



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las propiedades de la subrasante de la carretera
Accaso – Huayllata, aplicando polímero adhesivo natural, Puno 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Maquera Aro, Amilcar

<https://orcid.org/0000-0003-1615-0508>

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo

<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi madre Francisca, a mi padre Jaime y a mi hermano Wilson, gracias a todos ellos por su apoyo incondicional y enseñanzas para poder lograr este objetivo.

Agradecimiento

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres y a mis hermanos quienes siempre estaban pendientes de mi formación profesional y su apoyo incondicional, al mismo tiempo, agradecer a mi asesor Mg. CARLOS DANILO MINAYA ROSARIO y todos los miembros del jurado, docentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice.....	iii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	14
3.2 Variable y Operacionalización	15
3.3. Población, Muestra y Muestreo	16
3.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos	19
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de Análisis de Datos.....	22
3.7. Aspectos Éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIONES	40
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	51

Índice de tablas

Tabla N° 01 Clasificación de los polímeros según su origen.....	11
Tabla N° 02: Cantidad de exploraciones de suelos.....	17
Tabla N° 03 Cantidad de Ensayos CBR.....	18
Tabla N° 04 Muestra de la investigación	18
Tabla N° 05 Ensayos de laboratorio.....	20
Tabla N° 06 Clasificación de suelos de la calicata C - 01	27
Tabla N° 07 Clasificación de suelos de la calicata C - 02	28
Tabla N° 08 Análisis granulométrico de suelos	29
Tabla N° 09 Clasificación del suelo de la calicata C - 03	30
Tabla N° 10 Valores obtenidos del ensayo en laboratorio de la muestra natural (SN).....	30
Tabla N°11 Óptimo contenido de humedad (OCH) con la incorporación de PAN.	34
Tabla N° 12 Máxima densidad seca (MDS) con la adición de Polímero Adhesivo Natural.....	36
Tabla N° 13 Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la adición de PAN...	38

Índice de figuras

Figura N° 01 Procedimiento para el desarrollo de la tesis.....	22
Figura N° 02 Mapa del Perú.....	24
Figura N° 03 Mapa Región Puno.....	24
Figura N° 04 Delimitación de la vía en estudio.....	24
Figura N° 05 Exploración C – 01.....	25
Figura N° 06 Exploración C- 02.....	25
Figura N° 07 Exploración C– 03.....	25
Figura N° 08 Muestras de calicatas.....	26
Figura N° 09 Cernido de suelo	26
Figura N° 10 Cernido de PAN.	26
Figura N° 11 Curva granulométrica de la exploración C - 01.	27
Figura N° 12 Curva granulométrica de la calicata C – 02.....	28
Figura N° 13 Curva granulométrica de la calicata C – 03.....	29
Figura N° 14 Gráfico del límites de Consistencia del suelo natural.	31
Figura N° 15 Gráfico del Óptimo Contenido de Humedad Inicial.....	32
Figura N° 16 Gráfico de Máxima Densidad Seca del suelo natural.....	32
Figura N° 17 Gráfico del California Bearing Ratio (CBR) del suelo natural.	33
Figura N° 18 Metido al horno del espécimen natural.....	34
Figura N° 19 Pesado del espécimen seco del SN.....	34
Figura N° 20 Gráfico del OCH con la incorporación de PAN.....	34
Figura N° 21 Ensayo de Proctor Modificado.	35
Figura N° 22 Mezcla de la muestra con el PAN.	35
Figura N° 23 Gráfico de la MDS con la incorporación de PAN.....	36
Figura N° 24 Ensayo de CBR.....	37
Figura N° 25 Lectura de expansión.	37
Figura N° 26 Gráfico del ensayo de CBR con la incorporación de PAN.....	38

Resumen

El trabajo realizado tuvo como finalidad determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en las propiedades de la subrasante de la Carretera Accaso – Huayllata. El diseño es de condición Cuasi experimental - explicativo - enfoque cuantitativo. Para caracterizar el suelo se realizaron los siguientes ensayos geotécnicos: Granulometría, límites de consistencia, Proctor Modificado y CBR. A partir de los ensayos del suelo natural se obtuvo un contenido de humedad de 17.30 %, una máxima densidad seca 1.75 gr/cm³ y un CBR al 95% de 7.00 %, y al incorporar las diferentes proporciones de PAN los valores del contenido de humedad fueron aumentando proporcionalmente, en cambio en los valores de máxima densidad seca se presenció una disminución y finalmente en el ensayo de CBR se tuvo un incremento al incorporar 1% de PAN el cual fue a 7.10 % del CBR al 95 %, pero en las otras incorporaciones realizadas los valores tuvieron un descenso proporcional a su incorporación, se concluye que la adición de polímero adhesivo natural no resulta ser favorable para los ensayos del contenido de Humedad y máxima densidad seca, pero a la dosificación de 1% se observaron valores positivos del CBR.

Palabras Clave: PAN, subrasante, máxima densidad, CBR.

Abstract

The purpose of the work carried out was to determine the influence of the natural adhesive polymer in additions of 1%, 3% and 5% on the properties of the subgrade of the Accaso - Huayllata Highway. The design is of Quasi-experimental condition - explanatory - quantitative approach. To characterize the soil, the following geotechnical tests were carried out: Granulometry, consistency limits, Modified Proctor and CBR. From the natural soil tests, a moisture content of 17.30%, a maximum dry density of 1.75 gr/cm³ and a CBR at 95% of 7.00% were obtained, and by incorporating the different proportions of PAN the moisture content values were increasing proportionally, instead in the values of maximum dry density a decrease was witnessed and finally in the CBR test there was an increase when incorporating 1% of PAN which was 7.10% of the CBR at 95 %, but in the other incorporations made, the values had a decrease proportional to their incorporation, it is concluded that the addition of natural adhesive polymer did not turn out to be favorable for the moisture content and maximum dry density tests, but at the dosage of 1% positive CBR values were observed.

Keywords: PAN, subgrade, maximum density, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de situaciones se presentan subrasantes con capacidades de soporte por debajo del requerido, incurriendo en el aumento del espesor de las capas superiores como es la subbase y base granular. Si se pudiera incrementar las propiedades mecánicas de las subrasantes con otros materiales y/o aditivos, los espesores indicados se reducirían, mejorando su capacidad de paquete estructural del pavimento y así mismo aminorando costos de ejecución.

En el **ámbito Internacional**, las formas de mejoramiento de las propiedades tanto físicas-mecánicas en la subrasante en países como: Ecuador, Colombia, Guatemala demás autores; eligieron por reutilizar residuos, con la finalidad de realizar un aporte al ámbito social, ambiental y económico, como también el aporte hacia un diseño y planificación de aminorar costos de ejecución de proyectos. Cabe señalar que, al no atender los defectos originados en la subrasante u otra base del pavimento, con el pasar del tiempo se pueden convertir en una situación de vulnerabilidad alta, provocando daños y deterioros en magnitudes elevadas. Por ello al incorporar ceniza de volcán, cascarilla de arroz, cal y ceniza volante fueron disminuyendo y de esta manera se evitaron problemas en el diseño y materiales.

En el **ámbito Nacional**, la importancia de una infraestructura vial en buen estado y con un nivel de servicio alto es muy importante, ya que se garantiza un transporte eficaz y seguro para el intercambio constante entre población y población. Asimismo los deterioros de la mayoría de las vías de comunicación sufren una falla superficial y estructural prematura, pudiendo asumirse que los problemas están en el proceso constructivo, los materiales empleados en las capas superiores de una subrasante, la deficiente compactación de capas de material, el deficiente diseño de la vía usando datos irreales, como también un análisis incorrecto de la condición de los suelos de fundación donde se superponen la estructura del pavimento, para ello es necesario mejorar los suelos con adición de materiales que contengan sílice en gran proporción. En tal sentido, hasta la actualidad se tienen materiales, métodos y procedimientos con los cuales se pueden incrementar las características de la subrasante. En diversos territorios de Perú como Cusco, Huancayo, Puno hallamos diferentes tipos de suelos los cuales condujeron al estudio, incorporándose resina de ciprés, polímeros reciclados y polímero natural en donde

el terreno arcilloso muchas veces no llega a la resistencia a causa de baja calidad en sus propiedades para el uso directo, esto permite que el suelo necesite estabilizar e incrementar el CBR de los suelos arcillosos.

Problema. En el distrito de Pilcuyo, estando ubicado a las orillas del río, tiene una geología de suelos con materiales arcillosos, arenosos y materiales saturados, debido a la presencia de lluvias y el nivel freático alto, estando las vías del distrito en mal estado y deteriorados, se ubica al sur del departamento Puno. **Solución,** acorde a la clasificación del suelo natural, se tienen materiales arcillosos, los cuales se encuentran saturados constantemente, por lo que es necesario la utilización de otros materiales para su estabilización e incremento de las características mecánicas de la subrasante; asimismo se propone la utilización de un adhesivo natural en distintos porcentajes para que así se pueda evaluar las características de la subrasante.

Formulación del problema: La mayoría de las carreteras en Pilcuyo están a nivel de trochas carrozables y afirmados, contando con suelos de fundación de material arcilloso y con alta saturación en los mismos, para mejorar los aspectos de transitabilidad es necesario solucionar los problemas de inestabilidad y mala calidad de las subrasantes, y para lograr esto se propone incorporar y aplicar el polímero adhesivo natural conocido como cola de animal en el material de subrasante de la vía en estudio, con el fin de reducir el porcentaje de humedad, reducir el índice plástico del material e incrementar los valores del CBR de la subrasante.

En tal sentido, para el actual trabajo de investigación se tiene el siguiente **problema general:** ¿De qué manera influye el polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022? Asimismo, es planteada los **problemas específicos** las cuales son: ¿Cuánto influye el polímero adhesivo natural en el óptimo contenido de humedad del material de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022?, ¿Cuánto influye el polímero adhesivo natural en la máxima densidad seca del material de subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022?, y ¿Cuánto influye el polímero adhesivo natural en la capacidad de soporte CBR del material de subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022?

Justificación del Problema

Se justifica el presente trabajo ya que se plantea una alternativa de solución en la mejora de la subrasante, donde se propone aplicar el polvo de los residuos de caña, polímeros reciclados y incorporando polímero natural, al utilizar los residuos beneficia tanto a lo ambiente, en el aspecto económico y sea ecológico lo cual tiene la función de estabilizar la subrasante que actuara como un adhesivo natural: Se **justifica teóricamente**, ya que mediante este estudio se desea aportar nuevos conocimientos del desempeño físico y mecánico de la subrasante al incorporar polímero adhesivo natural, por lo que se aplicara teorías, conceptos y procedimientos de estabilización de suelos que favorecerían al aspecto técnico, así como en lo económico. También, se **justifica técnicamente** en buscar nuevas formas de estabilizar los suelos aplicando el polímero adhesivo natural, para incrementar sus propiedades tanto físicas como mecánicas. Además, en la **justificación social**, se sustenta ya que la población representa un factor importante en el incremento y desarrollo de las poblaciones, por lo que con este trabajo se quiere solucionar e incrementarla transitabilidad de las vías y por ende el intercambio comercial entre poblaciones, generando una calidad de vida estable a las poblaciones aledañas. Asimismo, la **justificación económica** de este estudio tiene como objetivo dar alternativas para poder mejorar la optimización en las subrasantes donde los costos de su ejecución sean menos costosos, además reduzca el costo en el mantenimiento para un pavimento futuro.

En la siguiente investigación, se propone como **hipótesis General**: El polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% influye en las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022. Asimismo, las **hipótesis específicas** son: El polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% influye en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022. El polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% influye en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022. El polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% influye en la capacidad de soporte CBR de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022. Finalmente, en este estudio el **objetivo general** está dado por: Evaluar la influencia del polímero

adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022. Asimismo, los **objetivos específicos** son: Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022. Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022. Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en la capacidad de soporte CBR de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En el **ambito nacional** tenemos a: **Gutiérrez, E. (2021)**, en su trabajo de investigación tuvo como **objetivo** determinar la estabilización de la subrasante en vías no pavimentadas con resina de ciprés, trocha carrozable Tiquiña, Checacupe, Cusco. El **diseño** del trabajo es experimental del tipo de enfoque aplicado del tipo nivel explicativo. La **población** comprende la vía carrozable no pavimentada en todo el tramo Tiquiña - Checacupe, la **muestra** fue extraída específicamente en los Km 01 + 350 al Km. 01 + 550. Se utilizó un **muestreo** no probabilístico. A partir de los **resultados** se observa que al incorporar 6.00 % de resina en la muestra patrón, se incrementó de un CBR de 5.4 % al 16.70 %, una máxima densidad seca de 1.981 gr/cm³ con un contenido de humedad de 7.36 % particularmente al reducir el índice de plasticidad por ello se disminuyó la proporción de expansión. En **conclusión**, la estabilización de la subrasante con la incorporación del 6.00% de resina de ciprés se logró incrementar de manera óptima siendo la densidad máxima seca de 1.981 gr/cm³, contenido de humedad de 7.36 %, Limite liquido de 38%, limite plástico de 21.00 %, IP de 17.00% y el valor del CBR al 100 % de 0.1" de 16.70 %.¹

Pino, E. y Maquera, H. (2021), en su investigación presenta el **objetivo** de mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima de subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo - Puno por medio del polímero adhesivo natural. La **metodología** es de carácter hipotético deductivo experimental con un estudio descriptivo de tipo de investigación aplicada de enfoque cuantitativo. La **población** estuvo contemplada por todas las vías no afirmadas del lugar de estudio. La **muestra** se considera la Avenida Industrial, puesto que representa un espacio importante y también presenta una gran fluidez vehicular. **Muestreo** no probabilístico. Los **resultados** al evaluar el suelo natural reflejan un CBR de 5.493%, densidad seca de 1.714 g/cm³ y una humedad óptima de 14.863%, por lo que se contempla que, al incorporar diferentes proporciones de adhesivo natural, el que logró un mejor resultado fue de 4%, ya que este porcentaje aumentó el CBR en un 41.783%. **Se concluye** que al incorporar el polímero adhesivo natural trae consigo un aumento efectivo en los ensayos de CBR, ensayo de Proctor e índice de plasticidad, destacando la incorporación más destacable del 4%.²

Romero, R. y Sañac, C. (2016), en su investigación tuvo como **objetivo** la evaluación y comparativa mediante en la máxima densidad y capacidad de soporte de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la san judas chico Cusco. La **metodología** es de carácter hipotético deductivo experimental con un estudio descriptivo-aplicada con un enfoque cuantitativo. La **población** comprende el suelo de tipo arcilloso y arenoso de la Urbanización San Judas Chico. La **muestra** comprende 10 muestras de suelo de la Urbanización San Judas. **Muestreo** no probabilístico. Los **resultados** indican, que pueden lograrse considerables incrementos en el CBR de los suelos al realizar una incorporación de polímero adhesivo natural. En **conclusión**, se señala medianamente la hipótesis general planteada que refiere que el CBR y máxima densidad del suelo incorporado con polímero adhesivo natural en distintas cantidades muestran superioridad al contrastar con un suelo natural, ya que al mezclar el suelo y obtener la densidad máxima seca el valor resulta ser menor a la muestra natural, así también el CBR incorporado al 3% del adhesivo resulta ser menos frente al valor del CBR del suelo natural. ³

En el **ambito internacional** tenemos a: **Canaria, A. y Martinez, A. (2020)** tiene el **objetivo** de evaluar técnicamente la estabilización de material extraído de la cantera Matiyure, para la conformación de afirmado en terraplenes del Municipio de la Primavera-Vichada, utilizando polímeros sintéticos ecológicos. El **diseño** del presente trabajo es experimental de enfoque cuantitativo del nivel descriptivo-aplicada, la **población** comprende las briquetas realizadas en los laboratorios; la **muestra** fue de 6 briquetas utilizando el material ya incorporado en diferentes porcentajes, finalmente se ensayaron 18 muestras, el **muestreo** fue no probabilístico. Los **resultados** referentes a la norma INVIAS 2013, artículo 311, el material en estudio según su clasificación en su estado natural no cumple para establecer afirmados en Colombia, puesto que los valores de las gravas y finos están por encima de los tolerables, los límites de Atterberg pueden llegar al mínimo rango estipulado. Además, que el ensayo de CBR al 100% presenta 5.97% y en estado luego de haberlo sumergido es de 2.50%, los cuales son valores insuficientes para capas granulares, pues se solicita un mínimo de 15% para la capacidad de soporte en los materiales de afirmado. Basándose en los resultados

de los ensayos se **concluye** que se logró incrementar las características del material en el estado seco, mejorando así su CBR, pero esta no garantiza la solidez de la vía en un periodo extendido sometido bajo condiciones de humedad. ⁴

Castro, I. y Delgado, P. (2018), en su trabajo tiene como **objetivo** Determinar una mezcla óptima entre el material de mejoramiento proveniente de la mina La Virginia y la puzolana proveniente de la mina Araña Huaycu que sirva como capa de pavimento en vías terciarias de la Provincia del Azuay. El **diseño** del presente trabajo es de carácter experimental, la población está comprendida por las vías rurales de la mina La Virginia y Araña Huaycu. Las **muestras** serán extraídas de los materiales locales de la mina La Virginia y Araña Huaycu. El **muestro** es no probabilístico. Los **resultados** de la mezcla estabilizada en proporciones MV70/PA30 muestran un incremento del CBR hasta el 77.9% que se asemeja a un 66% referente a la mejora del material en su estado natural (CBR 47%), reducción de índice de plasticidad de 16.37% al 8.37% que es proporcional al 49% del descenso. **Se concluye** que el diseño presentado en porcentaje de mezcla 70/30 reduce el índice de plasticidad y límite líquido, mejora el CBR del material, llegando a cumplir con las especificaciones del MTOP y reduciendo el espesor de la capa de rodadura.⁵

Serrano, E. y Padilla, E. (2019), en su investigación tiene como **objetivo** principal: Reunir las principales investigaciones sobre las modificaciones de las propiedades de subrasante por medio de adición de fibras naturales y sintéticas, con el fin de tener una base teórica que justifique la aplicación de estas adiciones a nivel constructivo. El método de investigación es explicativo. **la población** de estudio comprende las diferentes investigaciones que se dieron acerca del tema, Los **resultados** contemplan que el 65 % de los trabajos realizados corresponden a estudios realizados que contemplan variaciones en la resistencia a la compresión; el 30 % de los trabajos están orientados a analizar la reacción de esfuerzos de tracción adicionadas con fibras de polímeros; y 5 % restante analiza las características como la fatiga y resistencia a la tensión axial. En **conclusión**, el estudio refleja un incremento importante en la resistencia de compresión, que es cambiante de acuerdo al tipo de material al combinar el suelo y cemento.⁶

En **otros idiomas** tenemos a: **Ikeagwuani, Obeta, y Agunwamba (2019)**, In his research work, he presents the **objective** of stabilizing black cotton soil (BCS) and converting it into a suitable subgrade material using sawdust, an easy and cheap material. The **methodology** of the work is experimental. The procedure consisted of burning steel to ash in a furnace at a temperature of 800 °C and then mixing it with BCS in proportions of 4%, 8%, 12%, 16% and 20%. When mixed with 16% sawdust ash, good **results** were obtained, the optimally incorporated BCS was stabilized with 16% sawdust ash by adding 2%, 4%, 6%, 8% and 10% lime. Optimal reduction of liquid limit, differential free swell, plasticity index, as well as improvement of CBR and specific gravity were achieved when BCS incorporated 16% sawdust ash and 4% lime. When visualizing stabilized soil in the scanning electron microscope show the appearance of flocculation and agglomeration, compared to X-ray diffraction tests on stabilized cured soils show the appearance of pozzolanic reactions. Therefore, it is **concluded** that the treatment of BCS with sawdust burned in a suitable place and mixed with lime increases its strength.⁷

Temesa (2015), The **purpose** of the study is to determine the potential use of molasses as a stabilizer of expansive soils and to identify the economic mixing ratio of molasses with expansive soils. Both empirical and theoretical research **methodologies** were used in this study to achieve the stated objectives. The **results** show a decrease in plasticity index, CIC, soil PH, swelling potentials and swelling pressure, and the values of OMC and MDD, CBR and UCS increase as the molasses content is increased up to a certain percentage. On the other hand, if molasses is increased beyond a certain percentage, the reverse properties are observed. It is **concluded** that the molasses-stabilized soil does not meet the specifications of the ERA paving manual as a subgrade material in road construction.⁸

Taher, Z. y Scalia, J. (2017), The **objective** of their work was to identify and evaluate the effectiveness of a commercially available polymeric soil amendment in the expansive mitigation of earth movement transport. The **research** design is experimental in nature with a quantitative approach at a descriptive-applied level. The **study** population includes expansive soils, samples will be extracted from soils identified in areas with a high degree of expansion, by drilling wells. **Sampling** was

non-probabilistic. P4 was found to contemplate a reduction in surge potential and pressure, however, relative to lime and fly ash, the surge reduction capacity of P4 was not substantial. Hydraulic conductivity tests were conducted to compare the effectiveness of the polymer versus fly ash and lime in reducing moisture intrusion from the top layer to the underlying crude layers. **The results** in the lime method showed the highest strength and reduced swelling of the soil studied. However, the lime treatment also resulted in a considerable increase in the hydraulic conductivity of the stabilized soil relative to the untreated soil; ultimately the disadvantage of the lime treatment. Based on these findings, it is **concluded** that the lime treatment can be a reference method against which future treatments with new polymer technologies can be compared.⁹

A nivel de **artículos** tenemos a: **Rodriguez et al.(2018)**, en su artículo de investigación el **objetivo** es evaluar el potencial de polímeros iónicos seleccionados para actuar como aglutinantes de subrasante para pavimentos. La **metodología** es experimental con un enfoque cuantitativo a nivel descriptivo-aplicado. Los **resultados** al realizar las pruebas mecánicas estándar seleccionadas anteriormente (resistencia a la compresión, módulo de rigidez y tenacidad). El trabajo **concluye** que una solución acuosa al 50% p / p del terpolímero anfolítico incorporado en 2.0% en peso seco del suelo proporciona una mejor estabilización de la subrasante en estudio, también se observa que este polímero anfolítico es mejor como aglutinante en relación con el cemento Portland tradicional.¹⁰

Engstrand, Persson y Engqvist (2013) en su artículo de investigación el **objetivo** es investigar si micropartículas de PLGA de 53 kDa (85: 15%, <100 µm de RegenTec Ltd.) con pequeñas cantidades de PEG 400 añadidas mediante una técnica de mezcla de fusión en caliente, estudiada por Dhillon et. All., 19 se puede incorporar en un CPC ácido premezclado y así aumentar su resistencia mecánica. El **método** es experimental con un enfoque cuantitativo a nivel descriptivo-aplicado. Los **resultados** al incorporar polímero (1,25% en peso) proporcionaron un aumento de CS. Por lo tanto, el valor máximo tanto para CS como para DTS se encontró para composiciones que contenían 1,25% de polímeros. La incorporación del 5% de polímeros mostró la menor resistencia, tanto para CS como para DTS; sin embargo, solo se mostró una diferencia de 0% en peso para DTS. El estudio

concluye indicando que fue posible agregar micropartículas de PLGA / PEG en un cemento de fosfato cálcico premezclado con ácido, aumentando así su resistencia en un 20% a 15,1 MPa, mientras que la resistencia a la tracción diametral se mantuvo por encima de los 2 MPa.¹¹

Ramdas et al.,(2021) en su artículo de investigación tiene como **objetivo** reducir la permeabilidad y aumentar la resistencia a la compresión utilizando enzimas y polímeros. La **metodología** es experimental con un enfoque cuantitativo a nivel descriptivo-aplicado. Los **resultados** muestran que el suelo con enzima-1 aumentó la resistencia al corte en el suelo-1 en un 9% y el suelo-2 en un 23%. En el tratamiento con enzima 2, el incremento de resistencia al corte en el suelo 1 es del 31% y en el suelo 2 del 23%. Con valores de resiliencia a un esfuerzo de deflexión de 96.5 kPa y de una presión de confinamiento de 13.8 kPa, el resultado del módulo de resiliencia para el suelo tratado fue 86453.4 kPa y 5805.4 kPa, que estuvo por encima del promedio para no suelo. tratado. El módulo de resiliencia es un indicador frecuente que determina la rigidez de un suelo. Por ejemplo, a una tensión de desviación de 48,3 kPa, se observó un aumento en el módulo de resiliencia para el suelo-1 con la enzima-2, de modo que el aumento en el módulo de resiliencia fue del 55% al 85%. Para el suelo-2, el aumento del módulo resiliente fue del 51% al 61% con la enzima-1 y del 57% al 137% con la enzima-2. En **conclusión**, el campo de la construcción está desarrollando nuevas modalidades que involucran el uso de productos y procesos biológicos para variar las propiedades estructurales de suelos pobres.¹²

En **bases teóricas** está vinculadas a las variables, técnicas y dimensiones y se tiene lo siguiente: **Definición de suelo.** Está contemplado como el material suelto no consolidado de granos minerales y partículas sólidas las cuales contemplan agua y aire en los espacios vacíos. El suelo es de suma importancia en los proyectos de ingeniería civil, que estas obras estarán sobre este estrato. Por lo cual, los ingenieros civiles están obligados analizar sus características, fundamentalmente las propiedades física y mecánicas.¹³ **Subrasante.** Es el suelo en el cual se conformará y se apoyará toda la estructura a construir. En el cual se puede encontrar distintas maneras suelto, conformado y empedrados, resultado de cortes y la extracción de cantera.¹⁴ Distintos eventos como desplazamientos y

agrietamientos en gran medida son afectados por esta capa, las deflexiones que se dan en un pavimento están atribuidas también a la subrasante, de lo cual es de muy importancia un cuidadoso estudio de la subrasante.¹⁵

Algunas de las cualidades solicitadas para los suelos son: Resistencia, Drenaje, Fácil compactación, Conservación de la compactación y Estabilidad.

Polímeros

Los polímeros son moléculas que en comparación con los normales estos tienen mayor volumen, estos se unen entre si mediante enlaces, generando monómeros. Al realizar dicha acción éstas toman formas de ramas u otras son larguiruchas, estos pueden ser inorgánicos e inorgánicos los cuales son del interés industria, cuando se habla de compuestos orgánicos los que son derivados de hidrocarburos. Comúnmente los polimeros sintéticos son empleados en distintas industrias, las que son creadas por el ser humano y que algunas son incorporadas en el estudio de vías con la finalidad de aumentar la solidéz de agregados y de esa manera aminorar la separación de las arcillas.¹⁶

Polímero adhesivo natural. Son aquellos que se extraen de la naturaleza misma como vegetales o animales su función es de tipo goma que sirve como pegamento, se les considera como los primeros pegamentos naturales que fueron usado a lo largo de los años.¹⁷ Entre los pegamentos naturales podemos distinguir tres grandes grupos que son: Ácidos Nucleicos, Proteínas y Polisacáridos.¹⁸

Tabla N° 01: *Clasificación de los polímeros según su origen*

Polímeros naturales		
Ácidos nucleicos	ADN y ARN	
	Funcionales	Enzimas, Hormonas
Proteínas	Estructurales	Colágeno, Queratina, Elastina
Polisacáridos	Estructurales	Celulosa, Quitina

Fuente: Rosales, A. (2016, pág.73)

Cola natural o cola de carpintero. Son pegamentos naturales que están constituidos de colágeno de animales y son de color café brillante de estado sólido que frecuentemente es utilizado por carpinteros, lo encontramos en el mercado e en forma de granos o placas, para su uso necesitan remojarse con agua caliente no posees resistencia a la temperatura o a la humedad, pero sí a la resistencia mecánica.¹⁹

Características generales

- Tiempos de manejo: no posee un manejo largo debido a que su fraguado reacciona con el ambiente.
- Procedimiento de encolado: una vez el pegamento esté en estado ligoso tipo miel se procede a colocar rápidamente.²⁰

Estabilización de suelos. Es la mejora de un suelo natural con una pésima resistencia en sus propiedades físico-mecánicas, especialmente se dedica en incrementar el (CBR) del suelo en el lugar de 4 a 6 veces. También sirve para evitar que el agua ingrese en la capa de resistencia, ya que esto daña a una estructura de pavimento.²¹ Al realizar una estabilización es de suma importancia el mejorar las propiedades como son: durabilidad, estabilidad volumétrica, la resistencia, permeabilidad, comprensibilidad, una continuidad de las propiedades obtenidas y la trabajabilidad. También busca mantener las características con el pasar del tiempo y de la misma manera, poseer una resistencia capaz de aguantar las deformaciones por cargas y la fuerza devastadora del suelo.²²

Propiedades Físicas: granulometría, es la conformación, en proporciones, de los diferentes tamaños de una muestra de agregado. Esta relación se muestra de mayor a menor tamaño, por un valor que simboliza el peso en el que la muestra pasa o queda retenida en los diversos números de tamices que son necesarios para realizar la medición.²³ La adecuada distribución de la granulometría permite un buen desempeño del espécimen bajo la presencia de las cargas. El terreno requiere de una proporción considerable de grava para mantener las cargas, una proporción de arenas para así complementar los espacios entre las gravas y, obligatoriamente una proporción de finos para la adherir los materiales del suelo.²⁴ **Límites de Atterberg.** Es una prueba que consiste en indicar el índice de plasticidad, en el

suelo encontramos grandes cantidades de agua para ello necesitamos calcular los porcentajes de agua para deducir si la cantidad de agua es requerida o no en un suelo, cuando el suelo se encuentra en su límite plástico y líquido se le cataloga como la cantidad necesaria de agua. Para encontrar el valor del límite líquido usamos el instrumento de Casagrande a 25 golpes. En un terreno el límite Plástico se evidencia como la cantidad de líquido representada en porcentajes del peso de la muestra deshumedecido, en cuanto un suelo se halla en el límite plásticos y semisólidos.²⁵ El índice de plasticidad señala la dimensión del intervalo de la saturación en que el suelo tiene densidad plástica y posibilita tipificarla muy bien un suelo. Un índice de plasticidad mayor incumbencia a un tipo de suelo muy arcilloso, por otro lado, uno pequeño hace referencia a un suelo poco arcilloso.²⁶

Propiedades Mecánicas: Ensayo de Proctor. este ensayo consiste en representar la situación a la que el material está sujeto en el día a día, sometido a una carga estática y al desarrollar estos cálculos proporcionarán datos de gran importancia para el ingeniero de cuáles son las circunstancias para la compactación del material. Cada proyecto de construcción es de gran interés por lo que se debe tener definidas las características que el suelo presenta siendo esta el cimiento en el que se ejecutara el proyecto. Es fundamental tener la curva de compactación de esta manera la humedad óptima, ya que de esta manera se obtendrá el máximo grado de compactación.²⁷ Es de esta manera que al realizar los ensayos en el laboratorio nos brindan una idea que se asemeja a la humedad óptima del terreno en estudio, todo esto para que se ejecuten de manera satisfactoria los ensayos y así poder obtener la muestra más representativa posible.²⁸ **California bearing ratio (CBR).** Ensayo que radica en calcular la capacidad de soporte de un suelo bajo cargas en movimiento, es decir que depende al CBR la estructura de pavimento pueda resistir. La realización del presente ensayo se da mayormente a los suelos compactados en laboratorio, con magnitudes variables de energía y la humedad óptima. La denominación de CBR procede de "California Bearing Ratio" de igual manera los materiales manipulados en la elaboración de terraplenes, sub bases, estratos de rodadura granulares y bases.²⁹

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Se entiende por tipo de investigación a un conjunto de aplicaciones que se emplean para saber una materia o problema a profundidad de esta manera poder crear nuevas nociones en el ámbito que se aplica.³⁰

El presente trabajo es de **tipo aplicada**, ya que su finalidad es llevar a cabo lo aprendido en el incremento de las características de subrasante, con el uso de adhesivos naturales y antecedentes de investigaciones parecidas, para así elegir la mejor opción para mejorar las características de la subrasante con un % del adhesivo natural conocido como cola de animal, de acuerdo al resultado obtenido de los ensayos en laboratorio, influye en el óptimo contenido de humedad, máxima densidad seca y CBR.

Diseño de investigación

Al referirnos del diseño de investigación cuasi experimental, ésta utiliza, por lo mínimo, una variable independiente con el fin de ver el impacto sobre una o más variables dependientes, estos se diferencian del experimento “puro” debido al grado de seguridad que logre obtenerse a cerca de la equivalencia al principio de los grupos. En el diseño cuasiexperimental, el sujeto no puede asignarse al azar, ni emparejarse a los grupos, ya que estos grupos se conforman antes de realizar el experimento: son agrupaciones intactas (están fuera del experimento y son independientes debido a la que forma de su integración y la razón de como surgen).³¹

De tal forma, el trabajo se clasifica como **cuasi experimental** ya que se manipula la variable con polímero adhesivo natural (1%, 3% y 5%) en la subrasante, con el objetivo de evaluar sus características de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, puesto que el terreno ha sido caracterizado como arcilla – arenosa por el investigador, considerando ensayos de la muestra patrón y sus diferentes incorporaciones de polímero adhesivo natural en 1%, 3% y 5% del total de la muestra; proporciones optadas en función a distintos estudios realizados

previamente por autores como (Tesis: Pino y Maquera 2%, 4% y 6%; Romero y Sañac 0.5%, 1%, 2% y 3%) con el proposito de mejorar la subrasante.

3.2 Variable y Operacionalización

Variable independiente: Polímero Adhesivo Natural

La cola animal está formada por gelatina, obtenida a base del colágeno, proteína encontrada en el cartílago y la piel de los animales. Se puede presentar en dos formas liquido o solido en forma de: lámina, escama, sémola, tableta y perlas. De acuerdo al origen pertenecen a conejos, bovinos y ovinos, se consigue de la cocción de la piel, el hueso o algún residuo del animal, también se pueden obtener de pescados de ellas, la que es de buena calidad es la del esturión. La cola de los animales se utiliza en renovación debido a sus buenas propiedades y su característica similar a la utilizada anteriormente, también es reversible al estar en contacto con agua caliente, pero también se tiene algunos inconvenientes que son al momento de preparar, conservarlo, endurecerlo y al cristalizarlo.³²

Definición operacional:

El polímero natural debido a su capacidad alta de adherirse a diferentes materiales este se viene empleando como aditivo aplicado en el suelo por ser altamente factible, por lo que se aplicaran en distintos porcentajes 1%, 3% y 5% esto con el objetivo de evaluar sus características de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata.

Variable Independiente 1 VI 1: Polímero Adhesivo Natural.

Indicadores: 1%, 3% y 5% de polímero Adhesivo natural.

Variable dependiente: Propiedades de la subrasante

Las propiedades de la subrasante están conformadas por las características físicas-mecánicas, en los que se puede mencionar los siguientes ensayos: granulometría, límite líquido y plástico, Proctor Modificado y CBR. Ya que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones que la subrasante forma el estrato superior del o el fondo de las excavaciones del terreno de fundación, tiene el fin de soportar la estructura de los pavimentos, está la conforman los suelos que se seleccionan

teniendo cualidades tolerables y se compactan por estratos para conformar un cuerpo firme en estado óptimo.³³

Definición operacional

En la subrasante se hicieron ensayos con polímero adhesivo natural, las cuales incidieron en las características físicas-mecánicas resaltando su cualidad. En el presente estudio primeramente se hicieron ensayos de Proctor modificado con las 4 variaciones establecidas (MP, 1%, 3%, 5%), asimismo, se realizaron ensayos de capacidad de soporte CBR para sus 4 combinaciones (MP, 1%, 3%, 5%), previamente realizando una calicata, analizando la granulometría y su clasificación de suelos, todos estos ensayos realizados se midieron a través de ensayos en laboratorio.

Indicadores: valores de Optimo contenido de humedad, máxima densidad seca, capacidad de soporte CBR.

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

Se considera al conjunto total existente en la investigación que engloba cada uno de los elementos de estudio.³⁴

Puesto que la carretera en estudio está clasificada como una de Bajo Volumen de Tránsito, puesto que el IMDA \leq 200 veh/día. de una calzada, tabla N° 02 del Manual de Carreteras - Sección de Suelos y pavimentos, La población estará estipulada íntegramente por las exploraciones de 1.5 mt. de profundidad a largo de los 09 kilómetros y sus ensayos físicos-mecánicos, que se obtengan mediante las pruebas de Proctor Modificado y capacidad de soporte CBR de las variadas incorporaciones del polímero adhesivo natural (cola de animal colágeno) aplicado en 3 diseños adicionales.

Tabla N° 02: Cantidad de exploraciones 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"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	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"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
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"> 4 calicatas x km 	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"> 3 calicatas x km 	
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"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Carreteras - Sección de Suelos y Pavimentos (2014, pag.26)

Muestra

Hace mención a una reducida parte respecto del total del conjunto el cual cuenta las mismas características con el propósito de recabar información.³⁵

Cabe señalar que, según a la categorización del Manual de Carreteras la vía es de Bajo Volumen de Tránsito, ya que cuenta con $IMDA \leq 200$ veh/día de una vía,

La Tabla N° 03 del Manual de Carreteras-Sección de Suelos y Pavimentos, indica la exploración de una calicata mínimamente para cada kilómetro con mayor de 1.5 metros de profundidad respecto a la subrasante.

Conforme a la tipificación de la carretera y de acuerdo a la tabla N° 03: Cuadro 4.2 Numero de Ensayos de CBR del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, en el presente trabajo se debe realizar un ensayo de CBR por cada espécimen de 3 km como mínimo.

Tabla N° 03: Cantidad de Ensayos CBR

Tipo de Carretera	N° Mr 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"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
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"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
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"> Cada 1 km se realizará un CBR
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"> Cada 1.5 km se realizará un CBR
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"> Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos (2014, pág. 28)

Respecto a ello, se indica cada 3 km (1 CBR) asimismo para cada 1 Km (1 calicata), se tomará como muestra 3 Km para la realización de calicatas, por ello, se respetará el manual siendo así (03) calicatas, de ese total reunido, se realizaran la clasificación de suelos, prefiriendo el más desfavorable (arcilla), por lo que se extraerá una proporción adecuada para efectuar los cuatro ensayos de Proctor Modificado y (04) Ensayos de CBR, de esta manera se definirá las propiedades físico-mecánicas, conforme los porcentajes de adicción indicados (MP, MP+1%, MP+3% y MP+5%).

Tabla N° 04: Muestra de la investigación

Descripción	Granulometría	Proctor modificado	CBR
Espécimen sin incorporación (Grupo de control) = MP	3	1	1
Espécimen con incorporación de 1%	-	1	1
Espécimen con incorporación de 3%	-	1	1
Espécimen con incorporación de 5%	-	1	1
Total	3	4	4

Fuente: elaboración propia

Finalmente se realizarán 03 ensayos granulometría, 4 ensayos de Proctor modificado y 4 ensayos de CBR.

Muestreo

Consiste en localizar y adquirir una parte de un conjunto, es decir que se estudia una parte de un todo.³⁶

Para la presente tesis usamos un muestreo no probabilístico. Ya que no está sujeto a una fórmula estadística, sino del criterio del tesista, de la clasificación de la carretera y referente al manual de carreteras, por lo que queda en la responsabilidad y criterio del investigador tomar la mejor decisión.

3.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnica de recolección de datos

Son aquellos métodos que nos ayudan a calcular datos o valores que dan solución al problema de la presente investigación.³⁷

Por consiguiente, para la forma de recopilar la información se dará por la observación directa con el fin de consolidar algunas alternativas de las problemáticas, para luego comprobar las hipótesis planteadas. Por otra parte, las fuentes de información como bases teóricas para cada variable llegando a utilizar las fichas bibliográficas, finalmente se tiene la técnica de la cuasi experimentación. Por lo que se tendrá en cuenta las Normas Técnicas Peruanas. ASTM D 422, (E. Análisis Granulométrico), ASTM D 4318 (E. Límite Consistencia) ASTM D 1557, (E. Proctor Modificado) y la ASTM D 1883 (E. C.B.R.).

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recojo de datos hacen referencia a distintos medios con el que se pueda ayudar el investigador para lograr un acercamiento hacia el fenómeno y recopilar información de ellos, por lo que considera a todos aquellos instrumentos físicos o virtuales que fueron usados para obtener resultados de los diferentes ensayos, y así poder obtener o recopilar los datos necesarios para la investigación.³⁸

De forma que para la investigación se resaltan ensayos para obtener resultados, de esta manera se indica lo siguiente:

- Observación
- Fichas de Recolección de Datos (Indicadores de la V. Independiente)
- Fichas de Resultado de análisis de PAN
- Fichas de Resultados de Laboratorio (Ensayos)
- Ensayos

Tabla N° 05: *Ensayos de laboratorio*

Dimensiones	Indicador	Instrumentos
Dosificaciones	1%	Ficha de Recolección de Datos
	3%	Ficha de Recolección de Datos
	5%	Ficha de Recolección de Datos
	PAN	Ficha de resultado de análisis
Propiedades físicas y mecánicas	Ensayo de Contenido de humedad	Fichas Resultados de Laboratorio, según la ASTM D-2216
	Ensayo de análisis granulométrico	Fichas Resultados de Laboratorio, según la ASTM D-422
	Ensayo de Límite de consistencia	Fichas Resultados de Laboratorio, según la ASTM D- 4318
	Ensayo de Proctor modificado	Fichas de resultados de laboratorio según ASTM D-1557
	Ensayo de CBR	Fichas de Resultados de Laboratorio según ASTM D 1883

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

La confiabilidad hace referencia de dar resultados de un instrumento utilizado en algún ensayo que nos indique que dichos resultados son verdaderos, para ello el instrumento debe contar con cierto grado de confiabilidad y así poder validar los resultados adquiridos.³⁹

En el presente estudio para garantizar la confiabilidad se tendrá el apoyo de experto en mecánica de suelos al igual que anteriores tesis usando el, mismo instrumento

y validado por las normas vigentes, ciertamente los ensayos a realizarse serán respaldados por un laboratorio de mecánica de suelos, de acuerdo a sus indicadores (1%, 3% y 5%).

Validez

Se refiere a lo verdadero de la investigación, los detalles que hacen que el presente proyecto se encuentre cerca a la verdad. Considera a un trabajo, válido cuando esta no presenta errores que puedan perjudicar en los resultados, para ello se deben distinguir la existencia de sesgos (errores sistemáticos) en los siguientes puntos: criterios de elección y la manera de realizar las mediciones, el diseño de investigación.⁴⁰

Por consiguiente, los instrumentos a utilizarse son sujetos a una aprobación de especialistas (Fichas de Recolección de Datos) en el ámbito de carreteras los que se encargaran de verificar y autorizar el contenido del instrumento a emplear en el estudio, apoyados en las Normas Técnicas Peruanas (NTP).

3.5. Procedimientos

Se procederá a la obtención del polímero adhesivo natural conocido como cola natural de animales para su posterior incorporación la muestra del suelo natural. Las exploraciones para la extracción de especímenes de suelos de la carretera Accaso - Huayllata, se realizarán in-situ, con un total de 03 calicatas en diferentes puntos km 06 + 200, km 07 + 200 y km 08 + 200 al largo de la carretera Accaso - Huayllata, poseerán una profundidad mayor a 1.5 m desde la subrasante, los cuales serán llevados las muestras hacia un laboratorio de suelos, en las que se realizarán ensayos de granulometría, límites de consistencia y contenido de humedad, escogiendo la calicata con valores más desfavorables para realizar su posterior combinación con los diferentes proporciones (1%, 3% y 5%) de polímero adhesivo natural, de los cuales el PAN será llevado al laboratorio de química para su respectivo análisis, en los que se realizará los ensayos de máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBR según ASTM y las NTP, a fin de analizar la mejor alternativa que contemple un buen desempeño, en función de la cantidad de Ensayos y calicatas a realizarse.

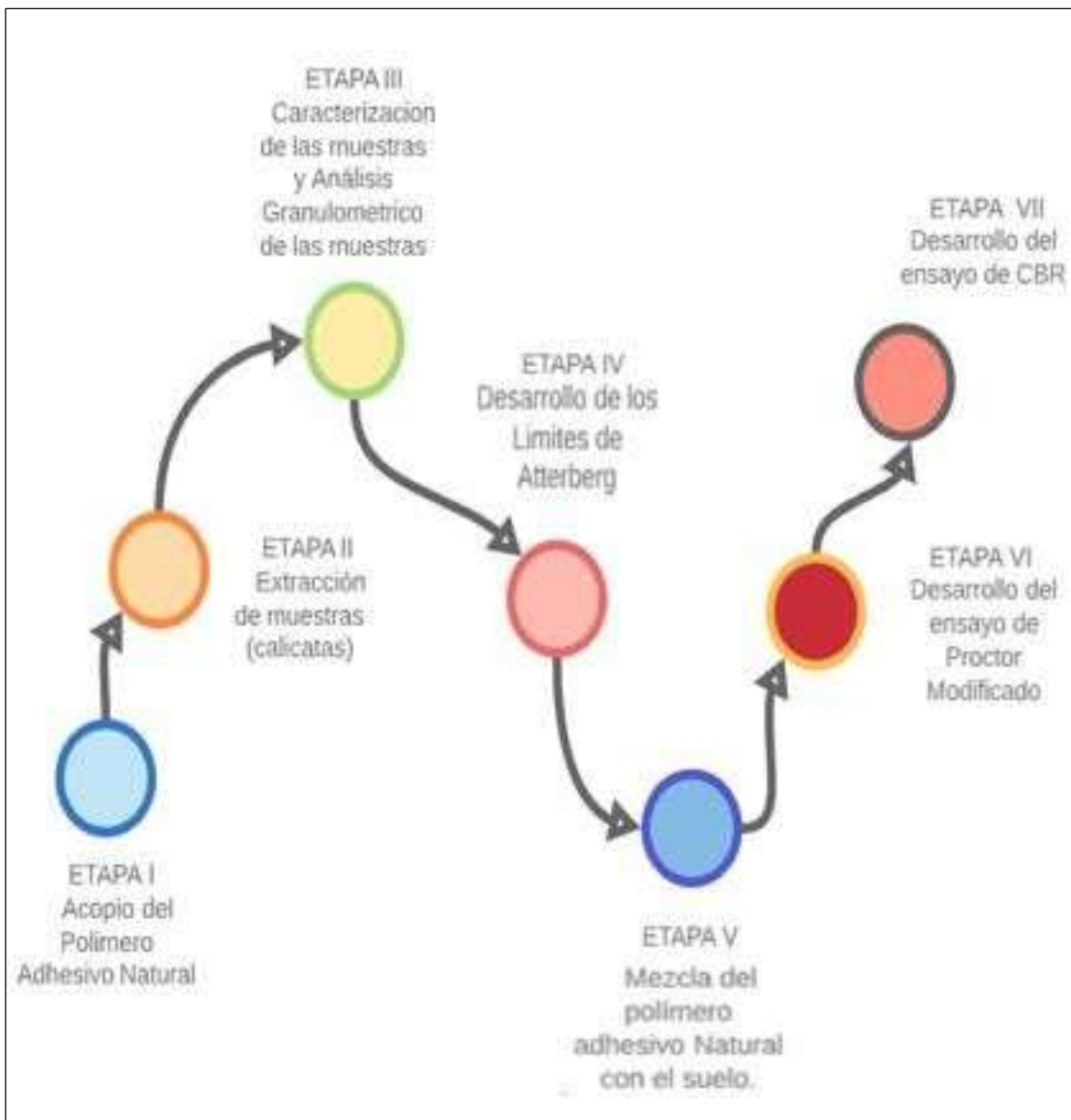


Figura N° 01: Procedimiento para el desarrollo de la tesis.

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de Análisis de Datos

Consiste en efectuar operaciones puesto que el investigador reúne datos de la investigación para poder concretar los objetivos planteados. Al realizar algunos análisis preliminares puede que la recolección de datos revele problemas que perjudiquen la planificación inicial del estudio de datos.⁴¹

El presente estudio utilizará el método de la inferencia estadística cuasi - experimental, debido a que determinaremos las propiedades de la subrasante y

posteriormente adicionando en ciertas cantidades de porcentajes el adhesivo natural en el suelo natural y así poder mejorar sus propiedades, donde los resultados obtenidos podrán ser contrastados con las hipótesis y los objetivos.

3.7. Aspectos Éticos

La realización del trabajo se hizo con total cuidado y respetando las normas establecidas para su ensayo y cálculo de los resultados, de manera honesta, honrada y seguridad de no haber incurrido en realizar copias de otras tesis, refiriendo a los autores a través de la Norma ISO-690-2010, respetando su contribución, señalando los manuales, normativas e instrumentos que se usaron en el presente estudio adjuntando sus respectivas resoluciones, para ello se pasó el proyecto por la herramienta de detección de plagio Turnitin.

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Evaluación de las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, aplicando polímero adhesivo natural, Puno 2022

Ubicación:

Departamento : Puno
Provincia : El Collao
Distrito : Pilcuyo
Ubicación : Carretera Centro Poblado de Accaso-Huayllata



Figura N° 02: Mapa del Perú

Fuente: Google Maps.



Figura N° 03: Mapa Región Puno

Fuente: Google Maps

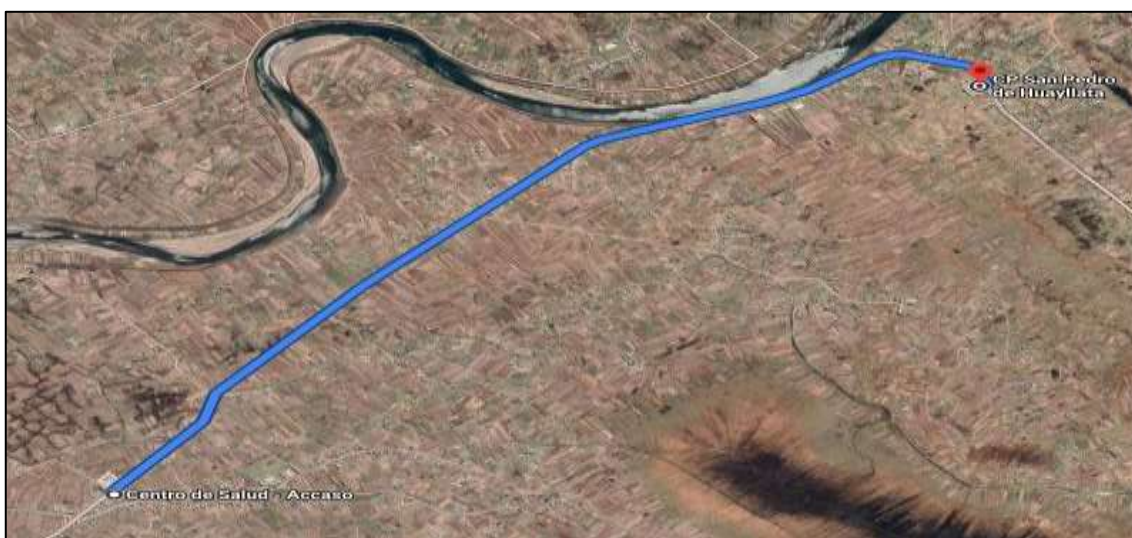


Figura N° 04: Delimitación de la vía en estudio.

Fuente: Google Maps.

La investigación se llevó a cabo en la Carretera del Centro Poblado de Accaso – Huayllata, que está a cincuenta minutos de la provincia el collao, lugar en donde se realizó 3 exploraciones a lo largo de la Carretera Accaso – Huayllata.

Representación: Calicata - 01:

Progresiva: 06 + 200 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensión: 1.00 x 1.20 m

Margen de carretera: Derecha



Figura N° 05: Exploración C- 01.

Fuente: Elaboración propia

Representación: Calicata - 02:

Progresiva: 07 + 200 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensión: 1.00 x 1.20 m

Margen de carretera: Derecha



Figura N° 06: Exploración C – 02.

Fuente: Elaboración propia

Representación Calicata - 03

Progresiva : 08+200 km

Profundidad : 1.50 m

Dimensión : 1.00 x 1.20 m

Margen de carretera : izquierda



Figura N° 07: Exploración C– 03.

Fuente: Elaboración Propia.

Trabajo de laboratorio - PREVIA

Se realizó en total 3 calicatas en diferentes progresivas, ya que el Manual de Carreteras en el apartado de suelos y pavimentos, determina que la vía se encuentra clasificado en bajo volumen de tránsito, por consiguiente, se realizó una exploración por cada kilómetro, por esa razón se ejecutó 3 ensayos de granulometría con el fin de identificar el terreno más desfavorable de tal manera se puedan ejecutar ensayos para la mejora utilizando el PAN(cola de animal).

Granulometría



Figura N° 08: Muestras de calicatas
Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 09: Cernido de suelo
Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 10: Cernido de PAN.
Fuente: Elaboración Propia

Calicata C – 01

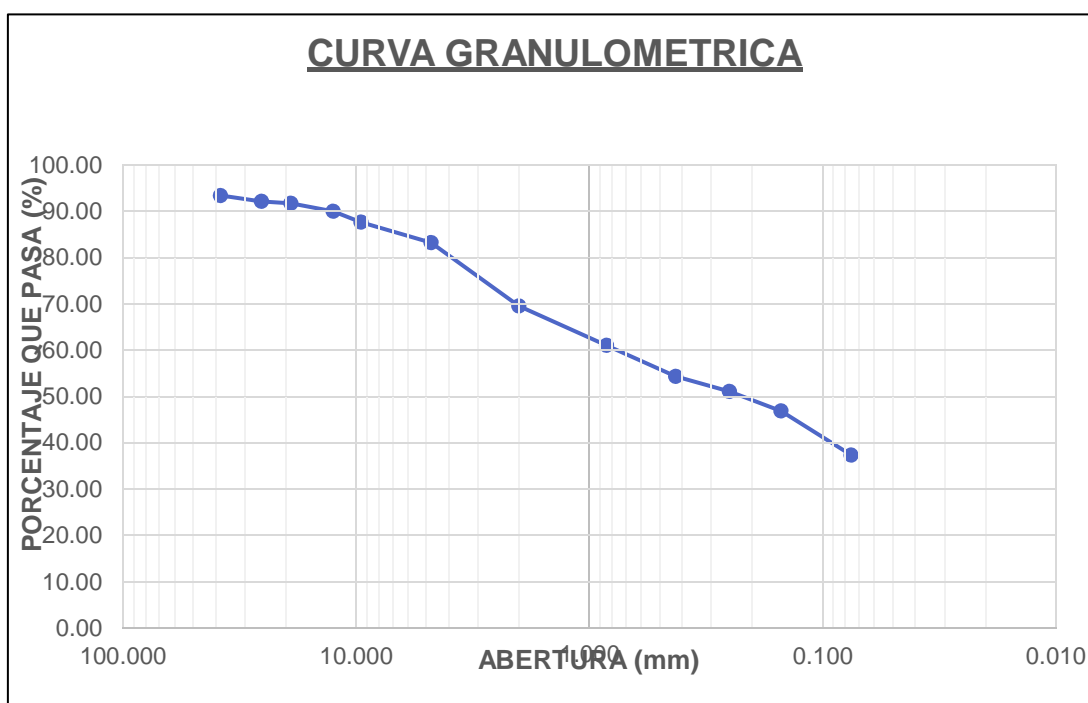


Figura N° 11: Curva granulométrica de la exploración C - 01.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 06: Clasificación de suelos de la calicata C - 01

CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A – 6 (3)	SC ARENA ARCILLOSA

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 11. Se observa la curva de granulometría presentada a partir de los datos hallados en la calicata C - 01. Procedente de la muestra natural de la progresiva (km 06 + 200) de la carretera del Centro Poblado de Accaso – Huayllata. Se indica las proporciones pasantes de material del suelo natural, logrando pasar el 43.94 % a la malla N° 200 conteniendo una regular porción de material de finos, un 45.89 % de material consiguió pasar por el filtro N°4 estableciéndose como un material arenoso y finalmente un 10.17% de material grava.

De acuerdo a la tabla N° 06 de la muestra extraída, se demuestra que según la clasificación SUCS en el laboratorio G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. que el espécimen es una ARENA ARCILLOSA y por medio de la clasificación AASHTOO esta corresponde al grupo A – 6 (3).

Calicata C - 02

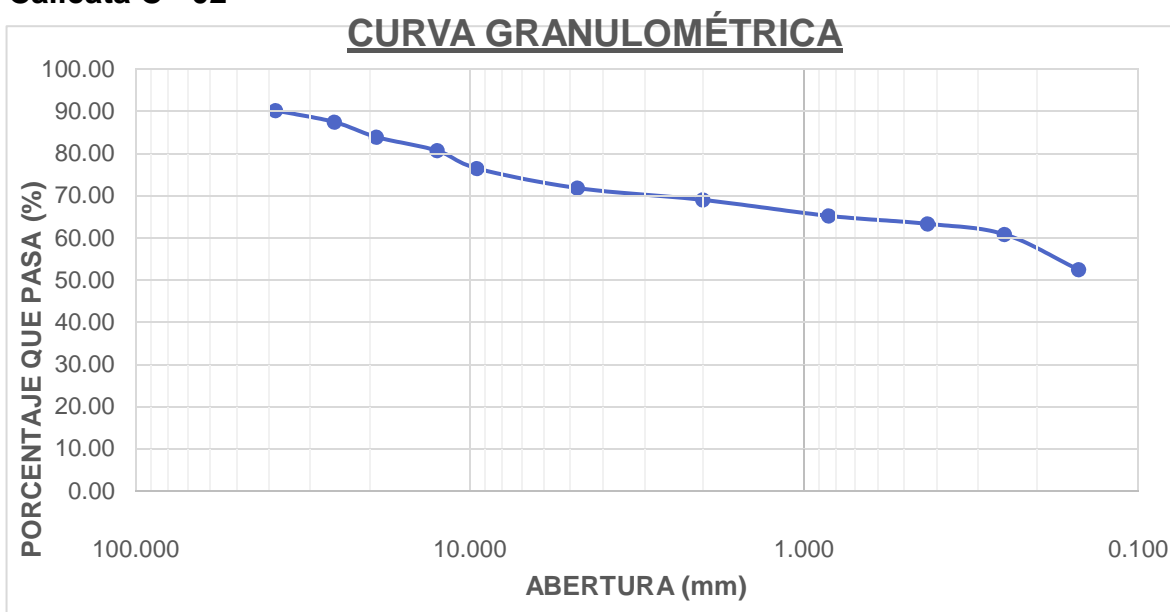


Figura N° 12: Curva granulométrica de la calicata C – 02.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 07: Clasificación de suelos de la calicata C - 02

CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A – 6 (5)	CL ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON GRAVA

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 12. Se observa la curva de granulometría representada a partir de los datos hallados en la calicata C - 02. Procedente de la muestra natural de la progresiva (km 07 + 200) de la carretera del Centro Poblado de Accaso – Huayllata. Se indica las proporciones pasantes de material del suelo natural, logrando pasar el 60.55 % a la malla N° 200 lo que representa una regular porción de materia fina, un 24.04 % de materia consiguió pasar por el filtro N°4 considerándose como un material arenoso y finalmente un 15.41 % de material grava.

De acuerdo a la tabla N° 07 de la muestra extraída, se logró evidenciar a través de la clasificación SUCS en el laboratorio G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. que la muestra es una ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD CON GRAVA y a través de la categorización AASHTOO es perteneciente al grupo A – 6 (5).

Calicata C – 03

Tabla N° 08: Análisis granulométrico de suelos

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
3 in.	76.20				
2 1/2 in.	60.35				
2 in.	50.80				
1 1/2 in.	38.10				100
1 in.	25.40	32.61	0.95	0.95	99.05
3/4 in.	19.00				99.05
1/2 in.	12.50	9.98	0.29	1.24	98.76
3/8 in.	9.50	34.49	1.01	2.25	97.75
1/4 in.	6.35				
N° 4	4.75	49.5	1.44	3.69	96.31
N° 8	2.36				
N° 10	2.00	74.24	2.17	5.86	94.14
N° 16	1.19				
N° 20	0.84	57.77	1.69	7.55	92.45
N° 30	0.60				
N° 40	0.43	169.35	4.94	12.49	87.51
N° 50	0.30				
N° 60	0.25	110.23	3.22	15.71	84.29
N° 100	0.15	71.42	2.08	17.79	82.21
N° 200	0.08	181.65	5.30	23.09	76.91
< N° 200	FONDO	2634.76	76.90	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

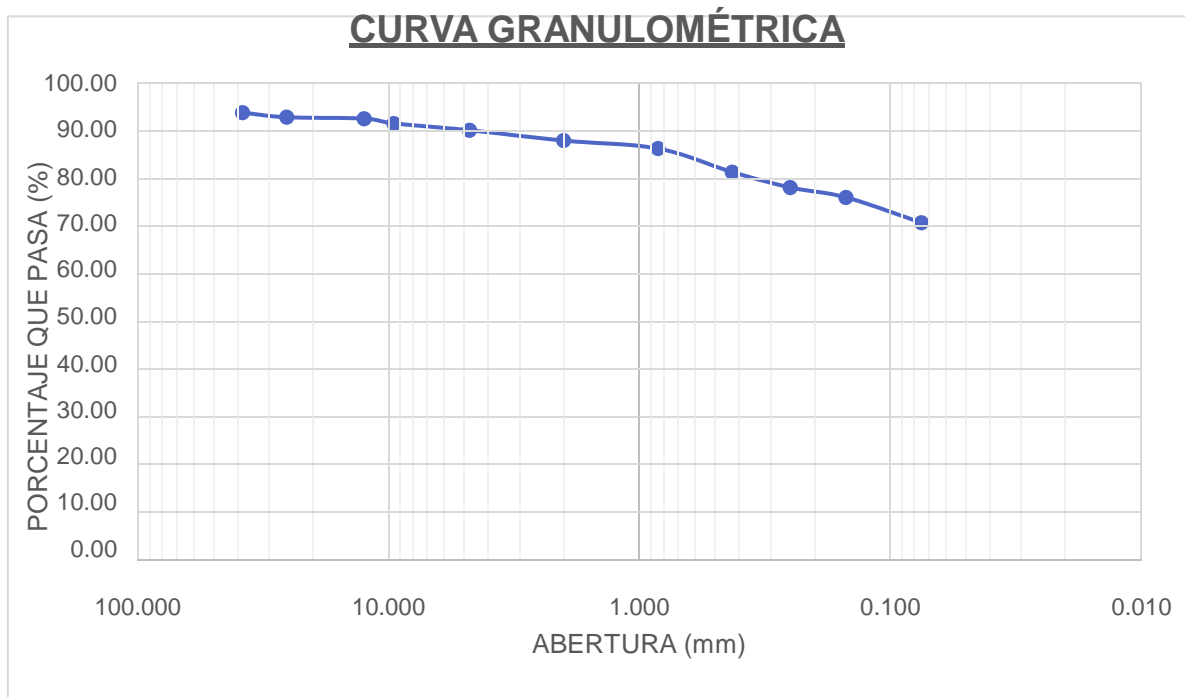


Figura N° 13: Curva granulométrica de la calicata C – 03.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 09: Clasificación del suelo de la calicata C - 03

CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A – 4 (4)	CL ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 13. Se observa la curva de granulometría presentada a partir de los datos hallados en la calicata C - 03. Procedente de la muestra natural de la progresiva (km 08 + 200) de la carretera del Centro Poblado de Accaso – Huayllata. Se indica las proporciones pasantes de material del suelo natural, logrando pasar el 76.91 % a la malla N° 200 presentando una regular porción de material de finos, un 19.40 % del espécimen alcanzó pasar por la malla N°4 estableciéndose como un material arenoso y finalmente un 3.69 % de material grava.

De acuerdo a la tabla N° 09 de la muestra extraída, se logró evidenciar conforme a la clasificación SUCS en el laboratorio G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. que la muestra es una CL - ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA y por medio la clasificación AASHTOO es perteneciente al grupo A – 4 (4).

EN CONCLUSIÓN, la exploración N° 03 (DESFAVORABLE) es la más desfavorable, por consiguiente, se llevó los especímenes al laboratorio y se realizó los estudios tales como máxima densidad seca, contenido de humedad y California Bearing Ratio (CBR).

Tabla N° 10: Valores obtenidos del ensayo en laboratorio de la muestra natural (SN)

ENSAYOS		CALICATA N°03
CONTENIDO DE HUMEDAD		27.42 %
LIMITES DE ATTERBERG	Limite liquido	28.00%
	Limite plástico	21.00%
	Índice de plasticidad	7.00%

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	CL - ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
	AASHTO	A-4(4)
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	17.30%
	Máxima Densidad Seca (DMS)	1.75 g/cm ³
California Bearing Ratio (CBR)		7.00 %

Fuente: Elaboración Propia

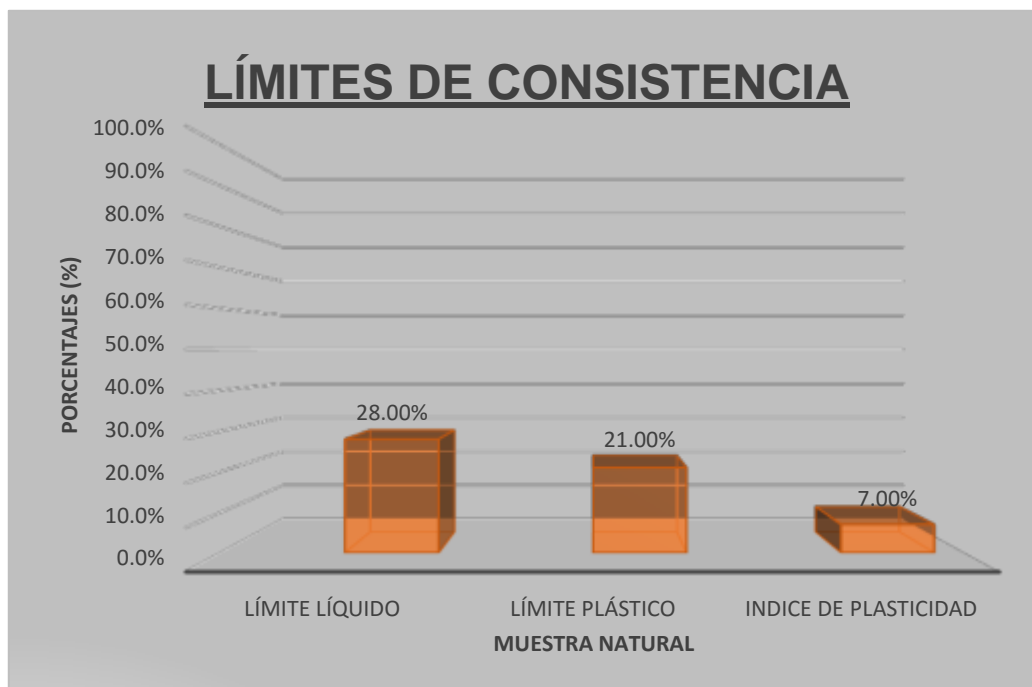


Figura N° 14: Gráfico del límite de consistencia del suelo natural.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - se visualiza al espécimen natural de la exploración N°03 presenta un 27.42 % de contenido de agua, un límite líquido de 28.00 %, límite plástico 21.00 % y un índice de plasticidad de 7.00 %. Se contempla que el espécimen natural es una arcilla de baja plasticidad con existencia de arena el cual se corrobora con el ensayo realizado, debido a la baja existencia de saturación.

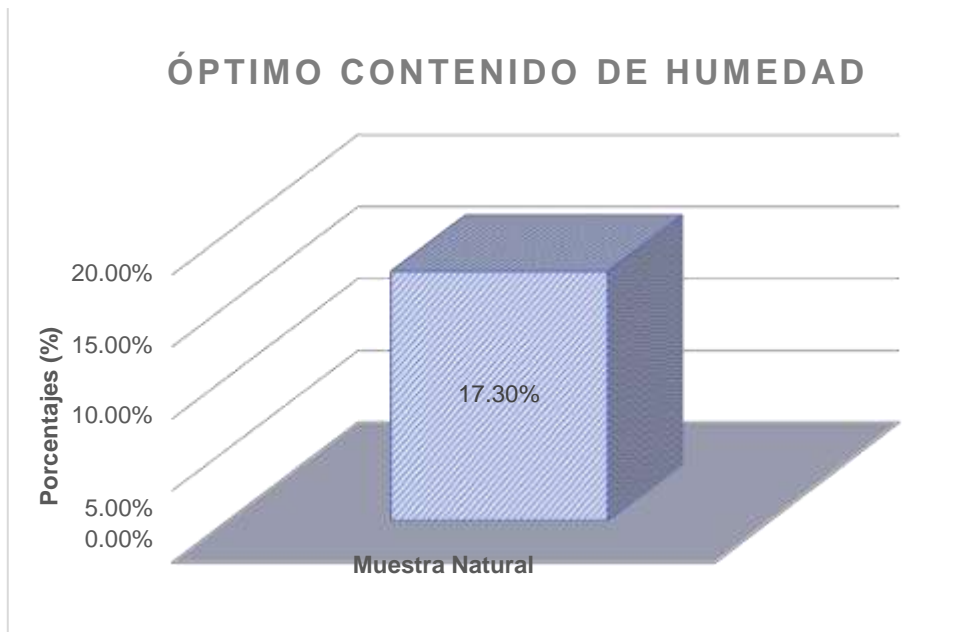


Figura N° 15: Gráfico del Óptimo Contenido de Humedad Inicial.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - se efectuó el ensayo de Proctor modificado del espécimen natural, en el que se obtuvo un valor de 17.30 % de OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD.



Figura N° 16: Gráfico de Máxima Densidad Seca del suelo natural.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - se efectuó el ensayo de Proctor modificado del espécimen natural en el que se tuvo como resultado 1.75 gr/cm3 de MÁXIMA DENSIDAD SECA (MDS).

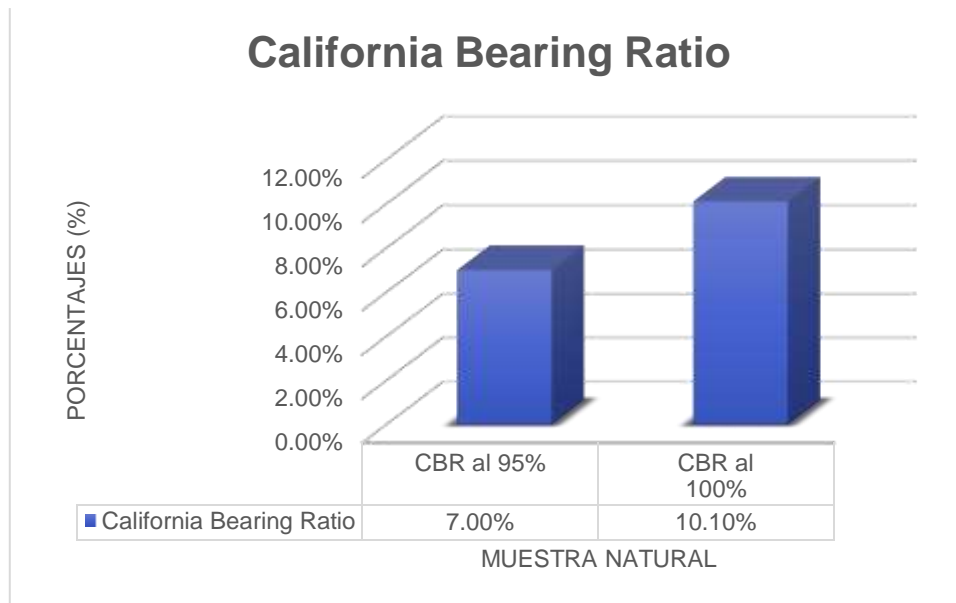


Figura N° 17: Gráfico del California Bearing Ratio (CBR) del suelo natural.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. – los valores logrados en la prueba de (CBR) del espécimen natural presenta una densidad de 1.75 gr/cm³ y un contenido de humedad de 27.42 %. Después de saturarlo el espécimen se midió la capacidad de soporte con una penetración al 0.1” en el que se obtiene un CBR al 95% de 7.00 % y para un CBR al 100% de 10.10 %. Estos valores obtenidos del suelo natural según el Manual de Carreteras se encuentran en la categoría de subrasante regular.

Objetivo 1: Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022.

El ensayo consta de tomar un espécimen representativo de suelo, el tamaño de la muestra se extrae de acuerdo a las dimensiones de sus partículas, seguidamente se pone el espécimen húmedo en una tara y luego se procede a pesarlo. Después se coloca en un horno durante 24 horas, con una temperatura que oscile de 110° +- 5° C. ya cumplido el tiempo de secado. Se procede a pesar la muestra ya secada. Para las incorporaciones de los diferentes porcentajes de PAN en el suelo se tuvo que previamente mezclar la muestra natural con el porcentaje de adición respectivo y seguidamente realizar el mismo proceso.

Evidencia Fotográfica



Figura N° 18: Metido al horno del espécimen natural.

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 19: Pesado del espécimen seco del SN.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°11: Óptimo contenido de humedad (OCH) con la incorporación de PAN.

CALICATA N°03	Óptimo Contenido de Humedad
SUELO NATURAL (SN)	17.30%
SN+1% PAN	17.80%
SN+3% PAN	18.00%
SN+5% PAN	18.20%

Fuente: Elaboración Propia

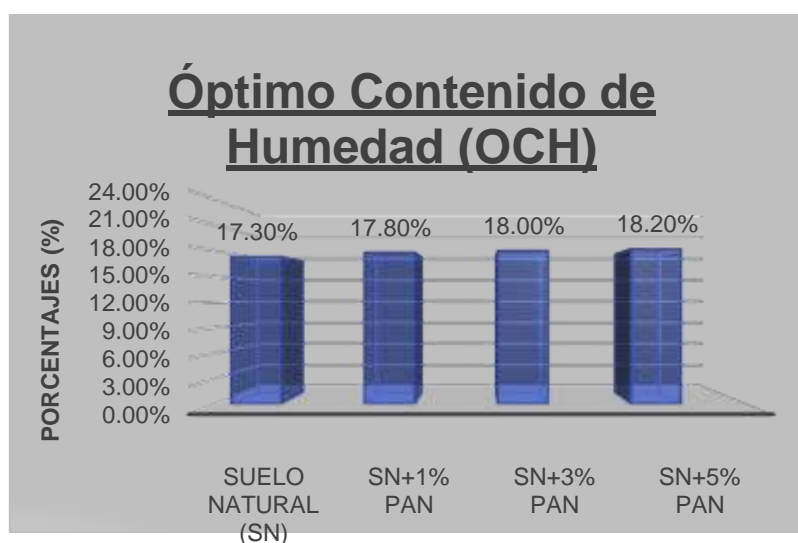


Figura N° 20: Gráfico del OCH con la incorporación de PAN.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En la tabla N° 11 y la figura N° 20 se evidencia los diferentes valores obtenidos para las diferentes incorporaciones de Polímero Adhesivo Natural en encontrándose valores para el suelo natural de 17.30 % y para la incorporación de 1 % de PAN al suelo natural un valor de 17.80 %, asimismo al incorporar 3 % de PAN se obtuvo un valor 18.00 % y finalmente al incorporar 5% de PAN se tiene un valor de 18.20 %.

Objetivo 2: Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en la máxima densidad seca de la subrasante de la carrera Accaso – Huayllata, Puno 2022.

Según Ing. Ralph Proctor, comprobó que la resistencia de un suelo compactado tiene relación el porcentaje de humedad alcanzando distintas densidades, para lo cual realizo pruebas en un repiente en forma de cilindro, en el que realizo la compactación.

Siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM -1557 que nos dice que la prueba del Proctor Modificado se realizara en un molde cilíndrico con la intención de encontrar su máxima densidad seca utilizando un pistón de 10 Lb, dependiendo de cómo es la granulometría, se decidió utilizar el método A, que consiste en realizarla compactación en un molde cilindro en 5 capas con un total del 25 golpe por capa.

Evidencia Fotográfica



Figura N° 21: Ensayo de Proctor.

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 22: Mezcla de la muestra con el PAN.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 12: *Máxima densidad seca (MDS) con la adición de Polímero Adhesivo Natural.*

CALICATA N°03	Máxima Densidad Seca (MDS)
SUELO NATURAL (SN)	1.750 gr/cm ³
SN+1% PAN	1.746 gr/cm ³
SN+3% PAN	1.724 gr/cm ³
SN+5% PAN	1.665 gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

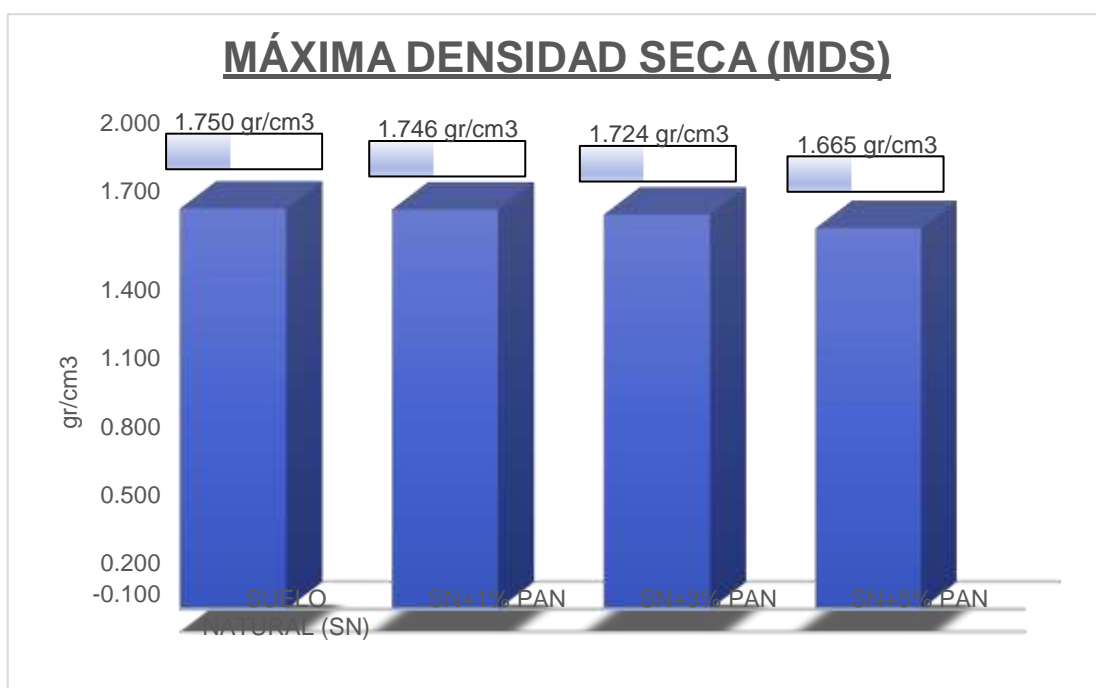


Figura N° 23: Gráfico de la MDS con la incorporación de PAN.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. - En la tabla N° 12 y la figura N° 23 se observan los diferentes datos de la Densidad Máxima Seca obtenidas para las diferentes proporciones incorporadas de Polímero Adhesivo Natural en encontrándose valores para el suelo natural de 1.750 gr/cm³ y para la incorporación de 1 % de PAN al suelo natural un

valor de 1.746 gr/cm³, asimismo al incorporar 3 % de PAN se obtuvo un valor 1.724 gr/cm³ y finalmente al incorporar 5% de PAN se tiene un valor de 1.665 gr/cm³.

Objetivo 3: Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en la capacidad de soporte CBR de la subrasante de la Carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022.

El CBR se entiende como la carga unitaria que soporta el suelo a una penetración de 0.1” o 0.2”, su valor esta expresada en porcentajes, por otro lado se manifiesta que con este ensayo se puede determinar bajo circunstancias de densidad y humedad controlada la resistencia al corte, mediante esta prueba se determina la relación de soporte del suelo, la cual es variada, y solo se emplea en la condición que se encontraba el espécimen durante el ensayo.

Se prepara la muestra y se introduce en los moldes cilíndricos realizando compactaciones en 5 diferentes capas con 12 golpes, 25 golpes y el tercero con 56 golpes por capa, invertimos la muestra para que de esta manera entre en un tanque de agua durante 4 días (96h), registrando su expansión cada 24 horas, finalmente se saca del tanque y deja drenar 15 min para de esta manera llevar a la prensa hidráulica.

Evidencia fotográfica



Figura N° 24: Ensayo de CBR.
Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 25: Lectura de expansión.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la adición de PAN.

CALICATA N°03	(CBR) al 95%	(CBR) al 100%
SUELO NATURAL (SN)	7.00%	10.10%
SN+1% PAN	7.10%	9.00%
SN+3% PAN	5.20%	8.00%
SN+5% PAN	2.20%	5.20%

Fuente: Elaboración Propia

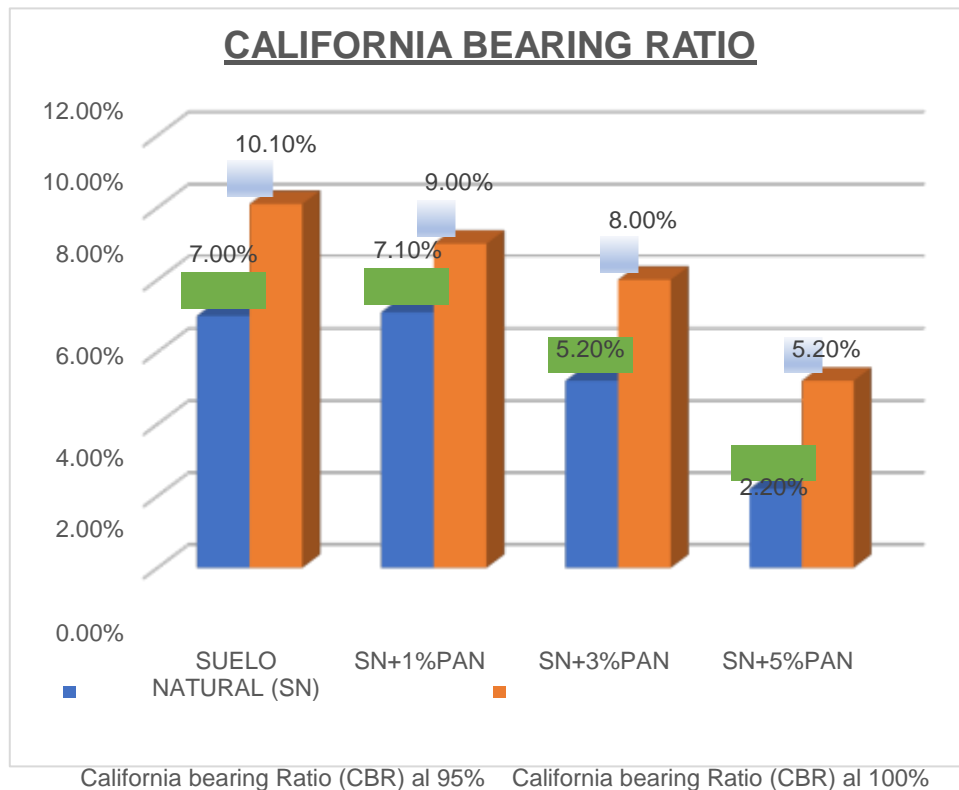


Figura N° 26: Gráfico del ensayo de CBR con la incorporación de PAN.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación. – realizado la prueba del CBR se pudo observar que no se tuvo mucho impacto al utilizar el Polímero Adhesivo Natural como estabilizante en el suelo arcilloso de baja maleabilidad con existencia de arena, reflejando una disminución del % de CBR proporcional a la cantidad de incorporación de PAN. Encontrándose valores de la muestra natural CBR al 95 % de 7.00% y al 100 % de 10.10 % e incorporando 5 % de PAN al espécimen natural se encontró un CBR al 95 % de 2.20 % y al 100% de 5.20%, siendo así un material no apto para estabilizar subrasantes de un suelo expansivos.

V. DISCUSIONES

Objetivo 1: Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022.

Antecedente: Gutiérrez, E. (2021) en su investigación agregó porcentajes de resina natural de ciprés directamente al suelo, presentando un incremento del % de humedad óptima del suelo natural en sus distintas incorporaciones 1.50% (7.20%), 3.00% (7.34%) y 6% (7.36%).

Resultados: en presente estudio la muestra patrón tiene un suelo tipo arena arcillosa con un óptimo contenido de humedad inicial de 17.30 % y a medida que se incorporaba progresivamente el Polímero Adhesivo Natural desde 1%, 3% y 5% se reflejó el aumento leve del valor del contenido de humedad en 17.80 %, 18.00% y 18.20%, ninguno de los 03 porcentajes obtuvo una reducción el contenido de humedad respecto al valor del espécimen natural.

Comparación: Según los antecedentes no se obtuvo los resultados esperados con incorporaciones de materiales de origen natural como la resina de ciprés, aumentan el % de humedad de los suelos arcillosos, esto se ve reflejado con nuestra investigación realizada, al incorporar Polímero Adhesivo Natural es por esto el aumento del valor del contenido de humedad del terreno en estudio, obteniendo similar resultado con el antecedente.

Objetivo 2: Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en la máxima densidad seca de la subrasante de la carrera Accaso – Huayllata, Puno 2022.

Antecedente: Romero, R. y Sañac, C. (2016) en su investigación agregaron porcentajes de Polímero Adhesivo Natural directamente a una subrasante en donde se presentó un tipo de espécimen arcilloso en el que el valor de la muestra patrón fue de 1.927 gr/cm³ que a medida que se incorporaba proporciones de 0.5%, 1%, 2%, y 3% de PAN se obtuvieron 1.922, 1.921, 1.917 y 1.908 gr/cm³ de Densidad Máxima Seca, por otra parte para el tipo de suelo arenoso el valor de la DMS del espécimen natural fue de 2.027 gr/cm³ que a medida que se incorporaba

proporciones de 0.5%, 1%, 2% y 3% de PAN se obtuvieron valores de 2.023, 2.016, 2.012 y 2.025 gr/cm³.

Resultados: En el presente estudio el suelo fue clasificado como suelo arena arcillosa teniendo como valor de la MDS de 1.750 gr/cm³ de la muestra patrón, frente al incorporar PAN en porcentajes de 1%, 3% y 5% los valores se redujeron en 1.746, 1.724 y 1.665 gr/cm³, resultados que no superaron los 1.750 gr/cm³ de suelo natural estudiado y ninguno de los 03 porcentajes logró incrementar la máxima densidad seca.

Comparación: Según los antecedentes no se obtuvo los resultados esperados con la incorporación de Polímero Adhesivo Natural en la realización del presente estudio se obtuvieron resultados similares ya que los valores tuvieron una reducción. De esta manera el ensayo de Proctor modificado, se confirma la influencia que sostuvo las dosificaciones de Polímero Adhesivo Natural (PAN) en la muestra patrón, puesto que disminuyó progresivamente el valor de la Máxima Densidad Seca.

Objetivo 3: Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en la capacidad de soporte CBR de la subrasante de la Carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022.

Antecedente: Pino, E. y Maquera, H. (2021) en su trabajo de investigación incorporaron diversos porcentajes (2%, 4% y 6%) de polímero adhesivo natural directamente en la subrasante de pavimentos rígidos en el que el suelo natural presentó un valor de CBR al 95 % de 3.567%, del mismo modo en las incorporaciones mencionadas se obtuvieron 5.007%, 5.550% y 5.007% siendo la proporción de 4% con más incremento del valor del CBR al 95 % obteniendo un aumento ligero del valor de CBR al 95%.

Resultados: Al desarrollarse el ensayo de Californian Bearing Ratio (CBR) del suelo natural se presentó un valor de 7.00 % de CBR al 95 % pero al adicionar el polímero adhesivo natural en 1% incrementó a 7.10 %, al incrementar 3% de PAN se presencié un punto de declive resultando un valor de 5.20 % del CBR al 95% por lo que a este % el polímero Adhesivo Natural trabaja bien con el suelo natural

y finalmente al incorporar 3 y 5% de PAN el valor del CBR al 95% fue de 5.20 y 2.20 %.

Comparación: Al incorporar el Polímero Adhesivo Natural se obtuvieron respuestas similares en los valores de CBR al 95 % de la subrasante, puesto que se evidenció un incremento mínima del valor al incorporar PAN de 1%, después de ello al incrementar el porcentaje se reflejó la caída del valor del CBR, siendo la incorporación de 3% de PAN el punto de caída en referencia a las incorporaciones realizadas en el presente estudio (1%, 3% y 5%), afirmando la incidencia que tuvo las dosificaciones de Polímero Adhesivo Natural en el suelo natural.

VI. CONCLUSIONES

Evaluar la influencia del polímero Adhesivo Natural en las propiedades físicas – mecánicas de la subrasante en la carretera Accaso – Huayllata.

Objetivo General, se determinó que, al estabilizar la subrasante con polímero adhesivo natural, incide en las características de la subrasante del terreno natural encontrado en la carretera Accaso – Huayllata; evaluando el comportamiento que tuvo en las características físicas-mecánicas: al aumentar el valor del óptimo contenido de humedad; asimismo reducir el valor de la densidad máxima seca y también mejorar la capacidad de soporte del suelo.

Objetivo Específico 1, se estableció la influencia que tuvo el polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata denotando una influencia negativa en la posible disminución del óptimo contenido de humedad, por el contrario, incremento el valor de dicho contenido óptimo de humedad de 17.30 % en el suelo natural, obteniendo valores de forma creciente desde a 17.80 % con la incorporación de 1% de polímero adhesivo natural (PAN) hasta 18.20 % con 5% de P.A.N; de esta manera la influencia de polímero adhesivo natural no es beneficiosa en los porcentajes propuestos, con respecto al ensayo de óptimo contenido de humedad.

Objetivo Específico 2, Se estableció como influye los porcentajes del PAN en la densidad máxima seca de la subrasante, ya que se obtuvieron valores menores a 1.750 gr/cm³ de la densidad del terreno natural, al incorporarle 1% de PAN disminuyó a 1.746 gr/cm³ de la densidad de la misma manera ocurrió con la incorporación de 3% de PAN obteniéndose 1.724 gr/cm³ y al incorporar 5% de PAN reflejó la descendencia hasta 1.665 gr/cm³ de la densidad máxima seca; por lo que la adición de los diferentes porcentajes no tuvo efectos positivos en el aumento de la máxima densidad seca.

Objetivo Específico 3, Se estableció de la influencia de los distintos porcentajes de Polímero Adhesivo Natural en el capacidad de soporte CBR al 95% de la subrasante, ya que se obtuvieron valores por encima de 7.00 % del CBR del espécimen natural, al incorporarle 1% del PAN se incrementó hasta un 7.10% del

CBR al 95%, pero al adicionarle 3% de PAN descendió a 5.20 % de CBR al 95% de la misma manera ocurrió al incorporarle 5% de PAN el valor se redujo hasta 2.20% del valor de CBR al 95%, de esta manera el mejoramiento es favorable hasta cierto porcentaje que en nuestro caso fue 1% de PAN relacionada de forma directa con los porcentajes propuestos, por lo que el mejoramiento es positivo con respecto a la Capacidad de soporte del terreno de fundación.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo Específico 1, el estudio realizado al seleccionar proporciones de polímero adhesivo natural comprendidas desde 1% hasta un 5%, en todos ellos el valor del contenido de humedad aumentó; en consecuencia, no se recomienda el uso del polímero adhesivo natural, como estabilizador o mejorador individual, ya que este funciona como catalizador, es decir en ayuda con otro material.

Objetivo Específico 2, en la realización del trabajo de investigación al elegirse lo diferentes porcentajes de 1% hasta el 5% de polímero adhesivo natural en la incorporación de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, se obtuvo en todos ellos que el valor de la máxima densidad seca sufrió un descenso con respecto al valor del suelo natural, a su vez este incrementa el óptimo contenido de humedad por lo que, se aconseja no emplear el PAN.

Objetivo Específico 3, al incorporarle los porcentajes elegidos de Polímero Adhesivo Natural en el análisis del ensayo de CBR del 3% y 5% se obtuvo la disminución del valor de CBR respecto al suelo natural, se recomienda emplear el PAN sólo hasta 1% ya que ese porcentaje es el óptimo resultado y de esta manera se obtendrá el valor máximo de CBR, se puede apreciar incrementos considerables de expansión.

Como recomendación para poder contrarrestar los valores del contenido de humedad y la máxima densidad seca a valores positivos en donde se contemple una mejora, del mismo modo en el ensayo de CBR se pueda observar mejoras aún más significativas, se pueda utilizar en futuros trabajos de investigación la cal viva como agente de estabilización puesto que al contacto con un suelo arcilloso produce una explosión exotérmica el cual puede ser beneficioso.

Se recomienda realizar estudios del polímero adhesivo natural como recubrimiento de la superficie de los taludes ya que una de las particularidades del PAN es el aumento de su volumen al contacto del agua.

REFERENCIAS

1. **Gutiérrez, E.** *Estabilización de la subrasante en vías no pavimentadas con resina de Cipres, trocha carrozable Tiquiña, Checacupe, Cusco 2021.* [en línea]. Universidad Cesar Vallejo. Lima : Repositorio UCV, 2021. [Consultado 05 Enero 2022] pág. 54. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65354>
2. **Pino, E. y Maquera, H.** *Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo - Puno.* [en línea]. Universidad Cesar Vallejo. Puno : Repositorio UCV, 2021. [Consultado 05 Enero 2022] pág. 84. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68401>
3. **Romero, R. y Sañac, C.** *Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la San Judas Chico Cusco.* [en línea]. Universidad Andina del Cusco. Cusco : UAC, 2016. [Consultado 08 Enero 2022] pág. 06. Disponible en: <https://bit.ly/2ZsHUzC>
4. **Canaria, A. y Martínez, A.** *Estudio de estabilización de material para la conformación de afirmado en terraplenes del municipio de la Primera - Vichada, mediante la adición de polímeros sintéticos ecológicos.* [en línea]. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. Bogotá : s.n., 2020. [Consultado 08 Enero 2022] pág. 05. Disponible en: <https://bit.ly/3CQQuWv>
5. **Castro, I. y Delgado, P.** *Determinación del material de mejoramiento con la adición de Puzolana para vías rurales con material local de la mina la Virginia y Araña Huaycu.* [en línea]. Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2017. [Consultado 12 Enero 2022] pág. 20. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27720/1/Tesis.pdf>
6. **Serrano, E. y Padilla, E.** *Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados.* [en línea]. 1, Revista Ingeniería Solidaria, Vol. 25, [Consultado 12 Enero 2022] págs. 1-23. Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/download/2695/2671/>
7. **Ikeagwuani, C., Obeta, I. y Agunwamba, J.** *Stabilization of black cotton soil subgrade using sawdust ash and lime.* [en línea]. 1, 2019, Soils and Foundations, Vol. 59, [Consultado 12 Enero 2022] págs. 162-175. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038080618302087>
8. **Temesa, G.** *Expansive soil stabilization by sugarcane molasses.* [en línea]. s.l. : University Addis Ababa, 2015, [Consultado 12 Enero 2022] pág. 09. Disponible en: <https://bit.ly/3IL5Tlw>

9. **Taher, Z. y Scalia, J.** *Effectiveness of polymer for mitigation of expansive soils.* [en línea]. s.l. : Colorado State University, 2017, .[Consultado 15 Enero 2022] pág. 02. Disponible en: <https://bit.ly/3oEBdUE>
10. **Rodriguez, A., y otros.** *Polyampholyte polymer as a stabilizer for subgrade soils.* [en línea]. 6, 03 de June de 2018, International Journal of Pavement Engineering, Vol. 19, .[Consultado 16 Enero 2022] págs. 467-478. Disponible en: <https://bit.ly/3r5QejX>
11. **Engstrand, J., Persson, C. y Engqvist, H.** *Influence of the addition of polymers on the mechanical properties of a premixed calcium phosphate cement.* [en línea]. 4, 29 de October de 2013, Biomatter, Vol. 3, .[Consultado 16 Enero 2022] pág. 27. Disponible en: <https://doi.org/10.4161/biom.27249>
12. **Ramdas, V., y otros.** *Review of current and future bio-based stabilization products (enzymatic and polymeric) for road construction materials.* [en línea]. 2021, Transportation Geotechnics, Vol. 27, .[Consultado 20 Enero 2022] pág. 100458. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100458>
13. **Castro, A. y Cruzado, T.** *Influencia de la adición de fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo - barrio I, 2021.* [en línea]. Universidad Privada del Norte. Trujillo : Repositorio UPN, 2021. .[Consultado 21 Enero 2022] pág. 32. Disponible en: <https://bit.ly/3r1Hnjt>
14. **Oscanoa, K.** *Estabilización de subrasante blandos aplicando enzima orgánica y bischofita en carretera no pavimentada Km 5+840 al Km 6+900, Cajas, Junín.* [en línea]. Universidad Peruana Los Andes. Junín : s.n., 2021. .[Consultado 21 Enero 2022] pág. 37. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2372>
15. **Romero, R. y Sañac, C.** *Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la urb. san judas chico.* [en línea]. Universidad Andina del Cusco. Cusco : s.n., 2016. .[Consultado 24 Enero 2022] pág. 45. Disponible en: <https://bit.ly/2ZsHUzC>
16. **Villafana, G. y Ramírez, R.** *Análisis del comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímeros sbs betutec ic y una mezcla asfáltica convencional 60/70.* [en línea]. Universidad Privada del Norte. Lima : s.n., 2019. .[Consultado 25 Enero 2022] pág. 55. Disponible en: <https://bit.ly/3DZGP1i>
17. **Pino, E. y Maquera, H.** *Polimero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad maxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo -Puno.* [en línea]. Universidad Cesar Vallejo. Puno : Repositorio UCV, 2021. .[Consultado 25 Enero 2022] pág. 20. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68401>

18. **Rosales, A.** *Obtención de biopolímero plástico a partir del almidón de malanga (Colocasia esculenta), por el método de polimerización por condensación en el Mayo – Abril 2016.* [en línea]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua : s.n., 2016. [Consultado 26 Enero 2022] pág. 67. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/2687/1/28212.pdf>

19. **Buitron, S. y Enriquez, A.** *Estudio de la estabilizacion de arcillas expansivas de Manabí con ceniza del Volcán Tungurahua.* [en línea]. Universidad Politécnica Nacional. Ecuador : s.n., 2018.[Consultado 31 Enero 2022] pág. 10. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19654>

20. **Resunqui, M.** *Determinación de la constante de velocidad de carbonización de guadua laminada pegada sin tratamiento ignífugo.* [en línea]. Universidad de Colombia . Colombia : s.n., 2015. [Consultado 01 Febrero 2022] pág. 33. Disponible en: https://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/Tesis_Velocidad_Carbonizacion_Bambu_Melissa_Rusinque.pdf

21. **Canaria , A. y Martinez, A.** *Estudio de estabilización de material para la conformación de afirmado en terraplenes del municipio de la Primavera – Vichada, mediante la adición de polímeros sintéticos ecológicos.* [en línea]. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. Bogotá : s.n., 2020. [Consultado 01 Febrero 2022] pág. 28. Disponible en: <https://bit.ly/3CQQuWv>

22. **Buitron, S. y Enriquez, A.** *Estudio de la estabilizacion de arcillas expansivas de Manabí con ceniza del Volcán Tungurahua.* [en línea]. Universidad Politécnica Nacional. Ecuador : s.n., 2018.[Consultado 01 Febrero 2022] pág. 32. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19654>

23. **Toirac, José.** *Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón.* [en línea]. Santo Domingo - República Dominicana : 37, julio - septiembre de 2012, Ciencia y Sociedad - redalyc.org, Vol. 3, [Consultado 03 Febrero 2022] págs. 293-334. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>

24. **Ramos, G."** *Mejoramiento de subrasante de baja capacidad portante mediante el uso de polimeros reciclados en carreteras, Paucará - Huancavelica 2015"* [en línea].Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo [Consultado 03 Febrero 2022] pág.10. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/416>

25. **García, A.** *“determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 mollepampa de cajamarca, 2015”.* [en línea]. Universidad Privada del Norte. Cajamarca : s.n., 2015. [Consultado 03 Febrero 2022] pág. 14. Disponible en: <https://bit.ly/3DP0UHK>

26. **MTC.** *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.* [en línea]. Lima : s.n., 2013.[Consultado 07 Febrero 2022] pág. 35. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
27. **Romero, R. y Sañac, C.** *Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la urb. san judas chico.* [en línea]. Universidad Andina del Cusco. Cusco : s.n., 2016. .[Consultado 07 Febrero 2022] pág. 71. Disponible en: <https://bit.ly/2ZsHUzC>
28. **Torres, J.** *Estabilización de subrasante adicionando bolsas de polietileno fundido en la trocha carrozable Moyocorral - Umaccata, Abancay, Apurímac 2021.* [en línea]. Universidad Cesar Vallejo . Lima : s.n., 2021.[Consultado 07 Febrero 2022] págs. 22-23. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63569>
29. **Castro, A. y Cruzado, T.** *Influencia de la adición fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo - barrio i, 2021.* [en línea]. Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2021. [Consultado 09 Febrero 2022] pág. 41. Disponible en: <https://bit.ly/3r1Hnjt>
30. **Hernández, R., Fernandez, C. y Baptista, M.** *Metodología de la Investigación.* [en línea]. 6. México : D.F: McGRAW.HILL/INTERAMERICANA EDITORES, s.a., 2014. [Consultado 09 Febrero 2022] pág. 110. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://bit.ly/3ibTTIz>
31. **Hernandez, R., Fernández, C. y Baptista, M.** *Metodología de la Investigación.* [en línea]. Mexico : Mc GRAW W-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2010. [Consultado 09 Febrero 2022] pág. 126. Disponible en: <https://bit.ly/3FY11Cu>
32. **More, S. y Ydrogo, E.** *Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa, 2019.* [en línea]. Universidad Cesar Vallejo. Tarapoto : s.n., 2019. [Consultado 11 Febrero 2022] pág. 14. Disponible en: <https://bit.ly/3p2SeYW>
33. **Castro, A. y Cruzado, T.** *Influencia de la adición fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo - barrio i, 2021.* [en línea]. Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2021. [Consultado 11 Febrero 2022] pág. 35. Disponible en: <https://bit.ly/3r1Hnjt>
34. **Diaz, S.** *Metodología de la investigación científica.* [en línea]. Lima : San Marcos, 2018, [Consultado 14 Febrero 2022] pág. 121. Disponible en: <https://bit.ly/3mwVhan>
35. **Hernández, R., Fernández , C. y Baptista, P.** *Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o*

explicativo. Metodología de la investigación. [en línea]. Lima : s.n., 2014. [Consultado 16 Febrero 2022] págs. 88-101. Vol. 6. Disponible en: <https://bit.ly/3ibTTIz>

36. **Pino, R.** *Metodología de la Investigación Científica. 2.* [en línea]. Lima : s.n., 2018. [Consultado 17 Febrero 2022] pág. 60. ISBN 978-612-315-519-3. Disponible en: http://www.editorialsanmarcos.com/index.php?id_product=206&controller=product
37. **Arias, F.** *El proyecto de investigación 6ta edición.* [en línea]. Sexta. Episteme : s.n., 2012. [Consultado 18 Febrero 2022] pág. 50. ISBN 980-07-8529-9. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
38. **Rodriguez, y otros.** *Metodología de la Investigación Cualitativa.* [en línea]. España : Ediciones Aljibe. Granada, 2010, [Consultado 18 Febrero 2022] pág. 40. Disponible en: https://cesaraguilar.weebly.com/uploads/2/7/7/5/2775690/rodriguez_gil_01.pdf
39. **Rangel, R. y Giler, J.** *Metodología de la Investigación.* [en línea]. Lima : Edición San Marcos, 2010. [Consultado 18 Febrero 2022] págs. 57 - 60. Disponible en: <http://www.derechoshumanos.unlp.edu.ar/assets/files/documentos/metodologia-de-la-investigacion.pdf>
40. **Villasis, M., y otros.** *El protocolo de la investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones.* [en línea]. 4, México : s.n., 2018, Revista Alergia Mexico , Vol. 65, [Consultado 21 Febrero 2022] págs. 414-421. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v65n4/2448-9190-ram-65-04-414.pdf>
41. **Rangel, R. y Giler, J.** *Metodología de la Investigación.* [en línea]. Lima : San Marcos, 2010. [Consultado 22 Febrero 2022] págs. 65-70. Disponible en: <http://www.derechoshumanos.unlp.edu.ar/assets/files/documentos/metodologia-de-la-investigacion.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Titulo: Evaluación de las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, aplicando polímero adhesivo natural, Puno 2022

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
INDEPENDIENTE		Como ingresa				
POLIMERO ADHESIVO NATURAL	La cola animal está formada por gelatina, obtenida a base del colágeno, proteína encontrada en el cartílago y la piel de los animales. Se puede presentar en dos formas liquido o solido en forma de: lámina, escama, sémola, tableta y perlas. De acuerdo al origen pertenecen a conejos, bovinos y ovinos, se consigue de la cocción de la piel, el hueso o algún residuo del animal, también se pueden obtener de pescados de ellas, la que es de buena calidad es la del esturión. La cola de los animales se utiliza en renovación debido a sus buenas propiedades y su característica similar a la utilizada anteriormente, también es reversible al estar en contacto con agua caliente, pero también se tiene algunos inconvenientes que son al momento de preparar, conservarlo, endurecerlo y al cristalizarlo.	El polímero natural debido a su capacidad alta de adherirse a diferentes materiales este se viene empleando como aditivo aplicado en el suelo por ser altamente factible, por lo que se aplicaran en distintos porcentajes 1%, 3% y 5% esto con el objetivo de evaluar sus propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata.	DOSIFICACION (por peso de la muestra)	1%	RAZÓN	
				3%		
				5%		
DEPENDIENTE		Que efecto				
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	Las propiedades de la subrasante están conformadas por las características físicas y mecánicas, en los que se puede mencionar los siguientes ensayos: granulometría, límite líquido y plástico, Proctor Modificado y CBR. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones la subrasante forma el estrato superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, tiene el fin de soportar la estructura de los pavimentos, está la conforman los suelos que se seleccionan teniendo cualidades tolerables y se compactan por estratos para conformar un cuerpo firme en estado óptimo.	En la subrasante se hicieron ensayos con polímero adhesivo natural, las cuales incidieron en las características físicas-mecánicas resaltando su cualidad. En el presente estudio primeramente se hicieron ensayos de Proctor modificado con las 4 variaciones establecidas (MP, 1%, 3%, 5%), asimismo, se realizaron ensayos de CBR para sus 4 combinaciones (MP, 1%, 3%, 5%), previamente realizando una calicata, analizando la granulometría y su clasificación de suelos, todos estos ensayos realizados se midieron a través de ensayos en laboratorio.	PROPIEDADES MECANICAS	Optimo contenido de Humedad (%)	RAZÓN	03 calicatas de carretera Accaso - Huayllata Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación directa Instrumento de la investigación: Ficha de recolección de datos Ficha de resultado de laboratorio: según ASTM
				Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	RAZÓN	
				Capacidad de Soporte (%)	RAZÓN	

Anexo 2: Matriz de consistencia

Título: Evaluación de las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, aplicando polímero adhesivo natural, Puno 2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE			
¿De qué manera influye el polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022?	Evaluar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022	El polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% influye en las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022.	Polímero adhesivo natural	DOSIFICACION (por peso de la muestra)	1%	Ficha de recolección de datos ANEXO 3-A
					3%	Ficha de recolección de datos ANEXO 3-A
					5%	Ficha de recolección de datos ANEXO 3-A
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE			
¿Cuánto influye el polímero adhesivo natural en el óptimo contenido de humedad del material de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022?	Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022	El polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% influye en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022	PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	PROPIEDADES MECANICAS	Óptimo Contenido de Humedad (%)	Ficha de resultados de laboratorio (Proctor Modificado) según ASTM D 1557 Anexo 4-A3
¿Cuánto influye el polímero adhesivo natural en la máxima densidad seca del material de subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022?	Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022	El polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% influye en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022			Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	Ficha de resultados de laboratorio (Proctor Modificado) según ASTM D 1557 Anexo 4-A3
¿Cuánto influye el polímero adhesivo natural en la capacidad de soporte CBR del material de subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022?	Determinar la influencia del polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% en la capacidad de soporte CBR de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022	El polímero adhesivo natural en incorporaciones de 1%, 3% y 5% influye en la capacidad de soporte CBR de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, Puno 2022			Capacidad de Soporte (%)	Ficha de resultados de laboratorio (CBR) según ASTM D 1883 Anexo 4-A4

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

A). Ficha de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de Recolección de datos: Polímero Adhesivo Natural

"Evaluación de las propiedades de la subrasante de la carretera Accaso – Huayllata, aplicando polímero adhesivo natural, Puno 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista: Maquera Aro, Amílcar

Fecha: Lima, febrero 2022

Parte B: Incorporación de Polímero Adhesivo Natural

1%	Ok
3%	Ok
5%	Ok

Tesis: Pino, E. y Maquera, H. (2021). Polímero Adhesivo Natural: 2%, 4% y 6%

Tesis: Gutiérrez, E (2021) Resina de Ciprés natural: 1.5%, 3% y 6%

VALIDACION DE INSTRUMENTO

Apellidos: ORDONEZ FLOES
Nombres: MARCO ANTONIO
Título: INGENIERO CIVIL
Grado: BACHILLER
N° Reg. CIP: 198561
Firma:

MARCO ANTONIO ORDÓÑEZ FLORES
CIP. 198561
ING. 46850424

Apellidos: MANTILLA QUISPE
Nombres: MANUEL LEOPOLDO
Título: INGENIERO CIVIL
Grado: BACHILLER
N° Reg. CIP: 158300
Firma:

ING. MANUEL L. MANTILLA QUISPE
SUPERVISOR DE OBRA
CIP. 158300

Apellidos: TICONA MARCA
Nombres: PABLO CESAR
Título: INGENIERO CIVIL
Grado: BACHILLER
N° Reg. CIP: 246282
Firma:

ING. PABLO CESAR TICONA MARCA
SUPERVISOR DE OBRA
CIP. 246282

Anexo 4: Fichas de Resultados de Laboratorio

A.1). Análisis Polímero Adhesivo Natural



Nº 001402

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de POLIMERO:
PROCEDENCIA : PUNO
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO-HUAYLLATA, APLICANDO POLIMEROS ADHESIVO NATURAL, PUNO-2022.
INTERESADO : AMILCAR MAQUERA ARO
MOTIVO : CONTROL DE CALIDAD PARA SUELO-CEMENTO/CONCRETO HIDRAULICO
MUESTREO : 26/01/2022, por el interesado
F. DE RECEPCIÓN : 26/01/2022
ANÁLISIS : 26/01/2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	VALORES NORMALES (para concreto)
1.- Cloruros como Cl ⁻	ppm	125.96	Hasta 1000
2.- Sulfatos como SO ₄ ⁺	ppm	250.00	Hasta 600
3.- Iones de Sodio Na ⁺	ppm	3.75	LMD
4.- Iones de potasio K ⁺	ppm	1.75	
5.- Proteínas	%	20.39	

Puno, C.U. 07 de febrero del 2022.
VºBº


ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
TEL: (051) 3661190



Wilfredo E. Aguirre
DECANO FICHA UNA

A2). Granulometría



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

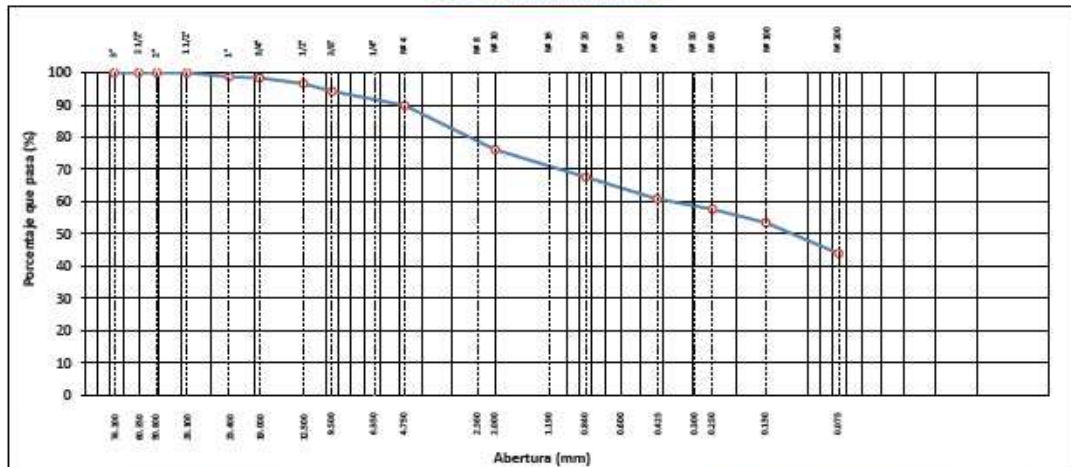
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-01-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE – PROVINCIA DE EL COLLAO – DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: TERRENO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
MUESTRA	: M - 01	CLASIF. SUELOS	: A-6 (3)
PROFUND.	: 0.02 - 1.56 m.		

TAMIZ	AGUJERO T-37 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4319 - D3282 - D2487)	
10 in.	254.000						Masa inicial seca : 12537.00 gr.	
6 in.	152.400						Masa Fracción : 955.90 gr.	
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO	
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (%):	11.40
3 in.	76.200						TAMANO MÁXIMO:	1 1/2 in.
2 1/2 in.	60.350						Límite Líquido (LL):	36.00
2 in.	50.800						Límite Plástico (LP):	22.00
1 1/2 in.	38.100				100.00		Índice Plástico (IP):	14.00
1 in.	25.400	163.63	1.31	1.31	98.69		Clasificación (SUCS):	SC
3/4 in.	19.000	45.88	0.37	1.67	98.33		Clasificación (AASHTO):	A-6 (3)
1/2 in.	12.500	221.46	1.77	3.44	96.56		Índice de Consistencia:	1.76
3/8 in.	9.500	290.62	2.32	5.76	94.24		DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO):	MALO
Nº 4	4.750	553.50	4.41	10.17	89.83		Descripción (SUCS):	Arena arcillosa
Nº 8	2.360						Materia Orgánica:	
Nº 10	2.000	1716.56	13.69	23.86	76.14		Turba:	--
Nº 16	1.190						CU :	0.000
Nº 20	0.840	1070.94	8.54	32.40	67.60		CC :	0.000
Nº 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	
Nº 40	0.425	839.08	6.69	39.10	60.90		Grava > 2" :	0.00
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 :	10.17
Nº 60	0.250	409.64	3.27	42.37	57.63		Arena Nº4 - Nº 200 :	45.89
Nº 100	0.150	522.63	4.17	46.53	53.47		Finos < Nº 200 :	43.94
Nº 200	0.075	1194.88	9.53	56.06	43.94		No-3" :	0.0%
< Nº 200	FONDO	5508.19	43.94	100.00				

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: TODOS LOS DATOS Y RESULTADOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]
Bach. ED. MARY KREMEN YANA CONDOR
VENIA EN EL EJERCICIO DE SUS FUNCIONES DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ
TEL: 0782400

[Signature]
ING. ALEX LLIB, GÓMEZ CALLA
VENIA EN EL EJERCICIO DE SUS FUNCIONES DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ
TEL: 0782400



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

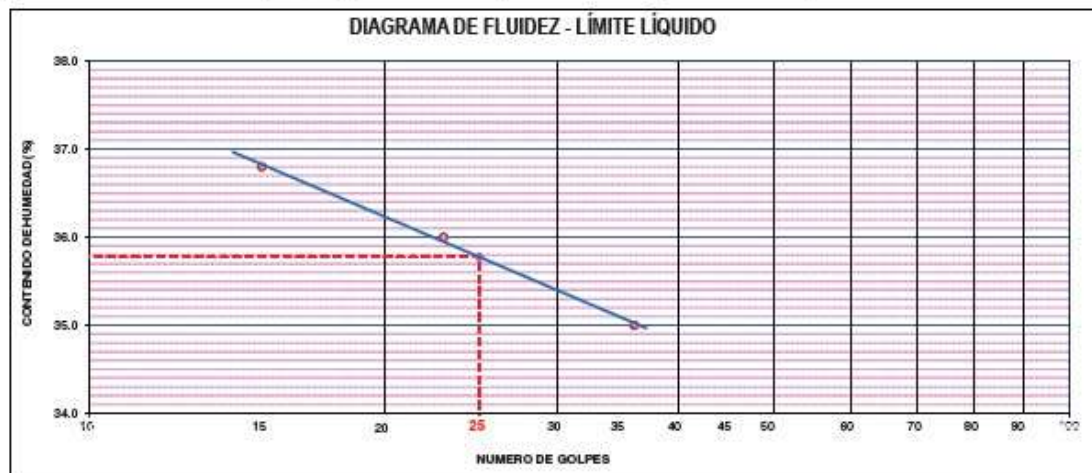
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N°	: T_UCV_AMA-01/22-01-G&C
		Fecha	: 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE – PROVINCIA DE EL COLLAO – DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: TERRENO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
PROFUND.	: 0.02 - 1.56 m.	CLASIF. SUELOS	: A-6 (3)
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03	
MASA DE LA TARA	[g]	48.66	46.09	46.45	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	63.27	65.65	65.09	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.34	60.47	60.26	
MASA DE AGUA	[g]	3.93	5.18	4.83	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.68	14.38	13.81	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.8	36.0	35.0	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	23	36	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 04	LC - 05		
MASA DE LA TARA	[g]	46.52	46.61		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.04	49.61		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.59	49.08		
MASA DE AGUA	[g]	0.45	0.53		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.07	2.47		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.7	21.5		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	36.00
LIMITE PLASTICO	22.00
INDICE DE PLASTICIDAD	14.00

OBSERVACIONES
<p>LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.</p> <p>G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.</p>

SRA. LIC. MARY CARMEN PAIM CONDORI
 INGENIERA EN GEOTECNIA DEPARTAMENTO DE PUNO
 LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 INE. 115302

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 INE. DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 INE. 209170



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



DE LAS ROCAS INGS S.A.C.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	*EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022*	Registro N°	: T_UCV_AMA-01/22-01-G&C
		Fecha	: 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE – PROVINCIA DE EL COLLAO – DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: TERRENO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
MUESTRA	: M - 01	CLASIF. SUELOS	: A-6 (3)
PROFUND.	: 0.02 - 1.56 m.	COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 01	CH - 02	CH - 03
Masa Tara	[g]	70.72	72.20	78.94
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	348.78	336.64	397.77
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	320.70	309.72	364.55
Masa Agua	[g]	28.08	26.92	33.22
Masa Suelo Seco	[g]	249.98	237.52	285.61
Contenido de Humedad	[g]	11.23	11.33	11.63
PROMEDIO	(%)	11.4		

Observaciones: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. LEIDY DAIEN FARRA CONDORI
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES
PUNO - PERÚ

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES
PUNO - PERÚ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

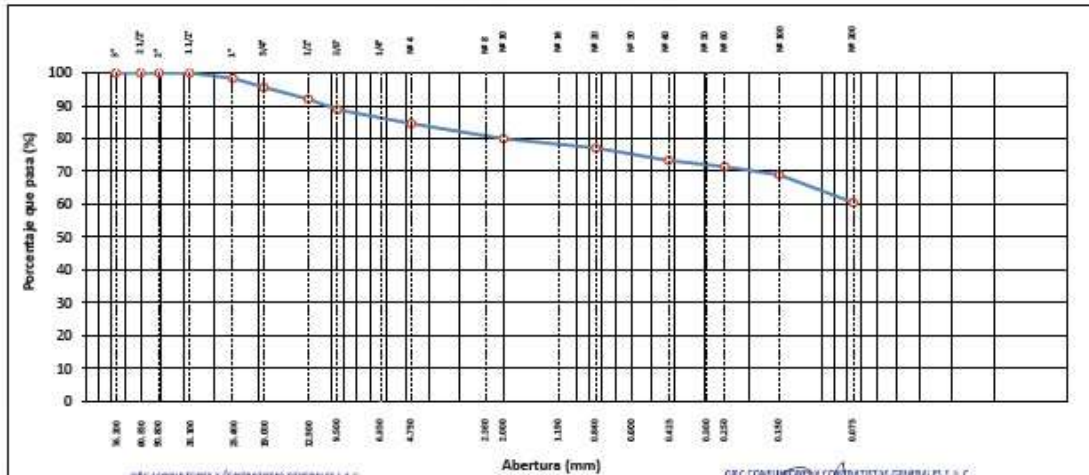
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	*EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022*	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-02-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE – PROVINCIA DE EL COLLAO – DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO	
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01		ESTE :
PROFUND.	: 0.15 - 1.62 m.		NORTE :
		COTA :	
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.		
	CLASIF. SUELOS : A-6 (5)		

TAMIZ	AAASHTO T 55 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D2922 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 4508.00 gr. Peso Fracción : 318.91 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): 27.15 TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2 in. Límite Líquido (LL): 33.00 Límite Plástico (LP): 21.00 Índice Plástico (IP): 12.00 Clasificación (SUCS): CL Clasificación (AASHTO): A-6 (5) Índice de Consistencia: 0.49
4 in.	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100				100.00		
1 in.	25.400	75.80	1.68	1.68	98.32		
3/4 in.	19.000	123.11	2.73	4.41	95.59		
1/2 in.	12.500	160.49	3.56	7.98	92.02		
3/8 in.	9.500	145.22	3.22	11.20	88.80		
1/4 in.	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava Materia Orgánica : Turba: -- CU: 0.000 CC: 0.000
Nº 4	4.750	189.91	4.21	15.41	84.59		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	210.23	4.67	20.08	79.92		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	126.45	2.81	22.89	77.11		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	170.31	3.78	26.66	73.34		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	85.57	1.90	28.56	71.44		
Nº 100	0.150	112.46	2.50	31.06	68.94		
Nº 200	0.075	378.03	8.39	39.45	60.55		
< Nº 200	FONDO	2728.42	60.55	100.00			CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2": 0.00 Grava 2" - Nº 4: 15.41 Arena Nº4 - Nº 200: 24.04 Finos < Nº 200: 60.55 %>3": 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BACH. L.D. MARY CARMEN YAM CONDORI
 INGENIERA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA DE INVESTIGACIÓN
 PUNO - PERÚ
 CIP: 025322

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209170



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G & C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-02-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
MUESTRA	: M - 01	CLASIF. SUELOS	: A-S (5)
PROFUND.	: 0.15 - 1.62 m.	COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

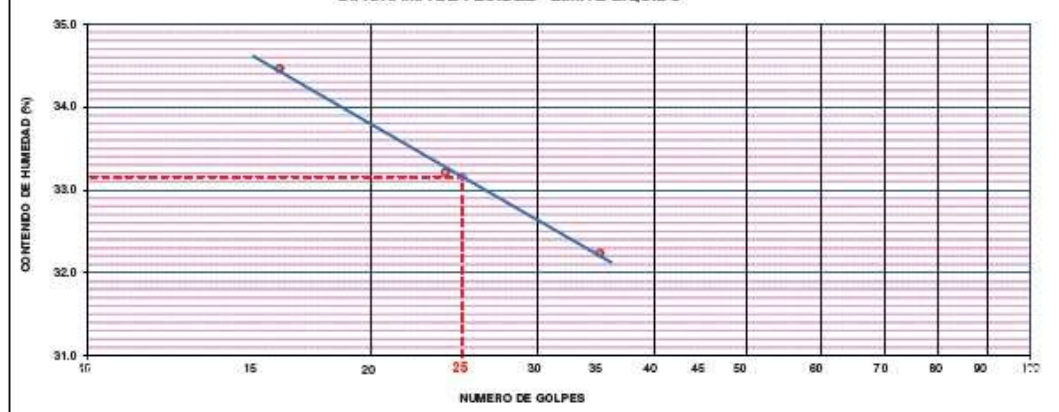
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 06	LC - 07	LC - 08
PESO DE LA TARA	(g)	46.83	45.95	42.95
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	65.48	60.59	61.82
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	60.70	56.94	57.22
PESO DE AGUA	(g)	4.78	3.65	4.6
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.87	10.99	14.27
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.46	33.21	32.24
NUMERO DE GOLPES	n°	16	24	35

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 09	LC - 10
PESO DE LA TARA	(g)	46.39	49.02
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	49.83	52.08
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	49.23	51.55
PESO DE AGUA	(g)	0.60	0.53
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.84	2.53
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.13	20.95

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	33.00
LIMITE PLASTICO	21.00
INDICE DE PLASTICIDAD	12.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]

ING. LIC. MARY DARMEN PANA CONDORY
 TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE CARRETERAS DE INVESTIGACIÓN
 PUNO DE MATERIALES
 INE - 102348

[Signature]

ING. ALEX LUIS GONZALEZ CALLA
 INE DE INVESTIGACIÓN DE CARRETERAS DE INVESTIGACIÓN
 INE - 102348



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA : ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N°	: T_UCV_AMA-01/22-02-G&C
		Fecha	: 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 02		
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
PROFUND.	: 0.15 - 1.62 m.	CLASIF. SUELOS	: A-6 (5)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara	(n°)	CH - 16	CH - 17	CH - 18
Peso Tara	(gr.)	71.37	70.45	73.86
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	447.82	474.50	468.14
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	367.58	388.13	383.86
Peso Agua	(gr.)	80.24	86.37	84.28
Peso Suelo Seco	(gr.)	296.21	317.68	310.00
Contenido de Humedad	(gr.)	27.09	27.19	27.19
PROMEDIO	(%)	27.15		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.


 BACH. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICA ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE INVESTIGACION
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 4528176


 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 238176



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

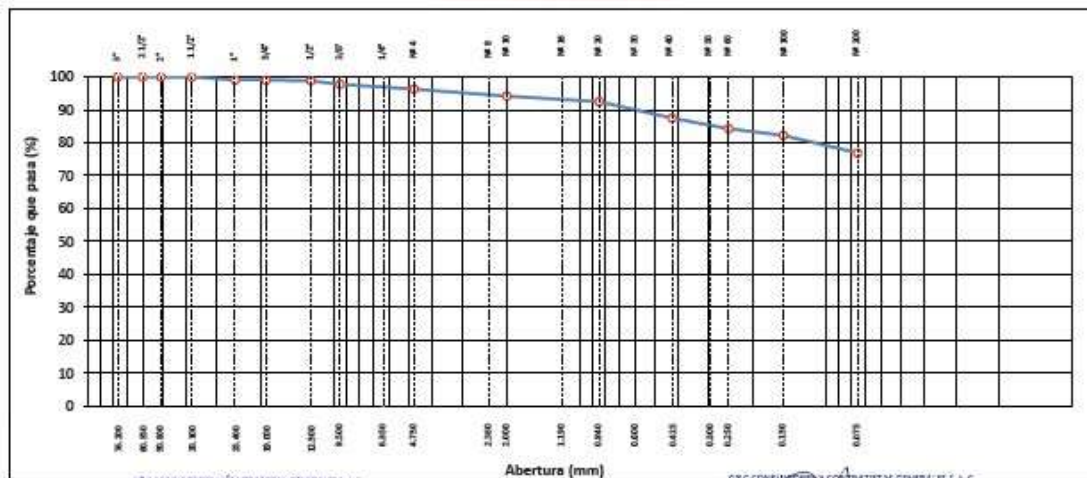
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"
Registro N°	: T_UCV_ANA-01/22-03-G&C
Fecha	: 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE – PROVINCIA DE EL COLLAO – DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 03	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
PROFUND.	: 0.12 - 1.35 m.	CLASIF. SUELOS	: A-4 (4)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

TAMIZ	ASIENTO T.27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D216 - D4916 - D5983 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 3426.00 gr.
6 in.	152.400						Peso Fracción : 292.44 gr.
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (%): 27.42
3 in.	76.200						TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2 in.
2 1/2 in.	60.350						Límite Líquido (LL): 28.00
2 in.	50.800						Límite Plástico (LP): 21.00
1 1/2 in.	38.100				100.00		Índice Plástico (IP): 7.00
1 in.	25.400	32.61	0.95	0.95	99.05		Clasificación (SUCS): CL
3/4 in.	19.000				99.05		Clasificación (AASHTO): A-4 (4)
1/2 in.	12.500	9.98	0.29	1.24	98.76		Índice de Consistencia : 0.08
3/8 in.	9.500	34.49	1.01	2.25	97.75		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO): REG-MALO
Nº 4	4.750	49.50	1.44	3.69	96.31		Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena
Nº 8	2.360						Materia Orgánica :
Nº 10	2.000	74.24	2.17	5.86	94.14		Turba : --
Nº 16	1.190						CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 20	0.840	57.77	1.69	7.55	92.45		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0.600						Grava > 2" : 0.00
Nº 40	0.425	169.35	4.94	12.49	87.51		Grava 2" - Nº 4 : 3.69
Nº 50	0.300						Arena Nº4 - Nº 200 : 19.40
Nº 60	0.250	110.23	3.22	15.71	84.29		Finos < Nº 200 : 76.91
Nº 100	0.150	71.42	2.08	17.79	82.21		%-3" : 0.0%
Nº 200	0.075	181.65	5.30	23.09	76.91		
< Nº 200	FONDO	2634.77	76.91	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. L. MARY CARMEN FANJA CONDORI
 TÉCNICO EN INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO DE MATERIALES
 F. FANJAS DE BERTOLINI
 C.R. 1703899

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.R. 209176



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	*EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022*	Registro N°	: T_UCV_AMA-01/22-03-G&C
		Fecha	: 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
MUESTRA	: M - 01	CLASIF. SUELOS	: A-4 (4)
PROPUND.	: 0.12 - 1.35 m.	COORDENADAS	ESTE : NORTE : COTA :

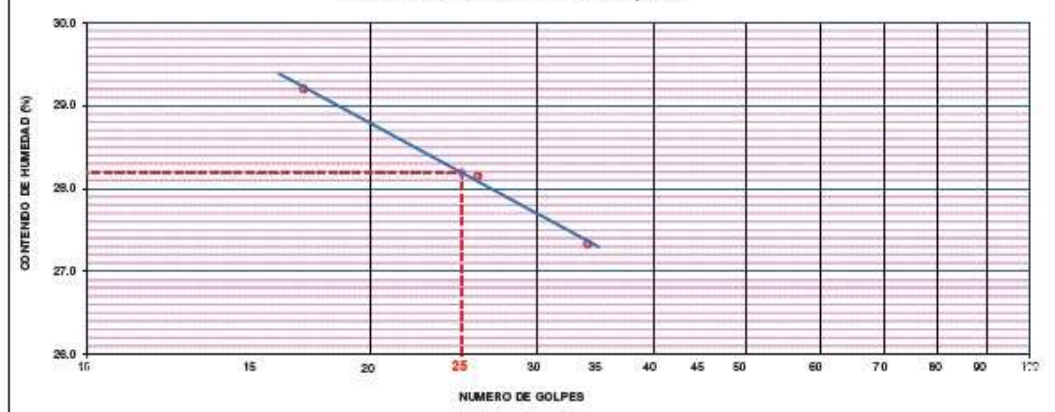
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 26	LC - 27	LC - 28
PESO DE LA TARA	(g)	48.66	46.09	46.45
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	62.11	62.89	60.10
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	59.07	59.20	57.17
PESO DE AGUA	(g)	3.04	3.69	2.93
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.41	13.11	10.72
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.20	28.15	27.33
NUMERO DE GOLPES	n°	17	26	34

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 29	LC - 30
PESO DE LA TARA	(g)	46.52	46.61
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	50.06	49.58
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	49.45	49.06
PESO DE AGUA	(g)	0.63	0.52
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.93	2.45
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.50	21.22

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	28.00
LÍMITE PLÁSTICO	21.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]
ING. LIC. MARY CARMEN YANA CONDOR
TITULAR DEL LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ

[Signature]
ING. ALEX LLUM. GÓMEZ CALLA
TITULAR DEL LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESTS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA : ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AHA-01/22-03-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALCATA	: C - 03	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
PROFUND.	: 0.12 - 1.35 m.	CLASIF. SUELOS	: A-4 (4)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara	(n°)	CH - 10	CH - 11	CH - 12
Peso Tara	(gr.)	76.71	72.05	75.59
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	363.28	399.03	452.96
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	302.20	328.53	371.13
Peso Agua	(gr.)	61.08	70.50	81.83
Peso Suelo Seco	(gr.)	225.49	256.48	295.54
Contenido de Humedad	(gr.)	27.09	27.49	27.69
PROMEDIO	(%)	27.42		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Lic. MARY CARMEN PÁEZ CONDORY
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE 10000

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE 10000

A3). Proctor Modificado



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-03-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE – PROVINCIA DE EL COLLAO – DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA
CALICATA	: C - 03		
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
PROFUND.	: 0.12 - 1.35 m.	CLASIF. SUELOS	: A-4 (4)
		COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	% Ret. Tamiz 3/4"	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (4)	% Ret. Tamiz 3/8"	2.25 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4:	3.69 %
		NO DE CAPAS	05
		GOLPES POR CAPA	25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 04	VOLUMEN DEL MOLDE	931 cm ³
MASA DEL MOLDE	3,617 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	(g)	5436	5520	5534	5518
Masa del Molde	(g)	3617	3617	3617	3617
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1819	1903	1917	1901
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.954	2.045	2.060	2.043

Capsula No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capsula	(g)	52.35	61.48	57.81	63.79
Suelo Humedo + Capsula	(g)	221.85	209.52	204.72	247.21
Masa del Suelo Seco + Capsula	(g)	199.68	188.04	181.26	215.40
Masa del Agua	(g)	22.17	21.48	23.46	31.81
Masa del Suelo Seco	(g)	147.33	126.56	123.65	151.61
Humedad (%)	%	15.05%	16.98%	18.97%	20.98%
Promedio de Humedad (%)	%	15.05%	16.98%	18.97%	20.98%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.699	1.748	1.731	1.688
Peso Unitario Seco	kN/m ³	16.66	17.14	16.98	16.56

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.750 gr/cc	17.161 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	17.30 %	17.30 %



OBSERVACIONES

Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. L.D. MARY CARMEN YANA CONDOR
LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE DE LAS ROCAS 1015
PUNO - PERU

Bach. ALEXIS GÓMEZ CALTA
LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CALLE DE LAS ROCAS 1015
PUNO - PERU



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

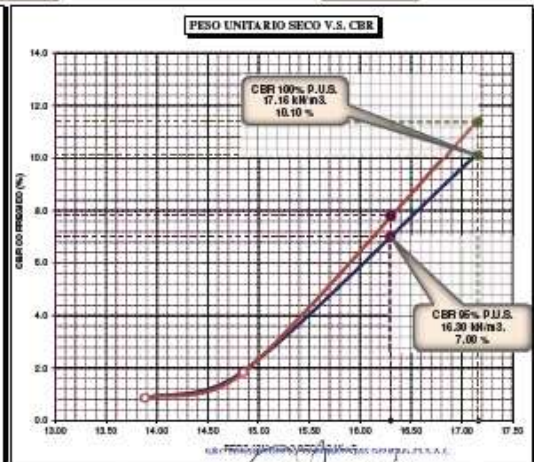
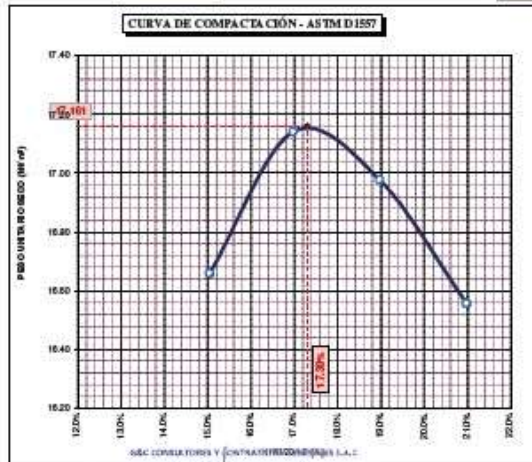
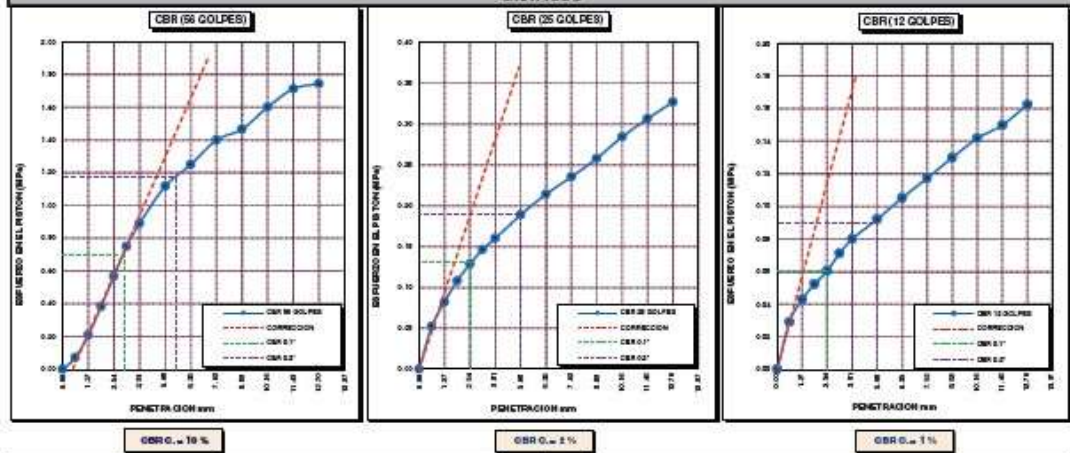
TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-03-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 03	COORDENADAS ESTE - NORTE - COTA -
MUESTRA	: M - 01	
PROFUND.	: 0.12 - 1.35 m.	
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	
	CLASIF. SUELOS : A-4 (4)	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	NORMA	: ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (4)	METODO DE ENSAYO	: Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 17.16 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 16.30 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 17.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	10.10 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	11.40 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	7.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	7.80 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-04-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: TERRENO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 03		
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
DOSIFICACION:	: 1% COLA ANIMAL	CLASIF. SUELOS	: A-4 (4)
		COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA

CLASIFICACIÓN (SUCS)	: SC
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (1)
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arena arcillosa

DATOS DEL ENSAYO

% Ret. Tamiz 3/4"	: 1.67 %	METODO DE ENSAYO	: Método "A"
% Ret. Tamiz 3/8"	: 5.76 %	No DE CAPAS	: 05
% Ret. Tamiz N°4	: 10.17 %	GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO

MOLDE No	: X - 04	VOLUMEN DEL MOLDE	: 931	cm³
MASA DEL MOLDE	: 3,617 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual	

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	5398	5447	5533	5513
Masa Suelo Humedo + Molde					
Masa del Molde		3617	3617	3617	3617
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1781	1830	1916	1896
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.914	1.966	2.059	2.037

	No	TP-05	TP-06	TP-07	TP-08
Capsula No					
Masa de la Capsula	[g]	56.44	43.38	57.30	57.74
Suelo Humedo + Capsula	[g]	174.45	170.67	183.54	191.96
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	160.25	153.63	164.34	169.50
Masa del Agua	[g]	14.20	17.04	19.20	22.46
Masa del Suelo Seco	[g]	103.81	110.25	107.04	111.76
Humedad (%)	%	13.68%	15.46%	17.94%	20.10%
Promedio de Humedad (%)	%	13.68%	15.46%	17.94%	20.10%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.683	1.703	1.746	1.696
Peso Unitario Seco	kN/m ³	16.51	16.70	17.12	16.63

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.746 gr/cc	: 17.120 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 17.80 %	: 17.80 %



OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Elaborado en el laboratorio de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

Sra. L.D. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TECNICO CONSULTORA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 PUNO - PERU

ING. ALEX LUIS GIMENEZ CALLA
 INGENIERO EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 228178



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

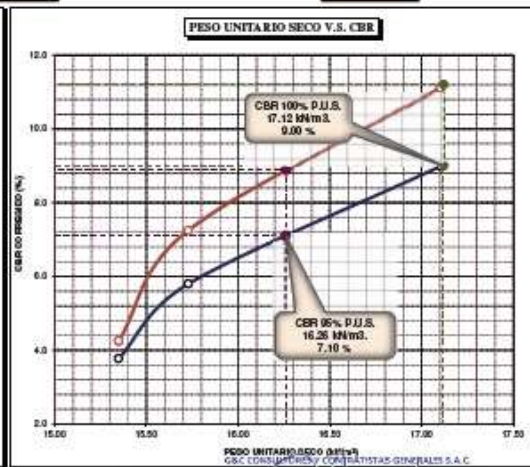
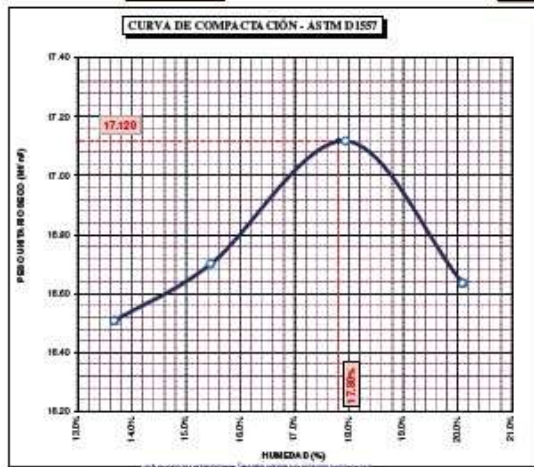
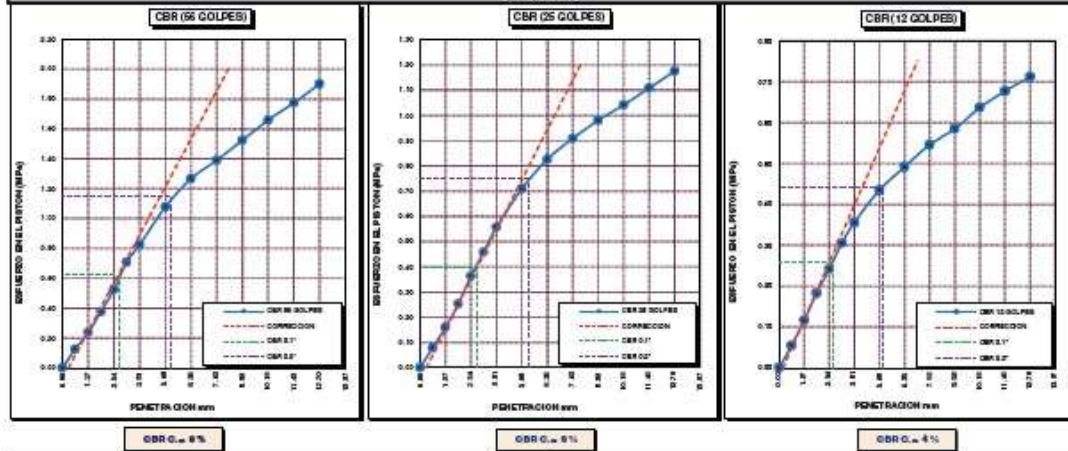
TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-04-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	TERRENO NATURAL	SOLICITANTE : BACI. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	C - 03	COORDENADAS
MUESTRA	M - 01	
DOSIFICACION	1% COLA ANIMAL	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in. CLASIF. SUELOS : A-4 (4)

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	SC	NORMA	ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4 (1)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arena arcillosa	TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	17.12 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	16.26 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	17.80 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	9.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	11.20 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	7.10 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	8.90 %

GRÁFICOS



OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado de Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. L.D. MARY CARMEN YANA CONDOR
INGENIERA ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 051-945-322-333

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
INGENIERO ESPECIALISTA DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 051-945-322-333



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-05-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDECENCIA	: TERRENO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 03	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in.
DOSIFICACION:	: 3% COLA ANIMAL	CLASIF. SUELOS	: A-4 (4)
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: SC	% Ret. Tamiz 3/4":	1.67 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-6 (3)	% Ret. Tamiz 3/8":	5.76 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arena arcillosa	% Ret. Tamiz N°4:	10.17 %
		METODO DE ENSAYO	Método "A"
		No DE CAPAS	05
		GOLPES POR CAPA	56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 04	VOLUMEN DEL MOLDE	931 cm ³
MASA DEL MOLDE	3,617 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5458	5512	5487	5457
Masa del Molde	[g]	3617	3617	3617	3617
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1841	1895	1870	1840
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.978	2.036	2.009	1.977

	No	TP-09	TP-10	TP-11	TP-12
Capsula No					
Masa de la Capsula	[g]	48.44	49.17	44.48	48.97
Suelo Humedo + Capsula	[g]	257.37	210.50	199.57	193.95
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	228.01	185.65	173.39	167.38
Masa del Agua	[g]	29.36	24.85	26.18	26.57
Masa del Suelo Seco	[g]	179.57	136.48	128.91	118.41
Humedad (%)	%	16.35%	18.21%	20.31%	22.44%
Promedio de Humedad (%)	%	16.35%	18.21%	20.31%	22.44%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.700	1.722	1.670	1.615
Peso Unitario Seco	kN/m ³	16.67	16.89	16.38	15.83

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.724 gr/cc	16.910 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	18.00 %	18.00 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. IC. MAQUERA ARO, LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES, PUNO - PERÚ

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA, DIR. DE LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES, CIP: 209170



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

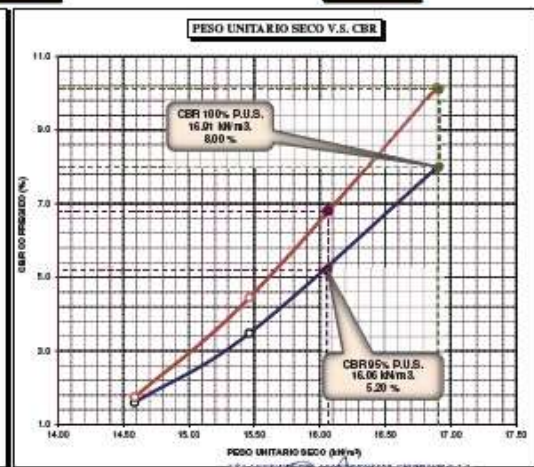
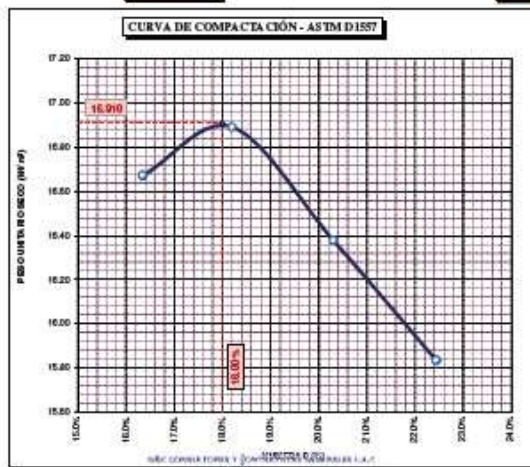
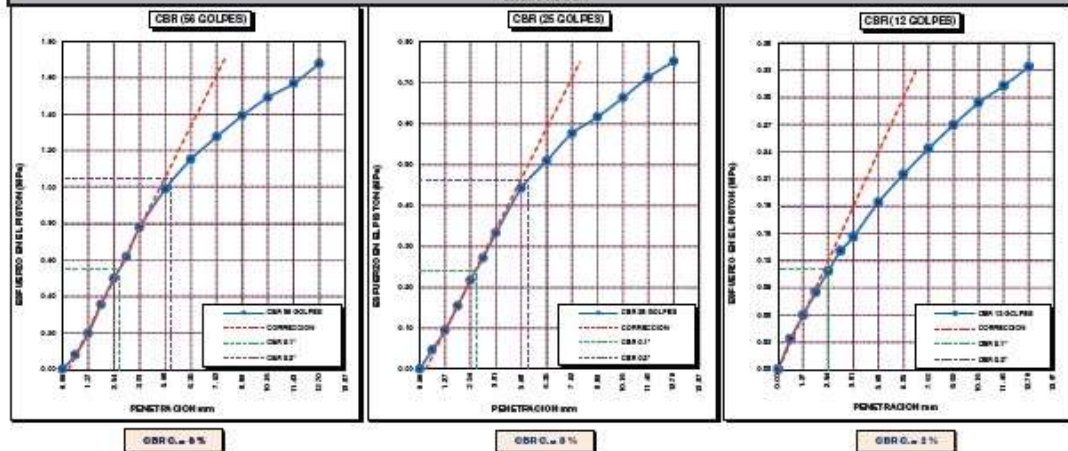
TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-05-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	TERRENO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	C - 03	COORDENADAS
MUESTRA	M - 01	ESTE -
DOSEIFICACION : 3% COLA ANIMAL	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	NORTE -
	CLASIF. SUELOS : A-4 (4)	COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	SC	NORMA	ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-6 (3)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arena arcillosa	TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	16.91 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	16.06 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	18.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	8.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	10.10 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	5.20 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	6.80 %

GRÁFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. ED-MARY CRISTINA YANA CONDOR
 INGENIERA CONSULTORA DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 PUNO - PERU

FIG. ALEX LUIS GOMEZ-CALLA
 INGENIERO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208178



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_AMA-01/22-06-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: TERRENO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO
CALICATA	: C - 03	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	
DOSIFICACION:	: 5% COLA ANIMAL	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.
		CLASIF. SUELOS : A-4 (4)
		NORTE -
		COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: SM	% Ret. Tamiz 3/4": 1.67 %	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-6 (4)	% Ret. Tamiz 3/8": 5.76 %	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arena limosa	% Ret. Tamiz N°4: 10.17 %	GOLPES POR CAPA 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 04	VOLUMEN DEL MOLDE	931 cm ³
MASA DEL MOLDE	3,617 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5416	5450	5463	5444
Masa del Molde	[g]	3617	3617	3617	3617
Masa del Suelo Humedo	[g]	1799	1833	1846	1827
Densidad del Suelo Humedo	[g/cm ³]	1.933	1.969	1.983	1.963

Capsula No	No	TP-13	TP-14	TP-15	TP-16
Masa de la Capsula	[g]	49.45	46.78	47.46	47.70
Suelo Humedo + Capsula	[g]	274.74	232.58	250.25	276.11
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	242.48	203.70	215.72	234.38
Masa del Agua	[g]	32.26	28.88	34.53	41.73
Masa del Suelo Seco	[g]	193.03	156.92	168.26	186.68
Humedad (%)	%	16.71%	18.41%	20.52%	22.36%
Promedio de Humedad (%)	%	16.71%	18.41%	20.52%	22.36%
Densidad del Suelo Seco	[g/cm ³]	1.656	1.663	1.646	1.604
Peso Unitario Seco	[kN/m ³]	16.24	16.31	16.14	15.73

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.665 gr/cc	16.325 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	18.20 %	18.20 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. con fecha 21/12/2021

BACH. IC. AMILCAR, MAQUERA ARO

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

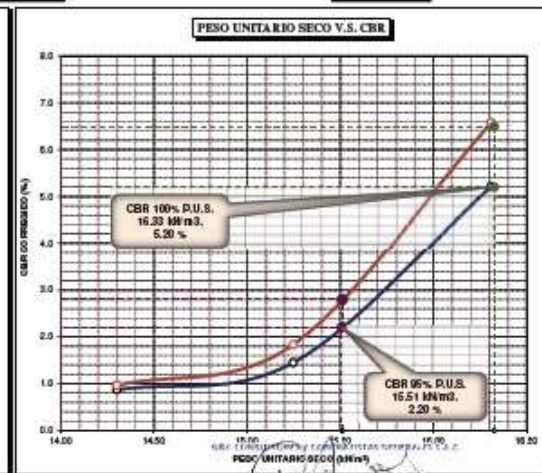
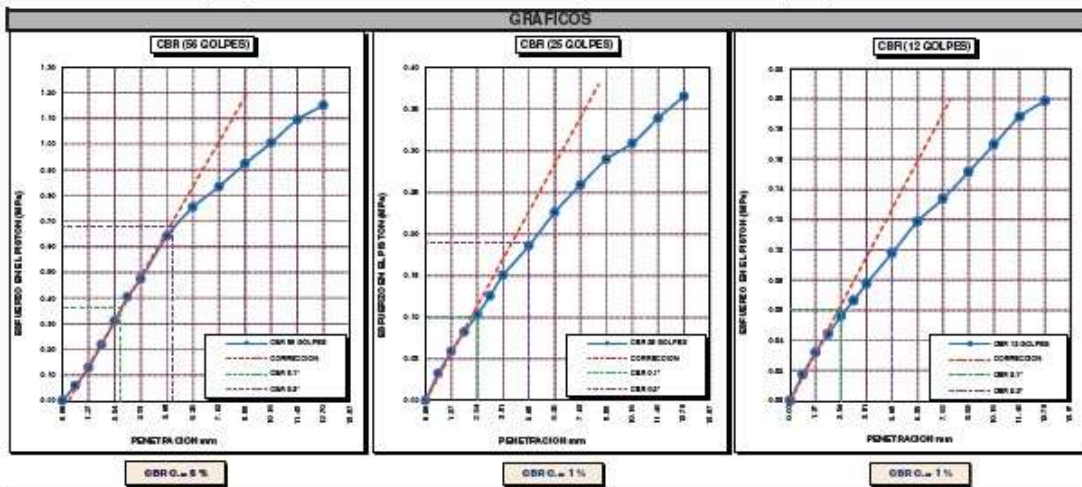
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTES	"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA ACCASO - HUAYLLATA, APLICANDO POLIMERO ADHESIVO NATURAL, PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_ANA-01/22-06-G&C
		Fecha : 10 de Enero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	DISTRITO DE ILAVE - PROVINCIA DE EL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	TERRENO NATURAL	COORDENADAS
CALICATA	C - 03	
MUESTRA	M - 01	NORTE -
DOSIFICACION	5% COLA ANIMAL	COTA -
	SOLICITANTE : BACH. JC. AMILCAR, MAQUERA ARO	
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in.	
	CLASIF. SUELOS : A-4 (4)	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	SM	NORMA	ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-7-6 (4)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arena limosa	TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	16.33 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	15.51 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	18.20 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	5.20 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	6.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	2.20 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	2.80 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. LIDIA MARY CARMEN YANA CONDORY
INGENIERA DE CARRETERAS DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
INGENIERO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ

Anexo 5: Certificados de calibración

	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	
	Número Expediente Página	LT-145-2021 20302 1 de 5
Solicitante	G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO - PUNO - PUNO	
Laboratorio de temperatura	Equipo	HORNO
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)	Marca / Fabricante	ALFA
	Modelo	G-0301250
Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	Serie / Identificación	NO INDICA / NO INDICA
	Procedencia	NO INDICA
Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.	Instrumento de medición	TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL
	Marca / Fabricante	NO INDICA
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.	Modelo	NO INDICA
	Alcance / Resolución	300 °C / 0.1 °C
Certificados sin firma y sello carecen de validez.	Identificación	NO INDICA
	Selector	DIGITAL
Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.	Marca / Fabricante	NO INDICA
	Modelo	NO INDICA
	Alcance / Resolución	300 °C / 0.1 °C
	Ubicación del instrumento	LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
Lugar de calibración	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO - PUNO - PUNO	
Fecha de calibración	2021-12-21	
Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2021-12-28	 JESUS QUINTO C. JEFE DE LABORATORIO
Centro Especializado en Metrología Industrial Mz. A, Lote 1B, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima • Tel.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com		

Método de calibración

Se determina la temperatura de distintos puntos internos del Medio Isotermo siguiendo el "Procedimiento para la calibración o caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" INDECOPI-SNM PC-018

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	13,4 °C	12,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	52 %	54 %

Patrones usados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-304-2021
INACAL	Termómetro digital	LT-305-2021
METROIL	Termohigrómetro	T-3787-2021

Puntos de calibración

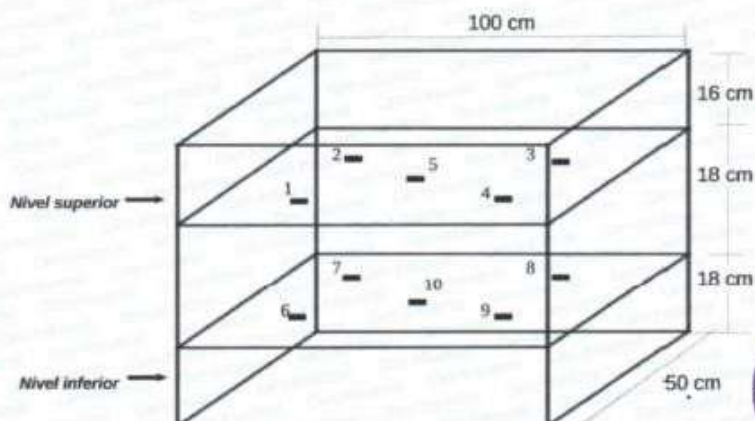
Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.

Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.

Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 25 cm de las paredes 12 cm del frente y fondo del horno respectivamente.

Los escalones indican las posiciones de las parrillas.



Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C:

Periodo = 2 minutos

Tiempo (min)	T led. (°C) (Termómetro o estufa)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	Difer. de Temp. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10		
0	110	109,8	108,2	105,5	104,7	105,7	101,6	101,6	108,4	105,6	101,6	105,3	8,2
2	110	110,0	108,2	106,1	105,4	106,2	102,1	101,7	108,7	105,9	101,7	105,6	8,3
4	110	109,9	108,0	106,0	105,5	106,0	102,0	101,6	109,8	107,1	101,4	105,7	8,5
6	110	109,9	108,1	106,2	105,7	105,8	101,9	101,7	109,7	105,6	101,5	105,6	8,4
8	110	110,3	108,4	106,1	105,6	106,1	102,1	101,6	109,4	107,3	102,6	106,0	8,7
10	110	110,6	108,8	106,1	105,1	106,7	102,3	102,3	109,7	106,7	102,8	106,1	8,3
12	110	110,6	108,8	106,8	105,8	106,6	102,1	102,3	109,7	107,5	103,0	106,3	8,5
14	110	110,7	109,0	106,8	106,2	106,7	102,4	102,4	110,4	108,0	103,6	106,6	8,3
16	110	110,7	109,1	106,6	105,8	107,0	102,2	102,3	110,0	107,6	103,1	106,4	8,5
18	110	110,7	109,0	106,7	105,9	106,5	102,4	102,8	109,8	107,4	102,8	106,4	8,3
20	110	110,5	108,7	106,6	105,6	106,8	102,7	102,1	110,6	107,8	102,7	106,4	8,5
22	110	110,2	108,8	106,7	105,9	106,5	102,5	102,6	108,9	107,8	103,3	106,3	7,7
24	110	110,4	108,8	106,9	106,2	106,8	102,5	103,3	110,6	107,8	103,1	106,6	8,1
26	110	110,8	109,1	107,1	106,7	107,3	103,0	102,6	110,1	107,1	103,6	106,7	8,2
28	110	110,8	109,1	107,2	106,6	107,3	103,0	103,1	111,3	106,9	104,3	107,2	8,3
30	110	110,8	109,2	107,2	106,2	107,1	102,9	102,9	109,8	108,3	104,0	106,8	7,9
32	110	110,9	109,3	107,3	106,6	107,4	103,4	103,4	111,8	109,4	103,4	107,3	8,4
34	110	110,6	108,7	107,3	106,4	107,3	102,6	102,8	110,6	108,2	103,0	106,8	8,0
36	110	110,2	108,7	107,0	105,9	106,8	102,6	103,4	110,5	108,6	103,6	106,7	7,9
38	110	110,1	108,9	106,8	106,4	106,4	103,3	103,3	110,1	108,7	103,1	106,7	7,0
40	110	110,4	108,6	106,9	106,2	106,8	103,0	102,7	110,9	108,8	103,0	106,7	8,2
42	110	110,6	108,7	107,1	106,3	107,2	102,7	102,2	111,0	109,4	103,0	106,8	8,8
44	110	110,0	108,6	106,8	106,3	106,4	103,1	102,3	111,1	108,3	103,8	106,7	8,8
46	110	110,2	108,3	106,7	105,7	106,7	102,3	101,8	110,4	109,0	103,3	106,4	8,6
48	110	110,1	108,6	106,9	105,9	107,3	102,6	103,4	110,8	108,3	103,5	106,7	8,2
50	110	110,0	108,8	106,8	106,2	106,8	103,6	102,9	110,0	108,7	103,6	106,7	7,1
52	110	110,2	108,7	107,1	106,3	106,7	102,9	102,8	110,9	109,1	104,3	106,9	8,1
54	110	110,4	108,5	107,0	106,4	107,0	102,5	103,5	111,1	109,3	103,9	107,0	8,6
56	110	110,4	108,8	107,0	106,1	106,9	102,9	103,2	111,0	110,2	104,3	107,1	8,1
58	110	110,5	109,0	107,0	106,2	107,0	103,0	103,1	110,4	109,1	104,5	107,0	7,5
60	110	110,5	108,9	107,2	106,3	107,1	103,6	102,8	111,2	109,3	104,0	107,1	8,4
F. PRON	110,0	110,4	108,7	106,8	106,0	106,7	102,6	102,6	110,3	108,1	103,2	106,5	7,8
T. MAX	110,0	110,9	109,3	107,3	106,7	107,4	103,6	103,5	111,8	110,2	104,5		
T. MIN	110,0	109,8	108,0	105,5	104,7	105,7	101,6	101,6	108,4	105,6	101,4		
DTT	110,0	1,1	1,3	1,8	2,0	1,7	2,0	1,9	3,4	4,6	3,1		



Resultados de Medición

PARÁMETROS	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima temperatura medida	111,8	0,4
Mínima temperatura medida	101,4	0,3
Desviación de temperatura en el tiempo	4,6	0,1
Desviación de temperatura en el espacio	7,8	0,3
Estabilidad medida (\pm)	2,30	0,04
Uniformidad medida	8,8	0,3

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T. prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T. MAX: Temperatura máxima.

T.MIN: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedio de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

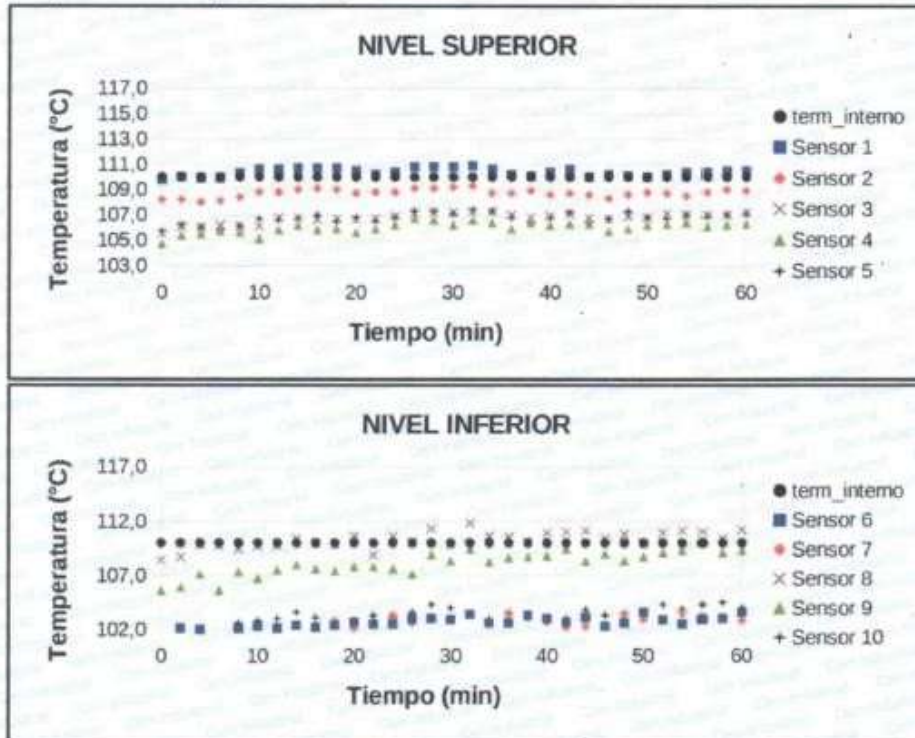
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- Los resultados obtenidos corresponde al promedio de 31 lecturas por punto de medición, luego del tiempo de estabilización
- La calibración se efectuó después de un precalentamiento de noventa minutos y treinta minutos de estabilización del medio isoterma.



Temperatura de trabajo: 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isoterma.



Fin del documento.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1737-2021

DESTINATARIO : G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
 DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO
 FECHA : 2021/11/30
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LAB. DE MASA PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA : OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	30 kg
Nº DE SERIE : 8356390604	DIV. DE ESCALA (d)	0.001 kg
MODELO : R21PE30ZH	DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	0.010 kg
TIPO : ELECTRÓNICA	CÓDIGO DE LA BALANZA	NO INDICA
CLASE : III	CAPACIDAD MÍNIMA	0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 306, 314, 315, 316 - CM - M - 2020

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

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	18.9	18.9		72	72

Medición Nº	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0006	-0.0001
2	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0006	-0.0001
3	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
4	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
5	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
6	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0006	-0.0001
7	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
9	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
10	15.000	0.0007	-0.0002	30.000	0.0005	0.0000

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

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0001	0.003

OBSERVACIONES:

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



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	18.9	18.9

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)		72	72

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀			Determinación del Error Corregido E _c				E. M. P. ± (kg)			
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E ₀ (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)		E (kg)	E _c (kg)	
1	0.010	0.010	0.0005	0.0000	10.000	10.000	0.0005	0.0000	0.0000	0.002	
2		0.010	0.0006	-0.0001		10.000	0.0006	-0.0001	0.0000	0.0000	0.002
3		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0006	-0.0001	-0.0001	-0.0001	0.002
4		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	-0.0002	0.002
5		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.002

* Valor entre 0 y 10e

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

$$E_c = E - E_0$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	18.9	18.9

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)		72	72

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	E _c (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	E _c (kg)	
0.01	0.010	0.0005	0.0000						
0.20	0.20	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.20	0.0005	0.0000	0.0000	+
0.10	0.10	0.0005	0.0000	0.0000	0.10	0.0006	-0.0001	-0.0001	2.000
0.50	0.50	0.0005	0.0000	0.0000	0.50	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.001
1.00	1.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	1.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.001
5.00	5.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	5.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.001
10.00	10.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	10.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
15.00	15.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	15.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
20.00	20.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	20.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
25.00	25.00	0.0008	0.0003	0.0003	25.00	0.0007	0.0008	0.0008	0.002
30.00	30.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	30.00	0.0007	0.0008	0.0008	0.003

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

$$E_c = E - E_0$$

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

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

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

EPP
Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia

Angel Perez B
Calibrado por:
Angel Perez B
Dpto. Metrologia



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1736-2021

DESTINATARIO : G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
 DIRECCIÓN : AV. SIMÓN BOLÍVAR NRO. 2740- PUNO - PUNO
 FECHA : 2021/11/30
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio de Masa - PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS
 Nº DE SERIE : 8341286318
 MODELO : NV622ZH
 TIPO : ELECTRÓNICA
 CLASE : II

CAPACIDAD MÁXIMA : 620 g
 DIV. DE ESCALA (d) : 0.01 g
 DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 0.01 g
 CÓDIGO : NO INDICA
 CAPACIDAD MÍNIMA : 0.2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 316 - CM - M - 2020

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	18.5	18.4		71	71

Medición Nº	Carga L1 = 300.00 g			Carga L2 = 600.00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.00	0.005	0.000	600.00	0.005	0.000
2	300.00	0.005	0.000	600.00	0.005	0.000
3	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.006	-0.001
4	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.006	-0.001
5	300.00	0.005	0.000	600.00	0.005	0.000
6	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.006	-0.001
7	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.007	-0.002
8	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.005	0.000
9	300.00	0.005	0.000	600.00	0.006	-0.001
10	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.005	0.000

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

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
300.00	0.001	0.03
600.00	0.002	0.03

OBSERVACIONES:

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

Calle 4, Mz F1 LL 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Tel: 485 3873 Cel: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 999
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe



LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	18.4	18.4

	Inicial	Final
H.R. (%)	71	71

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				E. M. P. ± (g)	
	Carga Mínima* (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		E _c (g)
1	0.10	0.10	0.006	0.000	200.00	200.00	0.005	0.000	0.000	0.02
2		0.10	0.005	0.000		200.01	0.007	0.008	0.008	0.02
3		0.10	0.005	0.000		200.00	0.005	0.000	0.000	0.02
4		0.10	0.005	0.000		199.99	0.004	-0.009	-0.009	0.02
5		0.10	0.005	0.000		200.00	0.007	-0.002	-0.002	0.02

* Valor entre U y U₂

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

$$E_c = E - E_0$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	18.4	18.4

	Inicial	Final
H.R. (%)	71	71


Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0.10	0.10	0.005	0.000						
0.50	0.50	0.005	0.000	0.000	0.20	0.005	-0.300	-0.300	0.01
1.00	1.00	0.006	-0.001	-0.001	1.00	0.005	0.000	0.000	0.01
10.00	10.00	0.006	-0.001	-0.001	10.00	0.006	-0.001	-0.001	0.01
50.00	50.00	0.005	0.000	0.000	50.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
100.00	100.00	0.006	-0.001	-0.001	100.00	0.007	-0.002	-0.002	0.02
200.00	200.00	0.006	-0.001	-0.001	200.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
300.00	300.00	0.009	0.000	0.000	300.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
400.00	400.00	0.006	-0.001	-0.001	400.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
500.00	500.00	0.006	-0.001	-0.001	500.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
620.00	620.01	0.007	0.006	0.006	620.01	0.007	0.008	0.008	0.03

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

$$E_c = E - E_0$$

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

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0 mg (1,3x10⁻⁰)


 Revisado por:
 Eler Pozo S
 Dpto. Metrología


 Calibrado por:
 Angel Perez Barroso
 Dpto. Metrología



Calle 4, Mz F1 L1 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31.
 Tel: 485 3873 Cel: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

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

Laboratorio de Longitud

Pág. 1 de 2

Expediente 20302
Solicitante **G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES**
Dirección AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO

Instrumento de medición **CAZUELA CASAGRANDE**
Marca (o Fabricante) HUMBOLDT
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Procedencia USA
Código NO INDICA
Ubicación del Equipo LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Lugar de Calibración AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO

Fecha de Calibración 2021-21-21

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma ASTM D4318, MTC E-110.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: L-1086-2021; T-3787-2021.

Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 14,3 °C ; Humedad relativa prom. 56,5 HR%

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Las dimensiones del aparato de límite líquido son las especificadas en la MTCE-110.

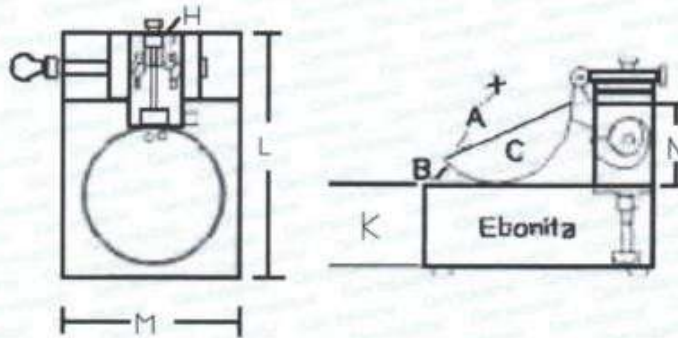
Sello**Fecha de emisión**

2021-12-28

Jefe del laboratorio de calibración**CEM INDUSTRIAL**
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
Mz. A, Lote 1B, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima

• Tel.: 6717348 • CEL: 958009776 / 958009777
• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



Dimensiones MTC E -110 Aparato de Límite Líquido

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54	2,0	27	47	50	150	125
Tolerancia (mm)	2	0,1	1	1,5	5	5	5

Resultado de Medición

Dimensiones medidas en el Aparato de Límite Líquido.

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54,9	1,9	27,2	50,1	49,7	150	125
Incertidumbre (mm)	0,5	0,05	0,5	0,8	0,6	0,6	0,6



Fin de documento.

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 20302
Solicitante **G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**
Dirección AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Equipo Calibrado **MAQUINA DE ENSAYO CBR**

Alcance de Indicación	5000	Kgf
Marca (o Fabricante)	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Indicador de Lectura	INDICADOR DIGITAL	
Marca (o Fabricante)	NO INDICA	
Modelo	315-X8	
Número de Serie	221114	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Alcance de Indicación	0 Kgf	A 5000 Kgf
Resolución	0,1	Kgf
Transductor de Fuerza	CELDA TIPO S	
Alcance de Indicación	5000	Kgf
Marca (o Fabricante)	ZEMIC	
Modelo	H3-C3-5.0t-6B	
Número de Serie	P2C037485	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Fecha de Calibración	2021-12-21	
Ubic. Del Equipo	LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS	
Lugar de Calibración	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO	

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello



Fecha de emisión

2021-12-28

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado en la universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF-LE N° 013-21 (B)

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	497	497	496	497	0,7	0,3	0,42
20	1000	996	996	996	996	0,4	0,0	0,28
30	1500	1497	1497	1497	1497	0,2	0,0	0,26
40	2000	1998	1998	1998	1998	0,1	0,0	0,25
50	2500	2500	2501	2500	2500	0,0	0,0	0,25
60	3000	3001	3002	3001	3002	-0,1	0,0	0,25
70	3500	3503	3504	3503	3503	-0,1	0,0	0,25
80	4000	4005	4006	4004	4005	-0,1	0,1	0,24
90	4500	4507	4508	4506	4507	-0,2	0,0	0,24
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 14,5°C ; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20 % y el 90 % del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.


Anexo 6: Panel Fotográfico



Realización de exploración de la calicata C – 03



Ensayo de granulometría: Material pasante del tamiz N°40.



Ensayo de límite líquido: Material pasante del tamiz N°40.



Ensayo de límite plástico: Material pasante del tamiz N°40.



Lectura del peso de las muestras en el ensayo de Limites de Atterberg.



Tamizado de la muestra para la realización del ensayo de Proctor Modificado.



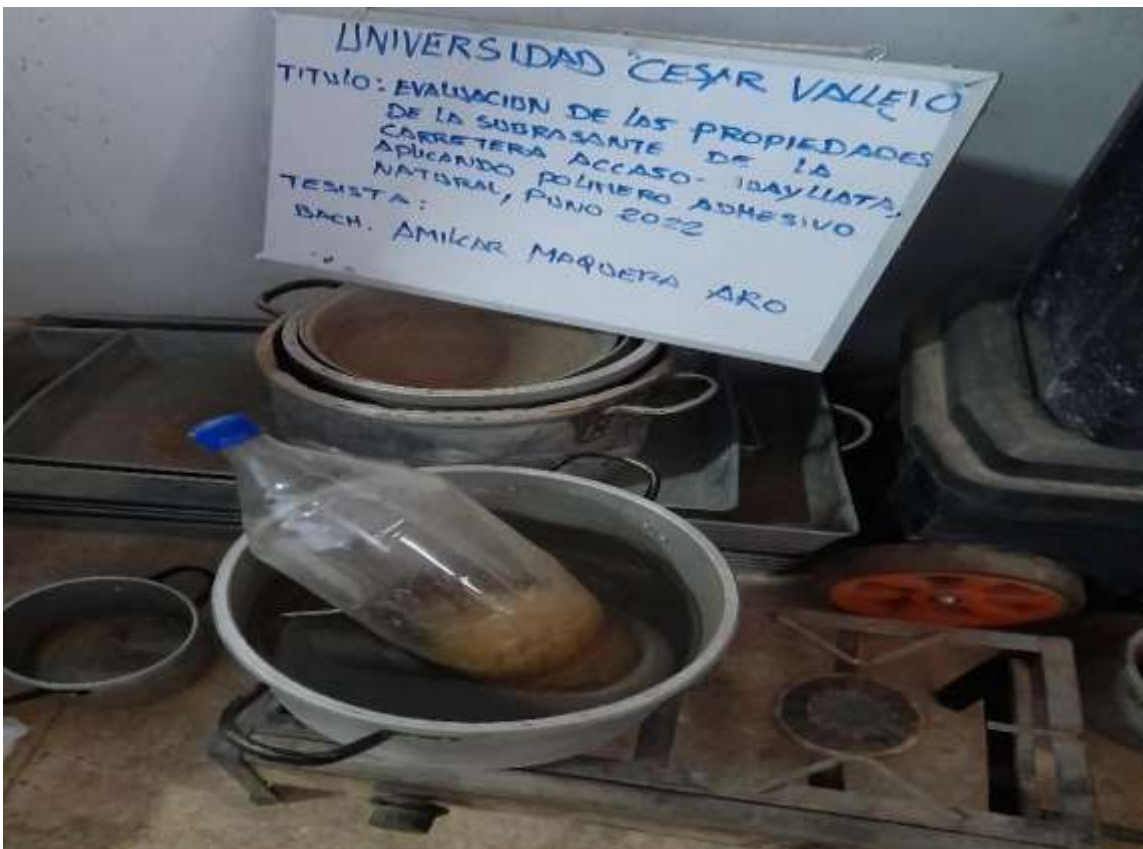
Compactado de las diferentes capas en el ensayo de Proctor Modificado



Preparación del Polímero Adhesivo Natural para su incorporación en el suelo natural.



Tamizado del Polímero Adhesivo Natural con la malla N°4



Polímero Adhesivo Natural al baño maría.



Adición del cola de animal al suelo natural.



Compactado de las capas en el ensayo de CBR.



Toma de medidas de la expansión de los especímenes de la calicata C – 03.



Ensayo de CBR (penetración).