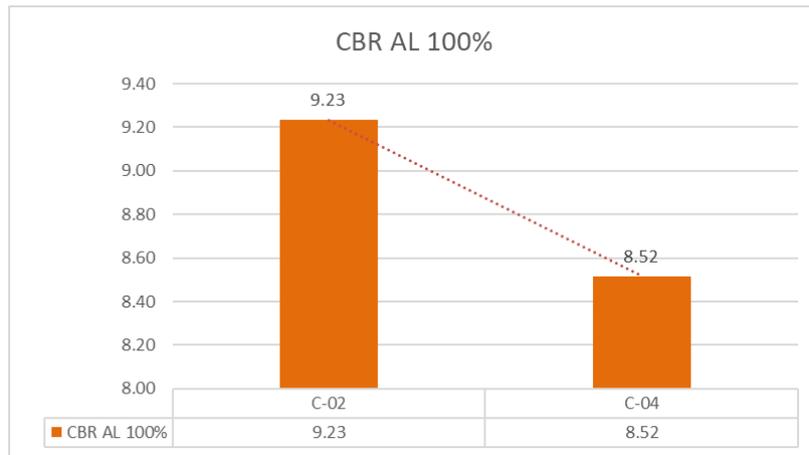
Resultado CBR 100% suelo natural de la calicata C-2, C-04.

Tabla 23. Resultado de CBR en suelo natural

Muestra	Estado de la muestra	CBR AL 100%
C-02	Suelo natural	9.23
C-04	Suelo natural	8.52

Fuente: propio

**Figura 55: CBR100% de suelo natural**



Fuente : elaboracion propio

**Interpretación:** se realizó el ensayo CBR (100%) laboratorio sumergido ASTM D1883 para la calicata C-02 que es un suelo natural los resultados 9.23% y para la calicata C-04 de la misma forma es un suelo natural los resultados 8.52.

Resultado CBR 100% suelo natural de la calicata C-2 incorporando con sangre de camal con la dosis 0%,1%,2%,3%,4%,5%.

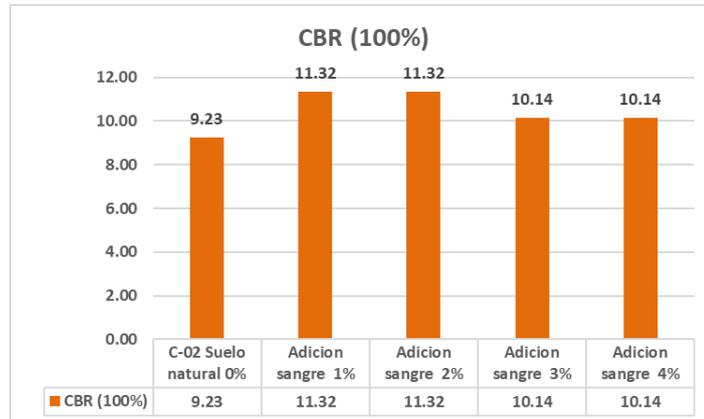
**Tabla 24.**Resultado del CBR al 100% con adición de sangre

Suelo más sangre	CBR (100%)
<b>C-2</b>	<b>C-2</b>
C-02 Suelo natural 0%	9.23
Adición sangre 1%	11.32
Adición sangre 2%	11.32
Adición sangre 3%	10.14
Adición sangre 4%	10.14
<b>C-4</b>	<b>C-4</b>
C-04 Suelo natural 0%	8.52
Adición sangre 1%	11.32
Adición sangre 2%	11.32
Adición sangre 3%	11.32

Adición sangre 4%	11.32
-------------------	-------

Fuente: Elaboración propio.

Figura 56: CBR al 100% de la calicata C-02 con adición de sangre de camal

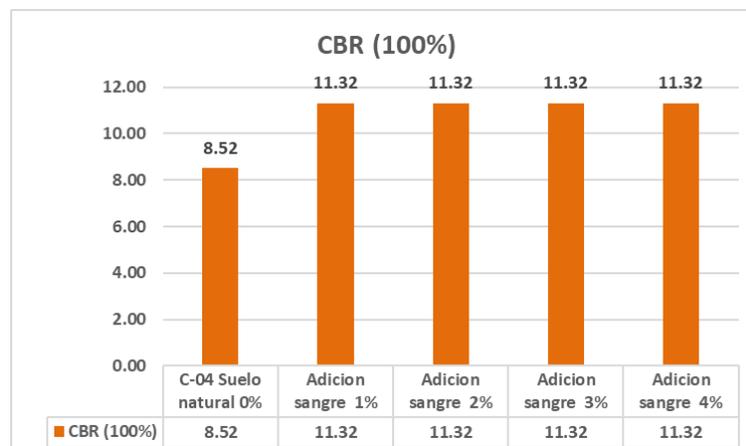


Fuente: Elaboración propio

**Interpretación:** en la figura se demuestra el resultado de la calicata C-2 con la adición de sangre 0% con un resultado de 9.23% y para la adición de 1% con resultado 11.32%, para la adición de 2% con resultado de 11.32%, para la adición de 3% con un resultado de 10.14% y finalmente para la adición de 4% resultado de 10.14%.

Resultado CBR 100% suelo natural de la calicata C-4 incorporando con sangre de camal con la dosis 0%,1%,2%,3%,4%,5%.

Figura 57: CBR al 100% de la calicata C-04 con adición de sangre de camal.



Fuente: Elaboración propio.

**Interpretación:** en la figura se demuestra el resultado de la calicata C-4 con la adición de sangre 0% con un resultado de 8.52% y para la adición de 1% con resultado 11.32%, para la adición de 2% con resultado de 11.32%, para la adición de 3% con un resultado de 11.32 y finalmente para la adición de 4% resultado de 11.32%.

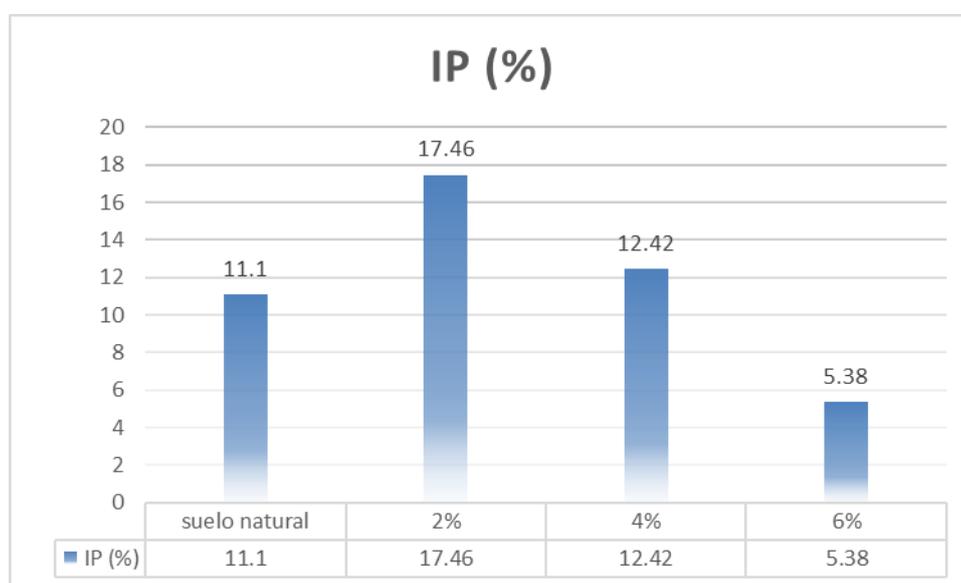
el contenido óptimo de sangre para alcanzar el máximo CBR sumergido es de 2%. La sangre es capaz de elevar el CBR del suelo natural desde un 9.2% hasta un 11.2%, es decir una mejora porcentual de 22% con dicha dosis de 2% de sangre.

**Interpretación final** El índice de plasticidad sigue una función lineal, con dosis de sangre de 0% hasta 2.0% el índice de plasticidad disminuye., La cantidad de sangre añadida al suelo no tiene ningún efecto es la densidad máxima seca ( $R^2 = 0.0425$  es casi cero). Sin embargo, en cuanto al contenido óptimo de humedad cuanto mayor es la dosis de sangre entonces en contenido óptimo de agua que requiere el suelo es mayor ( $R^2 = 0.7048$  cercano a 1), para el contenido óptimo de sangre para alcanzar el máximo CBR sumergido es de 2%. La sangre es capaz de elevar el CBR del suelo natural desde un 9.2% hasta un 11.2%, es decir una mejora porcentual de 22% con dicha dosis de 2% de sangre.

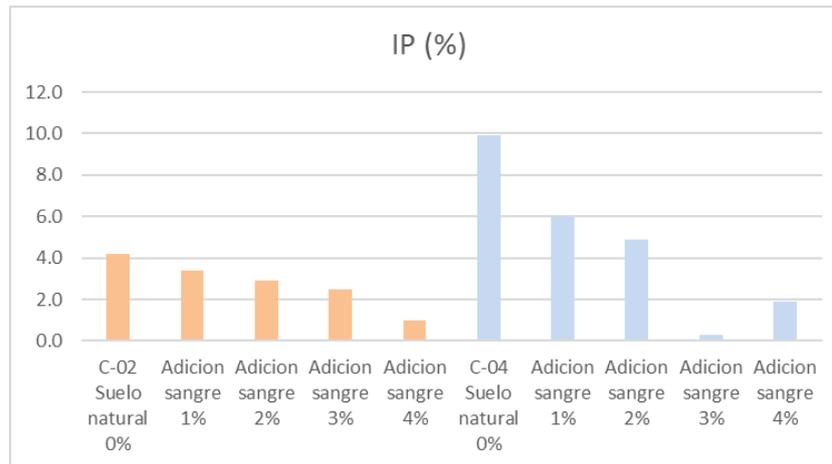
## V DISCUSION

**Objetivo específico 1:** Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos mejoramiento de las propiedades físicas mecánica de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022.

Para (**Indian J. Sci.Res.**) 2018, en el artículo que presenta mejora de las propiedades de subrasante mediante el uso de polvo de cáscara de huevo, y el IP en la muestra patrón fue de 11.1% con la adición de 2%,4%,6% cascara de huevo fue 17.46%,12.42%,5.38% disminuyendo su índice de plasticidad 57.29%,11.89%, -51.53%



En mi investigación el IP del suelo en la muestra patrón de la calicata C-02 fue de 4.2%, y al adicionar 1%; 2%, 3%, 4%. Sangre de camal fue: 3.4%, 2.9%,2.5%,1.0% disminuyendo el IP con respecto a la muestra patrón en: -19.04%, -30.95%, -40.47%, -76.19%, respectivamente. En la muestra patrón C-04 fue de 9.9%, y al adicionar 1%; 2%, 3%, 4%. Sangre de camal fue: 6.0%, 4.9%, 0.3%, 1.9% disminuye el IP con respecto a la muestra patrón en: -39.39%, -50.50%, -96.96%, -80.80% respectivamente (ver gráfico)



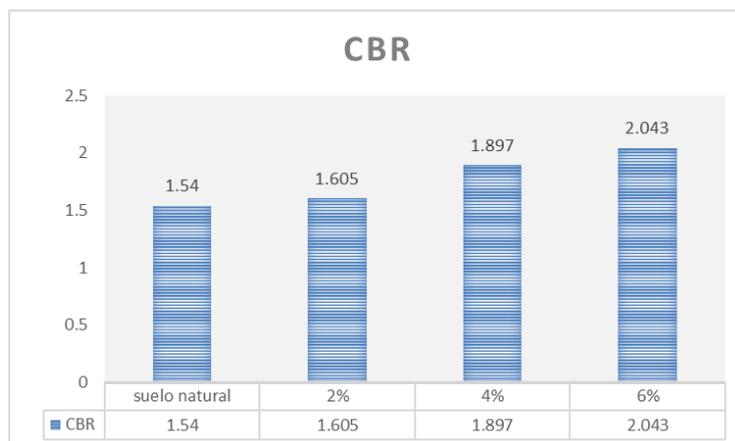
Para (**Indian J. Sci.Res.**) 2018 con la adición de 2%,4%,6% cascara de huevo fue 17.46%,12.42%,5.38% disminuyendo su índice de plasticidad 57.29%,11.89%, -51.53% para mi investigación al adicionar 1%; 2%, 3%, 4% a la muestra de suelo C-02. Sangre de camal fue: 3.4%, 2.9%,2.5%,1.0% disminuyendo el IP con respecto a la muestra patrón en: -19.04%, -30.95%, -40.47%, -76.19%, respectivamente. en la muestra patrón C-04 fue de 9.9%, y al adicionar 1%; 2%, 3%, 4%. Sangre de camal fue: 6.0%, 4.9%, 0.3%, 1.9% disminuye el IP con respecto a la muestra patrón en: -39.39%, -50.50%, -96.96%, -80.80% respectivamente, existiendo así una COINCIDENCIA en los resultados

Los resultados **Indian J. Sci.Res.** cumplen con el índice de plasticidad según la norma MTC 2014 presentan una plasticidad baja según la clasificación de suelos poco arcillosos que está en rango de  $IP < 7$

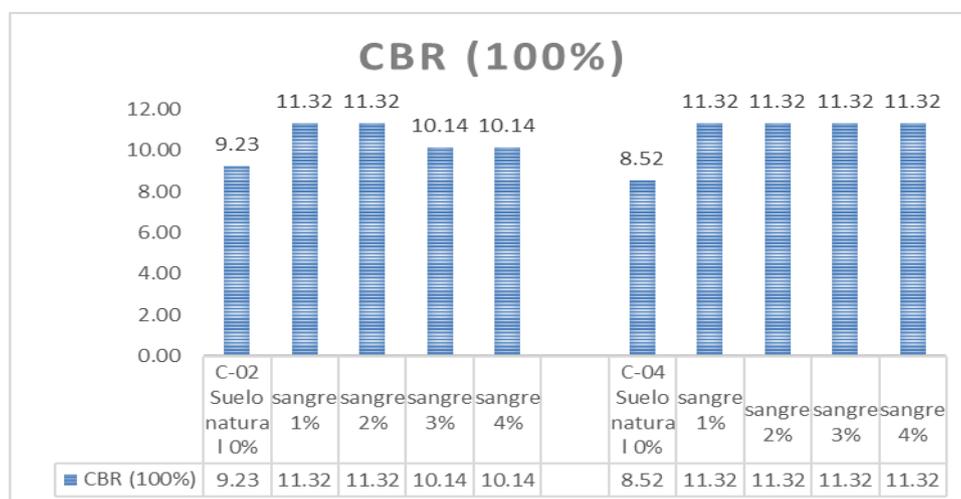
Los ensayos de IP son adecuados, debido a que permite determinara los valores al incorporar 1%,2%,3%,4% sangre de camal.

### Ensayo de CBR

Para (**Indian J. Sci.Res.**) 2018 en el artículo de investigación indica que en el ensayo CBR se determinó la muestra patrón que es 1.54% y con la dosificación 2%, 4%, 6%, de cascara de huevo 1.605%, 1.897%, 2.043%, incrementa la resistencia con respecto a la muestra patrón. 4.22%, 23.18%, 32.66%.



En mi investigación el CBR de la muestra patrón de la calicata C-02 fue de 9.23% y al adicionar 1%,2%,3%,4% de sangre de camal fue 11.32%, 11.32%, 10.14%, 10.14% incrementado la resistencia del suelo al respecto a la muestra patrón 22.64%,22.64%,9.86%,9.86% y con respecto a la calicata C-4 la muestra patrón fue 8.52% y al adicionar sangre e camal en dosis 1%,2%,3%,4% los resultados fue 11.32%, para todo las dosificaciones incrementa la resistencia con respecto a la muestra patrón 32.86%, 22.64%, 22.64%, 22.64%



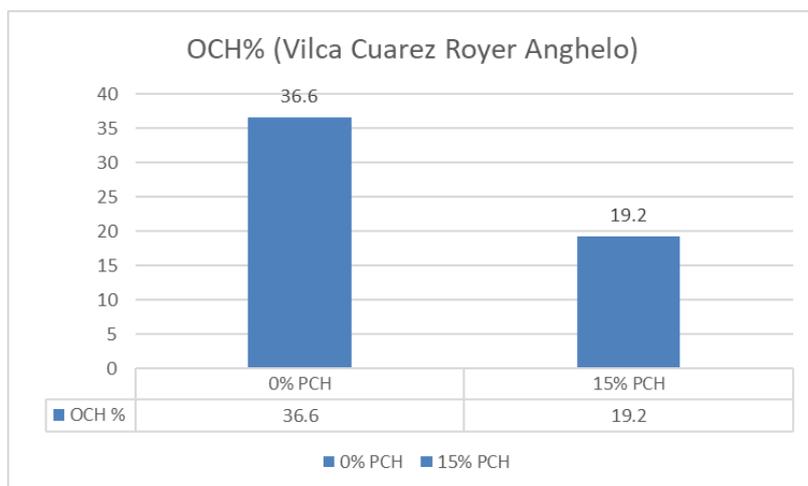
Para **(Indian J. Sci.Res.) 2018** al adicionar cascara de huevo 2%, 4%, 6%, de cascara de huevo 1.605%, 1.897%, 2.043%, incrementa la resistencia con respecto a la muestra patrón. 4.22%, 23.18%, 32.66%. y los resultados en mi presente investigación al adicionar sangre de camal 1%,2%,3%,4% en la calicata C-1

incremento patrón 22.64%, 22.64%, 9.86%, 9.86% y en la calicata C-4 incremento 32.86%, 22.64%, 22.64%, 22.64%, 22.64% habiendo

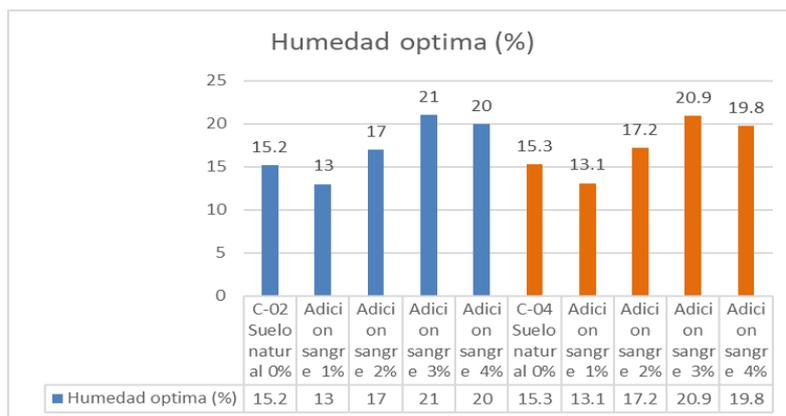
el resultado de **(Indian J. Sci.Res.) 2018** según la categoría de la subrasante en función al CBR cumple con el MTC 2014 una mejora porcentual en el CBR en el caso de mi presente tesis sangre es capaz de elevar el CBR del suelo natural desde un 9.2% hasta un 11.2%, es decir una mejora porcentual de 22% con dicha dosis de 2% de sangre.

**Objetivo específico 2:** Determinar la medida en que influye la incorporación de biorresiduos mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco – 2022.

Para **Vilca Cuarez Royer Anghelo (2021)** en el artículo de investigación indica que en ensayo proctor se determinó la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad teniendo la muestra patrón que es 36.6% y con la adición de 5% de PCH el OCH 29.5%. incrementa su COH 19.39%.



En mi investigación en OCH de suelo de muestra patrón C-02 fue de 15.2 y al adicionar 1%,2%,3%,4% de sangre de camal fue 13%,17%,21%,20% esto respectivamente incremento el OCH con respecto a la muestra patrón 14.5%, - 10.56%, 11.84%, 38.16%, 31.57%, y en la calicata C-04 la muestra patrón 15.3% y al adicionar 1%,2%,3%,4% de sangre de camal fue 13.1%,17.2%,20.9%,19.8% esto respectivamente incremento el OCH con respecto a la muestra patrón 14.37%, 12.41%, 36.60%, 29.41 %.

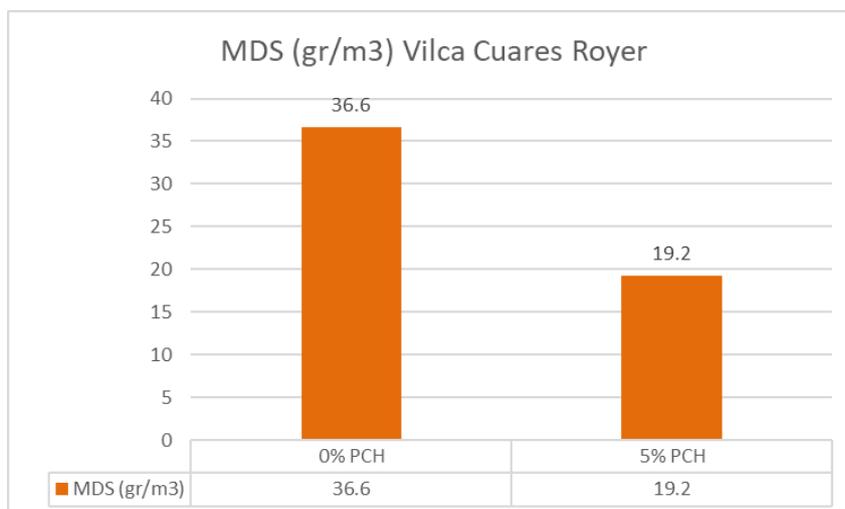


Para **Vilca Cuarez Royer Anghelo** 15% de cascara de huevo 19.2%. de suelo de muestra patrón C-02 al adicionar 1%,2%,3%,4% de sangre de camal fue 14.5%, - 10.56%, 11.84%, 38.16%, 31.57%, y en la calicata C-04 la muestra 14.37%, 12.41%, 36.60%, 29.41 %

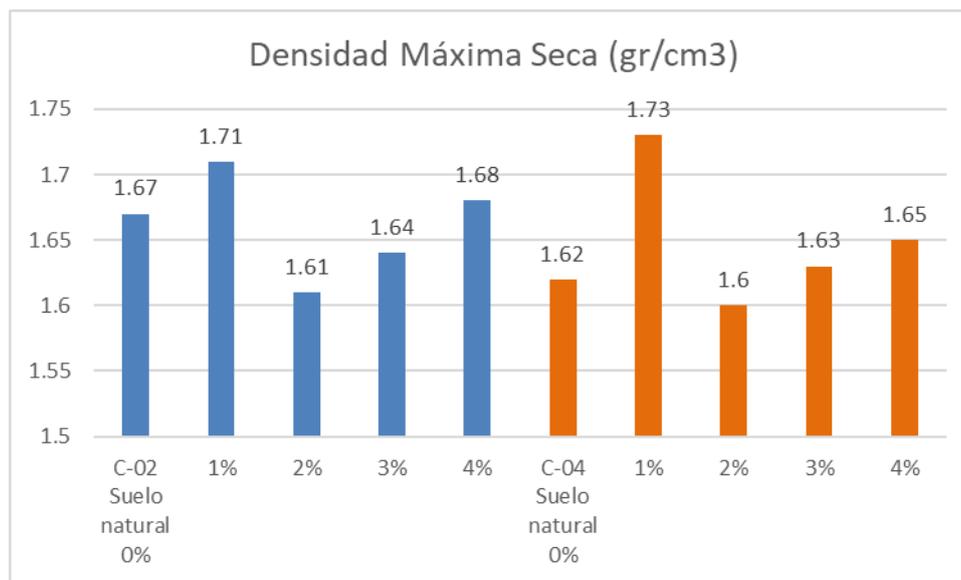
Habiendo así una DISCREPANCIA, Sin embargo, en cuanto al contenido óptimo de humedad cuanto mayor es la dosis de sangre entonces en contenido óptimo de agua que requiere el suelo es mayor en la tesis de Vilca Cuarez con la dosificación de 15 % reduce el OCH

### Máxima densidad seca

Para **Vilca Cuarez Royer Anghelo (2021)** en el artículo de investigación indica que densidad máxima seca se determinó que para la muestra patrón fue de 1.34 gr/cm<sup>3</sup> y para la dosificación de 5% es de 1.46% así incrementando su máxima densidad seca 8.95%.



En la presente investigación el MDS del suelo en la muestra patrón C-02 es de 1.67gr/cm<sup>3</sup>, y al adicionar 1%, 2%, 3%, 4% sangre de camal: 1.71gr/cm<sup>3</sup>, 1.61gr/cm<sup>3</sup>, 1.64 gr/cm<sup>3</sup>, y 1.68 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente; disminuyendo la MDS con respecto a la muestra patrón en: 2.39%, -3.56%, -1.80% y 0.59% respectivamente. En la muestra patrón C-04 fue de 1.62gr/cm<sup>3</sup>, y al adicionar 1%, 2%, 3%, 4% sangre de camal: -2.99gr/cm<sup>3</sup> 3.59gr/cm<sup>3</sup>, 4.19gr/cm<sup>3</sup>, 1.20 gr/cm<sup>3</sup>



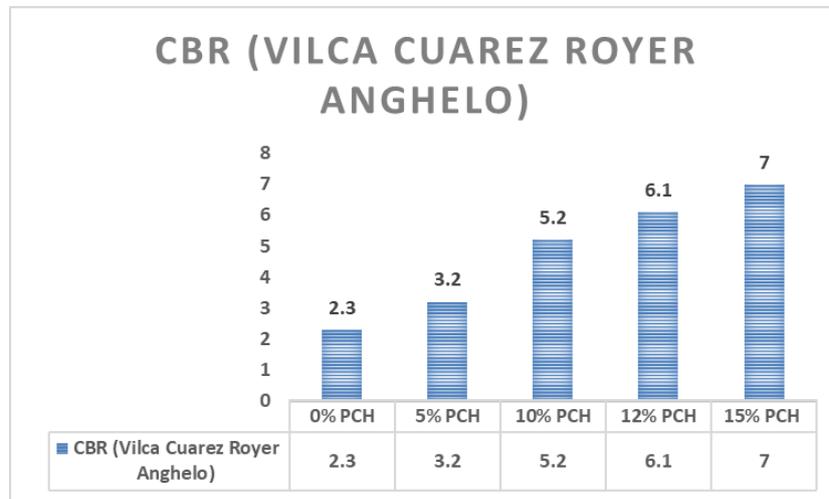
**Vilca Cuarez Royer Anghelo (2021)** al adicionar cascara de huevo al 5% en la muestra de suelo incrementa 8.95% en la presente tesis se adiciona sangre de camal en un porcentaje de 1%, 2%, 3%, 4% con respecto a la muestra patrón C-02 en: 2.39%, -3.56%, -1.80% y 0.59% respectivamente. En la muestra patrón C-04 fue de 1.62gr/cm<sup>3</sup>, y al adicionar 1%, 2%, 3%, 4% sangre de camal: -2.99gr/cm<sup>3</sup> 3.59gr/cm<sup>3</sup>, 4.19gr/cm<sup>3</sup>, 1.20 gr/cm<sup>3</sup>

Habiendo así una DISCREPANCIA la presente tesis La cantidad de sangre añadida al suelo no tiene ningún efecto es la densidad máxima mientras en la tesis de **Vilca Cuarez** con la dosificación de 15 % dando, así como resultado el aumento MDS.

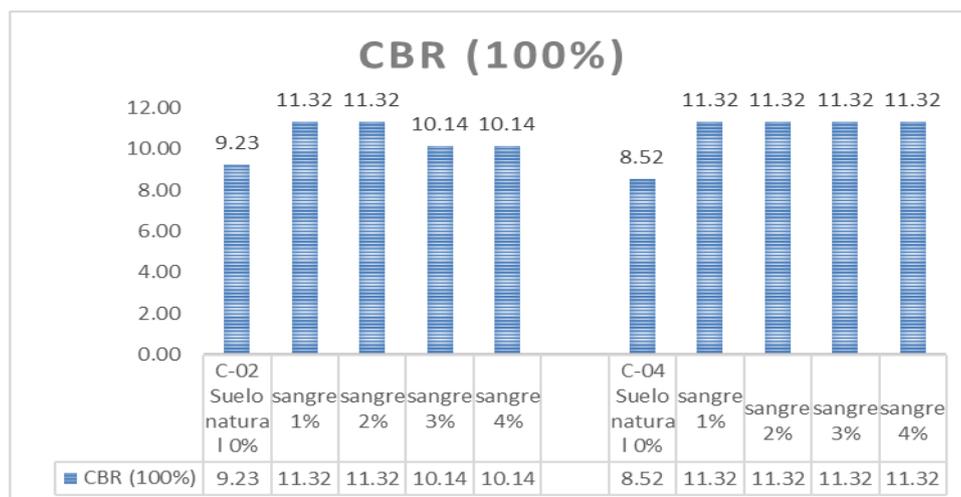
### Ensayo de CBR

Para **Vilca Cuarez Royer Anghelo (2021)** en el artículo de investigación indica que en el ensayo CBR se determinó la muestra patrón que es 2.3% y con la dosificación 5%,10%,12%,15% de cascara de huevo 3.2%,5.2%,6.1%,7.0%

incrementa la resistencia con respecto a la muestra patrón.39.13%, 86.96%,165.21%, 204.34 %.



En mi investigación el CBR de la muestra patrón de la calicata C-02 fue de 9.23% y al adicionar 1%,2%,3%,4% de sangre de camal fue 11.32%, 11.32%, 10.14%, 10.14% incrementado la resistencia del suelo al respecto a la muestra patrón 22.64%,22.64%,9.86%,9.86% y con respecto a la calicata C-4 la muestra patrón fue 8.52% y al adicionar sangre e camal en dosis 1%,2%,3%,4% los resultados fue 11.32%,11.32%.11.32%,11.32% incrementa la resistencia con respecto a la muestra patrón 32.86%, 22.64%, 22.64%, 22.64%

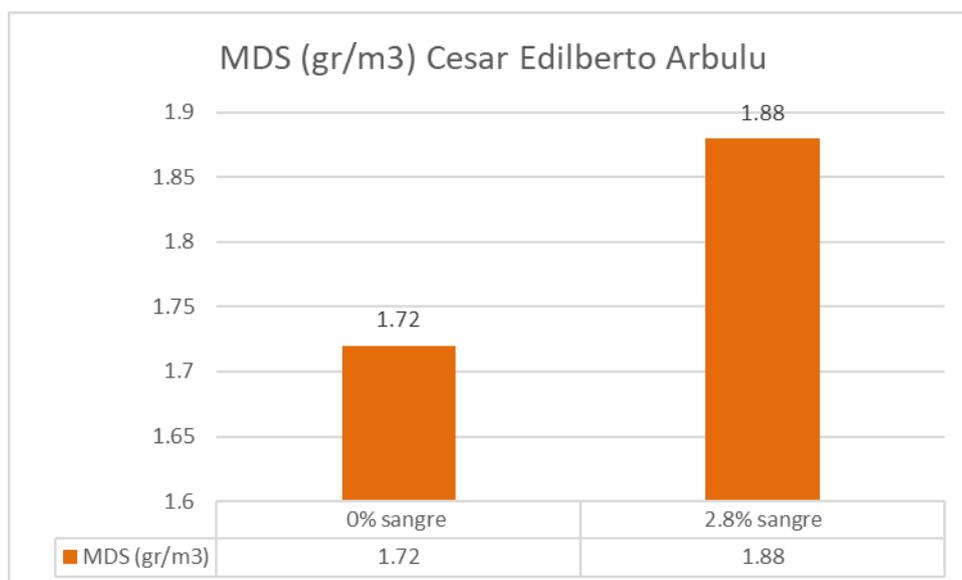


Para **Vilca Cuarez Royer Anghelo (2021)** al adicionar PCH 5%,10%,12%,15% en la muestra patrón incremento 39.13%, 86.96%,165.21%, 204.34 % y los resultados en mi presente investigación al adicionar sangre de camal 1%,2%,3%,4% en la

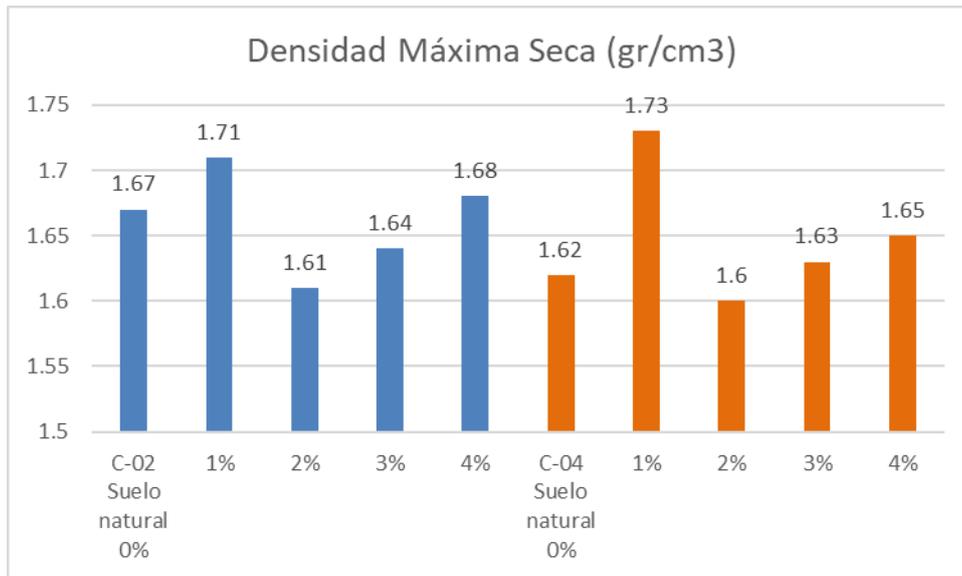
calicata C-1 incremento patrón 22.64%, 22.64%, 9.86%, 9.86% y en la calicata C-4 incremento 32.86%, 22.64%, 22.64%, 22.64%, 22.64% habiendo DISCREPANCIA el resultado de Vilca Cuarez Royer Anghelo (2021) según la categoría de la subrasante en función al CBR se encuentra en la subrasante S2 esto quiere decir subrasante regular de 7% mientras tanto en mi resultado según la categoría se encuentra en la S3 subrasante buena 10% con una dosis de 2%

### Ensayo de máxima densidad

Para **César Edilberto Arbulú Jurado (2021)** en el artículo de investigación que lleva como título “Bio sustituto de cemento para mejorar suelos reaprovechando residuo de la industria ganadera. indica que densidad máxima seca se determinó que para la muestra patrón fue de 1.72 gr/cm<sup>3</sup> y para la dosificación de 2.8% es de 1.88% así incrementando su máxima densidad seca 9.30%.



En la presente investigación el MDS del suelo en la muestra patrón C-02 es de 1.67gr/cm<sup>3</sup>, y al adicionar 1%, 2%, 3%, 4% sangre de camal: 1.71gr/cm<sup>3</sup>, 1.61gr/cm<sup>3</sup>, 1.64 gr/cm<sup>3</sup>, y 1.68 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente; disminuyendo la MDS con respecto a la muestra patrón en: 2.39%, -3.56%, -1.80% y 0.59% respectivamente. En la muestra patrón C-04 fue de 1.62gr/cm<sup>3</sup>, y al adicionar 1%, 2%, 3%, 4% sangre de camal: -2.99gr/cm<sup>3</sup> 3.59gr/cm<sup>3</sup>, 4.19gr/cm<sup>3</sup>, 1.20 gr/cm<sup>3</sup>



**César Edilberto Arbulú Jurado (2021)** Al adicionar sangre de camal al 2.8% en la muestra de suelo incrementa 1.88% en la presente tesis se adiciona sangre de camal en un porcentaje de 1%, 2%, 3%, 4% con respecto a la muestra patrón C-02 en: 2.39%, -3.56%, -1.80% y 0.59% respectivamente. En la muestra patrón C-04 fue de 1.62gr/cm<sup>3</sup>, y al adicionar 1%, 2%, 3%, 4% sangre de camal: -2.99gr/cm<sup>3</sup>, 3.59gr/cm<sup>3</sup>, 4.19gr/cm<sup>3</sup>, 1.20 gr/cm<sup>3</sup>

Habiendo así una COINCIDENCIA la presente tesis La cantidad de sangre añadida al suelo no tiene ningún efecto es la densidad máxima mientras en la tesis de **César Edilberto** con la dosificación de 2.8% tampoco tiene ningún efecto

## VI CONCLUSION

1. Cómo influye la adición de biorresiduos para el mejoramiento de las propiedades físicas de la subrasante.
  - ✓ En la presente tesis al adicionar sangre de camal en dosificaciones 1%,2%,3%,4% y el resultado en IP, y en nuestra muestra patrón C-1 0% (4.2%), así disminuyendo en las demás dosificaciones .1%, 2%, 3%, 4% (1.0%), esto respectivamente; y con la muestra patrón C-4 0% (9.9%) así disminuyendo en las demás dosificaciones .1%, 2%, 3%, 4% (1.9%) esto cumpliendo MTC 2014 con un mínimo de 0% y un máximo de 7 denominándolo como suelo de baja plasticidad ya que el suelo presentaría como no riesgoso, evitando la sensibilidad al agua y obteniendo una buena subrasante.
2. Cómo influye la adición de biorresiduos para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante.
  - ✓ Al adicionar sangre de camal en dosis de 1%,2%,3%,4% el OCH, esto respecto a la muestra patrón C-02 al 0% es de 15.2% esto incrementa en las dosificaciones 2%,3%,4% con resultados de (17%), (21%), (20%) y en la dosificación 1% disminuye (13%) y con respecto a la C-4 el 0% (15.3%) incrementa en las dosificaciones 2%,3%,4% con resultados de (17.2%), (20.9%), (19.8%) y en la dosificación 1% disminuye (13.1%) contenido óptimo de humedad cuanto mayor es la dosis de sangre entonces en contenido óptimo de agua que requiere el suelo es mayor ( $R^2 = 0.7048$  cercano a 1)
  - ✓ Al incorporar sangre de camal en dosificaciones de 1%,2%,3%,4%, el MDS esto respecto a la muestra patrón C-02 al 0% es de 1.67gr/cm<sup>3</sup> esto disminuye en las dosificaciones 2%,3%,4% con resultados de (1.61 gr/cm<sup>3</sup>), (1.64 gr/cm<sup>3</sup>), (1.68 gr/cm<sup>3</sup>) y en la y con respecto a la C-4 el 0% (1.62 gr/cm<sup>3</sup>) incrementa en las dosificaciones 1%,4% con resultados de (1.73 gr/cm<sup>3</sup>), (1.65 gr/cm<sup>3</sup>) y en la dosificación 2% y 3%

disminuye (1.63%) La cantidad de sangre añadida al suelo no tiene ningún efecto es la densidad máxima seca ( $R^2 = 0.0425$  es casi cero).

3. Cómo influye la adición de biorresiduos en la resistencia de la subrasante
  - ✓ Al adicionar sangre de camal en las siguientes dosificaciones 1%,2%,3%,4% en el ensayo de CBR con respecto a nuestra muestra patrón de la calicata C-2 0% (9.23), esto incrementa en las dosificaciones 1%,2%, con resultados de (11.32%), (11.32%), y en la dosificación 3%,4% disminuye (10.14%) (10.14%) y con respecto a la C-4 el 0% (8.52%) incrementa en las dosificaciones 1%,2%,3%,4% con resultados de (11.32%), (11.32%), (11.32%). el contenido óptimo de sangre para alcanzar el máximo CBR sumergido es de 2%. La sangre es capaz de elevar el CBR del suelo natural desde un 9.2% hasta un 11.4%, es decir una mejora porcentual de 22% con dicha dosis de 2% de sangre.

## VII RECOMENDACIÓN

- 1) Se recomienda realizar estudios de investigación empleando a la sangre de camal en otros tipos de suelo; como los suelos gravosos o como aditivo estabilizador para suelos usados en la base de un pavimento.
- 2) Se recomienda realizar investigaciones de estabilización de suelos arcillosos empleando mayores porcentajes de la sangre de camal para conseguir el valor óptimo de CBR, de modo que, esta pueda ser definida como una subrasante excelente, así mismo para realizar una comparación objetiva de costos se tiene que realizar el análisis de costo unitario (APU).
- 3) Se recomienda estudiar las propiedades de la sangre de camal, y tener mucho cuidado a la hora de la manipulación
- 4) De acuerdo con los resultados obtenidos de mi tesis, se llega en conclusión que la incorporación de la sangre de camal mejora las propiedades de la subrasante, se recomienda investigar para oro tipo de suelo
- 5) Se recomienda siempre realizar los ensayos en un laboratorio con los instrumentos adecuados y calibrados.

## REFERENCIAS

- AHMED, I. U. (2020). USO DE DE SUERO DE PLANTAS DE QUESO COMO ESTABILIZADOR DEL SUELO: UN.
- AHMED, I. U. (2020). USO DE DE SUERO DE PLANTAS DE QUESO COMO ESTABILIZADOR DEL SUELO: UN.
- ALBURU. (2021). Bio sustituto de cemento para mejorar suelos reaprovechando residuo de la industria ganadera.
- Bolden, J. (2017). Usos innovadores de reciclado Usos de materiales reciclados, hornos y de desecho en la construcción Materiales este en aplicaciones de construcción .
- C . Kraus y D. Hirmas, y. J. (2019). Resistencia a la compresión de la de tierra estabilizada con sangre .
- Almonacid Roman Ivan Max estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado viñas, tayacaja, huancavelica
- Vilca Cuarez Royer Anghelo “Mejoramiento de suelos arcillosos a nivel de Subrasantes con la incorporación del polvo de cáscara de huevo en Pichiwillca – La Mar - Ayacucho, 2021”
- Indian J.Sci.Res mejora de las propiedades de subgrado mediante el uso de polvo de cáscara de huevo
- Wilmar Andrés Botía Diaz manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo
- [https://businessdocbox.com/Green\\_Solutions/84161728-Pretreatment-of-animal-fat-through-coarse-sand-filters-rashmi-singh-gaur-ling-cai-karen-m-mancl-and-olli-h-tuovinen.html](https://businessdocbox.com/Green_Solutions/84161728-Pretreatment-of-animal-fat-through-coarse-sand-filters-rashmi-singh-gaur-ling-cai-karen-m-mancl-and-olli-h-tuovinen.html). (2019).
- <https://core.ac.uk/download/pdf/327255792.pdf>. (2017).
- [https://www.researchgate.net/publication/272048311\\_An\\_Experimental\\_Study\\_of\\_Pig\\_Blood-Lime\\_Mortar\\_Used\\_on\\_Ancient\\_Architecture\\_in\\_China](https://www.researchgate.net/publication/272048311_An_Experimental_Study_of_Pig_Blood-Lime_Mortar_Used_on_Ancient_Architecture_in_China). (2021).
- [https://www.researchgate.net/publication/317885990\\_Use\\_of\\_Burnt\\_Municipal\\_Solid\\_Waste](https://www.researchgate.net/publication/317885990_Use_of_Burnt_Municipal_Solid_Waste) [https://www.researchgate.net/publication/317885990\\_Use\\_of\\_Burnt\\_Municipal\\_Solid\\_Waste\\_and\\_Lime\\_in\\_Local\\_Subgrade\\_Soil\\_Stabilization\\_for\\_its\\_Use\\_in\\_Low\\_Traffic\\_Volume\\_Roa](https://www.researchgate.net/publication/317885990_Use_of_Burnt_Municipal_Solid_Waste_and_Lime_in_Local_Subgrade_Soil_Stabilization_for_its_Use_in_Low_Traffic_Volume_Roa). (2017).

[https://www.researchgate.net/publication/324435386\\_Compressive\\_Strength\\_of\\_Blood\\_Stabilized\\_Earthen\\_Architecture](https://www.researchgate.net/publication/324435386_Compressive_Strength_of_Blood_Stabilized_Earthen_Architecture). (2017).

<https://www.udc.es/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Publicaciones/p>. (2019).

Kua, T. A. (2017). Biodegradación de grasas animales en un proceso de propiedades mecánicas en un suelo limoso .

LAMBE, W. y. (2004). Estudio de mecánica de suelos , R. Soil Mechanics. 89.

llano, n. J. (2019). GRANULOMETRIA i página 30. 30.

May. (2017). <https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/31/31448/suelos.pdf> .

MEASUREMENT. (s.f.). <http://soilquality.org.au/factsheets/bulk-density-measurement>. Obtenido de 2015.

Mendizabal. (2018).

N, S. R. (2017). Uso de residuos sólidos en la estabilización del suelo de la subrasante local para su uso en carreteras de bajo volumen de tráfico.

Ortegon, C. (2019). Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen .

Pico. (2016). Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de la vía entre las comunidades de Teligote y Masabachos de la parroquia Benítez cantón San Pedro de Pelileo con cal y cloruro de sodio para realizar el diseño de pavimento de la misma.

Saldaña, G. y. (2020). Estabilización de suelo con cenizas de carbón para uso como mejora de subrasante .

Salman, A. M., Rampazzi, L., & Riccardi, M. P. (2018). Mezclas de mortero con sangre de buey: antecedentes históricos, posibles recetas y propiedades.

Samuel Y. Amakye 1, \*. S. (2021). Mejora de las propiedades de ingeniería de los materiales de subsante .

Shiqiang, C. (2015).

singh Gaur, L. C. (2019). PRETRATAMIENTO CON GRASA ANIMAL MEDIANTE FILTROS DE SUELO LIMOSO .

sociedad Mexicana de historia natural página. (2018). 28.

Velasquez, E. y. (2018). Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar . NTP 339.128: 1999.SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. Lima

- NTP 339.129:1999. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. Lima
- NTP 339.134:1999. SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). Lima
- NTP 339.141:1999. SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada. Lima
- NTP 339.145 :1999. SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. Lima
- Y.ZhangT.SappinenL.Korkiala-TanttuM.VileniusE.Juuti. (2021). Uso de sangre en la industria del cemento, morteros y hormigones para la obtención de un material aligerado.
- Ydrogo, M. y. (2019). Adicion del mucilago de penca de tuna para estabilizar suelos arcillosos, Chilca ” .
- zhang, y. (2014). Un estudio experimental del mortero de cal y sangre de cerdo utilizado en la arquitectura antigua en China. 14.
- zhang, y. (2021). Un estudio experimental del mortero de cal y sangre de cerdo utilizado en la arquitectura antigua en China.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Matriz de operacionalización

Anexo 3: Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

Anexo 5: Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes

Anexo 6: Procedimientos

Anexo 7: Análisis de costos

Anexo 8: Ensayos de laboratorio

Anexo 9: Captura de pantalla turnitin

Anexo 10: Certificados de calibración

Anexo 11: Normativa

Anexo 12. Mapas planos

Anexo 13. Panel fotográfico

## Anexo 1. Matriz de consistencia

**Tema:** Incorporación de biorresiduo para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2021.”

**Autor:** Aydee Lezama Huamán

“Incorporación de biorresiduo para mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2021.”						
Autor		Aydee Lezama Huaman				
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la adición de biorresiduo en las propiedades físicas de la subrasante limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021?	Determinar como influye la adición de biorresiduo en las propiedades físicas de la subrasante limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021.	La adición de biorresiduo tiene un efecto significativo en las propiedades físicas de la subrasante limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021.	Subrasante	Propiedades físicas	Analisis granulometrico (%).	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 350.001 /MTC E-105-2013
					Clasificación de suelos SUCS, AASHTO.	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2487, M-145
					Limite Liquido (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.129 /MTC E-111
					Limite Platico (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo Norma NTP 339.129 /MTC E-111
					Indice de plasticidad (IP) (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D2487 /MTC E-108
¿Cómo influye la adición de biorresiduo en las propiedades mecánicas de la subrasante limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021?	Determinar como influye la adición de biorresiduo en las propiedades mecánicas de la subrasante limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021.	La adición de biorresiduo tiene un efecto significativo en las propiedades mecánicas de la subrasante limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021.	Subrasante	Propiedades mecánicas	Densidad maxima seca (Tn/m3).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.142 /MTC E-115.
					Obtino contenido de humedad (%).	
¿Cómo influye la adición de biorresiduo en el contenido de humedad de la subrasante limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021?	Determinar cómo influye la adición de biorresiduo en el contenido de humedad de la subrasante limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021	La adición de biorresiduo tiene un efecto significativo en el contenido de humedad de la subrasante limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021.	Subrasante	Propiedades mecánicas	Ensayo de CBR (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.613.
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	VARIABLE, DIMENSION, INDICADOR E INSTRUMENTOS		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
"Incorporación de biorresiduo para mejora de las propiedades de subrasante de suelo limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021."	"Incorporación de biorresiduo para mejora de las propiedades de subrasante de suelo limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021."	"Incorporación de biorresiduo para mejora de las propiedades de subrasante de suelo limosa de la trocha carrozable Livitaca, Cusco, 2021."	Sangre de camal de residuo	Dosificación	0%	Guía de medición. Balanza de medición
					1%	
					2%	
					3%	
					4%	

## Anexo.2: Matriz de operacionalización de variables

“Incorporación de biorresiduo para mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2021.”							
VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA	
Sangre de camal de residuo	El subproducto líquido principal que se obtiene del sacrificio de los animales es la sangre <i>cita (Goñas 2021)</i>	la sangre de los animales que aproximadamente por cada 100 kg de peso vivo se obtienen 60 Litros de sangre, de los que, durante el desangrado, se recoge aproximadamente el 50%. Tradicionalmente puede ser utilizada en la industria alimentaria sin ningún tipo de tratamiento adicional alta tenacidad, 100% reciclable. <i>cita (ALBURU. (2021).)</i>	Dosificación	0.00% de Sangre de camal.	Razón	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.	
				1 % de sangr de camal .		<b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo.	
				2 % de Sangre de camal		<b>Diseño de Investigación:</b> Experimental: Cuasi – Experimental.	
				3 % de Sangre de camal		<b>Enfoque:</b> Cuantitativo.	
				4 % de Sangre de camal .		<b>Población:</b> suelo limoso de la trocha carrozable Livitaca 8+340	
subrasante	se define o se comprende como una capa terminada que tiene que soportar o aguantar las cargas que trasmite la estructura de pavimento y darle sustentación y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga que le corresponde al tránsito previsto, entre mejor calidad sea nuestra subrasante mejor será la durabilidad de nuestro pavimento <i>cita (zhang, y. (2021)</i>	Exploración de la subrasante Definición del perfil y delimitación de áreas homogéneas Determinación de la resistencia o respuesta de diseño para cada área homogénea Los cambios de resistencia o volumen relacionados con la humedad, la resistividad a la acción de las heladas y las características de compactación son importantes para comprender y abordar según sea necesario para permitir una buena construcción y una futura longevidad del pavimento. <i>cita (ALBURU. (2021).)</i>	Propiedades Físicas	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Razón	<b>Muestra:</b> 60 kilos proveniente de las calicatas suelo limoso de la trocha carrozable Livitaca 8+340 Km.	
				Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		<b>Muestreo:</b> No Probabilístico - se ensayará en todas las probetas y vigas por conveniencia.	
				Contenido de humedad (%)		<b>Técnica:</b> Observación directa.	
				Granulometría		<b>Instrumento de recolección de datos:</b> Ficha de observación del experimento.	
			Propiedades Mecánicas.	CBR (%)		Instrumento del análisis es hoja de cálculo	
				CBR sumergido (%)			<b>Técnica de análisis:</b> Regresión lineal múltiple
				Compactacion			
				Maxima seca			
				Indice de penetración PDC (mm/golpe)			

## Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

**Nota del experto validador:** "La validación de instrumentos es una práctica de las ciencias sociales poco aplicable a las investigaciones en ingeniería civil". Ceaj.

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mgt. César Edilberto Arbulú Jurado

Institución donde labora : Universidad Andina del Cusco, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Universidad Tecnológica de los Andes, Consultor con laboratorio de mecánica de suelos propio.

Especialidad : Mecánica de suelos y geotecnia de vías terrestres. Investigador Científico.

Instrumento de evaluación : Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>), Densidad húmeda (g/cm<sup>3</sup>), Contenido de humedad (%), CBR no sumergido (%), CBR sumergido (%), Índice de penetración PDC (mm/golpe)

Autor del instrumento: Tesista.

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x

CÉSAR EDILBERTO ARBULÚ JURADO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP. N° 115784

COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>		x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.		x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.		x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		50	

(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)

**Nota del validador: ¿cuál es el fundamento de los 41 puntos, porque no 40 o 42 u otro número?**

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Los instrumentos **SON APLICABLES**, no porque lo diga el presente documento, sino porque las normas de ingeniería aplicables a los ensayos así lo determinan. Un instrumento PDC mide el CBR y no se necesita un grupo de ingenieros que firmen un papel diciendo: "El PDC mide CBR", es algo ilógico y una mala costumbre heredada de los instrumentos (test psicológicos) de las ciencias sociales.

**PROMEDIO DE VALORACIÓN: VÁLIDO CON 50 PUNTOS.**

  
 CÉSAR EDILBERTO ARBULÚ JURADO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP N° 115764

Mgt. César Edilberto Arbulú Jurado.

10 de enero de 2022

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: AQQUEPUCHO LLAIQUE, Darwin Ober

Institución donde labora : Municipalidad Distrital de Quehue

Especialidad : Sub Gerencia de Infraestructura Desarrollo Urbano y Rural

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado,

Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor del instrumento:

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					x



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUEHUE

Ing. Darwin O. Aquepucho Llaique

CIP: 160631  
SUB GERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
DESARROLLO URBANO - RURAL

METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						50 puntos

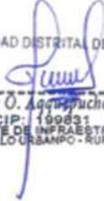
(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Es muy necesario aplicar los ensayos en campo con la finalidad de garantizar la ejecución de los proyectos.

**PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50 puntos**

Quehue 11 de enero del 2022


 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUEHUE  
  
 Ing. Darwin O. Acuña  
 CIP: 11903  
 SUB GERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 DESARROLLO URBANO - RURAL

## II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mayhuire Quispe, Robet

Institución donde labora : ITM Global Ingeniería y Servicios Laboratorio de Suelos y Concreto.

Especialidad : Jefe de Laboratorio.

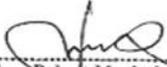
Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor del instrumento:

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X

  
Ing. Robert Mayhuire Quispe  
 CIP. 84648

METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						50 puntos

(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)

**IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

Las normas de ingeniería regulan los parámetros que se deben de cumplir cada uno de los ensayos en diferentes.

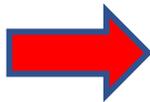
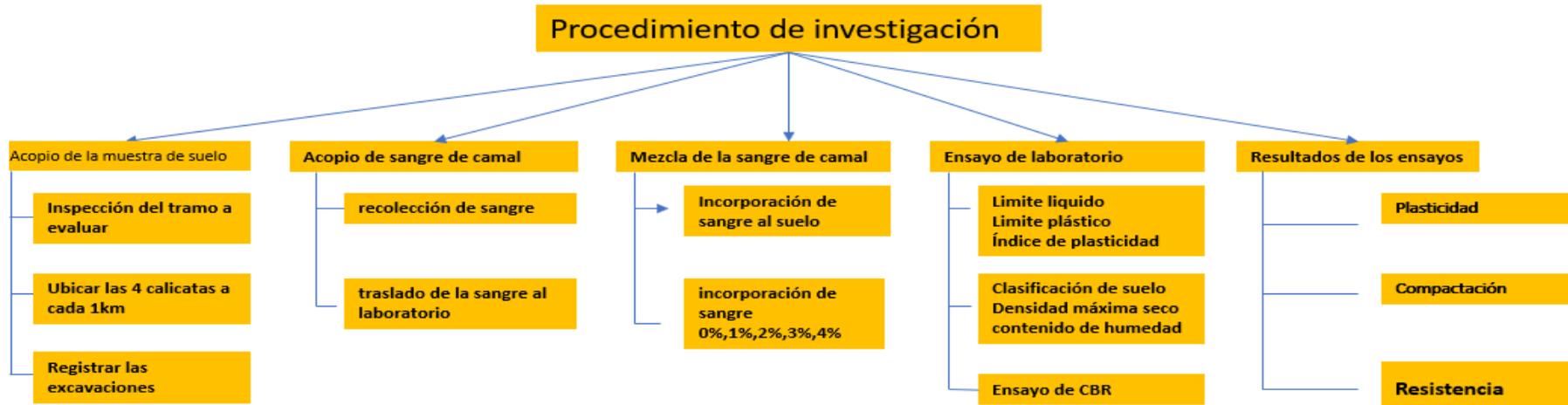
PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Espinar, 11 de enero de 2022

  
 Ing. Robert Mayhuire Quispe  
 CIP. 84648



## Anexo 6: Procedimientos



## Anexo 7: Análisis de costos

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>3</b>	<b>Ensayo trabajo de campo</b>				<b>S/ 2,040.00</b>
3.01	Calicatas	Unid	4.00	S/ 120.00	S/ 480.00
3.02	Personal para las calicatas	Unid	2.00	S/ 60.00	S/ 120.00
3.03	Camioneta para llegar a las calicatas	hm	15.00	S/ 60.00	S/ 900.00
3.04	Embalaje y transporte de muestras hasta el laboratorio	glb	3.00	S/ 120.00	S/ 360.00
3.05	Viáticos y alimentación	glb	1.00	S/ 180.00	S/ 180.00
3.06	Obtención de biorresiduo	lts	5.00	S/ -	S/ -

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>4</b>	<b>Ensayo de laboratorio</b>				<b>S/ 5,840.00</b>
4.01	Densidad seca	Unid	10.00	S/ 80.00	S/ 800.00
4.02	Densidad húmeda	Unid	10.00	S/ 80.00	S/ 800.00
4.03	CBR sumergido (PDC)	Unid	10.00	S/ 160.00	S/ 1,600.00
4.04	Índice de penetración	Unid	10.00	S/ 40.00	S/ 400.00
4.05	Clasificación SUCS	Unid	2.00	S/ 120.00	S/ 240.00
4.06	Elaboración de instrumento de recolección de datos para investigación científica	Unid	5.00	S/ 400.00	S/ 2,000.00

Tabla 2. Presupuesto de Ensayos de Laboratorio

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>4</b>	<b>Ensayo de laboratorio</b>				<b>S/ 5,640.00</b>
4.01	Densidad seca	Unid	15.00	S/ 80.00	S/ 1,200.00
4.02	Densidad húmeda	Unid	15.00	S/ 80.00	S/ 1,200.00
4.03	CBR sumergido (PDC)	Unid	5.00	S/ 160.00	S/ 800.00
4.04	Índice de penetración	Unid	5.00	S/ 40.00	S/ 200.00
4.05	Clasificación SUCS	Unid	2.00	S/ 120.00	S/ 240.00
4.06	Elaboración de instrumento de recolección de datos para investigación científica	Unid	5.00	S/ 400.00	S/ 2,000.00

## Anexo 8 Ensayos de laboratorio.

**ADVERTENCIA** para asesores, dictaminantes, rectores, ministros, etc.: En el Perú, no existe ley que obligue a que para el ejercicio profesional de la Ingeniería Civil se deba contar con **licencia de funcionamiento** o certificación de Indecopi o Inacal, hay que recordar que el Inacal no autoriza el funcionamiento de laboratorios, sino que, certifica que un laboratorio está preparado para ejecutar cierto ensayo. En el Perú, no es obligatorio, por ley, que un ingeniero civil que ejecuta ensayos y pruebas geotécnicas, tenga permiso o certificación del Inacal, claro que es deseable, pero **NO ES OBLIGATORIO**. En este sentido, de haber alguna observación al presente documento se solicita a los revisores hacerlo por escrito, mencionando expresamente la normativa interna de la universidad en la que, la certificación del Inacal es requisito, ateniéndose a las consecuencias legales que tal acto provoque en contra del D.L. 701 y la ley 38858.

# CÉSAR EDILBERTO ARBULÚ JURADO

MBA. Ing. Civil CIP 115784 - **COLEGIADO Y HABILITADO**

RUC 10290763681 (Celular para consulta de asesores, dictaminantes, rectores, ministros, etc.: 984688155)

Consultar en geotecnia, con equipos calibrados propios y [en licencia de funcionamiento, en certificación Inacal.](#)

## Informe 115-CEAJ-2022

### Informe de resultado de laboratorio:

#### Datos generales:

Solicitante(s): Aydes Lezama Huaman.

Fecha del ensayo: del 8 de febrero al 15 de febrero de 2022.

Localización de los equipos: Av. Micaela Bastidas 258, Wanchaq, Cusco, Perú.

Muestreo, procedencia y manipulación del suelo hasta llegar al laboratorio: hecha por el solicitante.



#### Ámbito de uso y aplicación del presente informe.

**Objetivo:** El "Manual de Ensayo de Materiales" del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 024-2008-MTC es de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local. **Una universidad, sea nacional o particular, no es órgano de gestión de la infraestructura vial del gobierno**, por lo tanto, dentro de sus actividades no le es aplicable el mencionado reglamento de manera obligatoria.

**Alcance:** El D.S. N° 024-2008-MTC en su "Artículo 3. Del ámbito de aplicación" a la letra dice: "... se de aplicación por los tres niveles de gobierno...". No obstante, cualquier universidad en el Perú, especialmente las universidades particulares no son parte del nivel de gobierno del Perú, por lo que **los ensayos del MTC no son una aplicación de manera obligatoria.**

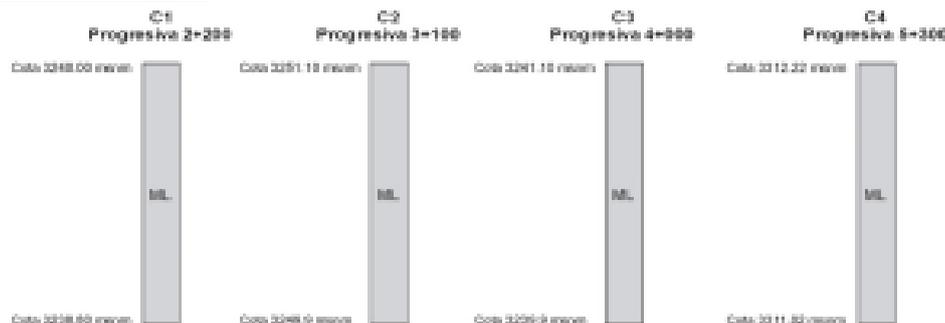
**Nota:** **Importante: NO es un ensayo controlado, ni OMS.** Hacer una tesis es aplicar la ingeniería científica y no la práctica estándar (proyectista, residente, supervisor, liquidador o gerente de obras, etc.) de la Ingeniería Civil. Por lo tanto, el presente Instrumento tiene un uso exclusivo dentro de una tesis de investigación y no es válido para aceptar o rechazar tramos de carreteras en la ejecución de obras.

En tal sentido y por lo expuesto, de haber alguna observación al presente documento y sus resultados, se solicita a los revisores **hacerla por escrito, mencionando expresamente la norma interna de la universidad, expresamente referenciada y que obligo a la aplicación de normas nacionales como son las del MTC** para ensayos que forman parte de una tesis de investigación científica, y no como parte del control de materiales para residencia de obra en la gestión de la infraestructura vial.

Tanto la norma de pavimentos, como las normas del MTC así como la norma de suelos y cimentaciones en el Perú requieren que un informe como el presente sea firmado por un ingeniero civil colegiado y habilitado, siendo el único requisito para su validez.

#### Resultados:

##### Estratigrafía de las calicatas.



Clasificación del suelo trabajado.

Calicata 2: Suelo limoso ML

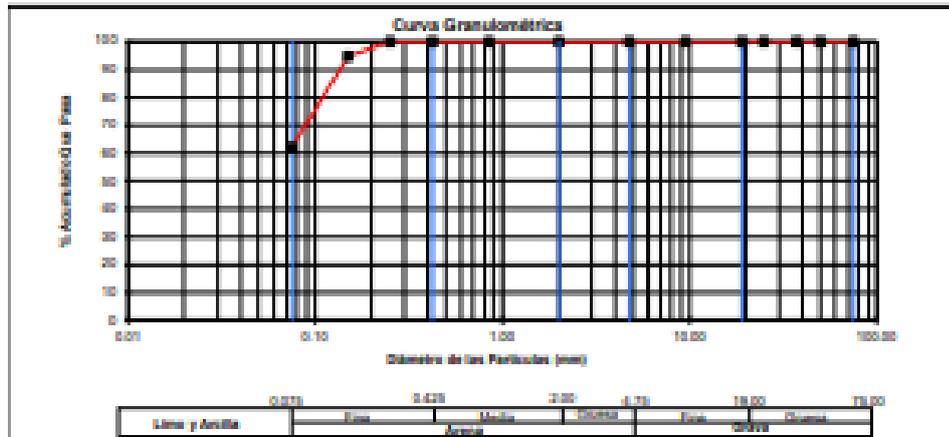
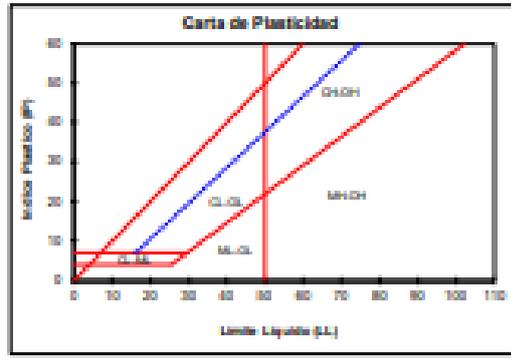
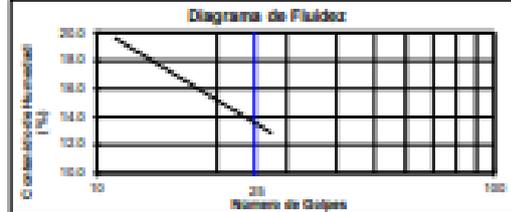


EMPLAC: ESTRUCTURA DE CLASIFICACION  
 NORMAS: ASTM D422 - D423 - D584 - D4218 - D427 - D2957  
 SOLICITANTE: Ayuda Latina  
 FECHA: 6 de febrero 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO	% ACUMULADO DE SEPIEVA	75.000	7"	100.00
		60.000	2"	100.00
		37.500	1.18"	100.00
		25.000	75"	100.00
		15.000	30"	100.00
		8.000	20"	100.00
		4.750	No. 200	100.00
		2.000	No. 100	100.00
		0.850	No. 200	100.00
		0.425	No. 400	100.00
		0.250	No. 600	100.00
		0.150	No. 100	99.77
0.075	No. 200	91.87		
750 (mm)	0.0000	Ca	0.87	
200 (mm)	0.0000	Ca	0.87	
750 (mm)	0.0021			

PERCENTAJE RELATIVO DE SÓLIDOS (%)	91.87
PERO SPECIFICO NATURAL (s)	2.6507
HUMEDAD NATURAL (w)	0.00
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	27.27
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	23.28
ÍNDICE PLÁSTICO (PI)	3.99
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	-

CLASIFICACION S.U.C.B. ML

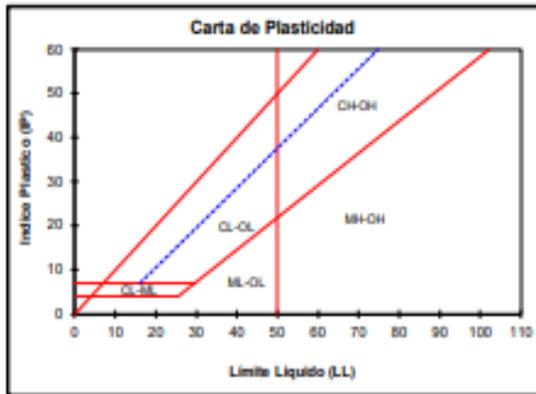
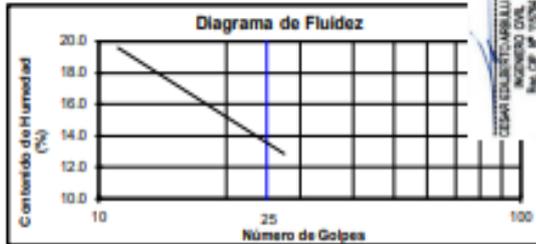


Calicata 4: Suelo limoso ML

ENSAYOS : ESTANDAR DE CLASIFICACION  
 NORMAS : ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487  
 SOLICITANTE : Aydes Lezama  
 FECHA : 6-feb-2022

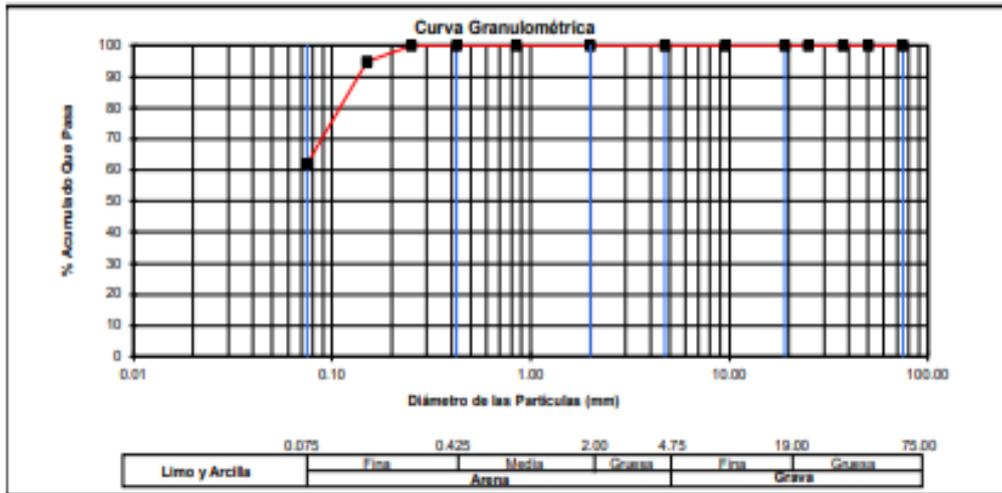
CENAP ESTADÍSTICA CONSULTING  
 Avenida 21A  
 Ing. CP. M. 10784

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMBAZO	% ACUMULADO QUE PASA	75.000	3"	100.00
		50.000	2"	100.00
		37.500	1 1/2"	100.00
		25.000	1"	100.00
		19.000	3/4"	100.00
		9.500	3/8"	100.00
		4.750	No 004	100.00
		2.000	No 010	100.00
		0.850	No 020	100.00
		0.425	No 040	100.00
		0.250	No 060	100.00
		0.150	No 100	94.77
		0.075	No 200	61.87
		D10 (mm)	0.0250	Cu
D30 (mm)	0.0353	Cc	0.81	
D60 (mm)	0.0721			



PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (Gs)		4.9287
PESO ESPECÍFICO NATURAL (γ)	(g/cc)	4.9287
HMEDAD NATURAL (w)	(%)	0.00
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	(%)	27.37
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	(%)	23.27
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	(%)	4.10
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%)	-

CLASIFICACION S.U.C.S. : ML



## Proctor Calicata 2.

Proporcion	SUELO(g)	sangre (g)
0%	750	0.0
1%	750	7.50
2%	750	15.0
3%	750	22.50
4%	750	30.0

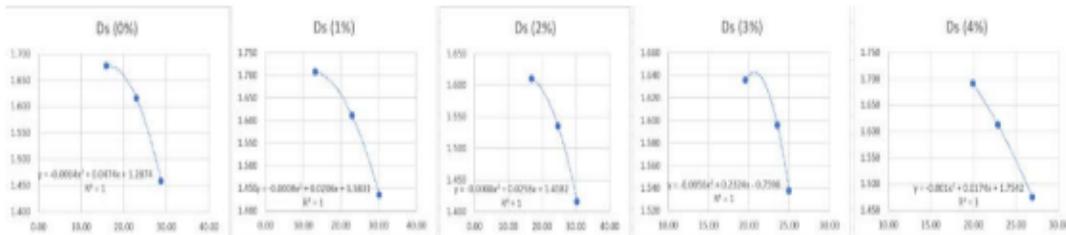
altura del molde	10.6
diametro de molde	6.2
peso de molde	1709

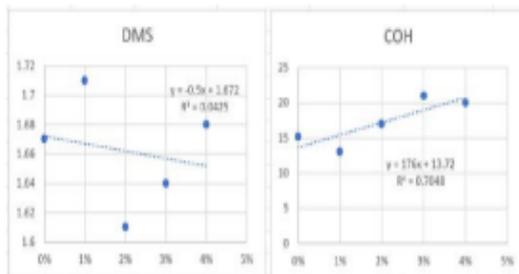
- La sangre no afecta a La densidad.
- Cuanto más sangre se aumenta al suelo, se necesita más agua para compactarlo.
- La sangre mejora el CBR hasta una dosis de 2%.
- El limite liquido del suelo sube hasta la dosis de 2.5% de sangre.
- El limite plastico del suelo baja hasta una dosis de 2.0% de sangre.
- El indice de plasticidad sube hasta una dosis de 2% de sangre.

CEMAP EDIFICIO ABELLU JARANO  
 Avda. de la Paz, 11  
 Reg. C.A.P. N° 110/94

PROCTOR MODIFICADÉ													
N	Prop.	SUELO (g)	sangre (g)	AGUA	Líquidos	MOLDE +SUELO (g)	CODIGO CAPSULA	PESO DE LA CAPSULA	CAP+ SULO HUMEDO	CAP+ SUELO SECO	Dh	wk	Ds
1	0%	750	0.0	0	0.0	2331	29	21.3	56.3	51.5	1.94	15.89	1.677
2	0%	750	0.0	45	45.0	2345	06	20.7	91.9	78.6	1.99	22.97	1.616
3	0%	750	0.0	90	90.0	2310	25	20.9	75.5	63.3	1.88	28.77	1.458
4	1%	750	7.5	0	7.5	2328	21	21.6	54.1	50.3	1.93	13.24	1.708
5	1%	750	7.5	45	52.5	2343	02	20.9	64.8	56.6	1.98	22.97	1.611
6	1%	750	7.5	90	97.5	2307	30	21.2	78.1	64.9	1.87	30.21	1.435
7	2%	750	15	0	15.0	2312	22	21.3	52.3	47.8	1.88	16.98	1.611
8	2%	750	15	45	60.0	2322	38	21.0	78.4	67.0	1.92	24.78	1.535
9	2%	750	15	90	105.0	2300	10	20.7	79.0	65.4	1.85	30.43	1.416
10	3%	750	22.5	0	22.5	2335	32	22.0	56.2	50.6	1.96	19.58	1.636
11	3%	750	22.5	20	42.5	2340	14	20.5	69.8	60.4	1.97	23.56	1.596
12	3%	750	22.5	40	62.5	2324	28	21.7	64.2	55.7	1.92	25.00	1.537
13	4%	750	30.0	0	30.0	2358	24	20.6	63.3	56.2	2.03	19.94	1.691
14	4%	750	30.0	20	50.0	2343	34	21.4	57.4	50.7	1.98	22.87	1.612
15	4%	750	30.0	40	70.0	2308	08	20.9	62.4	53.6	1.87	26.91	1.475



Proporcion	COH	DMS
0%	15.2	1.67
1%	13	1.71
2%	17	1.61
3%	21	1.64
4%	20	1.68



**CBR Colicota 2.**

CBR (100% DMS)								
Prop.	Bulto (g)	sangre (g)	lectura inicial	L1	L2	SON (mm)	CBR POC ASTM DMS1 (UNAC) (%)	CBR LAB SUMERGIDO ASTM D6881 (%) Ref. 1
0%	750	0	8.2	8.7	9.4	7.0	33.0	9.2
1%	750	7.5	8.3	9.0	9.5	5.0	68.1	11.3
2%	750	15.0	8.4	9.1	9.6	5.0	68.1	11.3
3%	750	22.5	8.2	9.1	9.7	6.0	39.3	10.1
4%	750	30.0	8.1	9.0	9.6	6.0	39.3	10.1



Ing. M. A. de la Cruz  
 MSc. en Ingeniería Civil  
 Universidad Tecnológica del Ecuador

**Límites de consistencia colicota 2.**

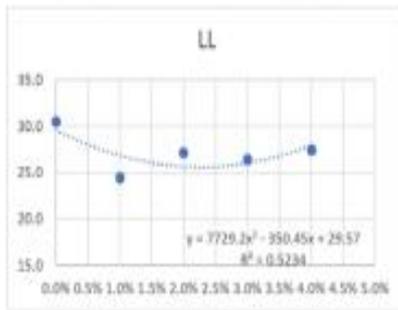
LÍMITE LÍQUIDO							
Prop.	N° de golpes	COEFICIENTE CAPSULA	PESO DE LA CAPSULA	CAP+ SUELO HUMEDO	CAP+ SUELO SECO	w%	LL
0%	3	21	21.5	77.7	66.3	25.4	19.65
1%	30	29	21.2	70.1	60.5	24.4	21.88
2%	6	38	21.0	68.2	59.2	26.3	22.03
3%	4	30	21.2	74.1	62.4	28.4	22.75
4%	24	32	22.0	81.9	70.0	24.8	23.11

$$LL = w_p \left( \frac{N}{25} \right)^{0.75} \quad [1-18]$$

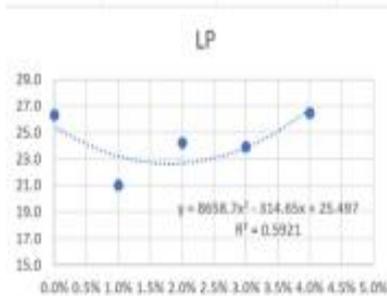
Donde:  
 LL = Límite líquido.  
 $w_p$  = Coeficiente de consistencia natural  
 N = Número de golpes  
 tan  $\beta$  = Pendiente de la línea de flujo (0.121 es una buena aproximación).

LÍMITE PLÁSTICO				
COEFICIENTE CAPSULA	PESO DE LA CAPSULA	CAP+ SUELO HUMEDO	CAP+ SUELO SECO	wp
21	21.5	21.7	21.2	26.3
29	21.6	26.3	25.8	21.1
38	21.5	25.3	24.5	24.3
30	20.9	26.6	25.5	23.9
32	20.7	26.0	24.1	26.5

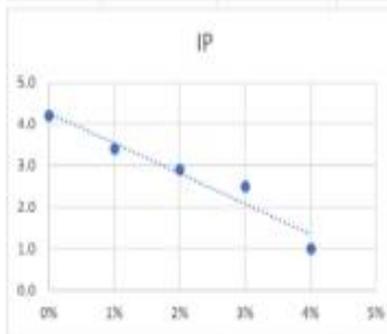
Resumen			
Dosis	LL	LP	IP
0%	30.5	26.3	4.2
1%	24.5	21.1	3.4
2%	27.1	24.2	2.9
3%	26.4	23.9	2.5
4%	27.5	26.5	1.0



El límite líquido sigue una función polinómica, con dosis de sangre de 0% hasta 2.5% el límite líquido aumenta, pero desde 2.5% a más dosis de sangre, el límite líquido disminuye.



El límite plástico sigue una función polinómica pero inversa, con dosis de sangre de 0% hasta 2.0% el límite plástico disminuye, pero a partir del 2.0% a más dosis de sangre, el límite líquido sube.



El índice de plasticidad sigue una función lineal, con dosis de sangre de 0% hasta 2.0% el índice de plasticidad disminuye.

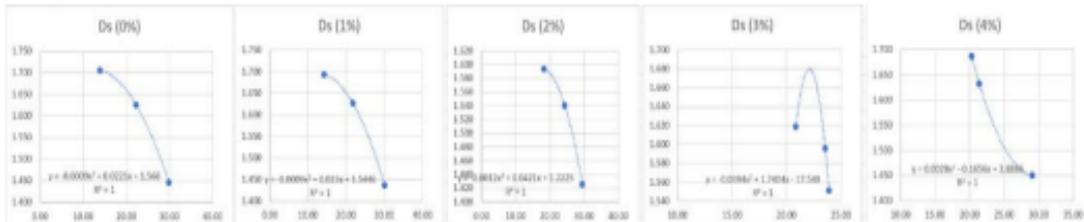
## Resultados de la calicata 4.

### Proctor Calicata 4.

Proporcion	SUELO(g)	sangre (g)
0%	750	0.0
1%	750	7.50
2%	750	15.0
3%	750	22.50
4%	750	30.0
altura del molde	10.6	
diámetro de molde	6.2	
peso de molde	1709	

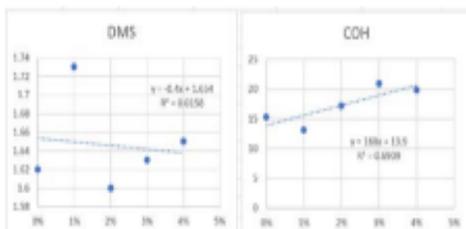
- La sangre no afecta a La densidad.
- Cuanto más sangre se aumenta al suelo, se necesita más agua para compactarlo.
- La sangre mejora el CBR hasta una dosis de 2%.
- El límite líquido del suelo sube hasta la dosis de 2.5% de sangre.
- El límite plástico del suelo baja hasta una dosis de 2.0% de sangre.
- El índice de plasticidad sube hasta una dosis de 2% de sangre.

N	Prop.	SUELO (g)	sangre (g)	AGUA	Líquidos	MOLDE +SUELO (g)	CODIGO CAPSULA	PESO DE LA CAPSULA	CAP+ SUELO HUMEDO	CAP+ SUELO SECO	Dh	w%	Ds
1	0%	750	0.0	0	0.0	2331	29	21.2	56.3	52	1.94	13.96	1.706
2	0%	750	0.0	45	45.0	2345	05	21.2	91.9	79	1.99	22.32	1.625
3	0%	750	0.0	90	90.0	2310	25	21.2	75.5	63	1.88	29.90	1.446
4	1%	750	7.5	0	7.5	2328	21	21.2	54.1	50	1.93	14.24	1.693
5	1%	750	7.5	45	52.5	2343	m2	21.2	64.8	57	1.98	21.79	1.627
6	1%	750	7.5	90	97.5	2307	m3	21.1	78.1	64.9	1.87	30.14	1.436
7	2%	750	15	0	15.0	2312	m4	21.2	52.3	47.5	1.88	18.25	1.593
8	2%	750	15	45	60.0	2322	m5	21.2	78.4	67.2	1.92	24.35	1.540
9	2%	750	15	90	105.0	2300	m6	21.1	79.0	65.8	1.85	29.53	1.426
10	3%	750	22.5	0	22.5	2335	02	22.0	56.2	50.3	1.96	20.85	1.619
11	3%	750	22.5	20	42.5	2340	30	20.5	69.8	60.4	1.97	23.56	1.596
12	3%	750	22.5	40	62.5	2324	22	21.7	64.2	56	1.92	23.91	1.551
13	4%	750	30.0	0	30.0	2358	38	21.2	63.3	56.2	2.03	20.29	1.686
14	4%	750	30.0	20	50.0	2343	32	21.1	57.4	51	1.98	21.40	1.632
15	4%	750	30.0	40	70.0	2308	08	21.1	62.4	53.1	1.87	29.06	1.450



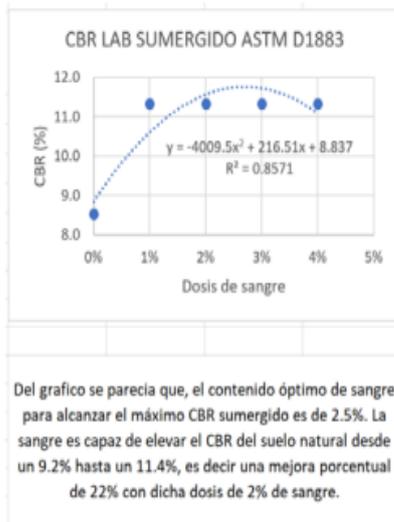
Proporcion	COH	DMS
0%	15.3	1.62
1%	13.1	1.73
2%	17.2	1.6
3%	20.9	1.63
4%	19.8	1.65

CESAR ETELA SUAREZ LLUJANADO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP. N° 115784



CBR Calicata 4.

CBR (100% DMS)								
Prop.	Suelo (g)	sangre (g)	Lectura inicial	L1	L2	DCPI (mm)	CBR PDC ASTM D6951 (USACE) (%)	CBR LAB SUMERGIDO ASTM D1883 (%) Ref. 1
0%	750	0	8.1	8.6	9.4	8.0	28.4	8.5
1%	750	7.5	8.4	9.0	9.5	5.0	48.1	11.3
2%	750	15.0	8.4	9.1	9.6	5.0	48.1	11.3
3%	750	22.5	8.3	9.2	9.7	5.0	48.1	11.3
4%	750	30.0	8	9.0	9.5	5.0	48.1	11.3



CESAR EDUARDO ARRIAGA JARAMA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP. N° 115764

Resultados de límites de consistencia de calicata 4.

LÍMITE LÍQUIDO							
Presg.	N° de golpes	CODIGO CALICATA	PESO DE LA CALICATA	CAP+ SUELO (GRAMOS)	CAP+ SUELO SECO	w%	LL
0%	4	21	21.3	77.7	63.0	38.6	30.90
1%	10	20	21.2	70.1	59.6	27.3	24.45
2%	7	18	21.3	69.2	58.0	30.5	26.16
3%	4	20	21.2	74.1	61.0	33.0	26.41
4%	15	22	22.0	81.9	68.0	30.2	28.41

$$LL = w_p \left( \frac{200}{25} \right)^{0.75} \quad (1-14)$$

Donde:

LL = Límite líquido

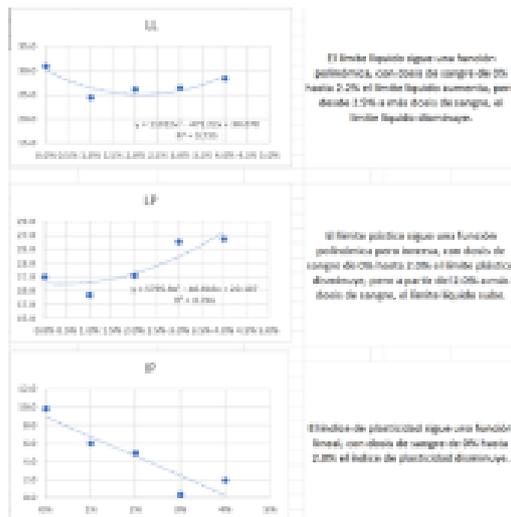
w<sub>p</sub> = Coeficiente de humedad natural

N = Número de golpes

tan β = Pendiente de la línea de flujo (β 121 en una forma aproximada).

LÍMITE PLÁSTICO				
CODIGO CALICATA	PESO DE LA CALICATA	CAP+ SUELO (GRAMOS)	CAP+ SUELO SECO	IP
12	21.4	28.4	23.2	21.1
20	21.6	26.5	25.4	18.4
11	21.2	26.2	24.5	21.2
22	22.0	26.2	25.5	26.1
8	20.7	25.0	24.1	26.5

Resumen			
Presg.	LL	IP	IP
0%	30.9	21.1	9.8
1%	24.5	18.4	6.0
2%	26.2	21.2	4.9
3%	26.4	26.1	0.9
4%	28.4	26.5	1.9



Es todo cuanto se informa al respecto.



Cusco, 14 de marzo de 2022

# Anexo 9 captura de pantalla turnitin

ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=11262263798&student\_user=1&o=1721546329

feedback studio

AYDEE LEZAMA HUAMAN | Incorporación de biorresiduo para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco.pdf



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

"Incorporación de biorresiduo para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca, Cusco - 2022".

**PROYECTO DE INVESTIGACION**

**AUTOR:**  
Aydee Lezama Huaman  
<https://orcid.org/0000-0002-2737-2774>

**ASESOR:**  
Dr. Luis Alberto Vaigas Chacaltana  
<https://orcid.org/0000-0002-4196-7188>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño de Infraestructura Vial

**FINANCIADO POR:**  
FIMA - PFRH

**Resumen de coincidencias** ✕

# 17 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	<a href="#">repositorio.ucv.edu.pe</a>	7 %	>
2	<a href="#">hdl.handle.net</a>	2 %	>
3	<a href="#">www.ijrte.org</a>	1 %	>
4	<a href="#">acris.aalto.fi</a>	1 %	>
5	<a href="#">repositorio.upla.edu.pe</a>	1 %	>
6	Entregado a Universida...	1 %	>
7	Entregado a Universida...	1 %	>

## Anexo 10. Certificados de calibración.



# Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 3

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLM-575-2018

<b>Solicitante</b>	: ARBULU JURADO CESAR EDILBERTO	<b>Misión:</b> Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.
<b>Dirección</b>	: AV. MICAELA BASTIDAS 258 OF. 704 - WANCHAQ - CUSCO	<b>Visión:</b> Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
<b>Instrumento de Medición</b>	: COPA CASA GRANDE	<b>Terminos:</b> como obtenemos alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima excelencia en la prestación de servicios.
<b>Marca:</b>	: PINZUAR	
<b>Modelo:</b>	: PS11	
<b>Serie:</b>	: 1845	
<b>Identificación:</b>	: NO INDICA	
<b>Procedencia:</b>	: COLOMBIA	
<b>Contador:</b>	: ANALOGO	
<b>División mínima:</b>	: 1	
<b>Lugar de Calibración</b>	: Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.	
<b>Fecha de Calibración</b>	: 2018-05-20	
<b>Fecha de Emisión</b>	: 2018-05-20	

**Método de Calibración:** Empleo

La calibración se realizó por comparación directa usando: un tacómetro y un Cronómetro Patrón certificados empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las resoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado.  
Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4316 y el Manual de Ensayos de Materiales: (EM2000)  
Determinación de Límite Líquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebote Saco

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud.  
Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto METROTEST E.I.R.L. No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.  
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.  
El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

- (\*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.





Jorge Riquelme G.  
Jefe de Metrología

Av. Andes Sologuren 451 Dpto. 102 Of. Parque de Villa Sol - Las Olivas    www.metrotest.com / metrotestlogica@hotmail.com / metrotest@metrotest.com  
Tel. 528 7888 Telfax: 528-3324 Extel: 997 045 343 / #992 883 351.  
**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CTM-100-2018**

Página 1 de 5

**Solicitante** : CONSULTORA ITHENDA E.I.R.L.  
**Dirección** : AV. MICHAELA BASTIDAS NRO. 268 INT. 704  
CERCADO DE WANCHAG - CUSCO - WANCHAG  
**Equipo de Medición** : HORNO ELECTRICO  
**Marca** : METROTEST  
**Modelo** : MS-H1  
**Procedencia** : PERU  
**Código de Identificación** : NO INDICA  
**Número de Serie** : 839  
**Temperatura de trab** : 110 °C ± 10 °C  
**Ventilación** : Natural  
**Lugar de Calibración** : Lab. Temperatura de Metrotest E.I.R.L.

**Misión:**  
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

**Visión:**  
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.  
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestras empresas la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima excelencia en la industria de ensayos.

**Instrumento de Med:**

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termómetro controlador	AUTONICS	TC645	NO INDICA	200°C	1°C	Digital

**Fecha de Calibración** : 2018-03-21

**Fecha de Emisión** : 2018-03-21

**Método de Calibración** Empleo

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termómetro controlador del equipo a calibrar con Termómetro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOPI/SNM PC-005 1ª Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos".

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.



Ludgi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CLM-631-2019**

<b>Solicitante</b>	ARBILU JURADO CESAR	<b>Método:</b> Prestar servicios con patrones de instrumentación calibrada y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en algunas y espacios para medición y ensayo.
<b>Dirección</b>	AV. MICAELA BASTIDAS 238 OF. 104 - MARIACHILO - CUSCO	<b>Visión:</b> Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
<b>Instrumento de Medición</b>	Cúmbi Ornamiento para CDR de Campo	También como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la confianza con los clientes en el plano industrial y personal, con constante investigación e innovación en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayo.
<b>Marca:</b>	METROTEST	
<b>Modelo:</b>	MS-64	
<b>Serie:</b>	147	
<b>Identificación:</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia:</b>	PERÚ	
<b>Alcance máximo:</b>	1000 mm	
<b>División mínima:</b>	10 mm	
<b>Tipo:</b>	ANALOGO	
<b>Lugar de Calibración</b>	Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.	
<b>Fecha de Calibración</b>	2019-05-15	
<b>Fecha de Emisión</b>	2019-05-15	

**Método de Calibración Empleada**

La calibración se efectuó con patrones que tienen trazabilidad al INACAL-DM.

El método que se usó fue de comparación directa.

Se tomó como referencia la Norma ASTM D695-03 "Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro (Dureza de Cavi) en estructuras de pavimento".

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	21.8°C	21.4°C
Humedad Relativa	61%	62%

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (\*) Código Asignado a la Mesa y Equipo
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- Los errores identificables son menores a los errores máximos permitidos (e.m.p.) según DIN 5131-1992



  
Luzmila C. G.  
Jefa de Metrología



**Metrotest** E.I.R.L.

**LABORATORIO DE METROLOGÍA**

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El presente documento garantiza la calidad y detalla las especificaciones técnicas de nuestro producto.

PRODUCTO	MOLDE PROCTOR MODIFICADO
NORMA	ASTM D-1557
MODELO	MS-40
SERIE	652
MARCA	METROTEST
PROCEDENCIA	PERU
MATERIAL	Molde fabricado en fierro zincado Diámetro interior 6" (152,4mm) y altura de 116,43mm. Incluye base y collar.

\* Certificamos que los datos corresponden a lo indicado por nuestro proveedor.

Atentamente



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

**CONFORME CON LA NORMA**  
IN ACCORDANCE WITH NORM

**ASTM E 11:2015**

**ABERTURA PROMEDIO** 49,72 mm  
AVERAGE APERTURE

**ABERTURA MÁXIMA** 49,78 mm  
MAXIMUM APERTURE

**DIÁMETRO PROMEDIO** 5,00 mm  
AVERAGE DIAMETER

**MALLA No.** 2"  
MESH No.

**SERIE No.** 62141  
SERIAL No.

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN** ± 10,56 µm  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

**FECHA** 2016 - 02 - 07  
DATE

**FIRMA**  
SIGN



**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**

**PINZUAR LTDA**  
**TELS: (571) 7454555**  
**Calle 18 # 103 B 72**  
**www.pinzuar.com.co**  
**BOGOTÁ - COLOMBIA**

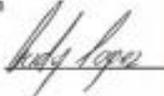


TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	851,32	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	882,95	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	505,21	µm
MALLA No. MESH No.	20	
SERIE No. SERIAL No.	64609	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,93	µm
FECHA DATE	2018 - 07 - 18	FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72  
[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO <small>AVERAGE APERTURE</small>	74,67	mm
ABERTURA MÁXIMA <small>MAXIMUM APERTURE</small>	75,05	mm
DIÁMETRO PROMEDIO <small>AVERAGE DIAMETER</small>	6,32	mm
MALLA No. <small>MESH No.</small>	3"	
SERIE No. <small>SERIAL No.</small>	61917	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN <small>UNCERTAINTY OF MEASUREMENT</small>	± 10,57	µm
FECHA <small>DATE</small>	2018 - 01 - 26	FIRMA <small>SIGN</small> 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72  
[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORMA

**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO <small>AVERAGE APERTURE</small>	37,64	mm
ABERTURA MÁXIMA <small>MAXIMUM APERTURE</small>	37,98	mm
DIÁMETRO PROMEDIO <small>AVERAGE DIAMETER</small>	4,53	mm
MALLA No. <small>MESH No.</small>	1 ½"	
SERIE No. <small>SERIAL No.</small>	63816	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN <small>UNCERTAINTY OF MEASUREMENT</small>	± 10,56	µm
FECHA <small>DATE</small>	2018 - 05 - 25	FIRMA <small>SIGN</small>



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72  
[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED**

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2015**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	19,05	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	19,16	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,02	mm
MALLA No. MESH No.	36"	
SERIE No. SERIAL No.	63968	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA  
DATE

2018 - 06 - 07

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA**  
TELS: (571) 7454555  
Calle 18 # 103 B 72  
[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA



## Anexo 10. Normativa



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

R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14





---

# CAPÍTULO IV

## SUELOS

---





## SUELOS

En este capítulo se desarrollan pautas para identificar las características y la clasificación de los suelos que se utilizarán en la construcción de los pavimentos de las carreteras del Perú.

La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aun con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

### 4.1 Exploración de suelos y rocas

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69; para el presente manual, se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E101, MTC E 102, MTC E 103 y MTC E 104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM. En este capítulo se dan pautas complementarias para llevar a cabo el muestreo e investigación de suelos y rocas.

Para la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- cambio en la topografía de la zona en estudio;
- por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados;
- zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m;
- zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ( $h < 0.6$  m);
- en zonas de corte, se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de sub rasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado.



Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de sub rasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicación de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos. Para obtener el perfil estratigráfico en zonas donde existirán cortes cerrados, se efectuarán métodos geofísicos de prospección que permitan determinar la naturaleza y características de los suelos y/o roca subyacente (según Norma MTC E 101).

#### 4.2 Caracterización de la sub rasante

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al [cuadro 4.1](#).

Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, si se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía, tal como se mencionan en el [numeral 4.1](#) del presente manual.

**Cuadro 4.1**  
**Número de Calicatas para Exploración de Suelos**

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li><li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li><li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li></ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li><li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li><li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li></ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>4 calicatas x km</li></ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>3 calicatas x km</li></ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>2 calicatas x km</li></ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>1 calicata x km</li></ul>	

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC.



El número de calicatas indicado en el [cuadro 4.1](#), se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de calicatas indicadas en el referido cuadro espaciadas cada 2.0 km en vez de cada km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de calicatas del [cuadro 4.1](#) espaciadas cada 4.0 km en vez de cada km. En el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos se tendrá en cuenta los resultados de las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo 4 calicatas) en correspondencia con los puntos de ensayo, una calicata donde la deflexión es máxima, una segunda calicata donde la deflexión es cercana a la deflexión característica, una tercera calicata donde la deflexión es cercana a la deflexión promedio y una cuarta calicata donde la deflexión ha sido mínima.

Las calicatas y ensayos efectuados en los estudios de preinversión (factibilidad, prefactibilidad o perfil), formarán parte del estudio definitivo, resultando que para el definitivo será sólo necesario efectuar calicatas y ensayos complementarios a los de estudios de preinversión, los mismos que sirven eventualmente, además como comprobatorios.

En caso el tramo tenga una longitud entre 500 m y 1,000 m el número de calicatas a realizar será la cantidad de calicatas para un kilómetro indicada en el [cuadro 4.1](#). Si el tramo tiene una longitud menor a 500 m, el número de calicatas a realizar será la mitad de calicatas indicada en el [cuadro 4.1](#).

Si a lo largo del avance del estacado las condiciones topográficas o de trazo, muestran por ejemplo cambios en el perfil de corte a terraplén; o la naturaleza de los suelos del terreno evidencia un cambio significativo de sus características o se presentan suelos erráticos o irregulares, se deben ejecutar más calicatas por kilómetro en puntos singulares, que verifiquen el cambio.

También se determinará la presencia o no de suelos orgánicos, suelos expansivos, napa freática, rellenos sanitarios, de basura, etc., en cuyo caso las calicatas deben ser más profundas, delimitando los sectores con sub rasante pobre o inadecuada que requerirá, para determinar el tipo de estabilización o mejoramiento de suelos de la sub rasante, de estudios geotécnicos de estabilidad y de asentamientos donde el Ingeniero Responsable sustente en su Informe Técnico que la solución adoptada según la naturaleza del suelo, alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad. Este tipo de estudios también se realizarán en caso de terraplenes con altura mayor a 5.0 m. En este caso, los valores representativos resultado de los ensayos será sólo válida para el respectivo sector.

Donde se encuentre macizo rocoso dentro de la profundidad de investigación, se deberá aplicar lo establecido en la norma MTC E 101.

#### 4.2.1 Registros de excavación

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata (con coordenadas UTM  $WGS84$ ), número de



muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Así mismo, durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada uno de los estratos del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales. Así mismo se extraerán muestras representativas de la subrasante para realizar ensayos de Módulos de resiliencia ( $M_R$ ) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de  $M_R$ , la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera (ver [cuadro 4.2](#)).

**Cuadro 4.2**  
**Número de Ensayos  $M_R$  y CBR**

Tipo de Carretera	Nº $M_R$ y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 <math>M_R</math> cada 3 km y 1 CBR cada 1 km</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> <li>(*)</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 2 km se realizará un CBR</li> <li>(*)</li> </ul>
Carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

(\*): La necesidad de efectuar los ensayos de módulos de resiliencia, será determinado en los respectivos términos de referencia, previa evaluación de la zona de estudio y la importancia de la obra.

El número de ensayos indicado en el [cuadro 4.2](#), se aplica para pavimentos nuevos, mejoramiento y rehabilitación. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de ensayos indicados en el referido cuadro, por 2 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Tercera Clase "Cada 4.0 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 2.0 km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de ensayos del [cuadro 4.2](#), por 3 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Segunda Clase "Cada 4.5 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 1.5 km). Para el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos, se tendrá en cuenta las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo dos CBR) en correspondencia con los puntos de ensayo, un CBR donde la deflexión ha



sido máxima y el segundo CBR donde la deflexión es cercana a la deflexión característica.

Los ensayos de  $M_R$  o de CBR efectuados en los estudios de preinversión (factibilidad, prefactibilidad o perfil), formarán parte del estudio definitivo, resultando que para el definitivo será sólo necesario efectuar ensayos complementarios a los de estudios de preinversión, los mismos que sirven eventualmente, además como comprobatorios.

En caso el tramo tenga una longitud menor a la indicada, en el [cuadro 4.2](#), para el número de  $M_R$  o de CBR a realizar, la cantidad de ensayos indicada en el cuadro debe ser tomada como mínima.

Se podrán realizar ensayos in situ, como el CBR en el terreno según ensayo MTC E 133-2000 y el ensayo mediante Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC), cuya principal limitación se presenta en las mediciones de suelos con bolonería, pero resulta muy útil en suelos finos o blandos, donde precisamente se requiere de mayores evaluaciones del suelo y sus estratos, por lo que en este caso debe efectuarse este tipo de ensayos que permitirá tramificar mejor la capacidad soporte de la sub rasante. La cantidad de ensayos mínima será igual al número de calicatas indicado en el [cuadro 4.1](#).

Los ensayos utilizando el LWD (deflectómetro de impacto liviano) o el SPT (ensayo de penetración estándar), se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales del MTC vigente, complementariamente se podrán utilizar las normas internacionales ASTM o AASHTO.

### 4.3 Descripción de los suelos

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a la metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS, se utilizarán los signos convencionales de los [cuadros 4.3 y 4.4](#):

**Cuadro 4.3**  
**Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO**

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Simbología AASHTO





**Cuadro 4.4**  
**Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS**

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, mica o mica o diatomacea, limo diatómico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos

Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

- a. Granulometría:** representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo se definen los siguientes términos:



**Cuadro 4.5**  
**Clasificación de suelos según Tamaño de partículas**

Tipo de Material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 4.75 mm
Arena	Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
	Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
	Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo 0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla Menor a 0.005 mm

- b. La Plasticidad:** es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

Los Límites de Atterberg establecen cuán sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112).

Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

Límite Plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Límite de Contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC E 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación a su índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:





**Cuadro 4.6**  
**Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad**

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos eventos de arena

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, de acuerdo a su magnitud puede ser un elemento riesgoso en un suelo de sub rasante y en una estructura de pavimento, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

- c. **Equivalente de Arena:** Es la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos o agregados finos (ensayo MTC E 114). Es el ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar.

El valor de Equivalente de Arena (EA) es un indicativo de la plasticidad del suelo:

**Cuadro 4.7**  
**Clasificación de suelos según Equivalente de Arena**

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no helado
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

- d. **Índice de Grupo:** es un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de grupo de un suelo se define mediante la fórmula:

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

Donde:

- a** = F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- b** = F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- c** = LL - 40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.
- d** = IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice  $\geq 20$ , un suelo no utilizable para caminos.



**Cuadro 4.8**  
**Clasificación de suelos según Índice de Grupo**

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Buena
IG está entre 0 - 1	Muy Buena

- e. Humedad Natural:** Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de sub rasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

La determinación de la humedad natural (ensayo MTC E 108) permitirá comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo (ensayo MTC E 132). Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, el Proyectista propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado.

- f. Clasificación de los suelos:** Determinadas las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y, luego clasificar los suelos.

La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el [cuadro 4.9](#). Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS):

**Cuadro 4.9**  
**Correlación de Tipos de suelos AASHTO - SUCS**

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

Para complementar la información se presenta el [cuadro 4.10](#), que muestra la Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.



**Cuadro 4.10**  
**Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282**

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)						Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)					
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7		
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6				A-2-7	A-7-5	A-7-6
<b>Análisis granulométrico</b> % que pasa por el tamiz de:  2 mm (N° 10) 0.425 mm (N° 40) F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 50											
	máx. 30	máx. 50	min. 51									
	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
<b>Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)</b>  <b>Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)</b>												
<b>LL: Límite de Líquido</b>  <b>IP: Índice de Plasticidad</b>				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41
	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11 <sup>(a)</sup>	min. 11 <sup>(b)</sup>
<b>Tipo de material</b>	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas			Suelos limosos		Suelos arcillosos			
<b>Estimación general del suelo como sub rasante</b>	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6, es igual o menor que LL-30

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6, es mayor que LL-30

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18 (IG 2-3), A-4 (IG 1-1), etc.  
 IG = (F-35) [(2+0.05) (LL-40)] + 0.01 (F-15)(P-10)





- g. Ensayos CBR:** (ensayo MTC E 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.

Para la obtención del valor CBR de diseño de la sub rasante, se debe considerar lo siguiente:

1. En los sectores con 6 o más valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.
2. En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante en función a los siguientes criterios:
  - Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
  - Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor crítico (el más bajo) o en todo caso subdividir la sección a fin de agrupar subsectores con valores de CBR parecidos o similares y definir el valor promedio. La longitud de los subsectores no será menor a 100 m.

Son valores de CBR parecidos o similares los que se encuentran dentro de un determinado rango de categoría de sub rasante, según **Cuadro 4.11**.

3. Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de sub rasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

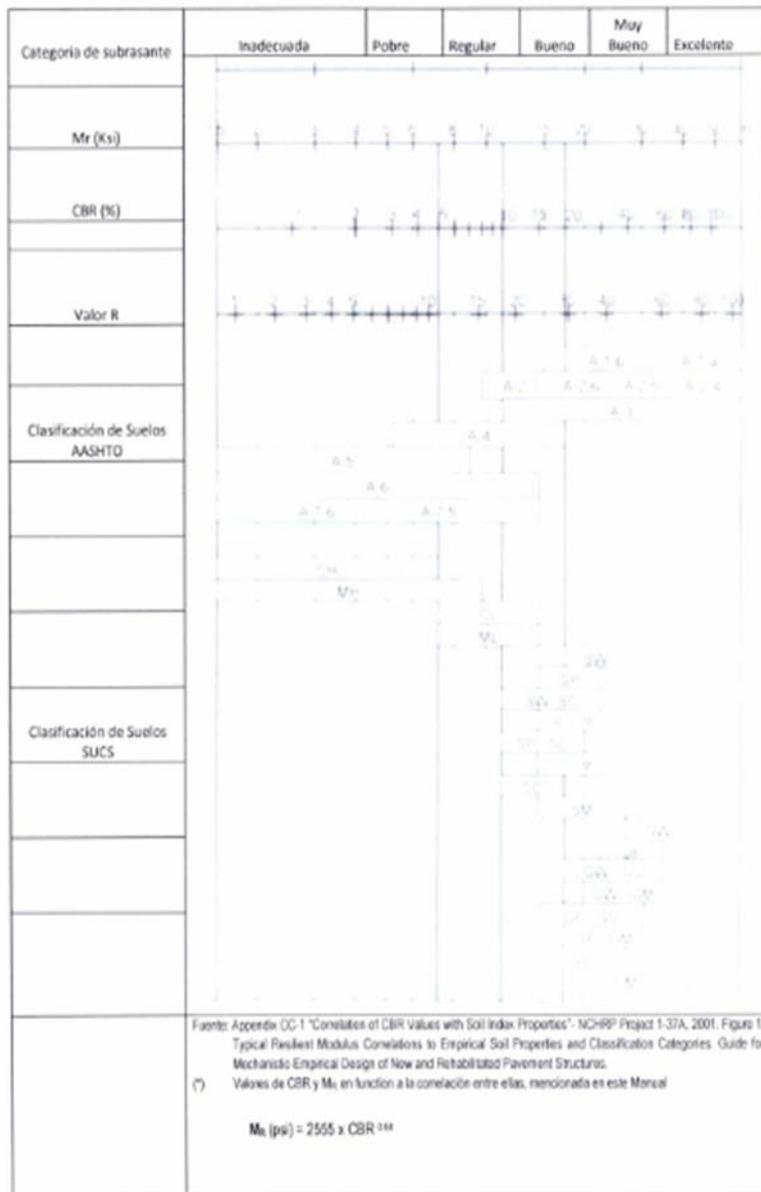
**Cuadro 4.11**  
**Categorías de Sub rasante**

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4.1**  
**Correlaciones Típicas entre las Clasificaciones y**  
**Propiedades de los Suelos con el Módulo de Resiliencia (\*)**





#### h. Ensayo de Módulo Resiliente

El método de diseño de pavimentos predominante en nuestro medio, es el correspondiente a la metodología AASHTO 1993 y el parámetro de importancia requerido por dicha metodología es el Módulo Resiliente ( $M_R$ ) o Elástico del material que conforma el par Pavimento-Subrasante.

Debido a lo especializado en la realización del ensayo de Módulo Resiliente, se cuenta con las publicaciones Design Pamphlet for the Determination of Design Subgrade in support of the 1993 AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (Publicación N° FHWA-RD-97-083) y Design Pamphlet for the Determination of Layered Elastic Moduli for Flexible Pavement Design in Support of the 1993 AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (Publicación N° FHWA-RD-97-077). Además la Guía AASHTO, recomendó para esa edición de 1993 el uso de una correlación  $M_R$ -CBR, solo para casos de suelos finos y  $CBR \leq 10\%$  obtenido por el método del Cuerpo de Ingenieros USA.

En décadas pasadas y a nivel mundial diversos investigadores hallaron para diferentes tipos de suelos, correlaciones aplicables a su propia realidad y que algunos diseñadores las adoptaron. Uno de estas correlaciones es la planteada por TRRL en 1983 para valores de CBR entre 2% a 12%, la misma que se contempló utilizar en el proyecto NCHRP 1-37A, pero que evaluada a través del proyecto 1-40A del mismo programa NCHRP. Se cuestionó su confiabilidad debido al procedimiento seguido en su determinación (técnicas de propagación de ondas) por lo que no es tomada en cuenta en la última edición de la guía AASHTO-2008 (manual MEPDG), recomendándose más bien (Tabla 11-10) valores característicos de  $M_R$  de acuerdo al tipo de suelo.

Para fines de diseño de pavimentos nuevos, se deben obtener los respectivos Módulos de Resiliencia ( $M_R$ ) mediante el desarrollo del Ensayo en laboratorio. en vez del uso de correlaciones debido a que sus resultados son muy sensibles a los factores relacionados a las propiedades del suelo y procedimientos de ensayo CBR -recordar que es la condición de un suelo sumergido- y por ende tendrían un gran sesgo, por lo que la tendencia de las instituciones especializadas en el tema inciden más en el desarrollo del ensayo de Módulo Resiliente; otra opción a sopesar desde el punto de vista de ingeniería es la adopción de valores típicos del  $M_R$  según las características del suelo o material en estudio.

Para ejecutar el ensayo de Módulo Resiliente se utilizará la norma MTC E 128 (AASHTO T274). El Módulo de resiliencia es una medida de la propiedad elástica de suelos, reconociéndole ciertas características no lineales. El Módulo de resiliencia se usa directamente en el diseño de pavimentos flexibles; y, para el diseño de pavimentos rígidos, debe convertirse a módulo de reacción de la sub rasante (valor k).



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

Con fines ilustrativos los catálogos de estructuras de pavimentos, mostrados en el presente manual, tienen un carácter referencial, por lo que necesariamente tendrán que ser validados en razón a los criterios expuestos en los párrafos precedentes.

A manera referencial se presenta la [Figura 4.1](#) de correlaciones típicas entre las clasificaciones y características de los suelos y el Módulo de Resiliencia, preparado por la NAPA Information Series 117 "Guidelines for Use of HMA Overlays to Rehabilitate PCC Pavements", 1994 y que está incluida en el documento Appendix CC-1 "Correlation of CBR values with soil index properties".

#### 4.4 Ensayos de laboratorio

Con las muestras extraídas de las calicatas efectuadas, se realizarán los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E 107.
- Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E 110.
- Límite Plástico ASTM D-4318, MTC E 111.
- Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E 108.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Contenido Sulfatos ASTM D-516
- Contenido Cloruros ASTM D-512
- Contenido Sales Solubles Totales MTC E 219.
- Clasificación AASHTO M-145

#### Ensayos Especiales

- California Bearing Ratio ASTM D-1883, MTC E 132, o Módulo resiliente de suelos de sub rasante AASHTO T 274, MTC E 128.
- Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115.
- Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC E 114.
- Ensayo de Expansión Libre ASTM D-4546
- Colapsabilidad Potencial ASTM D-5333
- Consolidación Uniaxial ASTM D-2435

Los ensayos deben ser ejecutados en laboratorios competentes que cuenten con:

- Personal calificado
- Instalaciones que faciliten la correcta ejecución de los ensayos
- Métodos y procedimientos apropiados para la realización de los ensayos, siguiendo las Normas de Ensayos del MTC o normas internacionales como ASTM o AASHTO, incluyendo técnicas estadísticas para el análisis de los datos de ensayo.
- Equipos debidamente calibrados, que garanticen la exactitud o validez de los resultados de los ensayos. Antes del inicio de los ensayos o de la puesta en servicio el proveedor debe presentar los respectivos certificados de





PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

calibración de sus equipos, emitidos por Laboratorios de Calibración acreditados.

- Aseguramiento de calidad de los resultados de los ensayos.
- Informe de resultados de cada ensayo, presentado en forma de informe de ensayo o certificado de ensayo, que exprese el resultado de manera exacta, clara, sin ambigüedades y objetivamente, de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo.

#### 4.5 Informe de exploración

##### 4.5.1 Perfil estratigráfico

En base a la información obtenida de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se realizará una descripción de los diferentes tipos de suelos encontrados en las calicatas o pozos. Una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará los suelos que controlarán el diseño y se establecerá el programa de ensayos para definir el CBR de diseño para cada sector homogéneo.

##### 4.5.2 Sectorización

Para efectos del diseño de la estructura del pavimento se definirán sectores homogéneos donde, a lo largo de cada uno de ellos, las características del material del suelo de fundación o de la capa de sub rasante se identifican como uniforme. Dicha uniformidad se establecerá sobre la base de las características físico-mecánicas de los suelos (Clasificación, plasticidad). El proceso de sectorización requiere de análisis y criterio del proyectista, teniendo en cuenta las características del material de suelo de la sub rasante, el tráfico vial, el drenaje y/o subdrenaje, microclimas y otros aspectos que considere el Ingeniero Responsable.

Para la identificación de los sectores de características homogéneas, se tendrá en cuenta los resultados de las prospecciones y ensayos, previamente a ello se deberá establecer una estrategia para efectuar el programa exploratorio y, a partir de ello, se ordenará la toma de las muestras necesarias de cada perforación, de manera de poder evaluar aquellas características que siendo determinantes en su comportamiento, resulten de sencilla e indiscutible determinación.

##### 4.5.3 Cortes y terraplenes

Los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su análisis de estabilidad (Estudio Geotécnico), pudiendo utilizarse (a modo referencial) las siguientes relaciones de corte en talud (V: H), que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicados en el [cuadro 4.12](#).



**Cuadro 4.12**  
**Taludes de Corte**

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	V ≤ 5m	5m < V ≤ 10m	V > 10m
Roca Fija	10 : 1	10 : 1 (*)	(**)
Roca Suelta	6 : 1 - 4 : 1	4 : 1 - 2 : 1 (*)	(**)
Conglomerados Cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos Consolidados Compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados Comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra Compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra Suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas Sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arolas o zonas humedeidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 2	(*)	(**)

(\*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere Análisis de Estabilidad

Nota: La relación V: H, indica que V corresponde a la altura vertical del talud y H la distancia horizontal.

Los taludes de relleno igualmente estarán en función de los materiales empleados, pudiendo utilizarse (a modo de taludes de relleno referenciales) los siguientes que son apropiados para los tipos de material incluidos en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4.13**  
**Taludes de Relleno**

Materiales	Talud (V: H)		
	V ≤ 5m	5m < V ≤ 10m	V > 10m
Entrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arenas Limpias	1 : 2	(*)	(**)

(\*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere Análisis de Estabilidad

#### 4.5.4 Sub rasante

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con  $CBR \geq 6\%$ . En caso de ser menor (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, de acuerdo a la naturaleza del suelo, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la mas conveniente técnica y económica. En el [Capítulo 9](#) Estabilización de Suelos, se describen diversos tipos de estabilización de suelos.

Para poder asignar la categoría de sub rasante indicada en el [cuadro 4.10](#), los suelos de la explanación debajo del nivel superior de la sub rasante, deberán tener un espesor mínimo de 0.60 m del material correspondiente a la



categoría asignada, caso contrario se asignará a la categoría inmediata de calidad inferior.

El nivel superior de la sub rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una sub rasante excelente - muy buena ( $\text{CBR} \geq 20\%$ ); a 0.80 m cuando se trate de una sub rasante buena - regular ( $6\% \leq \text{CBR} < 20\%$ ); a 1.00 m cuando se trate de una sub rasante pobre ( $3\% \leq \text{CBR} < 6\%$ ); y, a 1.20 m cuando se trate de una sub rasante inadecuada ( $\text{CBR} < 3\%$ ). En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Cuando la capa de sub rasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material separador de 10 cm. de espesor como mínimo o un geosintético, según lo justifique el Ingeniero Responsable.

Se estabilizarán las zonas húmedas locales o áreas blandas o sub rasantes inadecuadas, cuya estabilización o mejoramiento será materia de un estudio geotécnico de estabilidad y de asentamientos donde el Ingeniero Responsable analizará según la naturaleza del suelo diversas alternativas como estabilización con cal o cemento, estabilización química de suelos, geosintéticos, pedraplenes, enrocados, capas de arena, reemplazo, etc; definiendo y justificando en su Informe Técnico la solución adoptada, donde se indicará que con la solución adoptada el suelo alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad.

En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de los friajes o las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. En el caso de presentarse en los últimos 0.60 m de la sub rasante, suelos susceptibles al congelamiento por acción climática, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, por acción climática rigurosa, los suelos limosos, igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm; con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02 mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E 109).



NOWIA  
TÉCNICA  
PERUANA

NTP 339.145

1999

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle De la Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

Norma Técnica  
Peruana

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 339.127  
1998

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima-Perú

---

## SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock

1998-11-25  
1ª Edición

R.0062-98/INDECOPI-CRT. Publicada el 98-12-12

Precio basado en 10 páginas

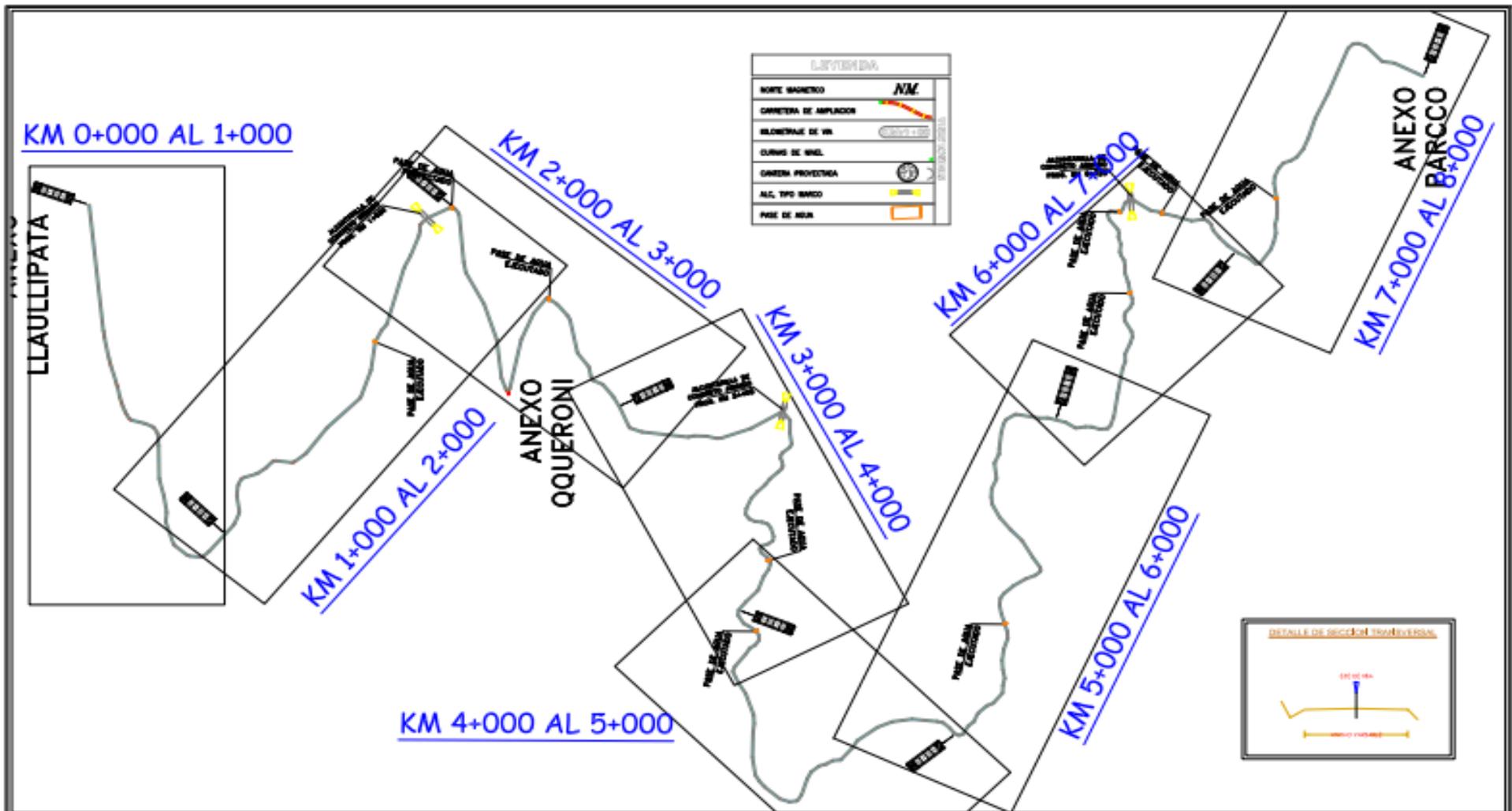
I.C.S.:93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Suelo, método de ensayo, contenido de humedad, humedad

---

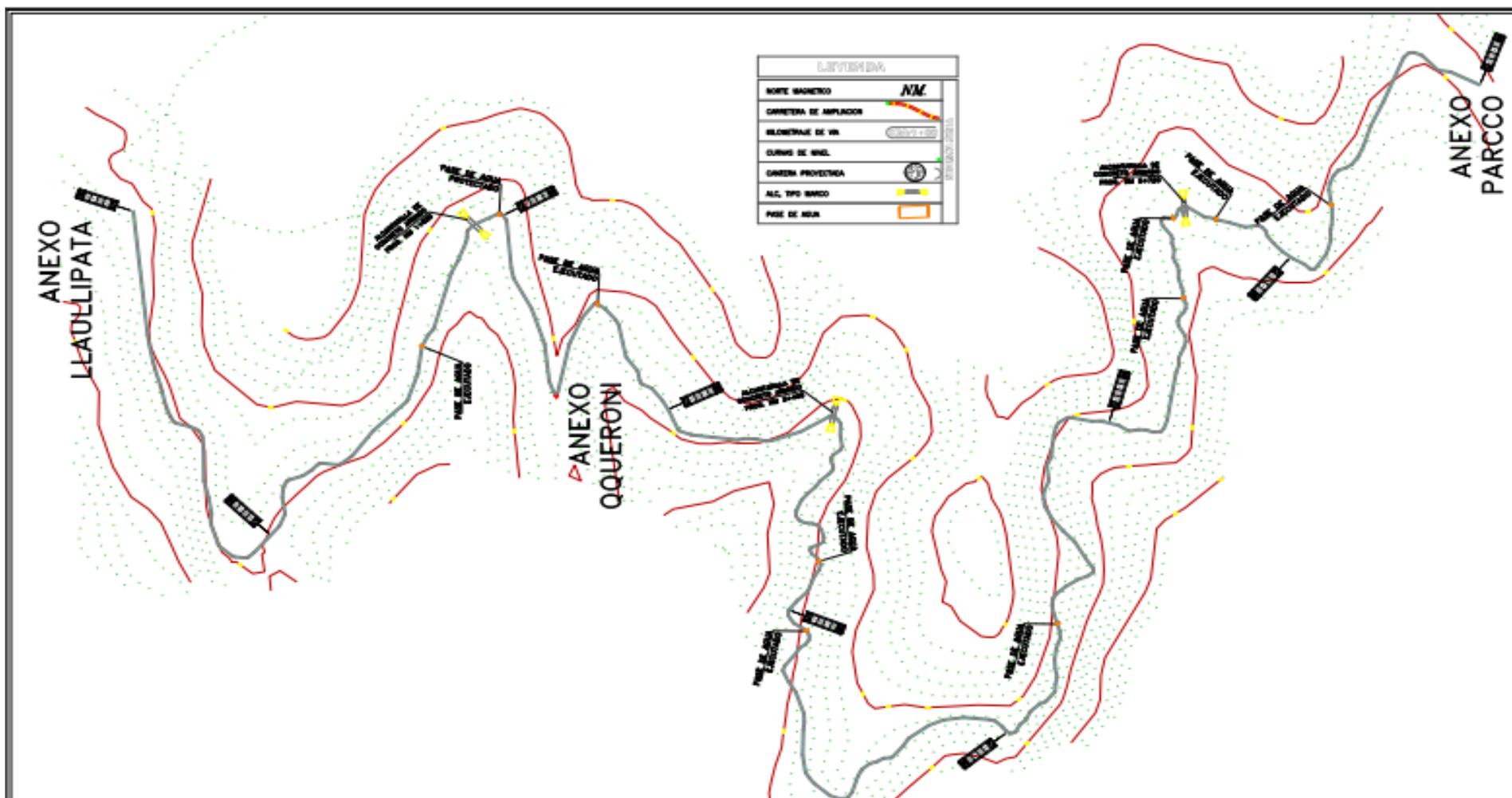




**PLANO CLAVE**  
ESCALA 1:4000



INCORPORACIÓN DE BARRISQUO PARA EL MEDIDAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARRIZABLE UYTVACA, CUSCO - 2021			Director: LEIVYACA	<b>LAMINA I</b>
<b>PLANO</b> <b>PLANO - CLAVE</b>			Proyectado: COLMISTEYCAS	<b>P - C</b>
FECHA: 09/09/2021	ELABORADO POR: AYDRE LEZAMA HUASAN	UBICACION: CANTÓN - COLMISTEYCAS CORRECTOR UYTVACA	Departamento: CUSCO	<b>ESCALA I</b> MERCADA



**PLANO DE REPLANTEO TOPOGRAFICO**  
 ESCALA 1:4000



INCORPORACION DE BIORRESIDUO PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBBASANTE DE LA TROCHA CARRIBABLE UVTIACA, CUSCO - 2021

**PLANO**  
**PLANO REPLANTEO TOPOGRAFICO**

211314 E/PRO. 2022	ELABORADO POR: KY DIEZ JEFESIAS SEAGOSAN	UBICACION COMUNIDAD UNION HORA - UVTIACA
-----------------------	---	---

Director  
LEVITACA

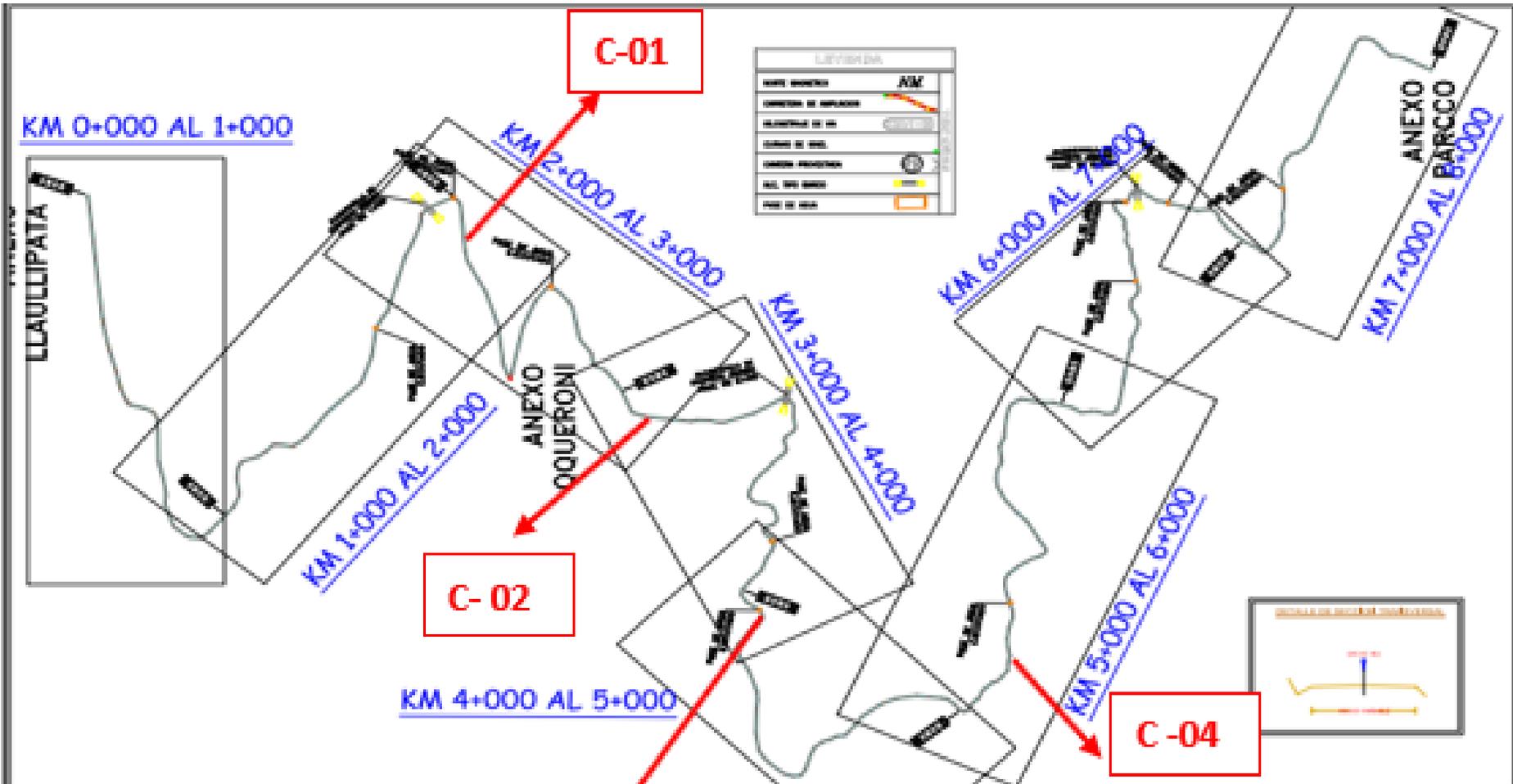
Proyecto  
CD11-001/11/CUS

Departamento  
CUSCO

**LAMINA I**

**P R T**

**ESCALA I**  
 1:4000



**PLANO CLAVE**  
ESCALA 1:4000

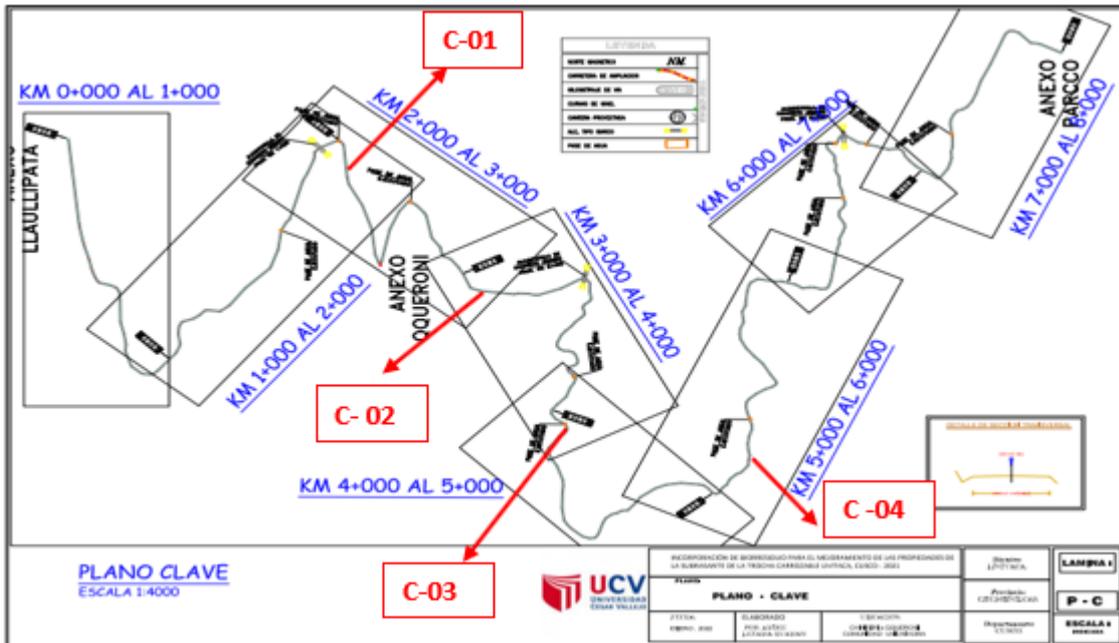


PREPARACION DE BARRERAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROFESORES DE LA SUBDIRECCION DE LA REGION CAYASHANU UNIVALE, CERRO - 2021		
<b>PLANO - CLAVE</b>		
DISEÑADO POR: <b>ALFONSO ANTONIO SUAREZ</b>	ELABORADO POR: <b>ALFONSO SUAREZ</b>	VERIFICADO POR: <b>OSCAR GONZALEZ</b>

Sistema: <b>LUZITANA</b>	<b>LAMINA I</b>
Proyecto: <b>CE-1242013000</b>	<b>P - C</b>
Departamento: <b>CUAYA</b>	<b>ESCALA 1:4000</b>

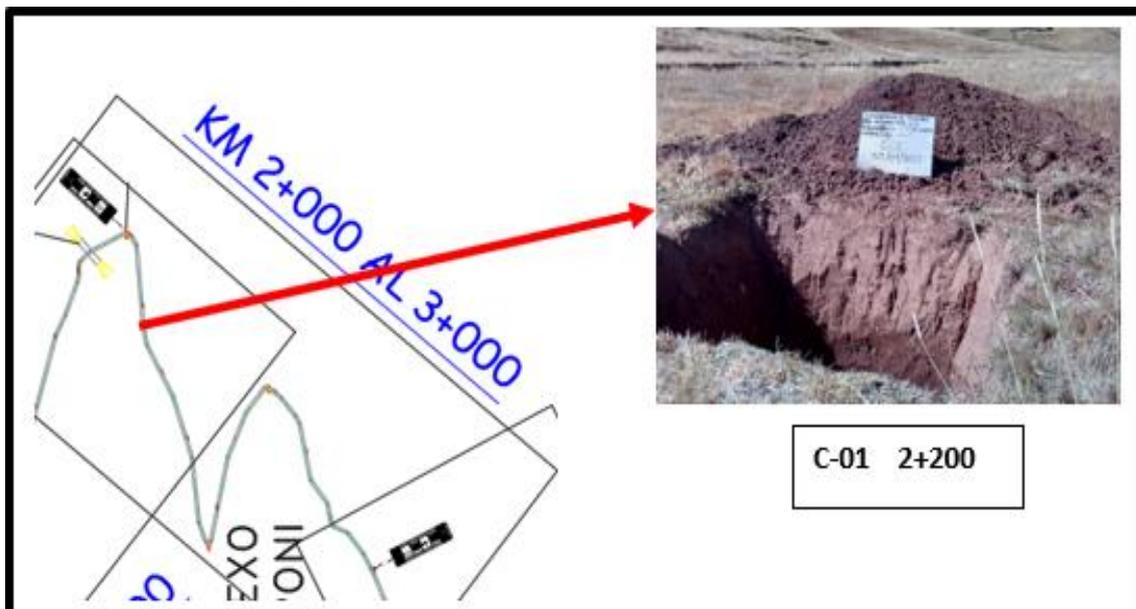
## Anexo 12: panel fotográfico

Figura1. : Ubicación de las calicatas de la trocha carrozable Livitaca.



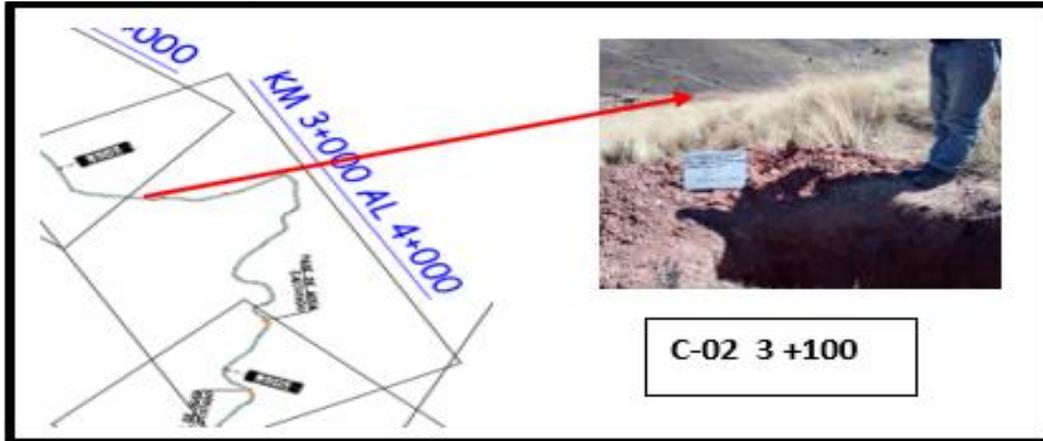
Elaboración: propio

Figura N°2 : Ubicación de la calicata C-01 2+200



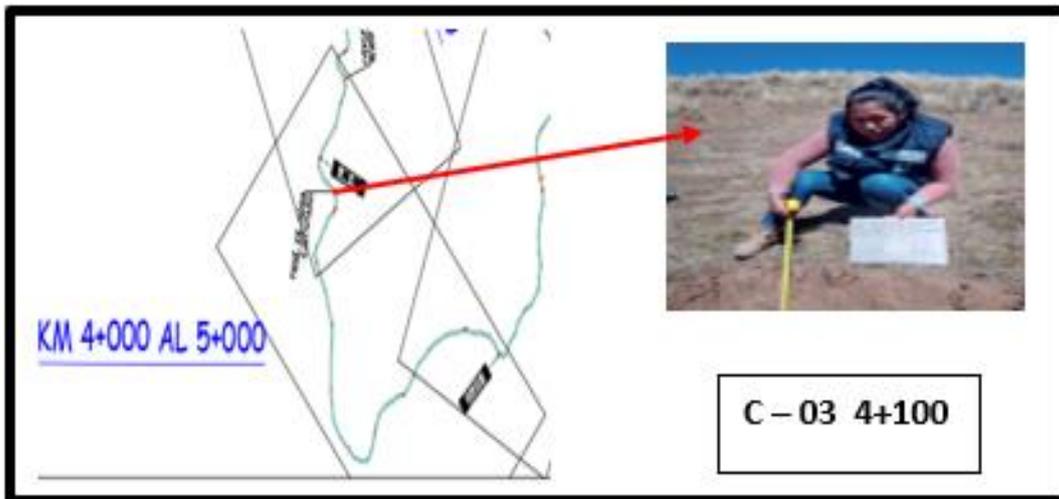
Elaboración: Propio

**Figura N°3:** Ubicación de la calicata C-02 3+100



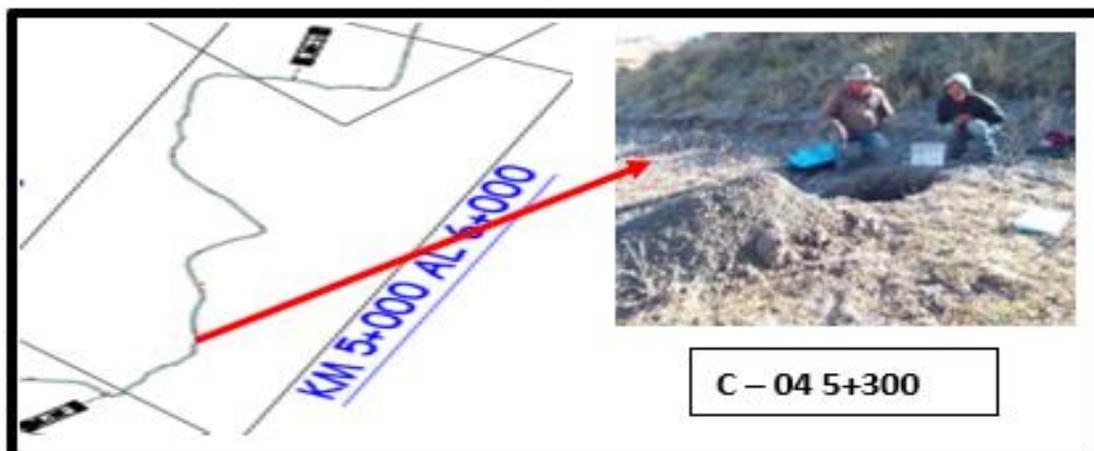
Elaboración: Propio

**Figura N°4:** Ubicación de la calicata C-03 4+100



Elaboración: propio

**Figura N°5:** Ubicación de la calicata C-04 5+300



**Elaboración:** Propio

**Figura N°6:** Ubicación del lugar de estudio. De la Trocha carrozable 8 km.



**Elaboración:** Propio

**Figura N°7:** Ubicación de calicata y trazo C-01



**Elaboración:** Propio

**Figura N°8: Ubicación de calicata y trazo C-02**



**Elaboración: Propio**

**Figura N°9: Ubicación de calicata y trazo C-03**



**Elaboración: Propio**

**Figura N°10:** Ubicación de calicata y trazo C-04



**Elaboración:** Propio

**Figura N°11:** Visita al camal de San Jerónimo -Cusco



**Elaboración:** Propio

**Figura N°12: Adquisición de la sangre del camal**



**Elaboración: Propio**

**Figura N°13 constando el desperdicio de sangre en el camal**



**Elaboración: Propio**

**Figura N°14:** pesando muestra de la C-2 suelo limoso



**Elaboración:** Propio

**Figura N°15:** Licuando de la sangre para tener una sangre uniforme



**Elaboración:** Propio

**Figura N°16: Incorporación de sangre de camal al suelo limoso**



**Elaboración: Propio**

**Figura N°17: Ensayo de límites líquido de Atterberg.**



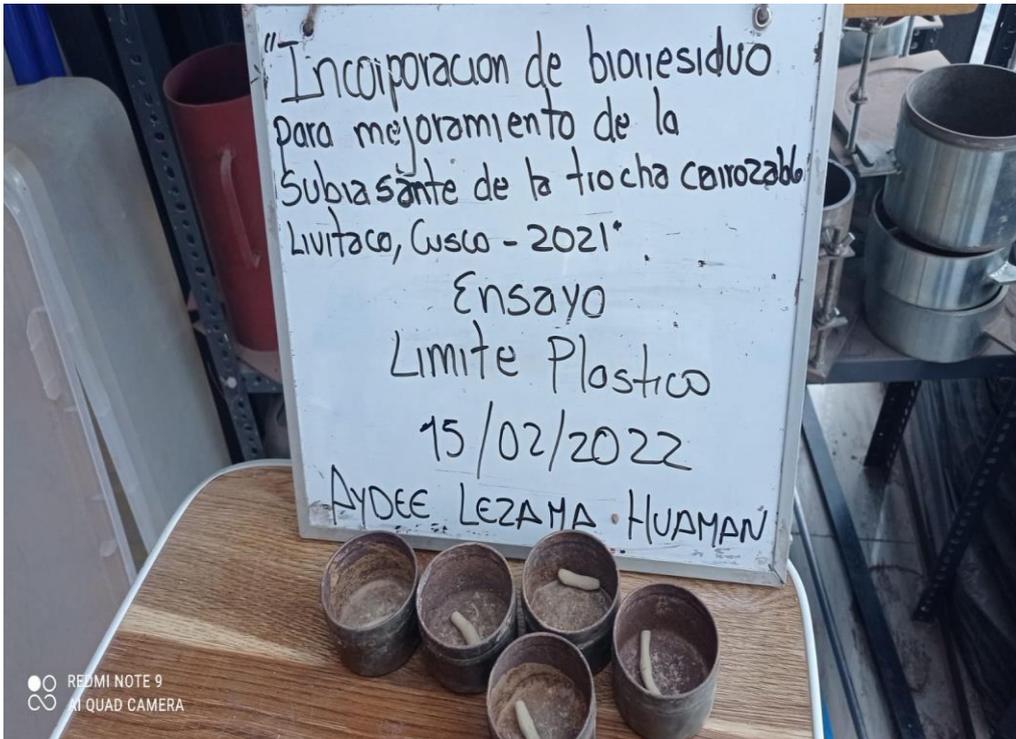
**Elaboración: Propio**

**Figura N°17: Ensayo de límites Plástico de Atterberg**



**Elaboración: Propio**

**Figura N°18: Ensayo de límites Plástico de Atterberg**



**Elaboración: Propio**

**Figura N°19: Ensayo de límites líquido de Atterberg**



**Elaboración: Propio**

**Figura N°20:** Ensayo proctor incorporación de sangre en los porcentajes  
0%,1%,2%,3%,4%



Elaboración: Propio

**Figura 21:** Compactación con pisón a la muestra de suelo C-02 Mas la adición de  
sangre 0%,1%,2%,3%,4%.



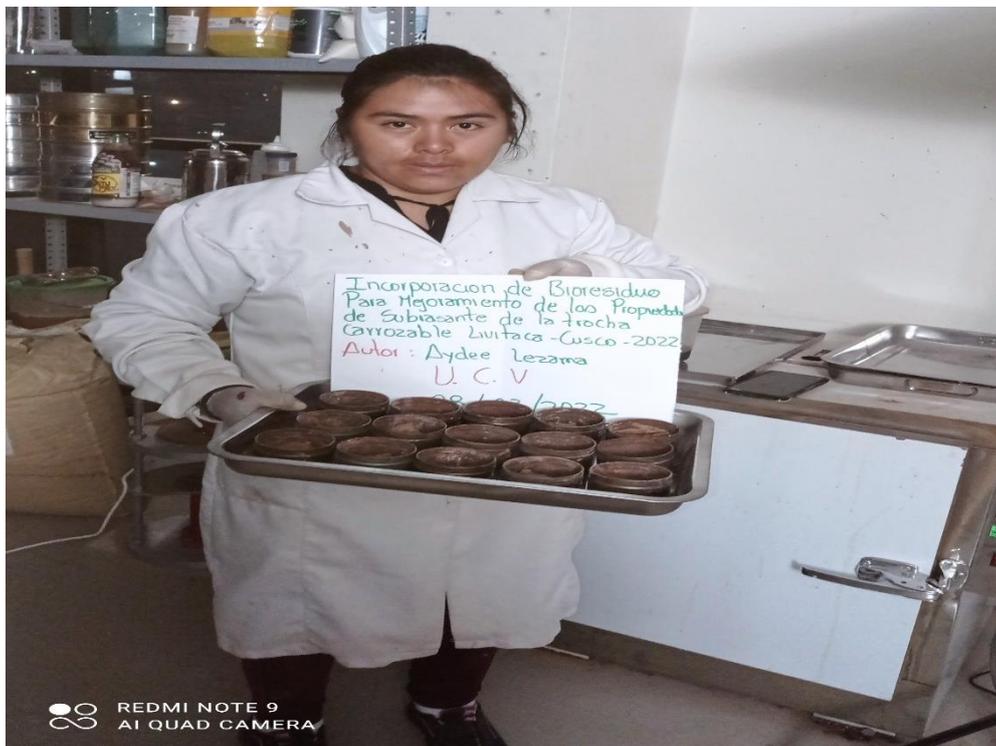
**Elaboración: Propio**

**Figura 22:** Compactación con pisón a la muestra de suelo C-02 Mas la adición de sangre 0%,1%,2%,3%,4%.



**Elaboración: Propio**

**Figura 23:** Muestras de las probetas compactadas son llevadas al horno



**Elaboración: Propio**

**Figura 24:** Muestras de las probetas compactadas son sacadas del horno



**Elaboración: Propio**

**Figura N°25** Adicionando sangre a la muestra de suelo C-02 para en ensayo CBR sangre 0%,1%,2%,3%,4%.



**Elaboración:** Propio

**Figura N°26:** mezclando la muestra más la adición de la sangre en una batidora



**Elaboración** Propio

**Figura 27:** Compactación con pisón a la muestra de suelo C-02 Mas la adición de sangre 0%,1%,2%,3%,4% para el ensayo de CBR.



**Elaboración:** Propio

**Figura 28:** Ensayo peno metro dinámico de cono (PDC)



**Elaboración:** Propio

**Anexo 13: Solicitud y autorización de la empresa de la entidad pública**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JERÓNIMO - CUSCO**  
 Distrito Ecológico  
 Patrimonio Cultural de la Nación

Por un Nuevo San Jerónimo  
 FUNDADO 1992

**FORMULARIO ÚNICO DE TRAMITE (FUT)** N° 035504

1.- Señor Alcalde de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo

LEZAMA HUMANAN AyDee  
 APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO NOMBRE

3.- D.N.I. 48699048 4.- Tel./Cel. 987611258 5.- R.U.C. \_\_\_\_\_

6.- Domicilio en: Champshuzlla Distrito: San Jerónimo Prov. Dpto. Cusco

7.- MARCA EN EL CASILLERO CON UNA ASPA (X)

<input checked="" type="checkbox"/> AUTORIZACIÓN	<input type="checkbox"/> DENUNCIA	<input type="checkbox"/> PARÁMETRO URBANÍSTICOS
<input type="checkbox"/> ALQUILER/ARRENDAMIENTO	<input type="checkbox"/> DEVOLUCIÓN	<input type="checkbox"/> PRÉSTAMO
<input type="checkbox"/> AUSPICIO/PROMOCIÓN	<input type="checkbox"/> DISOLUCIÓN	<input type="checkbox"/> RECONSIDERACIÓN/APELACIÓN
<input type="checkbox"/> APOYO	<input type="checkbox"/> DUPLICADO	<input type="checkbox"/> RECTIFICACIÓN / MODIFICACIÓN
<input type="checkbox"/> ANULACIÓN	<input type="checkbox"/> EXONERACIÓN	<input type="checkbox"/> RECONOCIMIENTO
<input type="checkbox"/> AMPLIACIÓN	<input type="checkbox"/> EXHUMACIÓN	<input type="checkbox"/> REGISTRO
<input type="checkbox"/> APROBACIÓN	<input type="checkbox"/> HABILITACIÓN URBANA	<input type="checkbox"/> REVISIÓN
<input type="checkbox"/> ASIGNACIÓN DE NÚMEROS	<input type="checkbox"/> INSPECCIÓN	<input type="checkbox"/> SUBSIDIO
<input type="checkbox"/> CAMBIO	<input type="checkbox"/> INSCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/> TRANSFERENCIAS
<input type="checkbox"/> CERTIFICACIÓN	<input type="checkbox"/> INSTALACIÓN	<input type="checkbox"/> VISACIÓN DE PLANOS
<input type="checkbox"/> COPIA CERTIFICADA	<input type="checkbox"/> LICENCIA	<input type="checkbox"/> OTROS

Especificar el pedido Solicito al ingreso al comal municipal de Distrito de San Jerónimo para realizar trabajo de Investigación de 'Incorporación de Bioresiduo para el mejoramiento de las propiedades de substrato, así mismo se me autorice hacer el estudio'

ADJUNTO PRESENTE LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS ANEXOS

- Cata de Autorización
- Copia de DNI
- Cata de SUWEDU
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

8.- IMPORTANTE: La presente tiene carácter de Declaración Jurada en el caso de producirse Fraude o falsedad me someto a las sanciones que contempla la Ley Nro. 27444.

9.- San Jerónimo: 03 de Febrero del 2022

10.- [Firma]  
 Firma

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JERÓNIMO - CUSCO N° 035504  
 APELLIDO Y NOMBRE LEZAMA HUMANAN AyDee  
 SOLICITO Ingreso al Comal Municipal de San Jerónimo

Escaneado con CamScanner

## CARTA DE AUTORIZACION

Por medio del presente documento.

Yo, AYDEE LEZAMA HUAMAN IDENTIFICADO CON DNI: 48699048 domiciliado en CENTRO POBLADO DE CHIMPAHUAYLLA SUCSO S/N . En calidad de estudiante de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO DE LIMA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SOLICITO EL INGRESO AL CAMAL MUNICIPAL DEL DISTRITO DE SAN JERONIMO CUSCO para realizar mi trabajo de investigación de INCORPORACION DE BIO-RECIDUOS para el mejoramiento de las propiedades de la sub-rasante a si mismo me autorice sacar fotografías para el trabajo de investigación, a partir del día 04 de febrero del 2022.

Cusco ,03 de febrero 2022

Atentamente.



AYDEE LEZAMA HUAMAN

DNI: 48699048

## CARTA DE AUTORIZACIÓN



Ing. Darwin O. Acquepucho Utaque,  
Sub gerente de Infraestructura de la MDL.

Por medio del presente documento me dirijo a Ud. Con el debido respeto para solicitarle lo siguiente.

Yo AYDEE LEZAMA HUAMAN CON DNI 48699048 domiciliada en el centro POBLADO DE CHINPAHUAYLLA SUCSO S/N. del distrito de San Jerónimo de la provincia y departamento de Cusco; en calidad de estudiante de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO DE LA FACULTAD DE ING. CIVIL, solicito que se me autorice Ingresar a una de sus trochas carrozables con la única finalidad de realizar CUATRO CALICATAS AL BORDE DE LA TROCHA CARROZABLE CHRISIRI HASTA EL FINAL DEL TRAMO DE KERONI DE LA COMUNIDAD DE UNIÓN KARA EN EL DISTRITO DE UVITACA para poder realizar mi investigación en el presente tesis "INCORPORACIÓN DE BIORRESIDUO PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA TROCHA CARROZABLE UVITACA, CUSCO - 2022".

No dudando su gentil aceptación me despediré hasta otra nueva oportunidad.

Cusco, 27 de enero 2022

Atentamente

AYDEE LEZAMA HUAMAN

DNI:48699048



Se accede dicha  
petición 28/0/2022.