



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos
motorizados en la Carretera Pariamarca, Cajamarca, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Chuquitucto Sanchez, Segundo Gonsmer (orcid.org/0000-0002-1531-5895)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme y darme las fuerzas, sabiduría e inteligencia para haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Elena Sanchez Cordova y Sergio Chuquitucto Narro porque ellos sembraron en mi la semilla del amor, la responsabilidad, el deseo de triunfar y superarme, a mis hermanos por darme sus consejos y apoyo moral, a la persona que más han influenciado en mi vida, dándome los mejores consejos, guiándome y haciéndome una persona de bien, con todo amor y afecto se la dedico.

El autor. Segundo Gonsmer Chuquitucto Sanchez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Asesor M(o). De La Cruz Vega, Sleyther Arturo quien con su experiencia, conocimiento y motivación yendo más allá de su deber de docente para convertirse en un soporte en toda nuestra carrera universitaria, sus consejos enseñanzas siempre estarán presente.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios

Y a todas las personas que de una y otra manera me apoyaron en la realización de este trabajo.

El autor. Segundo Gonsmer Chuquitucto Sanchez

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca, Cajamarca, 2023.", cuyo autor es CHUQUITUCTO SANCHEZ SEGUNDO GONSMER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 21 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO DNI: 09389936 ORCID: 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 21- 12-2023 18:12:48

Código documento Trilce: TRI - 0704918

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CHUQUITUCTO SANCHEZ SEGUNDO GONSMER estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Paríamarca, Cajamarca, 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
SEGUNDO GONSMER CHUQUITUCTO SANCHEZ DNI: 48178573 ORCID: 0000-0002-1531-5895	Firmado electrónicamente por: SCHUQUITUCSA14 el 21-12-2023 15:11:00

Código documento Trilce: TRI - 0704920

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- MARCO TEÓRICO.....	5
III.- METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2 Variables y Operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra y unidad de análisis.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5 Procedimiento.....	19
3.6 Métodos de análisis de datos.....	20
3.7 Aspectos éticos.....	20
IV.- RESULTADOS.....	22
V.- DISCUSIÓN.....	28
VI.- CONCLUSIONES.....	32
VII.- RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados del ensayo de consolidación unidimensional de las Calicatas N.º 01, Nº02 y Nº03.	22
Tabla 2. Resultados del ensayo de corte directo de las calicatas N.º 01, Nº02 Y Nº03.	24
Tabla 3. Resultados del ensayo de CBR de las calicatas Nº01, Nº02 y Nº03.	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Procedimiento.	23
Figura 2. Gráfica de resultados de consolidación unidimensional de las Calicatas N.º 01, Nº02 y Nº03.	23
Figura 3. Gráfico de los resultados de fricción en las calicatas N.º 01, N.º 02 y N.º 03.	24
Figura 4. Gráfico de los resultados de cohesión de las Calicatas Nº1, Nº2 y Nº3.	25
Figura 5. Gráfico de los resultados del CBR de las calicatas N.º 01, Nº02 y N.º 03.	27

RESUMEN

En la presente investigación titulada: Estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca, Cajamarca, 2023, como metodología se aplicó el método científico de tipo aplicada y diseño experimental puro.

El objetivo del estudio fue determinar cuál es el comportamiento de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca.

Los resultados obtenidos fueron que la adición óptima el suelo con adición de 3% cal y 6% de aceite, obteniendo resultados de asentamiento por consolidación, ángulo de fricción por corte directo y porcentaje de CBR de 0.171mm, 32.1° y 41%, respectivamente.

Se concluyó que el comportamiento de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca incrementó moderadamente, debido a que las muestras de las tres calicatas, porque a medida que se realizaron las adiciones, el asentamiento por consolidación disminuía, el ángulo de fricción obtenido en el ensayo de corte directo aumentaba y, de la misma manera el CBR aumentó.

Palabras clave: Estabilización, CBR, cal, aceites reciclados, corte directo, granulometría.

ABSTRACT

In this research entitled: Soil stabilization with lime and recycled oils from motor vehicles on the Pariamarca highway, Cajamarca, 2023, the methodology applied was the applied scientific method and pure experimental design.

The objective of the study was to determine the behavior of soil stabilization with lime and recycled motor vehicle oils on the Pariamarca highway.

The results obtained were that the optimum soil addition with 3% lime and 6% oil, obtaining results of settlement by consolidation, angle of friction by direct shear and percentage of CBR of 0.171mm, 32.1° and 41%, respectively.

It was concluded that the behavior of soil stabilization with lime and recycled motor vehicle oils on the Pariamarca Cajamarca highway increased moderately, due to the fact that the samples of the three test pits, because as the additions were made, the settlement by consolidation decreased, the angle of friction obtained in the direct shear test increased and, in the same way, the CBR increased.

Keywords: Stabilization, CBR, lime, recycled oils, direct cut, granulomet.

I.- INTRODUCCIÓN

La estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en las carreteras es una problemática que se ha convertido en una cuestión de relevancia tanto a nivel internacional como nacional. Esta práctica, que busca mejorar la durabilidad y la resistencia de las carreteras, plantea desafíos y preocupaciones que deben abordarse de manera integral.

Desde un ámbito internacional en Colombia Del Castillo y Orobio (2020) infieren que, la problemática está relacionada con la sostenibilidad ambiental y el uso responsable de los recursos naturales. El uso de aceites reciclados de vehículos motorizados en la estabilización del suelo puede tener impactos ambientales significativos si no se gestionan adecuadamente. La extracción y procesamiento de estos aceites reciclados pueden generar emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, lo que contribuye al cambio climático y la degradación del entorno. Además, la disposición inadecuada de estos residuos puede contaminar el suelo y las aguas subterráneas.

Asimismo, Yañez y Bravo (2021) el empleo de vehículos particulares implica la necesidad de desarrollar una infraestructura destinada a respaldar el transporte en automóvil. En el caso de México, esta inversión conlleva un aumento de la disparidad económica. Según datos actuales, el 40% de los vehículos se concentra en el quintil de población más acomodado. Además, en ocasiones, el gasto gubernamental destinado al uso de vehículos supera la inversión en infraestructura básica, lo que se traduce en una distribución desigual de los recursos públicos, exacerbando así los problemas de desigualdad mencionados previamente.

Muto et al. (2018) indicaron que el aceite biodiesel africano esta inversión plantea preocupaciones en relación con la sostenibilidad y la cadena de suministro ética. La producción de aceite de palma africana y su impacto ambiental pueden atraer la atención de organizaciones internacionales y consumidores preocupados por el medio ambiente. La inversión en biodiesel de aceite de palma africana podría resultar en tensiones comerciales y desafíos éticos si no se gestiona de manera responsable.

Desde un contexto nacional, en la actual investigación se estudió de qué manera el uso de cal y aceites reciclados de vehículos motorizados para mejorar la

estabilización de suelo de la carretera Pariamarca Cajamarca, se llevó a cabo objeto de estudiar el resultado de los residuos de aceite de automóvil en el suelo subterráneo y facilitar seguimientos verdaderos para estabilizar el suelo, con el termino de moderar impacto negativo en el medio ambiente.

Debido a diferentes factores del suelo y externos, las carreteras se vuelven intransitables o debido a la baja resistencia del suelo, Necesitamos aumentar la capacidad de carga para que la superficie de la carretera sea estable a Pariamarca, que sufre durante la temporada de lluvias debido a la inestabilidad, además los suelos granulados y de baja capacidad portante.

Esto conduce a accidentes y daños a objetos cercanos. Los vecinos y viviendas aledañas también se ven directamente afectados por la contaminación por partículas, las cuales se pueden controlar con adhesivos, por lo que se modificará el procedimiento de estabilización con cal y aceite de motor reciclado para tener mejores resultados.

Así, el aporte de sustancias como la cal y el procesamiento de aceite de motor motorizados que aportará las propiedades perdidas en el enriquecimiento del suelo y así ayudará a mantener las propiedades adecuadas del suelo, ya que la materia orgánica es un factor beneficioso que se buscará activamente. Acumulación y cambio de propiedades mecánicas y físicas del suelo. Refleja la solución económica que representa al proporcionar una superficie adecuada con altas prestaciones frente al tránsito de vehículos y frente a factores externos como la lluvia y la humedad ya que el estado de la carretera de Pariamarca, que es lluviosa todo el año.

Como problema general: ¿Cuál es el comportamiento de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023?, como problemas específicos; la primera, ¿Cuál es la consolidación unidimensional de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023?, la segunda, ¿Cuál es el corte directo de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023?, la tercera, ¿Cuál es el CBR de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023?

La justificación teórica mediante, que pretende ampliar nuestro conocimiento sobre

el procedimiento físico y mecánico del subsuelo mediante la combinación de cal y aceite vehicular regenerado, aplicaremos el concepto de estabilización de suelos y propondremos materiales con importantes propiedades que beneficiarán la economía y la técnica en aspectos de los planes de infraestructura vial. Al profundizar en esta área, se busca ofrecer soluciones innovadoras y sostenibles mejorar la calidad y durabilidad de las carreteras, optimizando los recursos disponibles y promoviendo prácticas más amigables con el medio ambiente. Además, los resultados obtenidos aportarán información Valioso para futuras decisiones de diseño y construcción de carreteras, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la región y su infraestructura vial.

La justificación social de este estudio es crucial debido a la infraestructura vial en excelentes condiciones y con una vida útil y la suficiencia es esencial para satisfacer las necesidades de la sociedad. La mejora y estabilización del suelo con cal y aceites reciclados en la carretera Paríamarca - Cajamarca contribuiría a facilitar un tráfico fluido para la comercialización eficiente de bienes y servicios, promover el turismo, garantizar el acceso a la educación y el trabajo, y mejorar la movilidad en general, lo que resultaría en una comunidad más conectada y próspera. Además, al ser una solución sostenible y económicamente viable, esta investigación puede brindar una infraestructura vial más firme y segura que cumpla las expectativas y necesidades de la gente.

La justificación práctica de este estudio radica en el fortalecimiento del suelo en la vía a Paríamarca, lo cual es de gran importancia para la población local. Este fortalecimiento permitirá aumentar el tránsito de peatones y vehículos, agregando valor como estabilizador y mejorando la capacidad de carga de la carretera. Se llevarán a cabo diversos ensayos en laboratorio, como consolidación unidimensional, corte directo y CBR, para comparar la resistencia de los suelos naturales con aquellos estabilizados con aceite reciclado. De esta manera, se evaluará el impacto del uso de lubricantes reciclados en el suelo de cohesión de la carretera de Paríamarca, brindando información relevante para futuras mejoras en la infraestructura vial y contribuir al crecimiento satisfactorio de la región.

La justificación ambiental de este estudio se basa en materiales como el aceite de motor y la cal se utilizan de forma sostenible, lo que reduce el impacto medioambiental. La inclusión de estos materiales en el proceso de estabilización

aumenta la capacidad de soporte del camino a nivel de subrasante. Además, se destaca el beneficio adicional de reducir el abandono de residuos sólidos en la carretera, lo que contribuye a mejorar su aspecto estético y evita la contaminación ambiental. Esta investigación busca proporcionar una solución eco-amigable para el fortalecimiento de la infraestructura vial, promoviendo prácticas más responsables con el entorno y generando un impacto positivo en la preservación del medio ambiente local.

El objetivo general de esta investigación fue determinar cuál es el comportamiento de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023, como objetivos específicos: como primer objetivo, determinar cuál es la consolidación de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca – Cajamarca, la segunda determinar cuál es el corte de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca, la tercera, determinar cuál es el CBR de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca.

Planteado los objetivos se pasa a enmarcar las hipótesis, tomando como hipótesis general el comportamiento estabilización de suelos mediante cal y aceite de vehículos a motor en carretera Pariamarca-Cajamarca incrementa moderadamente, la primera, la consolidación de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en esta carretera muestra un incremento moderado. En segundo lugar, el corte directo de estabilización del suelo con cal y aceites reciclados también incrementa moderadamente. Por último, la tercera hipótesis es que el índice CBR estabilización de suelos mediante cal y aceite de vehículos reciclado la carretera Pariamarca - Cajamarca presenta un incremento moderado. Estas hipótesis nos proporcionan una base sólida para evaluar los resultados obtenidos y obtener conclusiones significativas sobre el impacto estabilidad del suelo en dicha carretera.

II.- MARCO TEÓRICO

Tique (2022) Un estabilizador de suelos que combina cal y aceite reciclado vehículos motorizados en el tramo Collacachi–Inchupalla, Puno 2022. El objetivo es determinar la estabilidad vial utilizando cal y aceite reciclado en el tramo Puno Collacachi-Inchupalla en el año 2022. La conclusión es determina el CBR para el subsuelo, que es un suelo pobre, debe mejorarse porque al usar un valor de CBR de muestra estándar se obtiene un 95 % de DMS (densidad seca máxima) y MTC muestra un valor de 5,20 %, creemos que debería ser más del 6 %; calcular el porcentaje de cal conveniente según método de Eades y Grim para muestras de suelo de la carretera Collacachi-Inchupalla, pH igual a 12.40, contenido de cal es de 6%; 6% pueden mejorar en gran medida la hidrofóbicas del suelo base y mejorar sus capacidades de soporte CBR.

Angulo y Zabaleta (2020) Estabilización de arcilla con cal para mejorar propiedades físicas y mecánicas a medida que continúa el proceso de desgaste Navarro Cowper, Distrito de San Juan - Menas - Iquitos, 2019. El objetivo es lograr una mayor estabilidad con cal, Mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, aunque con cal viva reducirá las propiedades físicas y mecánicas del suelo propiedades mecánicas dureza del suelo consistencia, su resistencia no cambiaba de la misma manera. En el pozo 01 (suelo altamente expansivo), la contribución de la cal apagada a la densidad seca máxima fue pequeña, pero la contribución a la cantidad óptima de agua fue significativamente mayor en consecuencia, la contribución de la cal apagada a la densidad seca máxima ligeramente aumentó, sin embargo, el contenido de humedad óptimo permanece sin cambios. La cal hidratada 02 (suelo pequeño expansivo) mantuvo la mayor densidad seca y el contenido de humedad óptimo, mientras que la cal hidratada disminuyó la densidad seca máxima y aumentó el contenido de humedad óptimo. Cuando la cal apagada está en contacto con arcilla húmeda durante mucho tiempo, la temperatura aumenta, la humedad baja y se produce una reacción química que libera energía en forma de luz o calor., lo que se denomina explosión exotérmica.

Villanueva (2021) con la tesis titulada la adición del aceite residual automotriz mejora la estabilización de subrasante de la carretera afirmada Dv. Chirinos Chirinos, Cajamarca, 2021, que tiene como objetivo es determinar cómo agregar residuos de

aceite de motor a una superficie de fondo estable en una carretera aprobada Dv. Chirinos - Mejorar las propiedades del suelo cual Chirinos concluyó que el uso de aceite residual para la estabilización del suelo mejora las propiedades del suelo, reduce la vida (límite plástico, límite líquido, índice de plasticidad), aumenta la densidad seca máxima y la resistencia a la penetración al aumentar el contenido de agua, aceite residual en la dosificación. 4% y 6% pueden estabilizar suelos pobres o normales y mejorar las propiedades del suelo; las propiedades iniciales del suelo indican que se trata de una arcilla muy plástica clasificada como A-7-5 con una densidad de 1,56 gr/cm³ y un contenido de humedad natural de 22,26%, un índice de plasticidad de 28%. Los desechos de automóviles aceitosos utilizados como estabilizadores en el suelo de la carretera pueden mejorar la consistencia. Cuando el aceite restante es del 4%, el índice de plasticidad disminuye en un 69%, y el efecto es aún mejor.

Moale y Rivera (2019) Estabilización química de arcilla con cal, utilizada como base de caminos en la ciudad de Villa Rica, El objetivo la estabilidad química del suelo, se optimizan sus propiedades físicas para mejorar la capacidad de carga del suelo profundo. La conclusión es el porcentaje de cal y por ende las propiedades físicas del suelo en estudio.: peso específico 2.63, grava. El contenido es 8,43%, el contenido de arena es 23,15%, el contenido de polvo fino es 68,42%, el índice de plasticidad es 13%. El suelo se clasificó utilizando los métodos AASHTO y SUCS, y con base en SUCS y arcilla plástica, se concluyó que la muestra de estudio es una arcilla plástica con baja CL. Como la calidad del sustrato de labranza fue de moderada a mala, se utilizó el método Proctor A modificado para determinar la densidad seca máxima (MDS) del suelo y el contenido óptimo de humedad del suelo a diferentes dosis de cal. MDS es 1,85 g/cm³, la humedad óptima. El contenido es del 13,40%.

Mamani et al. (2023) en su artículo científico "Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú" cuyo objetivo de la investigación fue, determinar cuan efectivo es la combinación de ceniza de quinua y cal en la estabilización de suelos, el enfoque aplicado fue cuantitativo, de diseño no experimental, cuyo resultado fue, al agregar un 9% de ceniza de quinua y un 5% de cal, se observó una leve modificación en el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad en comparación con el suelo de base. En lo que respecta

a la densidad seca y el contenido de humedad, tras el mismo análisis, se registró una reducción en el contenido óptimo de humedad al 9% y un aumento en la densidad seca a 1,902 g/cm³. El CBR experimentó un incremento, alcanzando valores del 32,0% al 100% de la densidad seca, mientras que al 95% de la densidad seca, se obtuvo un valor de 25,6%. Concluyo, indicando que las propiedades mecánicas del suelo experimentan una mejora al incorporar ceniza de quinua y cal. Como antecedente internacional Del Castillo Y Orobio (2020) Un estudio exploratorio sobre el efecto del aceite de motor usado en superficies finas de carreteras con el objetivo de prueba de determinar la relación de humedad unitaria masa de suelo compactado en un molde de un tamaño dado de baja desde una altura de 45,72 cm por un martillo de 4,54 kg. Siga el Método B para suelos naturales y el Método A para mezclas de suelo AMU para optimizar el material y el transcurso de mezcla. Estos dos procedimientos mantienen energías de condensación comparables, lo cual se concluyó en este estudio al seleccionar subrasantes típicas en la construcción de carreteras en Colombia, específicamente en el municipio de Santiago de Cali. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), el suelo se clasifica como limo altamente plástico (MH) y el efecto del aceite de motor (AMU) en el suelo MH se evalúa exploratoriamente mediante pruebas geotécnicas. - Coseno inicial. Con base en los resultados obtenidos, se anima a futuros estudios a centrar su trabajo en otros aspectos geotécnicos como propiedades mecánicas, efectos a largo plazo y aspectos ambientales de otros tipos de suelo en presencia de AMU, y limitando la consistencia plástica de los suelos estudiados. La disminución con el aumento de AMU se debe al hecho de que las partículas del suelo están sobre una película cohesiva e inmiscible en agua, lo que reduce su capacidad de adherirse al suelo y le da movilidad.

Del Castillo y Orobio (2020) en su artículo "Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante" cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento geotécnico de una subrasante mezcla con Acte de Motor Usado. El resultado fue, el terreno utilizado en este estudio, de acuerdo con el "Sistema Unificado de Clasificación de Suelos", se identificó como un limo de alta plasticidad (MH). Según los datos proporcionados en la Figura 1 y el análisis de hidrometría, se determinó que el suelo contiene un 21,16% de arcilla, un 61,08% de limo y un

17,76% de arena. Concluyó indicando que la presencia de Aceite de Motor Usado (AMU) en suelos de alta plasticidad en Colombia afecta las propiedades geotécnicas, reduciendo los límites de consistencia, aumentando la densidad seca máxima y disminuyendo la humedad óptima. La resistencia a la compresión encofinada se mantiene constante hasta cierto punto de adición de AMU, y la permeabilidad no se ve significativamente afectada. Esto sugiere consideraciones importantes para futuros proyectos de construcción en suelos similares.

En el estudio realizado por Mora (2023) Análisis comparativo de suelo expansivo estabilizado con cal con materiales evacuados, cerámica triturada, hormigón triturado y suelo expansivo estabilizado con ceniza, el objetivo de este ensayo es analizar los parámetros técnicos de los suelos expansivos estabilizados con cal y de la estabilización de suelos expandidos con cerámica y hormigón triturado y extraer conclusiones mediante los ensayos de clasificación, Proctor y C.B.R. esa razón del que se tomaron las muestras tenía características muy plásticas, con un porcentaje de expansión 5,1% mayor que el permitido en las especificaciones del MTOP que tiene que ser menor al 4% esto se utiliza en estructura de un pavimento y que por su pobre capacidad portante afectaría la estructura vial.

García (2022) Suelo estabilizado con cal pretende ser una alternativa viable para la construcción y rehabilitación de caminos rurales en Colombia El análisis concluyó que una alternativa para mejorar el estado de los caminos terciarios y rurales en el país es el uso de suelo estabilizado con cal. La estabilización del suelo con cal restaura las propiedades físicas y químicas del suelo expansivo y lo vuelve inadecuado para soporte estructural. Suficiente para obras viales y además tiene un impacto significativo y positivo y rebaja de la plasticidad del suelo, la restricción del porcentaje de hinchamiento del suelo en relación con los días de uso y los estados de humedad, y el nivel del nivel freático, que aumenta durante las estructuras rodantes aplicables, la provincia ha intervenido en los estados del Huila, donde se ubican vías terciarias (gran número de vías de terracería y pavimentadas se encuentran en mal estado), la baja frecuencia y poca inversión en desmantelamiento y mejoramiento no ha logrado extender la vida útil de estas estructuras ni mejorar las condiciones del tránsito en las zonas rurales que dependen de vías livianas para facilitar la actividad económica en los sectores agrícola, ganadero y energético que benefician a la sociedad. Este panorama

facilita la posibilidad de proyectos alternativos e innovadores para mejorar la situación, La estabilización del suelo con cal se puede realizar en menos tiempo. A su debido tiempo, mejorar la carretera al tercer nivel para la realización de las actividades, lo que reduce significativamente los costos agregados del crecimiento de la investigación del proyecto en cada una de sus etapas, permite además en el corto y largo plazo sustituir soluciones más costosas, como la mejora de vías terciarias en años posteriores, las placas de huella están diseñadas para soluciones alternativas para caminos nivelados.

Salinas y Villao (2019) Estudio comparativo de estabilización del subsuelo (suelo expansivo) mediante cal, sal y geoceldas para la ejecución de una nueva vía en el municipio de Bajadita de Colonche, Parroquia de Colonche, como objetivo los métodos expansivos de estabilización de suelos se comparan uso de modelos de suelo obtenidos de estudios de laboratorio para evaluar sus efectos de reducción de emisiones o eliminación de la expansión de los materiales existentes. En sus conclusiones, con base en todos los análisis realizados y los estudios comparativos de los métodos propuestos, se concluyó que la opción más favorable para la estabilización del territorio se basa en los efectos obtenidos en el laboratorio, los cuales corresponden al índice de plasticidad, límite de contracción, expansión y análisis de expansión, de los tres métodos estudiados, corresponde al suelo más fácilmente disponible, estabilizado con sal en condiciones técnicas y económicas, seguido de tratamiento con cal y estabilización con geoceldas como tercera opción, subrasante Bajadita de Colonche suelo, cuando las pruebas hayan sido realizadas por el laboratorio correspondiente. realizado, se determina el material y espesor de la formación según la clasificación de la letra plástica de Casagrande como lodo arcilloso MH de alta plasticidad, los resultados de la observación son los siguientes: contenido plástico 35.51%, límite de retracción 11.68%, expansión libre 10.30% y control la dilatación es de 2,31 kg/cm². Estos valores son los valores numéricos del grado de expansión de la tierra según lo determinado por autores como Holtz, Chen, Army Waterways y Raman. De acuerdo a los métodos directo e indirecto se concluyó que los materiales en el área de estudio presentan alta extensibilidad, lo que puede afectar futuras obras viales y cimentaciones en general.

Según los autores Alarcón et al. (2020), existe una teoría relacionada con este tema que destaca cómo la estabilización del suelo mejora las propiedades

físicas y mecánicas y la resistencia durante este período. El diseño de la adición de estabilizadores afecta la clasificación del suelo, determina el tipo y la cantidad de estabilizador y realiza procedimientos de estabilización. El enfoque del diseño debe estar alineado con el uso previsto del suelo estabilizado, garantizando así una solución óptima y eficiente para su aplicación. Esta teoría proporciona un marco importante para comprender cómo la estabilización de suelos puede optimizar y fortalecer las características del suelo, lo que resulta relevante para proyectos de construcción y rehabilitación de infraestructura vial.

La Subrasante de una vía en general, la base de la calzada es su elemento básico, y si se derrumba, también lo hará el pavimento. Por lo tanto, uno de sus parámetros de evaluación dependerá de la capacidad de soporte bajo cargas de tráfico o la capacidad para soportar la deformación por esfuerzo cortante (Jiménez et al., 2020) Ensayo de corte directo: sobre arena gruesa, modelada con el método de elementos discretos 3D. Este enfoque representa el suelo como una colección de partículas cuya respuesta macroscópica se reproduce a través de interacciones micromecánicas entre las partículas. La prueba de corte directo es un método utilizado para determinar las propiedades del material bajo carga combinada, como la fuerza adhesiva y el ángulo de fricción interna, para comprender su tensión de falla (Salazar et al., 2015)

Culqui (2023) define la consolidación unidimensional como el hundimiento que ocurre en suelos comprimibles y saturados debido a la deformación del volumen con el tiempo, resultado de la presión transferida al agua intercelular por las cargas aplicadas y la reducción de los poros del suelo al drenar. En este proceso, las partículas del suelo se organizan densamente bajo presión, lo que conlleva a la desaparición gradual de los poros.

La calzada es la capa superior del suelo y es responsable del soporte la estructura vial y debe estar formada por partículas con propiedades especiales para el mismo fin, por lo que la carga de diseño se utiliza como patrón principal para mover los productos del tránsito sin afectar el esqueleto. el lecho de la carretera se denomina capa superficial del suelo y se denomina terreno natural como soporte para el marco del pavimento de la infraestructura vial. De esta forma, la capa se compone de un suelo con propiedades físicas y mecánicas que deben cumplir con las propiedades mínimas admisibles especificadas en la normativa vigente, el cual se compacta de

manera óptima con una capa correspondiente a los parámetros especificados. Esto se debe a que detecta directamente las fuerzas creadas por el movimiento del vehículo en el suelo. (Guía, 2021)

En el proceso de estabilización de suelos se utilizan tres tipos de cal: cal viva (óxido de calcio - CaO), cal hidratada (hidróxido de calcio - $\text{Ca}[\text{OH}]_2$) y lechada de cal. La cal blanda se obtiene convirtiendo el carbonato de calcio (piedra caliza - CaCO_3) en óxido de calcio. La cal hidratada se produce por una reacción química entre la cal hidratada y el agua. Cuando se utiliza cal hidratada (hidróxido de calcio), reacciona con las partículas de arcilla y las convierte en una matriz de cemento estable. La cal cálcica contiene hasta un 5% de óxido de magnesio o hidróxido de magnesio y se utiliza a menudo para el tratamiento del suelo. Sin embargo, a veces se utiliza cal dolomítica que contiene entre un 35 y un 46 por ciento de óxido de magnesio o hidróxido de magnesio. La estabilización con cal dolomita es posible, aunque la parte de magnesio responde de manera más lenta que la parte de calcio en el proceso (Publicación de la Nacional Lime Association 2006).

Encontrar formas de utilizar los Residuos Automotrices (ARA) beneficia a una colectividad en un litro de este líquido esto puede infectar a un millón de litros de agua potable, faltando nombrar a las pérdidas de tierras agrícolas y las aguas subterráneas. En base a la resistencia obtenida a los 28 días se produce una curva de retroceso polinomial que tolera alcanzar el valor excelente de ARA, el cual se utiliza para ensayar el contenido de aire y el tiempo de fraguado del hormigón fresco. Por otro lado, el concreto empedernido fue probado para compresión, tensión, rapidez del pulso ultrasonoro, asimilación y cohesión a través del concreto y las barras de acero con salientes (Baloa, et al., 2019).

Asimismo, la definición de la variable Estabilización del Suelo con Cal, según Parra-Gomez (2018) es un proceso ampliamente empleado en la construcción y la ingeniería civil con el propósito de modificar y optimizar las propiedades del suelo natural, lo que lo convierte en un sustrato más idóneo para la edificación de carreteras, cimientos de edificios, y diversas otras infraestructuras. La cal se erige como una elección común y efectiva en este proceso gracias a sus propiedades químicas y físicas únicas que generan mejoras sustanciales en el suelo, lo que, a su vez, contribuye a la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas sobre él.

La eficacia de la estabilización del suelo con cal depende de numerosos factores, como la dosificación de cal, el tipo de suelo, la humedad y las condiciones climáticas locales. Por lo tanto, es fundamental llevar a cabo una evaluación precisa y un seguimiento adecuado durante el proceso para garantizar el éxito del proyecto de construcción o ingeniería civil.

Adicional a ello, Arrieta y Abando (2010) en la selección de la cal como estabilizador apropiado para un suelo, deben considerarse diversos factores. Entre estos factores se encuentran el tipo de suelo que requiere estabilización, el propósito para el cual se utilizará la capa estabilizada, el alcance de las mejoras deseadas en el suelo (objetivo de la estabilización), la resistencia necesaria y la durabilidad de la capa estabilizada, las condiciones ambientales prevalecientes y el aspecto económico del proceso.

Asimismo, Rodríguez y Hidalgo (2015) históricamente, la cal ha sido ampliamente empleada en la estabilización de suelos cohesivos, sin embargo, sus virtudes como agente estabilizante han sido subestimadas en el caso de suelos granulares. En este último contexto, sus ventajas se han pasado por alto, conllevando a la pérdida de beneficios significativos, tales como el aumento de la resistencia mecánica del suelo, la reducción de su deformabilidad y la disminución de su permeabilidad. Estos aspectos, que son esenciales para la durabilidad y el rendimiento de las estructuras construidas sobre el suelo estabilizado, merecen una consideración más profunda en proyectos que involucran suelos granulares.

Por consiguiente, Amador et al. (2019) indicaron que se anticipa que la incorporación de cal en la composición de estos ladrillos de suelo-cemento permitirá reducir la proporción de cemento necesario. No obstante, el objetivo es lograr, a pesar de esta reducción, una resistencia mecánica que cumpla con los estándares establecidos por las regulaciones brasileñas para este tipo de material. Para evaluar esta resistencia mecánica, se procedió a la fabricación de probetas compuestas de la mezcla de suelo, cal y cemento, variando las cantidades de cal y cemento a través de un proceso de compactación. La evaluación de la resistencia se llevó a cabo mediante pruebas de ruptura, generando resultados que posteriormente se compararon con los valores mínimos requeridos por las normativas vigentes.

Por otra parte, Aceites Reciclados de Vehículos Motorizados según, Castañeda y Cornado (2017) se refiere a la práctica de recolectar, procesar y reutilizar el aceite lubricante usado que proviene de motores de vehículos, como automóviles, camiones, motocicletas y otros equipos motorizados. En un principio, en la década de los años 70, surgió la idea de recoger desechos debido a la creciente preocupación por el incremento de residuos producidos como resultado de la producción en masa en las naciones industrializadas.

Fueron estas necesidades complejas las que dieron origen a la Logística Inversa. En tiempos recientes, se ha observado un interés particular en este tipo de procedimientos, los cuales implican la recopilación de productos que han llegado al final de su ciclo de vida o que han sido descartados por los consumidores, pero que aún pueden recuperarse a través de la reutilización, el reciclaje o la remanufacturación (Castañeda y Cornado,2017).

Adicional a ello, Fong et al. (2017) Industria del reciclaje de aceite: Existe una industria dedicada al reciclaje de aceites usados que se encarga de recolectar, procesar y vender el aceite reciclado. Esta industria desempeña un papel importante en la gestión sostenible de los aceites usados. Una inquietud que afecta a nivel global es la disponibilidad de agua. Los aceites lubricantes usados se infiltran en el suelo y, como resultado, contaminan las fuentes de agua tanto superficiales como subterráneas. Cuando se descartan en los sistemas de alcantarillado de las zonas urbanas, finalmente llegan a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, en la actualidad, debido a la escasa presencia de dichas instalaciones en Colombia, la mayoría de estos aceites acaban contaminando el entorno y las aguas superficiales.

III.- METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo: Aplicado

Lozada (2014) afirma que, el propósito de la investigación aplicada es abordar directamente problemas en la sociedad o en los campos de producción., adaptando el conocimiento fundamentado para enfrentarlos. Esencialmente, representa un encuentro de ingeniería que se basa en un estudio fundamental y que implica el proceso de combinar teoría y producto para buscar soluciones prácticas y concretas. La investigación aplicada implica la aplicación del conocimiento en la práctica, el objetivo es beneficiar a la industria y a la sociedad. En este proceso, se incorpora un conjunto de nuevos conocimientos que enriquecen la disciplina y, a su vez, se generan y ponen a prueba nuevos conocimientos mediante la práctica para abordar y resolver problemas. De esta manera, la investigación aplicada busca soluciones concretas y efectivas para los desafíos que se presentan (Hernández, 2014)

Vargas (2009) mencionó que la investigación aplicada, también denominada investigación práctica o empírica, se caracteriza por la aplicación y aplicación de conocimientos obtenidos de otras fuentes en la implementación y sistematización de la práctica basada en la investigación. El uso de los resultados de la investigación permite una comprensión precisa, metódica y sistemática de la realidad para que los desafíos puedan abordarse de manera más efectiva.

3.1.2 Diseño: Experimental puro

Un diseño puramente experimental consiste en una manipulación controlada de una o más variables independientes. en una situación controlada para observar cómo estas variaciones afectan a la variable dependiente (según Campbell). En términos simples, se emplean diseños experimentales cuando los investigadores buscan determinar los posibles efectos de una causa específica que ha sido manipulada de manera deliberada (Carolina 2010).

El diseño experimental está destinado a la investigación cuantitativa. Antes de comenzar a describir algunos de los diseños experimentales más comunes.

(Hernández, Fernández y Baptista 2007), establecen los requisitos que deben cumplir todos los diseños. El primer tratamiento deliberadamente de una o más variables independientes. Por ello, se considera que la variable independiente es la causa asumida en una determinada relación entre las variables, la variable dependiente es el resultado de la variable independiente.

Enfoque de la investigación

Muñoz y Solis (2021) cuantitativo se refiere a la utilización de métodos y técnicas que se basan en la medición y el análisis de datos numéricos o cuantitativos. Este enfoque se utiliza comúnmente en la investigación científica y social para recopilar, analizar y interpretar datos que se pueden expresar en términos numéricos.

Garduño (2002) Desde un enfoque cualitativo, las únicas realidades que existen son construidas por quienes están en situación de participar en el estudio, por lo que hay tantas realidades como participantes; por lo tanto, los investigadores deben informar con veracidad las realidades que encuentran y no apoyarse en otras explicaciones.

Otero (2018) Su investigación se focaliza en el tamaño numérico. Utilizando investigaciones del proceso de una estructura de colección y análisis de antecedentes para obtener contestación a sus interrogantes de estudios. Para este procedimiento se utiliza el análisis estadístico el cual se obtiene de recopilar, medir parámetros, agregar frecuencias y datos demográficos. Plantea una interrogante de investigación específica y definida, la cuestión de investigación aborda un problema específico.

Amaiquema et al. (2019) enfoque la recopilación de datos cuantitativos se utiliza para probar hipótesis, identificar patrones de comportamiento y probar teorías basadas en mediciones numéricas y análisis estadístico. En los métodos cuantitativos, las hipótesis se generan respondiendo las preguntas que enmarcan las preguntas, generalmente al comienzo de investigación. Las suposiciones sobre las respuestas a las preguntas a menudo surgen al comienzo de una encuesta.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable cuantitativa 1:

Estabilización de suelo:

Según Cotrado (2017), a través de la estabilización de suelo, los materiales para suelos existentes se pueden mejorar sin cambiar su estructura y composición básicas. Para lograr esta estabilidad, se utiliza la compactación, que reduce la cantidad de vacíos en el suelo.

Chirinos, Rodríguez y Muñoz (2021), argumentan que, la estabilización de suelos se usa con productos químicos comunes, donde se pueden agregar algunos materiales tradicionales o nuevos materiales para usar otras propiedades mecánicas, además, asegúrese de agregar nuevos materiales para la estabilización, puede llenar los vacíos en el suelo y mejorar estructura del suelo.

Variable Cuantitativa 2:

Cal y aceite reciclado:

(Norma Chilena NCH) Definir aceite usado como cualquier aceite ha sido colocado equipo, por ejemplo, motor, caja de cambios, engranajes, transformadores electricidad, turbina, etc. De madera que haya estado funciona o no.

La cal utilizada para el tratamiento del suelo se utiliza principalmente en la construcción carreteras. Pero usando cal para secar el suelo, los cambios temporales y la estabilización permanente no se limitan a la construcción de carreteras hoy es un método práctico y económico. Para zonas rurales sin presupuesto suficiente presupuesto para un proyecto de pavimentación para los que recomendamos su uso estabilización de suelos.

3.3 Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1 Población

Condori- Okeda (2020), menciona que, la población se refiere al conjunto de individuos que habitan en una determinada área geográfica o región. Este término se utiliza en diversos contextos, como la demografía, la sociología, la geografía y la economía, para analizar y estudiar la composición, distribución, crecimiento y características de las personas que conforman una sociedad. La población de estudio consideró toda la carretera que conduce a Pariamarca, zona muy importante ubicada entre las calles de la ciudad de Cajamarca.

3.3.2 Muestra

Argibay (2009), argumenta que, la muestra es un subconjunto representativo de elementos, individuos, objetos o datos seleccionados de una población más grande o de un conjunto completo. El propósito de tomar una muestra es obtener información o realizar inferencias sobre la población completa sin tener que estudiar o analizar todos sus componentes, lo que a menudo sería impractical o costoso.

La muestra está conformada por 2 km de la Carretera a Paríamarca - Cajamarca el cual es el tramo más crítico a nivel de fallas que presenta de la población.

Muestreo

Según indica Quispe et al. (2020), en cualquier investigación que opte por la utilización de una técnica de muestreo estadístico, se busca aplicar la inferencia estadística para generalizar los resultados obtenidos de la muestra a la población objetivo del estudio. Durante este proceso, surgen desafíos que pueden afectar tanto la validez interna como externa de la investigación. Uno de los errores más frecuentes es la incorrecta determinación del tamaño de muestra necesario para probar la hipótesis central, ya sea debido a la elección incorrecta de la fórmula apropiada o a la falta de conservadurismo en el cálculo de la muestra.

El muestreo de la presente investigación es a conveniencia de elección del investigador.

3.3.3 Unidad de análisis:

Como menciona Hidalgo (2019), se refiere a la entidad o elemento específico que se estudia o analiza en una investigación o estudio. En el contexto de la investigación, esta unidad puede ser una persona, un grupo, un objeto, un evento, una organización u otro elemento que se examina en busca de comprender sus características, comportamientos o relaciones con otros elementos. La elección de la unidad de análisis es fundamental para definir los límites y el alcance de la investigación, ya que determina qué se observará y analizará en el estudio. Por ello, Masa de suelo.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La observación participante es una observación en la que el investigador participa activamente en el trabajo de campo, es decir, interactúa directamente con la persona o personas que observa, e incluso en casos extremos puede participar en los sujetos que componen la muestra investigada.

Por el contrario, la observación no participante asume que el investigador juega un papel pasivo, simplemente recolectando datos y no interfiriendo con el comportamiento normal del sujeto que está siendo estudiado. Entre los comentarios positivos, algunos indicaron que la herramienta (observación) permitió obtener datos directamente de campo y que hubo mejor acceso a lo investigado, mientras que otros indicaron que la observación contenía el comportamiento del investigador. (independientemente de que sea un participante), en cualquier caso, provoca una distorsión del comportamiento normal observado (Chung 2017).

Hernández y Mendoza (2018), expresan que, la observación participante es el núcleo y sus variantes y recursos como estrategia para la obtención de información sobre el comportamiento humano. No estamos comenzando desde cero porque cubrimos este tema en nuestra introducción a Métodos de investigación psicológica, y nos detenemos nuevamente en el módulo. La técnica utilizada en la investigación será la observación participante, que es un proceso donde el investigador recopila información y observa la información. Quiere analizar el problema, expandir sus horizontes y obtener perspectivas diferentes y complementarias para aplicar estas herramientas.

Guía de observación:

Según Cortez y Maira (2019), una guía de observación es un instrumento que permite al observador ubicarse navegar sistemáticamente por el tema de investigación; Asimismo es un recurso para recopilar y recuperar documentos e información sobre un hecho o un fenómeno, una guía de observación, por tanto, es un documento que acusa el acto de observar ciertos fenómenos, pero en general, este manual está estructurado con columnas que facilitan la organización de los datos recopilados. El valor de esta guía de observación anterior es que ha sido utilizado en varias áreas y por un gran número de personas.

Validez

Denota lo que es preciso o casi preciso. La ausencia de error cuantifica la validez de los hallazgos de una investigación. Las fallas metodológicas pueden dar lugar a errores o prejuicios durante el desarrollo de la investigación (Villasís et. al., 2018).

La validez del presente trabajo se estableció mediante la evaluación de especialistas, ingenieros de laboratorio acreditados por el INACAL. Su evaluación se basó en el sello y firma del profesional responsable de cada instrumento.

Confiabilidad

Cuando los instrumentos de un estudio poseen un grado sustancial de validez, desprovistos de cualquier riesgo, se consideran confiables. Por lo tanto, al comprobar la reproducibilidad y consistencia de una escala, se puede deducir su confiabilidad (Villasís et. al., 2018).

Los instrumentos fueron confiables debido a que se utilizaron en un laboratorio acreditado por el INACAL, donde sus dispositivos y equipos de prueba fueron calibrados y acreditados anualmente por dicho organismo.

3.5 Procedimiento

El procedimiento se realizó en las siguientes etapas:

Primera Etapa (Gabinete)

Se recopilaron las fuentes bibliográficas pertenecientes a artículos científicos para poder realizar la investigación. Luego se identificó el tramo de la carretera y el número de calcatas para poder realizar los estudios. Tras identificar las pruebas necesarias, se inició la búsqueda y posterior localización de un laboratorio acreditado por INACAL. Por último, se hizo el instrumento conformado por la guía de observación.

Segunda Etapa (Campo)

Se hizo el recorrido por 2 km de la Carretera a Paríamarca - Cajamarca donde se encontró que fue el tramo más crítico por el nivel de fallas que presentaba, con lo cual se hizo la verificación de su condición y el estado actual del suelo para iniciar con los ensayos y el desarrollo de la investigación. Luego, en el área de estudio, se

hizo la excavación de 3 pozos exploratorios de dimensiones 1mx1mx1.5m según la Norma CE-010 de pavimentos urbanos y se llevaron las muestras en un costal de plástico, para ser analizadas en el laboratorio.

Tercera Etapa (Laboratorio)

Se hicieron los estudios y pruebas de las muestras de las calicatas C-01, C-02 y C-03, en las cuales se añadieron la cal y el aceite reciclado, para ser sometidas a la evaluación geotécnica con las dosificaciones indicadas.

En primer lugar, para poder clasificar al suelo, se hizo el análisis granulométrico por tamizado: Transfiriendo una muestra de tierra a través de una serie de tamices con aberturas variables, se podía determinar la masa retenida y registrarla como proporción de la masa total. Cabe señalar que la muestra se sometió a un proceso de limpieza y posteriormente se desecó en un horno. Tras el proceso de tamizado, se documentaron los datos correspondientes a cada abertura del tamiz, incluido el porcentaje de paso. A la vista de los datos recogidos, se construyó la curva granulométrica para determinar el coeficiente de curvatura "Cc" y de uniformidad "Cu"; estos valores se utilizaron posteriormente en la clasificación SUCS de los suelos granulares.

Posteriormente se hicieron los ensayos de límite líquido (LL) y límite plástico (LP): Las partículas que seguían presentes en el tamiz n.º 40 (425 m) comenzaron a eliminarse de la muestra para el LL. Se llevaron a cabo experimentos para determinar el límite líquido extendiendo una porción de la muestra en un vaso de precipitados de bronce que había sido partido por la mitad. A continuación, el vaso se sometió a impactos repetitivos inducidos por gotas, estando el vaso contenido dentro de un aparato mecánico. Se estableció el LP comprimiendo la masa de suelo y enrollando un hilo con un diámetro de 3,2 mm en una pequeña área de suelo plástico hasta que su contenido de agua disminuyó hasta el punto en que el hilo se rompe y no se puede volver a enrollar. En esta coyuntura, el límite plástico fue denotado por el contenido de humedad del suelo. Finalmente, el índice de plasticidad se calculó restando el LP del LL.

Para establecer la clasificación SUCS, se identificaron tres divisiones principales de suelos: suelos de grano fino, suelos de grano grueso y suelos altamente orgánicos.

Las categorías mencionadas se clasificaron en quince agrupaciones fundamentales de suelos en total. A continuación, se determinó la clasificación AASHTO determinando si el suelo era granular o limoso mediante la medición de la proporción de suelo que pasaba a través de la malla N°200. Las categorías de suelos se confirmaron posteriormente en la tabla, de izquierda a derecha, examinando el porcentaje de partículas que atravesaban las mallas N°200, N°40 y N°10, además de las LL y LP. Finalmente se determinó el índice de grupo.

A continuación, se realizó el ensayo de corte directo, siguiendo lo indicado en las normas NTP 339.171 y ASTM D3080, para identificar la relación esfuerzo-deformación. En consiguiente primero se realizó la preparación de una muestra cilíndrica de suelo con un diámetro de 50 mm y una altura de 25 mm. Verificando que estuviera libre de partículas grandes y se humedezca antes de realizar el ensayo. Se colocó la muestra en la celda de corte, asegurándose de que esté centrada y en contacto con las placas de carga superior e inferior para inmediatamente aplicar una carga vertical al centro de la muestra a una velocidad de 1,25 mm/min hasta alcanzar la carga máxima. Luego de ello, se aplicó una carga de corte horizontal a una velocidad constante de 0,25 mm/min hasta que la muestra se rompa. La carga de corte se mide durante todo el proceso. Y se registraron los valores de la carga vertical máxima y la carga de corte máxima. Los cuales se emplearon para calcular la resistencia al corte del suelo.

Posteriormente se hizo el ensayo de CBR siguiendo lo establecido por la norma NTP 339.145, para determinar la capacidad portante máxima. Para lo cual se empezó por preparar las muestras de suelo compactando en tres capas iguales de aproximadamente 50 mm de altura cada una. Cada capa debe fue compactada con 25 golpes de un pisón de masa de 2,5 kg desde una altura de 305 mm. Luego se humedeció la muestra durante 4 días para alcanzar el grado de humedad óptimo. Se puso la muestra cuidadosamente en el centro del molde cilíndrico de 152,4 mm de diámetro y 177,8 mm de altura y se compactó en cinco capas iguales, cada una con 25 golpes de pisón. En seguida se penetró la muestra en el centro con un penetrómetro de 50,8 mm de diámetro y una velocidad de 1,25 mm/min. Se midió la carga necesaria para penetrar la muestra a una profundidad de 2,5 mm y a una profundidad de 5,0 mm. Finalmente se hizo el cálculo el índice de CBR, dividiendo

la carga necesaria para penetrar la muestra a una profundidad de 2,5 mm o 5,0 mm por la carga necesaria para penetrar un suelo estándar a la misma profundidad.

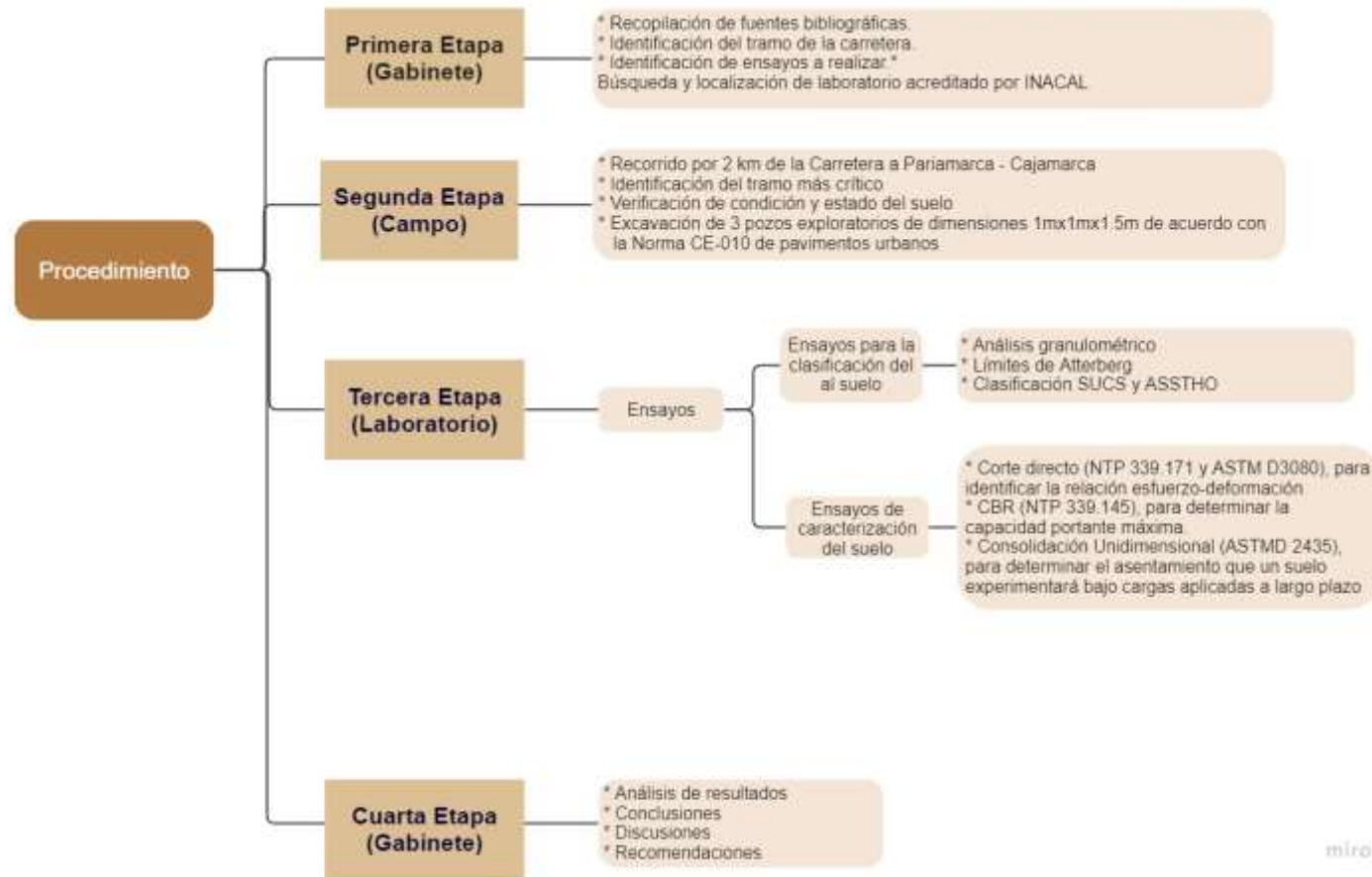
Se hizo el ensayo de consolidación unidimensional, según la norma ASTM D 2435, para lo cual, primero se hizo el cuarteo de una muestra de suelo por cada calicata para que la muestra sea representativa del suelo de cada una de las calicatas. Luego se montó el equipo de ensayo, que consta de un molde cilíndrico con una base porosa, un pistón y un marco para aplicar la carga. El molde se coloca en una celda de consolidación, que se conecta a un sistema de control de carga. Se sumergió la muestra en agua y se aplicó una carga de presión para saturarla completamente. Luego se aplicó una carga incremental sobre la muestra y se midió el asentamiento en función del tiempo. Una vez que se aplicó la carga máxima, se mantuvo la carga constante durante un tiempo determinado para medir el asentamiento final. Finalmente, los resultados se registraron y se utilizaron para calcular la curva de consolidación del suelo.

Cuarta Etapa (Gabinete)

Finalmente se realizó el análisis de los resultados obtenidos, para, posteriormente, realizar las conclusiones y recomendaciones.

Figura 1.

Procedimiento.



Nota. Elaborado en el programa miro.

3.6 Métodos de análisis de datos

Es un proceso fundamental en la toma de decisiones en una amplia variedad de campos, desde la ciencia y la ingeniería hasta los negocios y la investigación. Existen varios métodos y enfoques para analizar datos, y el método que elijas dependerá de tus objetivos, el tipo de datos que estés manejando y el contexto en el que estés trabajando. Utiliza los resultados del análisis para tomar decisiones informadas. Esto podría implicar ajustar estrategias comerciales, tomar decisiones políticas o realizar recomendaciones en función de los hallazgos.

Para determinar los objetivos de la investigación, se formulan utilizando y aplicando criterios técnicos y herramientas de cálculo como el software.

Para el análisis de datos se utilizaron las Hojas de Cálculo de Microsoft Excel, mediante la cual, los hallazgos derivados de la investigación realizada en los laboratorios correspondientes se ilustrarían adecuadamente mediante el uso de gráficos, histogramas o diagramas que se correspondan con los indicadores presentados.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación contó con los siguientes principios establecidos por la Universidad César Vallejo para demostrar la calidad ética:

Búsqueda del bienestar; es buscar mejor bienestar de las personas para la sucesión de investigación, evitando así perjuicios; también se busca la conservación del medio ambiente.

La justicia; se ha desarrollado en atender todos los antecedentes, muestras y pruebas de laboratorio, y el sentido de la finalidad se basa en el valor del resultado y los derechos de posesión intelectual de todos los involucrados sobre la información.

Honestidad; es un proceso de investigación transparente, y el descubrimiento de los hechos investigados de esta manera permite la reproducibilidad de los resultados si otros investigadores desean probar los hechos conocidos en nuevos estudios o en otros escenarios experimentales.

Responsabilidad; los investigadores deben asegurarse de que la investigación finalice correctamente con la disposición éticos, legales y de seguridad y de acuerdo con la terminación y situación del proyecto de investigación.

Beneficencia; pues con la adición del aceite reciclado y la cal, se obtuvo un beneficio a los usuarios de la carretera Pariamarca en Cajamarca, al mejorar las propiedades del suelo.

Autonomía; debido a que se demostró la autenticidad del trabajo, subiéndolo a la plataforma de Turnitin donde se pudo verificar que la información obtenida es propia del autor y con el compromiso del autor a no alterar los datos de las fuentes.

IV.- RESULTADOS

Los resultados se realizaron en función de cada objetivo específico, en primer lugar, se muestran los resultados de la prueba de consolidación unidimensional, en segundo lugar, el ensayo de corte directo y, en tercer lugar, el ensayo de CBR.

4.1 Resultados de la Consolidación unidimensional

Objetivo específico 1: Determinar cuál es la consolidación de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca – Cajamarca.

Tabla 1.

Resultados del ensayo de consolidación unidimensional de las Calicatas N.º 01, N.º02 y N.º03.

N.º	Descripción	Asentamiento (mm)	
		P= 0.25 kg/cm ²	P= 0.50 kg/cm ²
1	Calicata 01 (1% Cal + 2%Aceite)	0.120	0.170
2	Calicata 02 (2% Cal + 4%Aceite)	0.155	0.192
3	Calicata 03 (3% Cal + 6%Aceite)	0.122	0.171

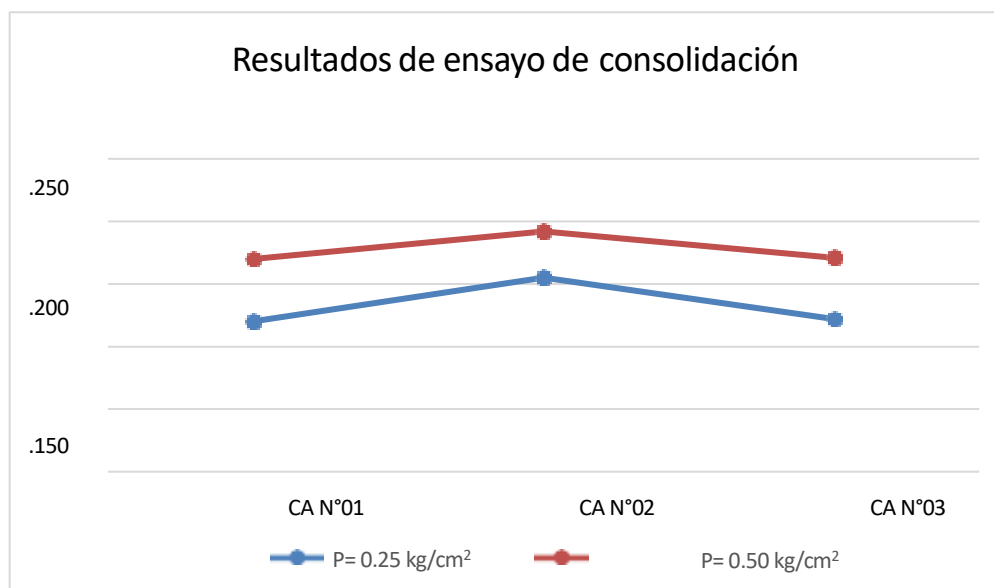
Nota. Se puede apreciar los asentamientos en milímetros según las dos cargas máximas ejercidas a las muestras de cada una de las calicatas.

Interpretación:

De los resultados de la Tabla 1, se nota que los mayores valores de asentamiento se producen en la Calicata N.º02, con un valor de 0.155 mm y 0.192 mm, para las cargas de 0.25 kg/cm² y 0.50 kg/cm², respectivamente. Además, los menores asentamientos los obtuvo la muestra de la Calicata N.º1, con valores de 0.120 y 0.170 para cada valor de carga, demostrando tener un mejor comportamiento.

Figura 2.

Gráfica de resultados de consolidación unidimensional de las Calicatas N.º 01, N.º02 y N.º03.



Nota. En el eje horizontal se aprecia las muestras de cada una de las calicatas y en el eje vertical los asentamientos en milímetros. Donde la gráfica de color azul pertenece a la carga ejercida de 0.25 kg/cm² y la gráfica de color rojo a la carga de 0.50 kg/cm².

Interpretación:

En el gráfico podemos observar que la Calicata N.º02 tiene un mayor valor de asentamiento respecto a la primera y tercera Calicata. Así como la Calicata N.º01 presenta el menor asentamiento, mostrando un resultado óptimo a diferencia de los demás.

4.2 Resultados del Corte Directo

Objetivo específico 2: Determinar cuál es el corte de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca - Cajamarca.

Tabla 2.

Resultados del ensayo de corte directo de las calicatas N.º 01, N.º02 Y N.º03.

N.º	Descripción	Fricción (º)	Cohesión (kg/cm ²)
1	Calicata 01 (1% Cal + 2% Aceite)	31.4	0.18
2	Calicata 02 (2% Cal + 4% Aceite)	32.5	0.02
3	Calicata 03 (3% Cal + 6% Aceite)	32.1	0.01

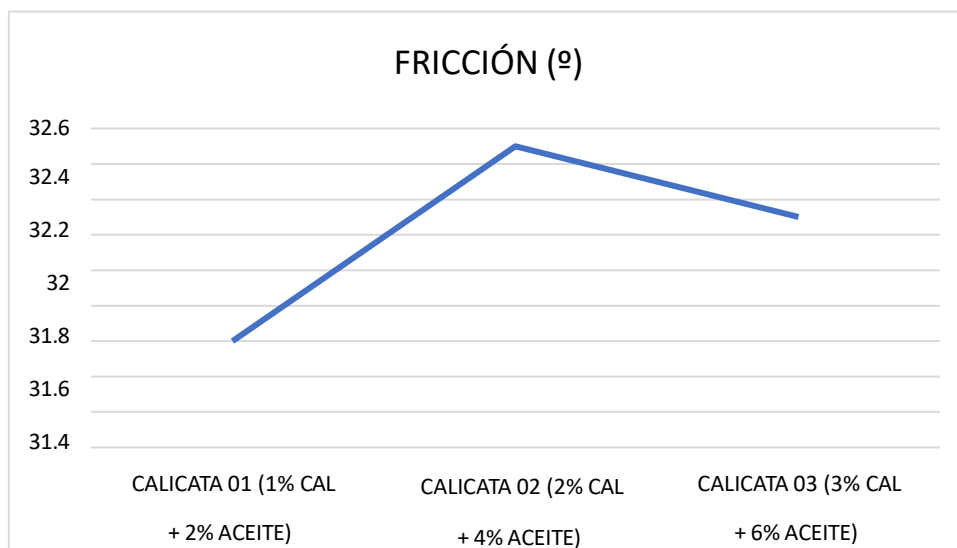
Nota. Se puede apreciar los resultados de cohesión y fricción según las muestras de cada una de las calicatas.

Interpretación:

De los resultados obtenidos se concluye que la calicata N.º02 tiene un mayor valor de ángulo de fricción, lo cual indica que esta muestra presenta una mayor resistencia al deslizamiento que el suelo en otras. Mientras que la calicata N.º01 tiene un mayor valor de cohesión, es decir, el suelo en esta calicata es más resistente a la deformación, mientras que el suelo en otras calicatas es más resistente al deslizamiento.

Figura 3.

Gráfico de los resultados de fricción en las calicatas N.º 01, N.º 02 y N.º 03.



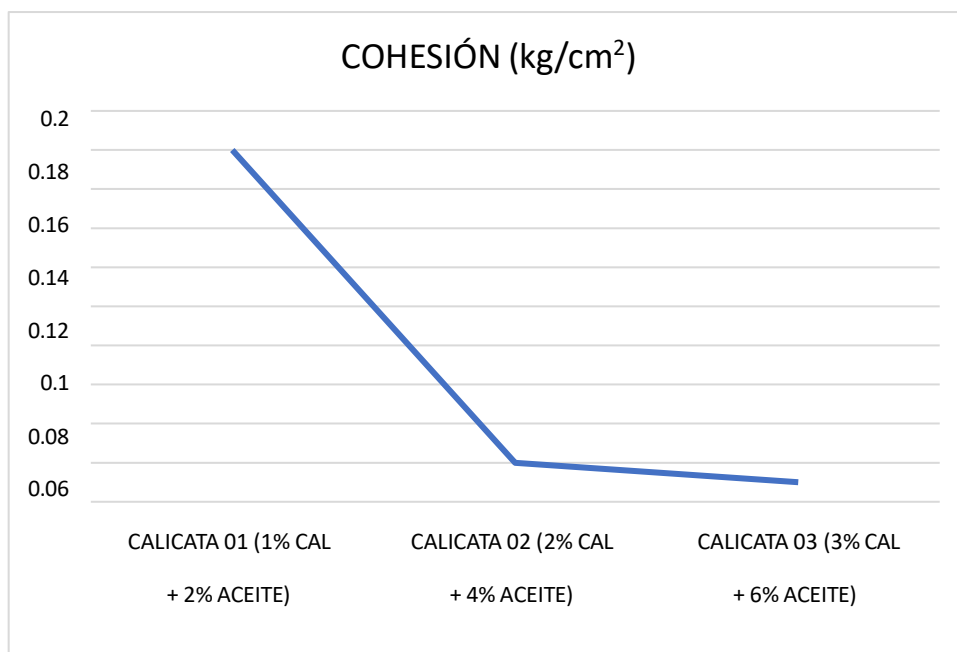
Nota. En el eje horizontal se aprecia las muestras de cada una de las calicatas y en el eje vertical los valores del ángulo de fricción para cada una de ellas.

Interpretación:

Podemos ver los resultados en el gráfico que la fricción de las tres muestras que se ha obtenido de campo, que la muestra de la calicata N.º 02 tiene un mayor valor del ángulo de fricción, en relación con las calicatas 1 y 3.

Figura 4.

Gráfico de los resultados de cohesión de las Calicatas N°1, N°2 y N°3.



Nota. En el eje horizontal se aprecia las muestras de cada una de las calicatas y en el eje vertical los valores del ángulo de fricción para cada una de ellas.

Interpretación:

Se puede apreciar en el gráfico de la Figura 10 que la cohesión de la calicata N° 01 tiene un mayor valor en comparación de las demás muestras.

4.3 Resultados del California Bearing Ratio (CBR)

Objetivo específico 3: Determinar cuál es el CBR de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca.

Tabla 3.

Resultados del ensayo de CBR de las calicatas N°01, N°02 y N°03.

N.º	Descripción	C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1"	C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1"
1	Calicata 01 (1% Cal + 2% Aceite)	14%	11%
2	Calicata 02 (2% Cal + 4% Aceite)	38%	26%
3	Calicata 03 (3% Cal + 6% Aceite)	41%	32%

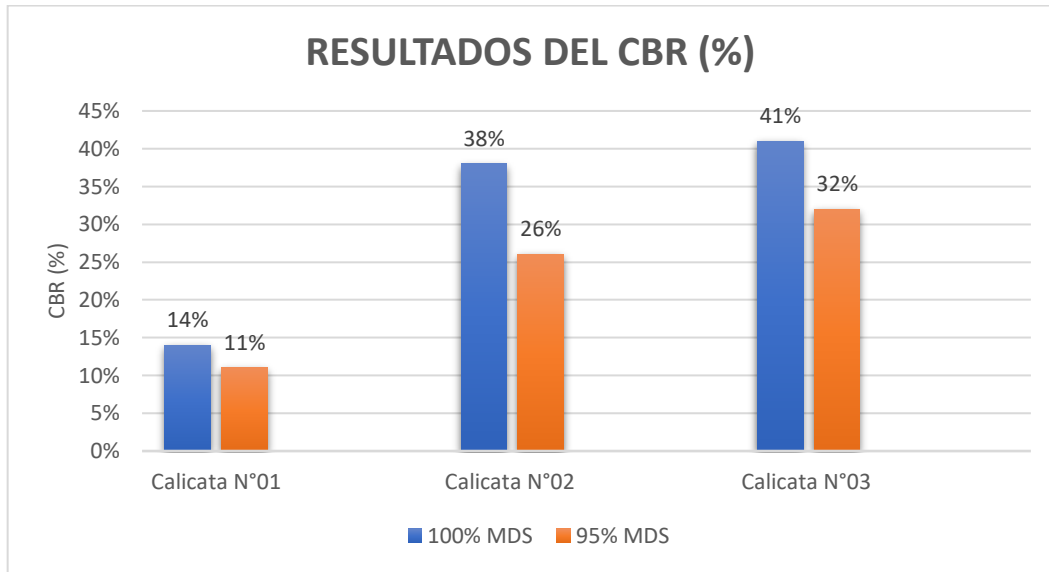
Nota. Se puede apreciar los resultados de CBR según las muestras de cada una de las calicatas, para el 100% y 95% de la máxima densidad seca.

Interpretación:

En la tabla anterior se observa que la calicata N°03 tiene un mayor valor de CBR respecto a las demás calicatas estudiadas, por ende, este suelo es más resistente y capaz de soportar cargas superiores en comparación con los otros puntos de prueba. Además, presenta un valor mayor a 30%, lo cual indica que este suelo de subrasante ofrece una buena capacidad portante (subrasante excelente según norma).

Figura 5.

Gráfico de los resultados del CBR de las calicatas N.º 01, N.º02 y N.º 03.



Nota. En la primera y segunda gráfica de barras se aprecia el porcentaje de CBR para cada una de las calicatas al 100% y 95% de M.D.S., respectivamente.

Interpretación:

En el gráfico se puede observar que la calicata N.º03 tiene un mayor valor de CBR respecto a las demás calicatas estudiadas, lo cual indica que dicha muestra que el suelo es más resistente y capaz de proporcionar un mejor soporte para estructuras o cargas.

V.- DISCUSIÓN

Respecto al objetivo específico 1; determinar cuál es la consolidación de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca – Cajamarca, según la Tabla 1, el **hallazgo** fue que las muestras de las tres calicatas, cumplieron con la resistencia mínima para el valor de la consolidación unidimensional, cumpliendo así con la norma. Otro **hallazgo** fue que, la calicata N°1, con 1% de cal y 2% de aceite mostró el mejor comportamiento al tener los menores valores de consolidación. Además, se **encontró** que, a medida que se realizaron las adiciones, la consolidación disminuía hasta llegar al punto máximo de adición de 2% de cal y 4% de aceite; que es donde empezó a aumentar, por lo cual se verificó que hubo una relación inversa entre la adición de cal y aceite, y la propiedad de consolidación, con lo cual se ha verificado que incorporando cal y aceite reciclado la consolidación del suelo disminuye moderadamente. Debido a lo expuesto se demuestra que las adiciones son **viables**, debido a que la consolidación cumple las características mínimas para un suelo estabilizado, por lo cual, a metodología empleada para la estabilización del suelo es la adecuada.

Al realizar las **comparaciones** del presente trabajo con los resultados de la investigación de Cango (2017), quien obtuvo un asentamiento diferencial mínimo de 3.04 mm con una muestra de suelo arcilloso- limoso con fines de cimentación flexible, aplicando una carga de 640kN. Se ha verificado un mejor comportamiento con las adiciones del presente trabajo pues se tuvo un asentamiento mínimo de 0.155 con una carga de 0.25 kg/cm² con la adición de 2% Cal y 4%Aceite, para estabilizar a la subrasante.

Al hacer las **comparaciones** de los resultados del presente trabajo con los del artículo de Amayreh (2023), donde lograron evidenciar una reducción del asentamiento con la prueba de consolidación unidimensional, a medida que se adicionó la ceniza de esquisto bituminoso al suelo, siendo la adición óptima el 20%, con la cual se redujo al máximo la consolidación. Se verificó que concuerda con los resultados de la presente investigación, pues a mayor incremento de cal y aceite reciclado hubo una disminución del asentamiento y por ende se redujo el índice de consolidación.

En relación al objetivo específico 2; Determinar cuál es el corte de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Paríamarca Cajamarca, según la Tabla 2, se **encontró** que la calicata N°02 tuvo un mayor valor de ángulo de fricción, lo cual indica que esta muestra presenta una mayor resistencia al deslizamiento que el suelo en otras. Mientras que la calicata N°01 tiene un mayor valor de cohesión, es decir, el suelo en esta calicata es más resistente a la deformación, mientras que el suelo en otras calicatas es más resistente al deslizamiento. Otro **hallazgo** fue que, a medida que se realizaron las adiciones, el ángulo de fricción aumentaba y la cohesión disminuía, para todas las muestras; demostrando que había una relación directa e inversa, respectivamente, entre la adición de cal y aceite y dichas propiedades. Por lo cual, se verificó que las adiciones son **viabiles**, debido a que cumplen con los valores para un suelo estabilizado, por lo cual, el método utilizado es el adecuado.

Se hicieron las **comparaciones** con los resultados de Rojas y García (2022), donde al añadir líquido de cabuya, se mostró que, este material es capaz de estabilizar suelos arcillosos, reduciendo su cohesión y haciendo que se comporte como un suelo granular, sin perder su capacidad de ser moldeado. Se observó una diferencia pues en los resultados del presente trabajo, el valor de cohesión aumentó a medida que se incorporaba el aceite reciclado y cal.

Al **comparar** con los resultados de Padilla (2021), quien al adicionar caucho en polvo en porcentajes de 10%, 13% y 15% y vidrio molido en 10% para todas las muestras, obtuvieron una cohesión creciente con valores de 0.02 kg/cm², 0.03 kg/cm² y 0.03 kg/cm² y un ángulo de fricción decreciente con valores de 23.6°, 19.3° y 19°, respectivamente. Este comportamiento se asemeja con el presente trabajo, pues se obtuvo una relación directa para la cohesión y una relación inversa para la fricción.

Por otro lado, se **compararon** los resultados con los de la investigación de Curi y Rojas (2021), donde obtuvieron que el ángulo de fricción para las tres muestras que se obtuvo de la pendiente de una gráfica lineal creciente, fue de 22.98°. Con ello se

aprecia una diferencia, pues en el presente trabajo se obtuvo una gráfica no lineal con tres distintos ángulos de fricción para las tres muestras con adición de cal y aceite reciclado.

En relación al objetivo específico 3; determinar cuál es el CBR de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca, según la Tabla 3, se **encontró** que todas las muestras cumplieron con la norma al tener valores mayores al 6%, como indica el MTC. Además, las muestras de la calicata N°2 y N°3, tuvieron valores mayores a 30% (38% y 41%, respectivamente), lo cual las califica como subrasante “excelente” según norma. Otro **hallazgo** fue que, la calicata N°3, con 3% de cal y 6% de aceite mostró el mejor comportamiento al presentar el mayor valor de CBR. Por otro lado, se **encontró** que, a medida que se realizaron las adiciones, el porcentaje de CBR aumentaba para todas las muestras; demostrando que había una relación directa entre la adición de cal y aceite, y el CBR, con lo cual se determinó que adicionando cal y aceite reciclado la el CBR del suelo estabilizado presenta un incremento moderado. Dicho lo argumentado, se verificó que las adiciones son **óptimas**, debido a que el CBR cumple con los valores para un suelo estabilizado, por lo cual, el método utilizado para la estabilización del suelo es la adecuada.

Se hicieron las **comparaciones** con los resultados de la investigación de Tique (2022), donde al añadir cal y aceite reciclado el CBR, obtuvo un valor máximo de 5,20 % con un 95% de DMS. Por lo cual se observó una diferencia con los resultados del presente trabajo, puesto que todas las muestras estabilizadas con cal y aceite reciclado tuvieron valores óptimos; llegando a un valor máximo de 41% con la adición de 3% de cal y 6% de aceite, cumpliendo con la norma para ser usados en subrasante.

Además, se **compararon** los resultados con los de la investigación de Angulo y Zabaleta (2020), quienes al añadir cal para estabilizar a la arcilla obtuvieron un CBR máximo de 8.07% con una MDS de 100%, mostrando un incremento del CRR al añadir la cal viva. Esto último concuerda con los resultados del comportamiento del suelo estabilizado de la presente investigación. Sin embargo, se logra ver una

diferencia notable en el porcentaje de CBR obtenido, puesto que se obtuvo valores significativamente mayores, siendo el mínimo 11% con un MDS de 35%, con lo cual se puede distinguir que el aceite reciclado de vehículos motorizados, contribuye al actuar en conjunto con la cal.

Finalmente, se **compararon** los resultados con los de la investigación de Mora (2023), quien al añadir cal, materiales evacuados, cerámica triturada y ceniza de bagazo obtuvieron un porcentaje de CBR creciente a medida que se agregaban los estabilizantes, presentando valores de 34.8%, 31.7% y 24.6% con cal al 20%, cerámica al 55% y hormigón triturado al 70%, respectivamente. Lo cual concuerda con los resultados del comportamiento creciente del CBR, de la presente investigación.

Cabe mencionar que, la presente investigación tuvo **limitaciones**, respecto a la búsqueda de antecedentes, pues hubo una cantidad limitada de fuentes que analizaban las tres dimensiones presentes en los objetivos de estudio planteados. Por otro lado, la presente investigación las **fortalezas**, se dieron respecto a la disponibilidad del material estabilizante como fue el aceite reciclado de vehículos motorizados por su fácil obtención de talleres mecánicos.

Además, el aporte del presente trabajo fue que el método utilizado para las adiciones fue viable, pudiendo, con los insumos adecuados, poderlas utilizar para la estabilización de suelos, ya que asegurarán un óptimo soporte al someterse las cargas que actúen sobre él, debido a que, mediante el análisis de los resultados se puso verificar que hubo cambios positivos y significativos. Por lo cual, es importante tener en cuenta estos resultados al considerar futuras intervenciones o mejoras en la infraestructura vial de la carretera Pariamarca - Cajamarca para garantizar una subrasante óptima y segura para el tráfico vehicular.

VI.- CONCLUSIONES

1. Se concluyó que el comportamiento de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca incrementó moderadamente, debido a que las muestras de las tres calicatas, porque a medida que se realizaron las adiciones, el asentamiento por consolidación disminuía, el ángulo de fricción obtenido en el ensayo de corte directo aumentaba y, de la misma manera el CBR aumentó; siendo la adición óptima el suelo con adición de 3% cal y 6% de aceite, obteniendo resultados de asentamiento por consolidación, ángulo de fricción por corte directo y porcentaje de CBR de 0.171mm, 32.1° y 41%, respectivamente.
2. Se concluyó que la consolidación de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca incrementa moderadamente, pues para todas las mezclas, a medida que se realizaron las adiciones, el ángulo de fricción aumentaba y la cohesión disminuía; demostrando que había una relación directa e inversa, respectivamente, entre la adición de cal y aceite, y dichas propiedades. Por lo cual, se verificó que las adiciones son viables.
3. Se determinó que, el corte directo de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca incrementa moderadamente, debido a que, a medida que se realizaron las adiciones, la consolidación disminuía hasta llegar al punto máximo de adición de 2% de cal y 4% de aceite; que es donde empezó a aumentar, por lo cual se verificó que hubo una relación inversa entre la adición de cal y aceite.
4. Se llegó a la conclusión de que El CBR de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca incrementa moderadamente, pues, a medida que se realizaron las adiciones, el porcentaje de CBR aumentaba para todas las muestras; demostrando que había una relación directa entre la adición de cal y aceite, y el CBR. Siendo la calicata N°3, con 3% de cal y 6% de aceite la que mostró el mejor comportamiento al presentar el mayor valor de CBR.

VII.- RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, adicionar aceite reciclado de vehículos motorizados y cal en mayores porcentajes, para verificar la posibilidad de que se pueda estabilizar aún más el suelo. Además, se recomienda realizar estudios adicionales para obtener una comprensión más profunda de las relaciones entre la composición del suelo y su comportamiento geotécnico en diferentes secciones de la carretera.
2. Respecto a la consolidación unidimensional, se recomienda complementar con los ensayos de Proctor Modificado para el control de calidad de la compactación, mediante la evaluación de la densidad máxima del suelo y la humedad óptima para compactarlo.
3. Respecto al corte directo, se recomienda realizarse con muestras de suelo inalteradas. Sin adiciones para poder comparar los demás resultados con la muestra patrón y verificar que el suelo cumpla con los estándares requeridos.
4. En cuanto al CBR, se recomienda realizar el ensayo In situ, para verificar las condiciones del terreno y cómo se comporta el suelo bajo cargas de tráfico vial reales.

REFERENCIAS

- Angulo, M., Zabaleta, C (2019) Estabilización de suelos Arcillosos con Cal para el mejoramiento de las propiedades Fisico – Mecánicas como capa de rodadura en la prolongación Navarro Cauper, distrito San Juan – Maynas – Iquitos, 2019. Optar el título profesional de Ingeniera Civil. Universidad Científica del Perú. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1220>
- Argibay, J, C. (2009). The sample in quantitative research. *Subjetividad y procesos cognitivos*, 13(1), 13-29. Recuperado en 05 de noviembre de 2023, obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73102009000100001&lng=es&tlng=en.
- Alarcón, J., Jiménez, M. y Benitez, R (2020) Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. *Revista ingeniería de construcción*, 35(1), 5-20. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000100005>.
- Amaiquema, F., Vera, J. Y Zumba, I. (2019) Enfoques para la formulación de la hipótesis en la investigación científica. *Conrado* , 15 (70), 354-360. Epub 02 de diciembre de 2019. Recuperado en 04 de noviembre de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500354&lng=es&tlng=en.
- Amador Salomão, P. E., Alcântara Silva, B., & Alchaar Barbosa, F. (2019). Estabilização química de solo de textura franco: adição de cal e cimento. *Research, Society and Development*, 8(5), 01-15. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i5.1019>
<https://www.redalyc.org/journal/5606/560662196061/html/>
- Ariza, V (2019) El Diseño como objeto de estudio y como ejercicio de intervención. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, 82, 67-68. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-35232020000500046&script=sci_abstract&tlng=pt
- Arrieta, F. E., Carro, A. N., & Obando, D. S. (2010). Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes. *Ingeniería*, 20(1-2), 93-108.
<file:///C:/Users/Asus/Downloads/7268-Texto%20del%20art%C3%ADculo->

9942-1-10-20130204.pdf

Balao, T., Arellano, C., De Abreu, J. y Aguila, I (2019) Aceite residual automotriz como aditivo en mezclas de hormigón: Si es factible su uso. *Rev. materia*. 24(2)

Castro A. (2017) Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante, tesis de pregrado. Recuperado 07 de abril 2023, de <https://cybertesis.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/13>

Chirinos, E., Rodriguez, E. y Muñoz, S (2021) Métodos de estabilización de suelos arcillosos para mejorar el CBR con fines de pavimentación: una revisión literaria. Recuperado 06 de abril 2023, de [file:///C:/Users/BARDALES/Downloads/Dialnet-METODOS DE ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS PARA MEJORA R-8234912.pdf](file:///C:/Users/BARDALES/Downloads/Dialnet-METODOS%20DE%20ESTABILIZACION%20DE%20SUELOS%20ARCILLOSOS%20PARA%20MEJORA%20R-8234912.pdf)

Castañeda Jiménez, J., & Cardona Arias, J. A. (2017). Diseño de una Red de logística Inversa para recolectar Aceite Vehicular Usado en la ciudad de Pereira implementando CVRP. *Scientia Et Technica*, 22(2), 150-160. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84953103006>

Cotrado, N (2017) Informe Estabilización de Suelos. Recuperado 06 de abril 2023, de [https://es.scribd.com/document/367760212/Informe- Estabilizacion-de-Suelos](https://es.scribd.com/document/367760212/Informe-Estabilizacion-de-Suelos)

Carolina (2010) Diseño experimental puro. Recuperado 04 de abril 2023, de <https://es.slideshare.net/CARRROM/sintesis-metodos> Culqui, L (2023) Consolidación unidimensional de suelos consolidación. Recuperado 04 de abril 2023, de [https://www.academia.edu/37005386/CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL DE SUELOS](https://www.academia.edu/37005386/CONSOLIDACION_UNIDIMENSIONAL_DE_SUELOS).

Cortez, M y Maira, M (2019) Desarrollo de instrumentos de evaluación: pautas de observación. Recuperado 08 de abril 2023, de <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/08/P2A356.pdf>

- Chung,A (2017) La observación participante y no participante. Recuperado 07 de abril 2023, de <https://ramonchung.wordpress.com/2017/11/19/la-observacion-participante-y-no-participante/>
- Condori-Ojeda, P. (2020). Universo, población y muestra. <https://www.aacademica.org/cporfirio/18.pdf>
- Del Castillo, R., Orobio,A (2020) Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante. *Informes de la Construcción*, 72(558): e336.
- Del Castillo, R. D., & Orobio, A. (2020). Exploratory research on the effect of used engine oil on a subgrade fine soil. *Informes De La Construcción*, 72(558), e336. <https://doi.org/10.3989/ic.69016>
- Estrada, A (2022) ¿Qué es un Diseño Experimental?: ¡Potencia tus resultados para alcanzar el éxito! Recuperado 05 de abril 2023, de <https://www.crehana.com/blog/negocios/diseno-experimental-en-investigacion/>
- Fong Silva, W., Quiñonez Bolaños, E., & Tejada Tovar, C. (2017). Caracterización físicoquímica de aceites usados de motores para su reciclaje. *PROSPECTIVA*, 15(2), 135-144. <https://doi.org/10.15665/rp.v15i2.782>
<https://www.redalyc.org/journal/4962/496254902015/>
- García, A (2022) Estabilización de suelos con cal como una alternativa viable para la construcción y rehabilitación de caminos rurales en Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
- Guía M. (2021) Mejoramiento de subrasante mediante la adición de Ceniza de Quinoa en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021, tesis de pregrado. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20500.12692/63841#:~:text=Por%2>
- Garduño, S (2002) Enfoques Metodológicos en la Investigación Educativa. *Investigación Administrativa*, 91

- Hernández R. y Mendoza C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México DF: Mc Graw Hill Education
- Hidalgo, A. (2019). Técnicas estadísticas en el análisis cuantitativo de datos. Revista sigma, 15(1), 28-44. <http://funes.uniandes.edu.co/15431/>
- Hernández,C., Fernández, M y Baptista, S (2007) Diseño experimental.
- Hernández R. (2014). Metodología de la Investigación. 6.a ed. Edificio Punta SantaFe. México, 2014.Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Ipince H. (2020) Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019 <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48544>Ospina-García, Miguel Ángel, Chaves-Pabón, Saieth Baudilio, & Jiménez-Sicachá, Luis Miguel. (2020).
- Lozada, J (2014) Investigación Aplicada Definición, Propiedad Intelectual e Industria.*Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1) 47- 50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Mamani Gonzalo , G., De La Cruz Vega, S. A., Vega Neyra , C. S. ., Yllescas Rodríguez, P. M. ., & Rea Olivares, W. M. . (2023). Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú. *Infraestructura Vial*, 25(44), 1–7. <https://doi.org/10.15517/iv.v25i44.53569>
- Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 11 (1), 185-196. Publicación electrónica del 21 de enero de 2021. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>
- Muñoz Cuchca, Edward, & Solís Trujillo, Beymar Pedro. (2021). Enfoque Cualitativo y Cuantitativo de la Evaluación Formativa. *Revista de Ciencias Humanísticas*

y *Sociales (ReHuSo)*, 6(3), 1-16. Epub 01 de diciembre de 2021. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5512591>

Moale, A. , Rivera, E (2019) Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica. Para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648846>

Muto Lubota, D., González Suárez, E., Hernández Pérez, G. D., Miño Valdés, J. E., & González Herrera, I. (2018). Investing in Biosiesel African Palm Oil for Aluminium Recycling Plant in Cabinda Angola. *Revista Científica "Visión de Futuro"*, 22(1), 71-93. <https://www.redalyc.org/journal/3579/357959311005/>

Publicación de la Nacional Lime Association (2006) Manual de Estabilización de suelo tratado con Cal. Recuperado 07 de abril 2023, de https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf

Parra-Gómez, M. (2018). Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/6487e678-fcea-4a61-8523-b4bb5bc7bdc9>

Quispe, Antonio M., Pinto, Diego F., Huaman, Mariella R., Bueno, Gilda M., & Valle-Campos, Andree. (2020). Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con STATA y R. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 13(1), 78-83. Epub 31 de marzo de 2020. <https://dx.doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2020.131.627>

Rodríguez Moreno, M. A., & Hidalgo Montoya, C. A. (2015). Comportamiento de suelos residuales de diorita estabilizados con cal y su evolución en el tiempo. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 4(6), 111-122. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75040608>

Ramos, C (2021) Diseños de Investigación Experimental. *CienciAmérica* 10 (1) <https://www.cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/356>

- Salazar, Antonio, Sáez, Esteban y Pardo, Gislaine. (2015). Modelado de un ensayo de corte directo en arena mediante el Método de Elementos Discretos 3D. *Obras y proyectos*, (17), 97-104.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132015000100012>
- Salinas Suárez, J. E., & Villao Carvajal, R. A. (2019). *Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante suelos expansivos, utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.).
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5223>
- Tique, A. (2022) Estabilización de suelos incorporando cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en el tramo Collacachi–Inchupalla, Puno 2022. Tesis para obtener el Título Profesional. Universidad Cesar Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97907>
- Yañez-Orozco, H., & Bravo-Peña, L. C. (2022). Motorization index, legal and illegal vehicles: the case of Cuauhtémoc City, Chihuahua. *Acta Universitaria*, 32(), .
<https://doi.org/10.15174/au.2022.3207>
- Villanueva Santos, D. J. (2022). La adición del aceite residual automotriz mejora la estabilización de subrasante de la carretera afirmada Dv. Chirinos – Chirinos, Cajamarca, 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5572>
- Vargas, Z (2009) La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Edicacion*, 33 (1), 155-156.
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

Título: Estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
Variable Independiente Cal y aceite reciclado	(Norma Chilena NCH) Definir aceite usado como cualquier aceite ha sido colocado equipo, por ejemplo, motor, caja de cambios, engranajes, transformadores electricidad, turbina, etc. De madera que haya estado funciona o no.	La variable aceites reciclados para su mejor comprensión se ha dividido en dimensiones (viscosidad de aceite reciclado, densidad de aceite reciclado, dosificación de aceite reciclado); a su vez todas estas dimensiones se dividieron en 4 indicadores.	D1: Dosificación con Cal D2: Dosificación con Aceite reciclado D3: Dosificación de cal y aceite reciclado D4: CBR	I1: Peso Húmedo (kg) I2: Peso Seco (kg) I2: Volumen (cm ³) I1: L.L (límite líquido) I2: L.P (límite plástico) I3: Índice de consistência I1: SUCS I2: ASSTHO I3: Tipo de suelo I1: 2 % I2: 4 % I3: 6 %	Los instrumentos De investigación empleados serán cuestionarios, software de análisis y procesamiento de Calculo Microsoft Excel.	Escala Nivel de Razón, según Naupas et al (2018) Representan valores diferentes de cero a su vez pueden ser operadas con todas operaciones matemáticas.
Variable Dependiente: Estabilización de suelo	Cotrado (2017) A través de la estabilización, los materiales para suelos existentes se pueden mejorar sin cambiar su estructura y composición básicas.	La variable estabilización de subrasante para su mejor comprensión se ha dividido en dimensiones (CBR, resistencia al corte, hinchamiento); a su vez todas estas dimensiones se dividieron en 3 indicadores.	D1: Contenido de Humedad D2: Índice de Plasticidad D3: Clasificación del suelo	I1: 1 % I2: 2 % I3: 3 % I1: 1 - 2 % I2: 2 - 4 % I3: 3 - 6 % I1: CBR < 6% I2: CBR = 6% I3: CBR > 6%		

ANEXO 1: Matriz de consistencia

Título: Estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE				
¿Cuál es el comportamiento de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023?	Determinar cuál es el comportamiento de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023	El comportamiento de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca incrementa moderadamente.	Cal y aceite reciclado	Dosificación	1% CAL+ 2% AR 2% CAL+4% AR 3%CAL+6% AR	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.	
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICA	DEPENDIENTE				
¿Cuál es la consolidación unidimensional de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023?	Determinar cuál es la consolidación de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca.	La consolidación de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca incrementa moderadamente.	Estabilización de suelo	Propiedades físicas	Análisis granulométrico (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-422, NTP 339.128/ MTC E-107.	
					Contenido de humedad (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2216, NTP 339.127 /MTC E-108.	
¿Cuál es el corte directo de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023?	Determinar cuál es el corte de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca.	El corte directo de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca incrementa moderadamente.	Estabilización de suelo		Propiedades físicas	Límite Líquido (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 4318, NTP 339.129/ MTC E 110,111.
						Índice de Plasticidad (IP) (%).	
						Límite Plástico (%).	
¿Cuál es el CBR de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca 2023?	Determinar cuál es el CBR de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca.	El CBR de la estabilización del suelo con cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en la carretera Pariamarca Cajamarca incrementa moderadamente.	Estabilización de suelo	Propiedades físicas		Consolidación Unidimensional	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 2435-80
						Propiedades mecánicas	CBR (%).
Relación densidad vs Humedad (Proctor)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 698/1557						
Corte Directo	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D 3080-04						

ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1: Mezcla homogénea del material para el cuarteo.



Fotografía 2: Cuarteo de material



Fotografía 3: Muestra para el ensayo de contenido de humedad.



Fotografía 4: Colocación del material en el horno para la determinación del contenido de humedad



Fotografía 5: Peso de la muestra húmeda más recipiente para la determinación del contenido de humedad de la fracción de suelo que pasa el tamiz N°4



Fotografía 6: Realización de ensayo de análisis granulométrico



Fotografía 7: Realización del ensayo de límite líquido



Fotografía 8: Peso del recipiente más muestra del ensayo de límite líquido



Fotografía 9: Colocación de la muestra en el horno para el ensayo de límite líquido.



Fotografía 10: Realización del ensayo de límite plástico.



Fotografía 11: Rollitos formados del ensayo de límite plástico



Fotografía 12: Peso del recipiente más muestra del ensayo de límite plástico



Fotografía 13: Peso del molde más muestra del ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 14: Extracción del material para la determinación del contenido de humedad del ensayo de Próctor modificado.



Fotografía 15: Muestra para el ensayo CBR.



Fotografía 16: Adición de cal y aceite reciclado a la muestra de suelo para el ensayo CBR.



Fotografía 17: Peso del molde de ensayo CBR



Fotografía 18: Moldes de CBR sumergidos en agua para la determinación del hinchamiento.



Fotografía 19: Realización del ensayo de penetración



Fotografía 20: Muestras para el ensayo de corte directo



Fotografía 21: Peso de la cal para el ensayo de corte directo



Fotografía 22: Peso del aceite reciclado para el ensayo de corte directo



Fotografía 23: Adición de la cal y aceite reciclado a la muestra para el ensayo de corte directo.



Fotografía 24: Realización del ensayo de corte directo.



Fotografía 25: Equipo del ensayo de consolidación unidimensional.



Fotografía 26: Anillo del ensayo de consolidación unidimensional.



Fotografía 27: Extensómetro del ensayo de consolidación unidimensional.



Fotografía 28: Peso de la cal para el ensayo de consolidación unidimensional.



Fotografía 30: Peso del aceite reciclado para el ensayo de consolidación unidimensional.



Fotografía 31: Adición de la cal y aceite reciclado a la muestra para el ensayo de consolidación unidimensional.



Fotografía 32: Combinación de la cal más aceite reciclado para el ensayo de consolidación unidimensional

KAOLYN INGENIEROS SAC

Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles, Saneamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos de topografía y equipos livianos.

Jr. Paraiso N° 120- CAJAMARCA
Teléfonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834
RUC: 20529476931
correo electrónico: kisac@hotmail.es /
laboratoriokaolyn@gmail.com

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

"EL COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITES RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA CAJAMARCA INCREMENTA MODERADAMENTE"



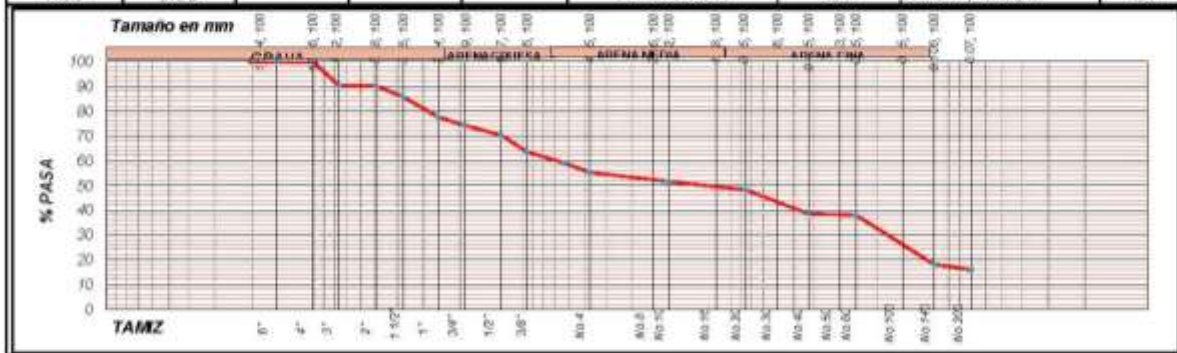
KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisa@hotmali.es

Título: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136	Código de control Nro. KISAC-EMS-ASLL-152-2023
Nro de revisión: A	Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023
Página 1 de 1	

Otra: "EL COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITES RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARAMARCA CAJAMARCA INCREMENTALMENTE"	Fecha de Muestreo: 20/05/2023
Localización X = _____ Y = _____ Cota m a s.n.m. _____	
Descripción: CALICATA	
Muestreado por: EL SOLICITANTE	
Solicitado por: SEGUNDO CRUDUTUCTO SÁNCHEZ	

Tamaño Tamiz	Peso retenido Acumulado	% Retenido	% Pasa	Espec. N°(1)	Comentarios
Ø	0.0	0.0	100.0	100	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO)
Ø	0.0	0.0	100.0		W-contenido de humedad (No. 4) (100) (600g) o (13.231 kg) (No. 4) (1-2)
4"	0.0	0.0	100.0		Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO)
3"	605.0	9.7	90.3		(1.0" (1000) o (13.231 kg) (1-2) (No. 4) (2)
2"	605.0	9.7	90.3		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4
1 1/2"	660.0	14.2	85.8		Secado a 110°C sin lavar.
1"	1390.0	22.4	77.6		
3/4"	1595.0	25.7	74.3		Peso suelo Húmedo que pasa (g) 3780.0
1/2"	1840.0	29.6	70.4		Peso suelo seco que pasa (g) 3436.4
3/8"	2265.0	36.4	63.6		Peso suelo seco retenido (g) 2780.0
1/4"	2535.0	40.8	59.2		Peso suelo seco total (g) 6216.4
No. 4	2780.0	44.7	55.3		OVER= 9.7% CLASIFICACIÓN SUCS: Cu= -
No. 8					GRAVA= 35% SC Cc= -
No. 10	29.9	46.4	53.6		ARENA= 39.4% CLASIFICACIÓN AASHTO: COLOR
No. 16	49.3	50.8	49.2		FIYOS= 15.9% A-2-7 MARRON
No. 20	56.7	51.8	48.2		DESCRIPCIÓN
No. 30	78.2	54.4	45.6		Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4
No. 40	133.8	61.4	38.6		% de suelo seco que pasa la malla No. 200
No. 50	138.1	61.7	38.3		No. Tara C-6
No. 60	138.7	62.0	38.0		Peso Húmedo + Tara 575.4
No. 100	266.8	77.9	22.1		Peso Seco + Tara 531.2
No. 140	298.1	81.8	18.2		Peso de Tara 87.4
No. 200	316.4	84.7	15.9		Peso del Agua 44.2
Pleto	316.5				Peso Seco (No. 200) g 127.3
					Peso Seco (No. 200) g 316.4
					Cont. de humedad % 10.0
					Suelo Seco (No. 200) % 25.0



OBSERVACIONES: MUESTRA INTEGRAL AL 100% PARA EL ENSAYO.
 Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.

EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS SAC	 INGENIERO ESPECIALISTA	<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
		CONCLUSION



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, RESOLUCION: 018297-2015/MSD

Jr. PARAISO No. 130 Urb. COLUMBO CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
Contacto: 970609450 / 984336450 - Correo: kisoa@kaolyn.es

Título:	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216	Código de control No. KISAC-EMS-ABLL-152-2023
Nro. De Revisión	A	Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023
		Página 1 de 1

Clima:	"EL COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITES RECLAMADOS DE VEHICULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARANANCA CAJAMARCA INCREMENTA MODERADAMENTE"	Fecha muestra: 20052023
Descripción:	CALICATA	
Muestrado por:	SOLICITANTE	
Solicitado por:	SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ	

Condiciones de Secado: 60°C / 110°C **Método:** Horno (O) Microonda (M)



Muestra No.	KISAC-EMS-ABLL-152-2022			
	E =	N =	Z =	
Ubicación	3.00 metros			
Profundidad	3.00 metros			
Muestra o Ensayo	1	2	3	4
RECIPIENTE No.	C-10	C-7		
P ₁ + P _H A	1094.0	1520.0		
P ₁ + P _S B	1722.0	1385.0		
P ₂ C	88.0	88.0		
P AGUA D = A - B	172.0	136.0		
P ₂ E = B - C	1634.0	1297.0		
% DE HUMEDAD (DW) * 100	10.5	10.4	Promedio = 10.5	
CLASIFICACION SUCE	SC			

OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA

Muestra No.	E =	N =	Z =	
Ubicación				
Profundidad				
Muestra o ensayo	5	6	7	8
RECIPIENTE No.				
P ₁ + P _H A				
P ₁ + P _S B				
P ₂ C				
P AGUA D = A - B				
P ₂ E = B - C				
% DE HUMEDAD (DW) * 100				

OBSERVACIONES:

PR= PESO DEL RECIPIENTE
PH= PESO HUMEDO
PS= PESO SECO

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS SAC	 INGENIERO ESPECIALISTA	<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA CONCLUSION



KAOLYN INGENIEROS S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBIO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 070809450 / 984336450 - Correo: kaolyn@hotmail.pe

Título:	LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Código de control / No.: HISAC-ENS-45LL-152-2023
No. de revisión:	4	Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023
		Página: 1 de 1

Cltv:	"EL COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITES RECICLADOS DE VEHICULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARUMARCA CAJAMARCA INCREMENTA MODERADAMENTE"	Fecha de Muestra:	25-May-23
Localidad:	E = _____ N = _____	Cota (m.s.n.m.):	_____
Zona:	SIERRA, RUPAL		
Dominio:	CALICATA		
Muestra No.:	HISAC-ENS-45LL-152-2023		
Solicitado por:	SEGUNDO CHUCUITULO SÁNCHEZ		
Monitoreado por:	SOLICITANTE		

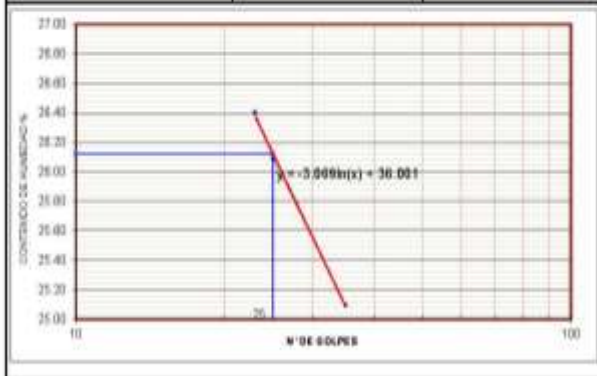
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

Muestra e ensayo	1	2	3	4
Nº DE GOLPES	23	25	35	
RECIPENTE No.	478	452	488	
P_w + P_h	80.33	57.10	57.57	
P_w + P_s	80.12	54.40	54.82	
P AGUA	2.27	2.7	2.65	
P_w	49.75	42.11	44.35	
P_s	0.37	10.25	10.95	
% DE HUMEDAD	26.40	26.00	25.00	

LÍMITE PLÁSTICO

RECIPENTE No.	P02	P78		
P_w + P_h	35.10	36.01		
P_w + P_s	34.14	33.70		
P AGUA	0.06	1.02		
P_w	27.99	29.26		
P_s	0.15	0.53		
% DE HUMEDAD:	13.01	13.02	Procedo= 15.6	



HUMEDAD NATURAL %: 30.8
LÍMITE LÍQUIDO %: 26.1
LÍMITE PLÁSTICO %: 15.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 30.5

No. Golpes	Factor K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

OBSERVACIONES: Las muestras fueron ingresadas por el solicitante

P_w PESO DEL RECIPENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA
P_w PESO HUMEDO	PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	DESTILADA
P_s PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	POTABLE

EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	 INGENIERO ESPECIALISTA	<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA CONCLUSIÓN



KAOLYN INGENIEROS S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS,
QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBIO, CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título: ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883	Código de Control Nro.: KISAC-EMS-152- 2023
Obra: "EL COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITES RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA CAJAMARCA INCREMENTA MODERADAMENTE"	
Descripción: CALICATA	
Solicitante: SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ	
Ubicación: DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA	
Fecha de Muestreo:	

COMPACTACION C B R

MOLDE	3		2		1	
	ANTES DE EMPAPAR		ANTES DE EMPAPAR		ANTES DE EMPAPAR	
Altura Molde (mm)	117		117		117	
N° Capas	5		5		5	
N°Golpes/Capa	12		25		50	
P. Húmedo + Molde	11750	12380	12380	12730	12440	12721
Peso Molde (gr)	7818	7818	8030	8030	7993	7993
Peso Húmedo (gr)	3802	4482	4254	4703	4447	4728
Vol. Molde (cc)	2130	2130	2118	2118	2086	2086
Densidad H. (gr/cc)	1.834	2.09	2.010	2.22	2.122	2.28
Número de Tara	C12	C1	C9	C7	C2	C8
P. Húmedo + Tara	399.9	444.1	302.9	437.8	418.0	473.48
Peso Seco + Tara	346.4	352.5	348.9	380.8	386.9	404.70
Peso Agua (gr)	47.5	92.1	48.0	76.9	52.1	86.78
Peso Tara (gr)	87.2	88.3	81.7	88.4	87.2	125.10
P. Muestra Seca	259.2	263.7	265.2	272.5	278.8	279.60
Cont. Humedad	18.3%	34.9%	18.0%	28.2%	18.7%	24.59%
Cont. Hum. Prom.	18.3%	34.92%	18.0%	28.22%	18.7%	24.59%
DENSIDAD SECA	1.842	1.548	1.700	1.732	1.787	1.810

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO (Hrs)	(Días)	NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.150	5.150	4.42	0.800	8.800	5.83	7.250	7.250	6.22
48	2	7.000	7.000	6.95	0.500	9.500	7.29	6.000	6.000	7.72
72	3	8.000	8.000	5.90	0.800	8.800	7.70	8.100	8.100	7.80
96	4	8.070	8.070	6.92	8.100	9.100	7.80	8.200	8.200	7.89

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 03				MOLDE N° 02				MOLDE N° 01			
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2			
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.84	0.025	32.0	1.83	23.10	43.0	2.19	31.08	39.6	2.02	29.83	65.3	3.33	47.21
1.27	0.050	65.3	3.33	47.21	83.0	4.23	60.99	94.6	4.82	69.42	123.7	6.30	89.41
1.91	0.075	94.6	4.83	69.62	125.8	6.41	90.82	140.6	7.16	101.82	203.0	10.34	146.72
2.54	0.100	123.7	6.30	89.41	189.2	9.31	138.00	198.0	10.08	143.13	289.1	18.80	268.04
5.08	0.200	203.0	10.34	146.72	307.3	15.65	222.15	415.8	21.19	300.57	369.1	22.81	320.88
7.62	0.300	289.1	14.98	209.89	488.2	23.94	338.42	612.2	31.18	442.95	443.9	27.81	390.94
10.16	0.400	369.1	19.80	280.04	591.5	30.13	427.81	775.4	39.49	550.49	443.9	27.81	390.94
12.70	0.500	443.9	22.81	320.88	710.9	38.21	513.89	825.1	47.11	666.70	443.9	27.81	390.94

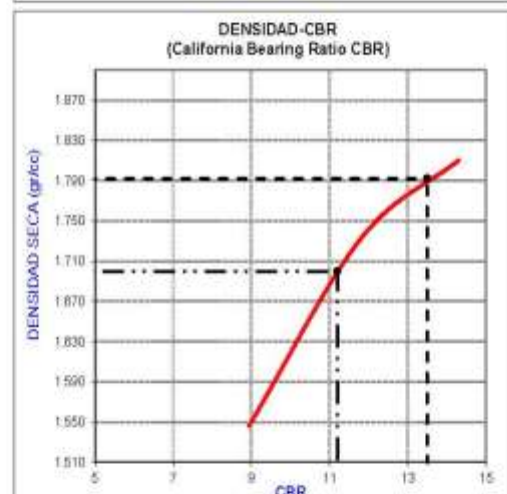
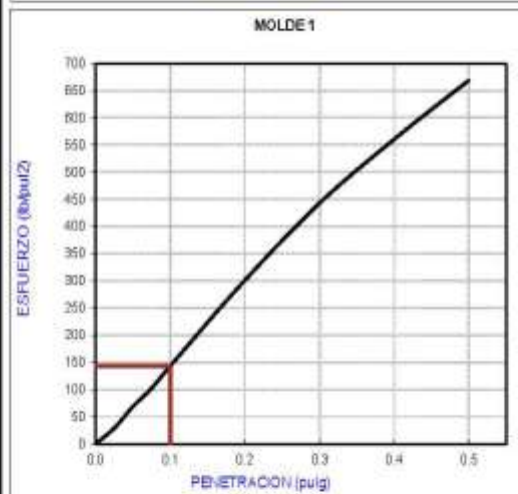
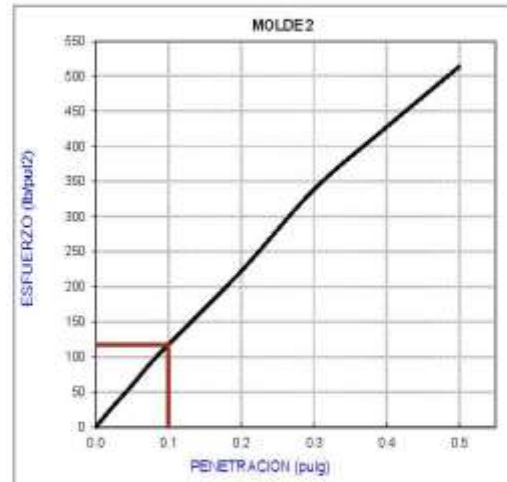
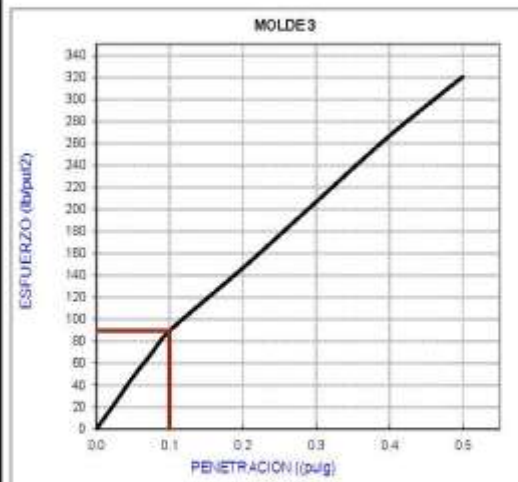
OBSERVACIONES:

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
	<p>ING. LILIAN ROSCO VILLANUEVA SANCAN <small>ESPECIALISTA DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO CIP: 916722</small></p>	<p>CUMPLE NO CUMPLE NO APLICA</p>
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSIÓN



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS,
QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es



PENETRACION	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.546	69.40	8.9
MOLDE 2	1.732	118.00	11.8
MOLDE 1	1.810	143.10	14.3

Densidad Máxima Seca 1.792
Humedad Óptima 18.1

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	13.5 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	11.2 %

OBSERVACIONES: las muestras fueron ingresadas por el solicitante

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS SAC	 INGENIERO ESPECIALISTA	<input checked="" type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
CONCLUSION		



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD

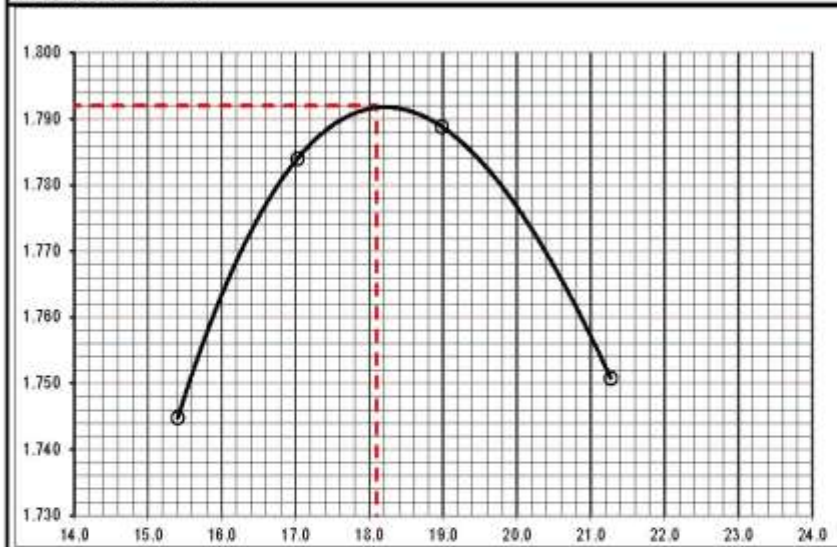
Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBNO, CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título:	RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) ASTM D 698 / 1557	Código de control Nro.:
		KISAC EMS-152-2023
Nro de revisión:	A	Fecha de revisión del Formato:
		MAYO, 2023
		Página 1 de 1

Otra:	"EL COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITES RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA CAJAMARCA INCREMENTA MODERADAMENTE"	Fecha de muestreo:
		2023-05-20
Localización:	E = _____ N = _____ C = _____	
Descripción:	CALCATA	
Muestra Nro.:	KISAC EMS-152-2023	
Solicitado por:	SEGUNDO CHUQUITUCTO SANCHEZ	
Muestreado por:	Solicitante	

DETERMINACIÓN	1	2	3	4	5			
Agua Agregada	12%	14%	16%	18%				
Peso Molde + material húmedo	5675.0	5746.0	5785.0	5780.0				
Peso del molde (g)	3746.00	3746.00	3746.00	3746.00				
Peso de material húmedo (g)	1929.0	2000.0	2039.0	2034.0				
Volumen del molde (cm ³)	958.00	958.00	958.00	958.00				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.014	2.088	2.128	2.123				
Cápsula + material húmedo (g)	419.1	405.2	389.1	402.3				
Cápsula + material seco (g)	374.6	360.0	347.1	347.0				
Peso del agua (g)	44.3	46.2	42.1	55.3				
Número de cápsula	C-4	C-7	C-9	C-2				
Peso de la cápsula (g)	87.3	88.4	125.3	87.2				
Peso de suelo seco (g)	287.5	271.5	221.7	259.8				
Contenido de agua (%)	15.4	17.0	19.0	21.3				
Densidad seca (g/cm ³)	1.745	1.784	1.789	1.757				
Tipo molde X 4" 6" diámetro		Volumen Molde		T° Secado	Peso molde			
Metodo	XA	B	C	958.00	CC	60°C/110°C X	3746.0	g X
Clasificación SUCS:	SP-SC				ASTM	698/1557		





DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³)
1.792

HUMEDAD OPTIMA %
18.1

DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³)
1.792

OBSERVACIONES: ---
Las muestras fueron ingresadas por el solicitante

EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSION

KAOLYN INGENIEROS S.A.C.

Jr. Paraíso N° 120

Telefonos: 970909446 / 984336450 / 984335834

RUC: 20529476931

kisac@hotmail.es / laboratorikaolyn@gmail.com

***ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS***

PROYECTO:

**"ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE
VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA,
CAJAMARCA, 2023"**

**KAOLYN
INGENIEROS S.A.C**

SOLICITANTE

SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ

CÓDIGO DE ENSAYO

KISAC-EMS-153-2023



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD

Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBIO - CAJAMARCA - CAJAMARCA
Contacto: 970909450 / 084336450 - Correo: hsiac@hotmail.es

Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro: KSAC-ENS-153-2023
Nro. De Revisión: A	Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023	Página: 1 de 1

Obra: **"ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHICULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARAMARCA, CAJAMARCA, 2023"** Fecha muestreo: **09/05/2023**

Descripción: CALCATA-02
 Muestreado por: SOLICITANTE
 Solicitado por: SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ

Condiciones de Secado: 60°C / 110°C Método: Horno (O) Microonda (M)

Muestra No.	KSAC-ENS-153-2023			
	E*		N*	Z*
Ubicación				
Profundidad				
Muestra o ensayo	1	2	3	4
REQUIRENTE No	E-1	E-5		
R + R _s A	1540.0	1380.0		
R + R _s B	1432.0	1281.0		
R C	104.0	1030		
P AGUA D = A - B	117.0	98.0		
P _s E = B - C	1365.0	1173.0		
% DE HUMEDAD (DE) * 100	8.8	8.4	Promedio = 8.6	
CLASIFICACION SUCS	OP - OM			

OBSERVACIONES:

Muestra No.				
	E*		N*	Z*
Ubicación				
Profundidad				
Muestra o ensayo	5	6	7	8
REQUIRENTE No				
R + R _s A				
R + R _s B				
R C				
P AGUA D = A - B				
P _s E = B - C				
% DE HUMEDAD (DE) * 100				

OBSERVACIONES:

PR= PESO DEL RECIENTE
 RH= PESO HUMEDO
 RS= PESO SECO

EJECUTÓ	APROBO	RESULTADO
		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSION



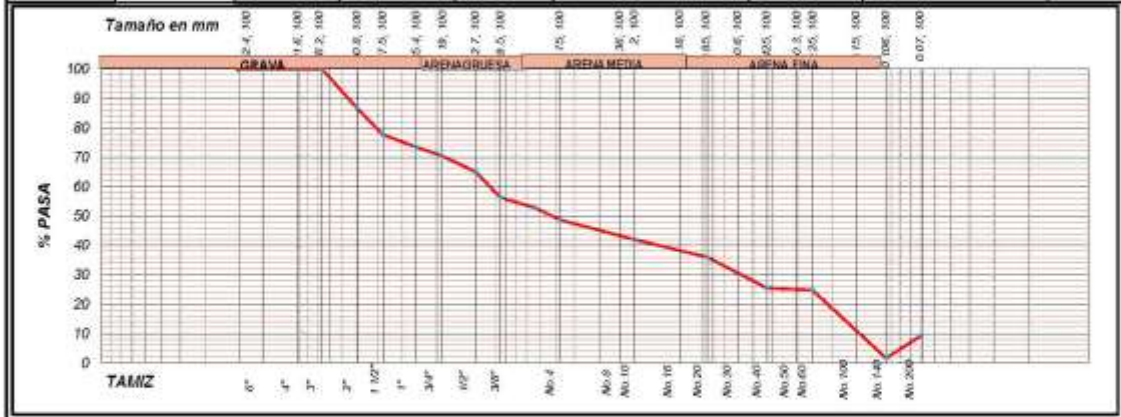
KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136	Código de control Nro. KISAC-EMS-153-2023
Nro de revisión:	A	Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023
		Página 1 de 1

Obra:	"ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"	Fecha de Muestreo: 09/05/2023
Descripción:	CALICATA-02	
Muestreado por:	SOLICITANTE	
Solicitado por:	SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ	

Tamaño Tare	Peso Pasa Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especific Nivel	Descripción
2"	0.0	0.0	100.0	100	Cantidad de suelo que pasa al tamiz No. 4 (Compactación AASHTO)
6"	0.0	0.0	100.0		(Contenido de humedad (-No.4)/100)1000g a 19.291 8/71-No. 4(1-2)3
4"	0.0	0.0	100.0		Cantidad de suelo entre los tamices No. 4 y No. 10 (Compactación AASHTO)
3"	0.0	0.0	100.0		1.01/10000 a 19.291 8/15-2.1/No.4(5-2)1
2"	615.0	13.2	86.8		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla No. 4
1 1/2"	1040.0	22.3	77.7		Secado a 110°C sin lavar
1"	1240.0	26.6	73.4		Peso suelo húmedo que pasa (g)
3/4"	1370.0	29.4	70.6		2690.0
1/2"	1635.0	35.0	65.0		Peso suelo seco que pasa (g)
3/8"	2040.0	43.7	56.3		2272.0
1/4"	2205.0	47.2	52.8		Peso suelo seco retenido (g)
No. 4	2395.0	51.3	48.7		2395.0
No. 8					Peso suelo seco total (g)
No. 10	54.0	98.0	42.0		4667.0
No. 16	94.6	63.0	37.0		OVER= 0.0 % CLASIFICACIÓN SUCS: Cu= -
No. 20	103.4	64.0	36.0		GRAVA= 51.3 % GP - GM Cc= -
No. 30	120.5	66.1	33.9		ARENA= 39.3 % CLASIFICACIÓN AASHTO: COLOR: -
No. 40	189.1	74.6	25.4		FINOS= 9.40000 A-1-b MARRON CLARO
No. 50	191.4	74.9	25.1		DESCRIPCIÓN: Grava pobremente gradada con limo y arena
No. 60	194.0	75.2	24.8		Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla No. 4
No. 100	280.1	85.8	14.2		% de suelo seco que pasa la malla No. 200
No. 140	382.1	98.4	1.6		No. Tare C-01 No. Tare C-01
No. 200	319.2	90.6	9.4		Peso Humedo + Tare 556.2 Peso Seco + Tare 483.6
Pasib	319.3				Peso de Tare 88.4 P. Suelo Lavado + Tare 407.6
					Peso del Agua 72.6 Suelo Seco (-No. 200)g 78.0
					Peso Seco 395.2 Suelo Seco (+No. 200)g 319.2
					Cont. de humedad % 16.4 Suelo Seco (-No. 200) % 9.4



OBSERVACIONES:

EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS SAC	 INGENIERO ESPECIALISTA	<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
		CONCLUSION

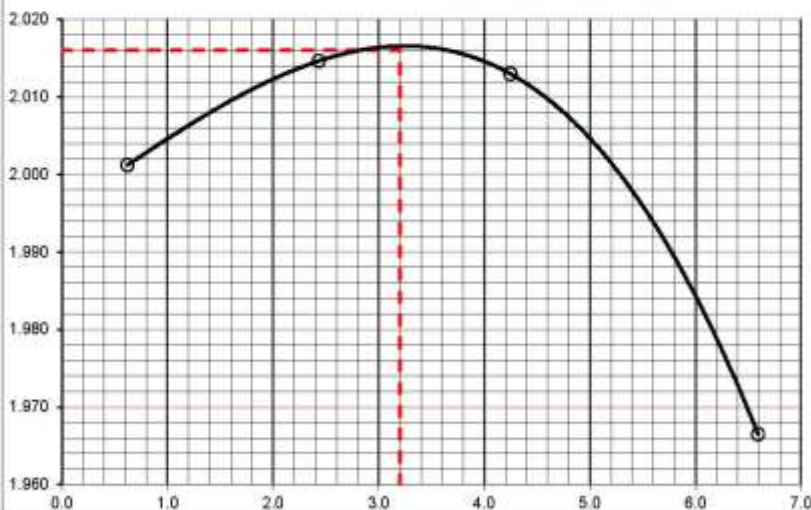


KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBINO, CAJAMARCA - CAJAMARCA
Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) ASTM D 698 / 1557		Código de control Nro.: KISAC-EMS-153-2023
Nro de revisión: A	Fecha de revisión del Formato: MAYO, 2023	Página: 1 de 1
Obra: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"		Fecha de muestreo: 09-May-23
Descripción: CALICATA-02		
Muestra Nro.: KISAC-EMS-153-2023		
Solicitado por: SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ		
Muestreado por: SOLICITANTE		

DETERMINACIÓN	1	2	3	4	5			
Agua Agregada	0%	2%	4%	6%				
Peso Molde + material húmedo	10695.0	10801.0	10875.0	10870.0				
Peso del molde (g)	6422.00	6422.00	6422.00	6422.00				
Peso de material húmedo (g)	4273.0	4379.0	4453.0	4448.0				
Volumen del molde (cm ³)	2122.00	2122.00	2122.00	2122.00				
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.014	2.064	2.098	2.096				
Cápsula + material húmedo (g)	556.9	491.5	556.0	457.9				
Cápsula + material seco (g)	554.0	481.9	536.9	435.0				
Peso del agua (g)	2.9	9.6	19.1	22.9				
Número de cápsula	C-3	C-2	C-4	C-2				
Peso de la cápsula (g)	87.6	87.1	87.3	87.6				
Peso de suelo seco (g)	466.4	394.8	449.6	347.4				
Contenido de agua (%)	0.6	2.4	4.2	6.6				
Densidad seca (g/cm ³)	2.001	2.015	2.013	1.967				
Tipo molde	X 4" 6" diámetro		Volumen Molde	T° Secado	Peso molde			
Método	X	A	B	C	2122.00 CC	60°C/110°CX	6422.0 g	X
Clasificación SUCS:	GP - GM			ASTM	E98/1557			


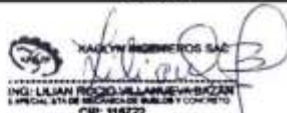


DENSIDAD MAXIMA (g/cm³)
2.016

HUMEDAD OPTIMA %
3.2

DENSIDAD MAXIMA (g/cm³)
2.016

OBSERVACIONES: —

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSION



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS,
QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBINO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título: ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883	Código de Control Nro.: KISAC-EMS-153-2023
---	--

Obra: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHICULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"

Descripción: CALICATA-02
Solicitante: SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ **SUCS:** **GP - GM**
Fecha de Muestreo: 09/05/2023

COMPACTACION C B R

MOLDE	3		2		1	
	117		117		117	
Altura Molde (mm)	5		5		5	
Nº Capas	12		25		36	
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES
P. Hum + Molde	12056	12425.00	12400	12690.00	12856	12850.00
Peso Molde (gr)	7797	7797.00	7998	7993.00	7998	7985.00
Peso Húmedo (gr)	4258	4629.00	4407	4597.00	4670	4884.00
Vol. Molde (cc)	2120.00	2120.00	2098.00	2098.00	2114.00	2114.00
Densidad H (gr/cc)	2.008	2.18	2.103	2.24	2.209	2.30
Número de Terc	C-0	C-1	C-0	C-2	C-4	C-3
P. Húmedo + Tara	458.2	489.00	457.0	510.00	455.0	500.21
Peso Seco + Tara	428.5	439.30	430.6	468.20	429.0	462.65
Peso Agua (gr)	29.7	49.70	27.1	43.80	26.0	37.56
Peso Tara (gr)	87.9	87.40	88.8	87.30	95.5	87.25
P. Muestra Seca	341.5	351.90	342.0	378.90	333.5	375.42
Cont. Humedad	7.8%	14.12%	7.9%	11.56%	8.1%	10.00%
Cont. Hum. Prom.	7.8%	14.12%	7.9%	11.56%	8.1%	10.00%
DENSIDAD SECA	1.863	1.913	1.948	2.009	2.044	2.092

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hrs)	(Dias)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.000	0.000	0.00	0.510	0.510	0.44	0.000	0.000	0.00
48	2	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
72	3	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
96	4	1.680	1.560	1.81	0.940	0.940	0.81	0.480	0.480	0.41

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
(mm)	(pulg)		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.84	0.035	110.7	5.84	80.00	151.5	7.72	109.51	127.7	10.07	142.91
1.27	0.050	192.6	9.81	139.22	272.1	13.66	198.69	277.1	19.21	272.59
1.91	0.075	261.7	13.43	190.62	359.4	18.30	259.85	325.9	26.78	380.16
3.54	0.100	323.7	16.49	233.90	452.4	23.04	327.03	447.7	33.89	488.20
5.08	0.200	487.4	25.33	359.56	752.1	38.30	543.67	1022.4	52.07	739.06
7.62	0.300	617.7	31.48	448.53	947.4	48.25	694.85	1262.1	64.29	912.33
10.16	0.400	713.7	36.55	515.91	1082.7	55.14	792.65	1427.7	72.71	1032.04
12.70	0.500	756.1	38.61	548.01	1133.4	57.72	819.30	1516.0	77.16	1095.15

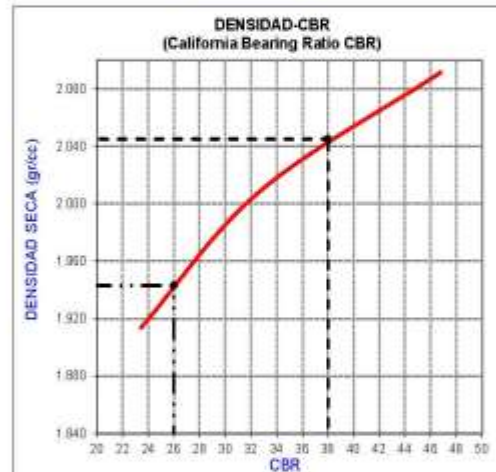
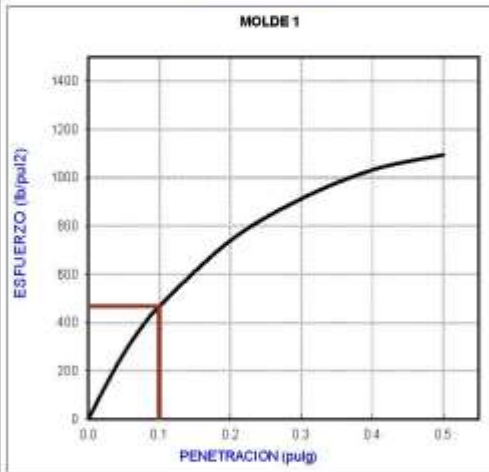
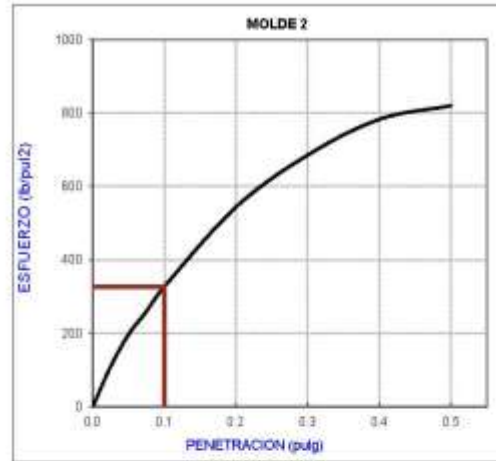
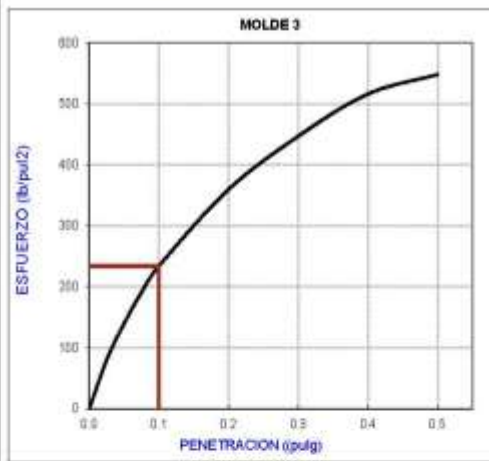
OBSERVACIONES:

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS SAC	 INGENIERO ESPECIALISTA	 CUMPLE NO CUMPLE NO APLICA CONCLUSION



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS,
QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO, CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (")	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.913	233.99	23.4
MOLDE 2	2.009	327.03	32.7
MOLDE 1	2.092	468.20	46.8

Densidad Máxima Seca 2.016
Humedad Óptima 3.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	38.0 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	26.0 %

OBSERVACIONES:

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS SAC	 INGENIERO ESPECIALISTA	<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
CONCLUSION		

KAOLYN INGENIEROS S.A.C.

Jr. Paraíso N° 120

Telefonos: 970909446 / 984336450 / 984335834

RUC: 20529476931

kisac@hotmail.es / laboratoriokaolyn@gmail.com

***ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS Y CONCRETO***

PROYECTO:

**"ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE
RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA
CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"**

SOLICITANTE

SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ

CÓDIGO DE ENSAYO

KISAC-EMS-154-2023



KAOLYN INGENIEROS S.A.C
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBO CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 964336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136	Código de control Nro. KISAC-EMS-154-2023
Nro de revisión: A	Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023
Página 1 de 1	

Obra: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS
MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"

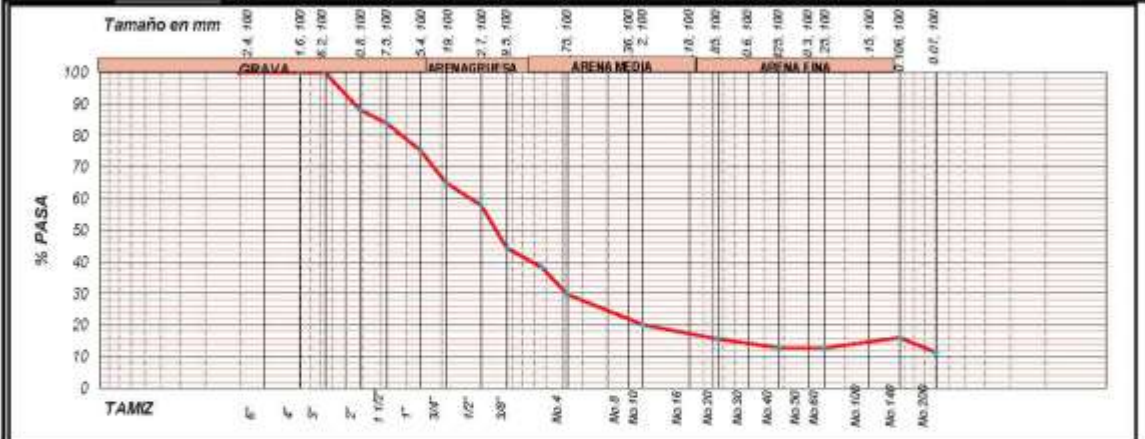
Fecha de Muestreo: 09/05/2023

Descripción: CALICATA-03

Muestreado por: EL SOLICITANTE




Solicitado por: SEGUNDO CHUQUITUCCO SÁNCHEZ

Tamaño (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Pasa	Esp. (mm)	Comentarios
8"	0.0	0.0	100.0	100	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO): [1-contenido de humedad (No. 4) (100) (600) g a 13.231 g (No. 4) (1-2)]
5"	0.0	0.0	100.0		Cantidad de suelo entre los tamices No. 4 y No. 10 (Compactación AASHTO): 1.01 (600 a 13.231 g) (1-2) (No. 4) (1-2)
4"	0.0	0.0	100.0		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla No. 4
3"	0.0	0.0	100.0		Secado a 110°C sin lavar.
2"	405.0	11.9	88.1		
1 1/2"	550.0	16.2	83.8		
1"	845.0	24.9	75.1		Peso suelo húmedo que pesa (g) 1110.0
3/4"	1190.0	35.0	65.0		Peso suelo seco que pesa (g) 1,008.2
1/2"	1435.0	42.2	57.8		Peso suelo seco lavado (g) 2390.0
3/8"	1690.0	55.6	44.4		Peso suelo seco total (g) 3398.2
1/4"	2100.0	61.8	38.2		OVER= 0.0 %
No. 4	2390.0	70.3	29.7		CLASIFICACIÓN SUCS: GP - GC
No. 8					CLASIFICACIÓN AASHTO: A-3
No. 10	102.0	79.9	20.1		COLOR: MARRON OSCURO
No. 16	139.8	83.5	16.5		
No. 20	149.3	84.4	15.6		
No. 30	164.9	85.9	14.1		
No. 40	179.1	87.2	12.8		
No. 60	179.3	87.2	12.8		
No. 80	179.6	87.3	12.7		
No. 100	187.5	88.0	12.0		
No. 140	144.9	84.0	16.0		
No. 200	195.3	88.7	11.3		
Piedra	195.4				



OBSERVACIONES:

EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
E. KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSION

 KAOLYN INGENIEROS S.A.C LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, RESOLUCION: 018207-2015/DSO Jr. PARAISO No. 120 Urb. COLUMBO, CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA Contacto: 970929450 / 984336450 - Correo: ksaq@hotmail.es																																																				
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control No. K/ISAC-EM5-154-2023																																																		
Nro. De Revisión: A	Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023	Página 1 de 1																																																		
Data: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"		Fecha muestreo: 09/05/2023																																																		
Descripción: CALICATA-03																																																				
Muestreado por: SOLICITANTE																																																				
Solicitado por: SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ																																																				
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/> Microondas (M) <input type="checkbox"/>																																																		
Muestra No.		KISAC-EM5-154-2622																																																		
Ubicación	E =	N =	Z =																																																	
Profundidad	1.5																																																			
Muestra o Ensayo	1	2	3	4																																																
REQRENTE No.	E-3	E-4																																																		
Pt + Pn A	1385.0	1425.0																																																		
Pt + Pn B	1294.0	1300.0																																																		
Pt C	103.0	102.0																																																		
P. AGUA D = A - B	99.0	95.0																																																		
Pn E = B - C	1191.0	1228.0																																																		
% DE HUMEDAD (DE) * 100	7.8	7.7	Promedio = 7.7																																																	
CLASIFICACION SUCS	GP - GC																																																			
OBSERVACIONES:																																																				
<table border="1" style="width:100%"> <thead> <tr> <th>Muestra No.</th> <th>E =</th> <th>N =</th> <th>Z =</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profundidad</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra o ensayo</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>REQRENTE No.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pt + Pn A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pt + Pn B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pt C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. AGUA D = A - B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pn E = B - C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% DE HUMEDAD (DE) * 100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Muestra No.	E =	N =	Z =	Profundidad				Muestra o ensayo	5	6	7	8	REQRENTE No.					Pt + Pn A					Pt + Pn B					Pt C					P. AGUA D = A - B					Pn E = B - C					% DE HUMEDAD (DE) * 100				
Muestra No.	E =	N =	Z =																																																	
Profundidad																																																				
Muestra o ensayo	5	6	7	8																																																
REQRENTE No.																																																				
Pt + Pn A																																																				
Pt + Pn B																																																				
Pt C																																																				
P. AGUA D = A - B																																																				
Pn E = B - C																																																				
% DE HUMEDAD (DE) * 100																																																				
OBSERVACIONES:																																																				
PR= PESO DEL REQRENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO																																																				
EJECUTÓ  KAOLYN INGENIEROS SAC		APROBÓ  INGENIERO ESPECIALISTA		RESULTADO <input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA																																																
				CONCLUSIÓN																																																



KAOLYN INGENIEROS S.A.C
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
 Jr. PARAISO Nro 120 Urb. COLUMBINO, CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 97002450 / 98033680 - Correo: hasec@kaolyn.es

Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318		Código de control Nro KISAC-EMS-154-2023	
Nro de revisión: A	Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023	Página: 1	de 1

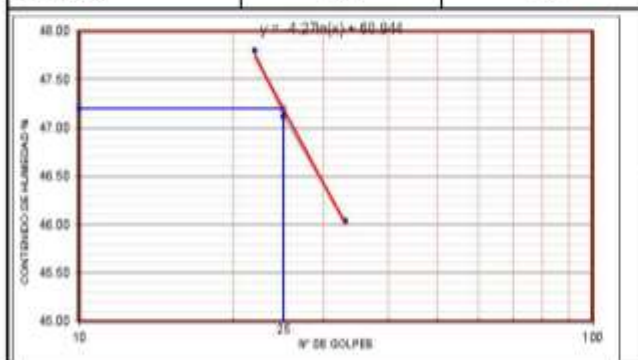
Objeto: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"	Fecha de Muestreo: 09-May-23
--	------------------------------

Descripción: CALICATA-03
Muestra No: KISAC-EMS-154-2023
Solicitado por: SEGUNDO CRUZQUIFUCTO SÁNCHEZ
Muestreado por: SOLICITANTE

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra o ensayo	1	2	3	4
Nº DE GOLPES	22	25	33	
RECIPENTE No	A-87	A-82	A-78	
P ₁ + P _h	30.18	58.00	63.15	
P ₁ + P _u	52.04	55.94	59.78	
P. AGUA	3.15	2.86	3.37	
P _v	46.45	49.67	52.48	
P _u	6.98	6.07	7.32	
% DE HUMEDAD	47.80	47.12	46.04	

LÍMITE PLÁSTICO				
RECIPENTE No	P-57	P-80		
P ₁ + P _h	37.15	37.32		
P ₁ + P _u	35.73	36.08		
P. AGUA	1.42	1.26		
P _v	29.03	30.08		
P _u	6.70	5.88		
% DE HUMEDAD	21.19	21.07	Promedio = 21.13	



HUMEDAD NATURAL %	7.7
LÍMITE LÍQUIDO %	47.20
LÍMITE PLÁSTICO %	21.13
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %	26

Nº	Factor
20	0.65
25	0.60
30	0.55
35	0.50
40	0.45
50	0.40
60	0.35
70	0.30
80	0.25
90	0.20

OBSERVACIONES _____

PM= PESO DEL RECIPENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA
PH= PESO HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA	DESTILADA OTRA
PS= PESO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD	POTABLE

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS S.A.C.	 INGENIERO ESPECIALISTA	<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA CONCLUSION



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD**

Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBO, CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) ASTM D 698 / 1557	Código de control Nro.: KISAC-EMS-154-2023
Nro de revisión: A	Fecha de revisión del Formato: MAYO, 2023
Página 1 de 1	

Obral: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS
MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023" **Fecha de muestreo:** 05/09/23

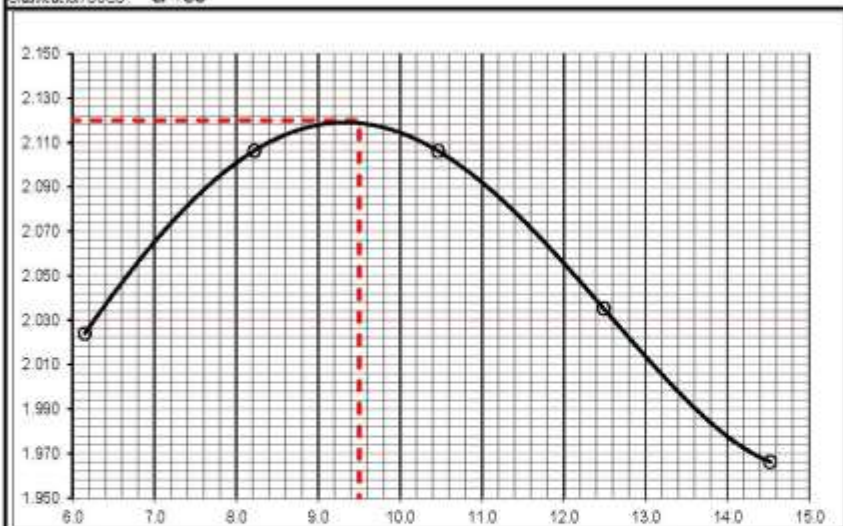
Descripción: CALICATA-03 ---

Muestra Nro.: KISAC-EMS-154-2023 ---

Solicitado por: SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ

Muestreado por: Solicitante

DETERMINACIÓN	1	2	3	4	5	
Agua Agregada	2%	4%	6%	8%	10%	
Peso Molde + material húmedo	10981.0	11259.0	11389.0	11280.0	11200.0	
Peso del molde (g)	6422.00	6422.00	6422.00	6422.00	6422.00	
Peso de material húmedo (g)	4559.0	4837.0	4937.0	4858.0	4778.0	
Volumen del molde (cm ³)	2122.00	2122.00	2122.00	2122.00	2122.00	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.148	2.279	2.327	2.289	2.252	
Cápsula + material húmedo (g)	507.0	496.0	478.0	515.0	564.0	
Cápsula + material seco (g)	483.0	465.0	441.0	468.0	500.0	
Peso del agua (g)	24.0	31.0	37.0	47.0	64.0	
Número de cápsula	C-7	C-8	C-2	C-1	D-7	
Peso de la cápsula (g)	92.7	88.0	87.4	91.7	99.3	
Peso de suelo seco (g)	390.3	377.1	353.6	376.3	440.7	
Contenido de agua (%)	6.1	8.2	10.5	12.5	14.5	
Densidad seca (g/cm ³)	2.024	2.106	2.106	2.035	1.966	
Tipo molde	4" X 6" diámetro		Volumen Molde		T° Secado	
Método	A	B	C	2122.00	DC	60°C/110°C
Clasificación SUCS:	GP - GC			ASTM	698/1557	


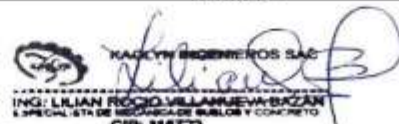




DENSIDAD MAXIMA (g/cm³)
2.120

HUMEDAD OPTIMA %
9.5

DENSIDAD MAXIMA (g/cm³)
2.141

OBSERVACIONES: ---

EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
 KAOLYN INGENIEROS SAC	 ING. LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZZAN <small>ESPECIALISTA DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO</small> CRP 316722 INGENIERO ESPECIALISTA	 CUMPLE  NO CUMPLE
CONCLUSION		



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS,

QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD

Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBOS, CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título: ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883	Código de Control Nro.: KISAC-EMS-154-2023
---	---

Obra: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"

Descripción: CALICATA-03
Solicitante: SEGUNDO CHUQUITUCTO SANCHEZ **SUCS:** GP - GC
Fecha de Muestreo: 09/05/2023

COMPACTACION C B R

MOLDE	3		2		1	
	Altura Molde mm.		Altura Molde mm.		Altura Molde mm.	
N° Capas	5		5		5	
N°Sob + Capa	12		25		56	
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR		ANTES DE EMPAPAR		ANTES DE EMPAPAR	
P. Húm. + Molde	12334	12675	12420	12694	12760	12655.00
Peso Molde (gr)	7807	7807	7895	7895	7942	7942
Peso Húmedo (gr)	4527	4850	4725	4989	4848	5013
Vol. Molde (cc)	2111.00		2116.00		2116.00	
Densidad H (g/cc)	2.144	2.31	2.233	2.36	2.289	2.37
Número de Tara	C-41	C-8	C-2	C-1	C-10	C5
P. Húmedo + Tara	475.3	509.4	488.3	477.4	489.3	502.00
Peso Seco + Tara	451.3	495.4	471.5	434.4	472.0	465.00
Peso Agua (gr)	25.0	54.0	35.8	43.0	27.3	37.00
Peso Tara (gr)	85.5	87.5	87.2	87.4	88.8	89.00
P. Muestra Seca	955.8	367.5	384.3	347.0	383.2	369.50
Cont. Humedad	7.0%	14.7	7.0%	12.4	7.1%	10.07%
Cont. Hum. Prom.	7.0%	14.69%	7.0%	12.39%	7.1%	10.07%
DENSIDAD SECA	2.004	2.011	2.087	2.098	2.136	2.149

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
(Hrs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	2.120	2.120	1.82	2.900	2.900	2.49	3.450	3.450	2.98
48	2	2.870	2.870	2.46	3.550	3.550	3.04	4.150	4.150	3.58
72	3	3.040	3.040	2.81	3.870	3.870	3.15	4.990	4.990	4.28
96	4	3.250	3.250	2.79	3.710	3.710	3.18	5.200	5.200	4.48

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pu2		kg/cm2	lb/pu2		kg/cm2	lb/pu2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	135.5	8.30	97.95	159.4	8.12	115.23	200.4	10.21	144.86
1.27	0.050	280.5	13.27	188.31	291.4	14.84	210.84	381.5	19.43	275.85
1.91	0.075	359.3	18.30	259.73	413.3	21.05	299.78	523.5	26.67	379.49
2.54	0.100	443.8	22.60	320.81	517.9	25.38	374.37	651.6	33.19	471.02
5.08	0.200	712.8	36.30	515.26	860.5	43.83	622.10	1029.6	52.13	739.93
7.62	0.300	909.2	46.31	657.23	1126.6	57.38	814.39	1262.4	64.29	912.55
10.16	0.400	1040.1	52.97	751.86	1308.1	66.52	944.14	1443.2	73.50	1043.25
12.70	0.500	1081.3	55.07	781.84	1385.4	71.07	1008.69	1555.2	78.21	1124.21

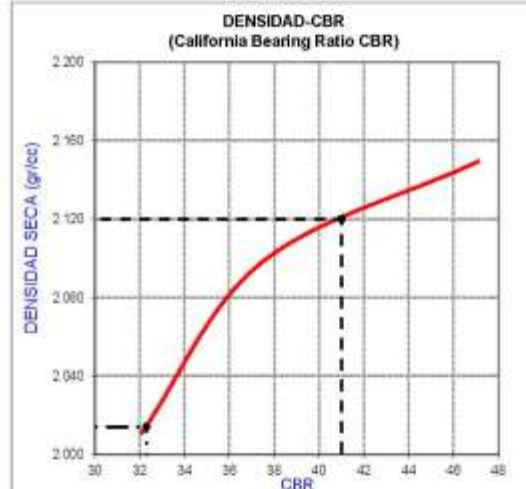
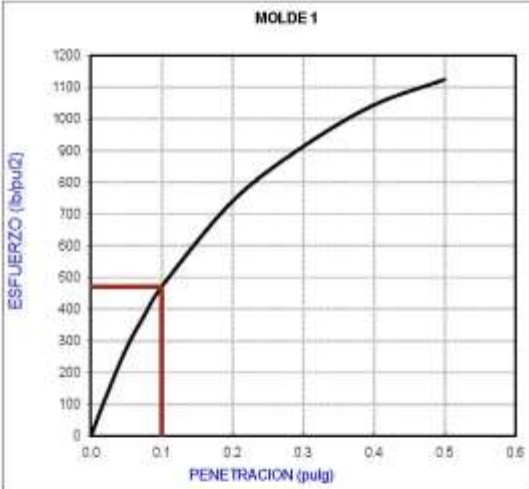
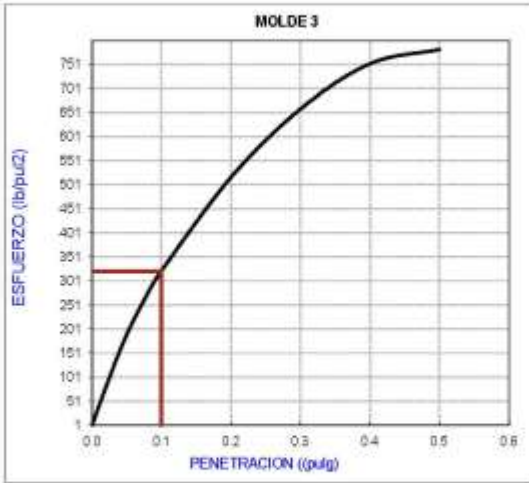
OBSERVACIONES

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
	 <small>ING. LILIAN FRODO VILLAMUÑA BAZZAN ESPECIALISTA DE SEGURIDAD DE SUELOS Y CONCRETO CIP- 316722</small>	 CUMPLE NO CUMPLE NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSIÓN



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS,
 QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2016/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	2.011	320.81	32.1
MOLDE 2	2.098	374.37	37.4
MOLDE 1	2.149	471.02	47.1

Densidad Máxima Seca 2.120
 Humedad Óptima 9.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1" =	41.0 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1" =	32.3 %

OBSERVACIONES:

EJECUTO	APROBO	RESULTADO
		<input checked="" type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSIÓN



AREA DE MECANICA DE SUELOS

SOLICITANTE : SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"
UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
CALICATA: CALICATA-01
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 150 m

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080 - 04

Especimen	1	2	3	4
Diametro (cm)	6.200	6.200	6.200	6.200
Altura (cm)	2.000	2.000	2.000	3.000
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.812	1.812	1.812	1.812
Densidad Seca (g/cm ³)	1.425	1.425	1.425	1.425
Humedad Inicial (%)	27.2	27.2	27.2	27.2
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.51	1.03	1.54	2.05
Esfuerzo de Corte Max (kg/cm ²)	0.55	0.73	1.10	1.47
Deformación Unitaria (mm)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.17	0.08	0.01	0.02
0.06	0.18	0.09	0.03	0.05
0.12	0.18	0.10	0.05	0.07
0.18	0.20	0.11	0.06	0.09
0.30	0.21	0.13	0.09	0.14
0.45	0.21	0.15	0.13	0.20
0.60	0.22	0.17	0.16	0.24
0.75	0.24	0.19	0.21	0.30
0.90	0.24	0.21	0.24	0.35
1.05	0.27	0.24	0.28	0.40
1.20	0.29	0.27	0.32	0.48
1.50	0.31	0.31	0.40	0.59
1.80	0.34	0.35	0.45	0.65
2.10	0.36	0.39	0.52	0.75
2.40	0.38	0.42	0.57	0.81
2.70	0.40	0.46	0.62	0.89
3.00	0.41	0.50	0.70	1.00
3.60	0.45	0.55	0.78	1.10
4.20	0.47	0.61	0.88	1.23
4.80	0.50	0.61	0.95	1.30
5.40	0.53	0.69	1.02	1.37
6.00	0.55	0.73	1.10	1.47

RESULTADOS:

Angulo de Fricción Interna del Suelo (Ø) **31.4**
Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm²) **0.18**



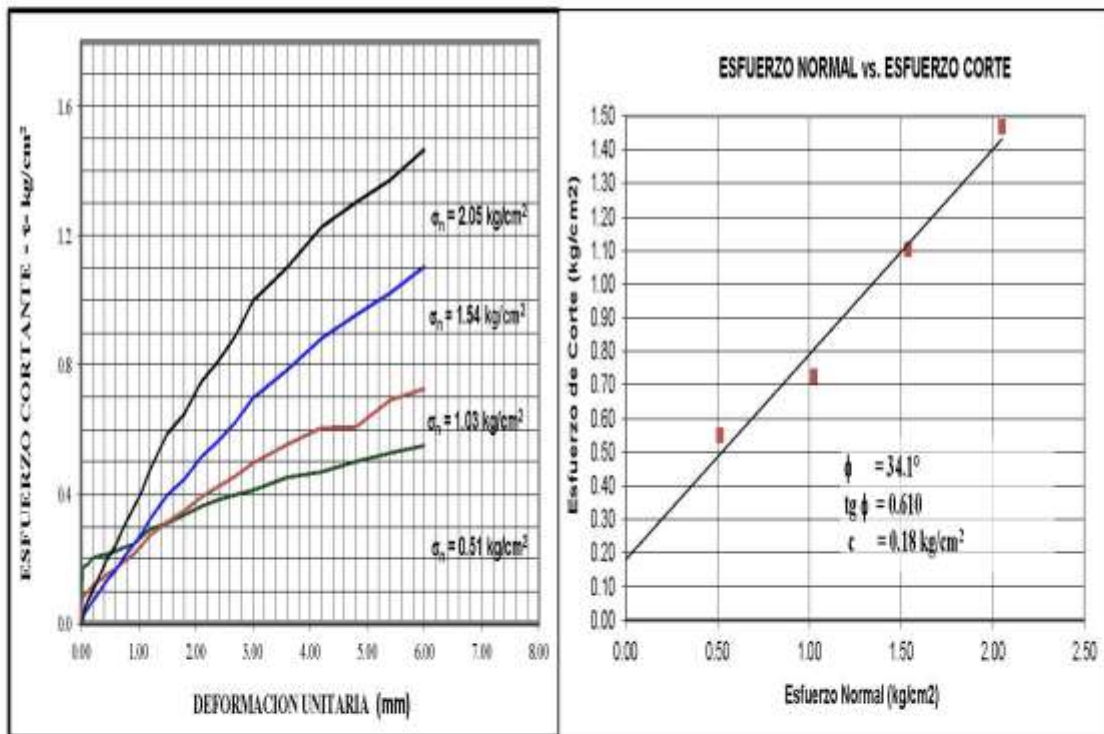
AREA DE MECANICA DE SUELOS

SOLICITANTE : : SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"

PROFUNDIDAD : : 150 m

CALICATA: CALICATA-01 MUESTRA: M-1



Vel. Aplic. : 0.5 mm/min

**AREA DE MECANICA DE SUELOS**

SOLICITANTE : SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS
MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CALICATA: CALICATA N° 02

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 1.50 m

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080 - 04

Especimen	1	2	3	4
Diametro (cm)	6.200	6.200	6.200	6.200
Altura (cm)	2.000	2.000	2.000	3.000
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.812	1.812	1.812	1.812
Densidad Seca (g/cm ³)	1.425	1.425	1.425	1.425
Humedad Inicial (%)	27.2	27.2	27.2	27.2
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.51	1.03	1.54	2.05
Esfuerzo de Corte Max (kg/cm ²)	0.39	0.73	1.05	1.36

Deformación Unitaria (mm)	Esfuerzo Cortante (Kg/cm ²)			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.01	0.00	0.02	0.03
0.06	0.01	0.01	0.03	0.04
0.12	0.02	0.01	0.04	0.05
0.18	0.04	0.02	0.04	0.05
0.30	0.04	0.04	0.06	0.08
0.45	0.05	0.05	0.08	0.10
0.60	0.06	0.07	0.11	0.14
0.75	0.07	0.09	0.15	0.20
0.90	0.08	0.11	0.19	0.25
1.05	0.10	0.14	0.22	0.30
1.20	0.13	0.17	0.27	0.37
1.50	0.15	0.21	0.34	0.48
1.80	0.17	0.25	0.39	0.55
2.10	0.20	0.29	0.46	0.65
2.40	0.22	0.32	0.51	0.71
2.70	0.23	0.35	0.57	0.79
3.00	0.25	0.39	0.64	0.90
3.60	0.29	0.45	0.73	1.00
4.20	0.30	0.50	0.83	1.12
4.80	0.34	0.61	0.90	1.20
5.40	0.36	0.69	0.97	1.27
6.00	0.39	0.73	1.05	1.36

RESULTADOS:

Angulo de Fricción Interna del Suelo (Ø) 32.5

Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm²) 0.02



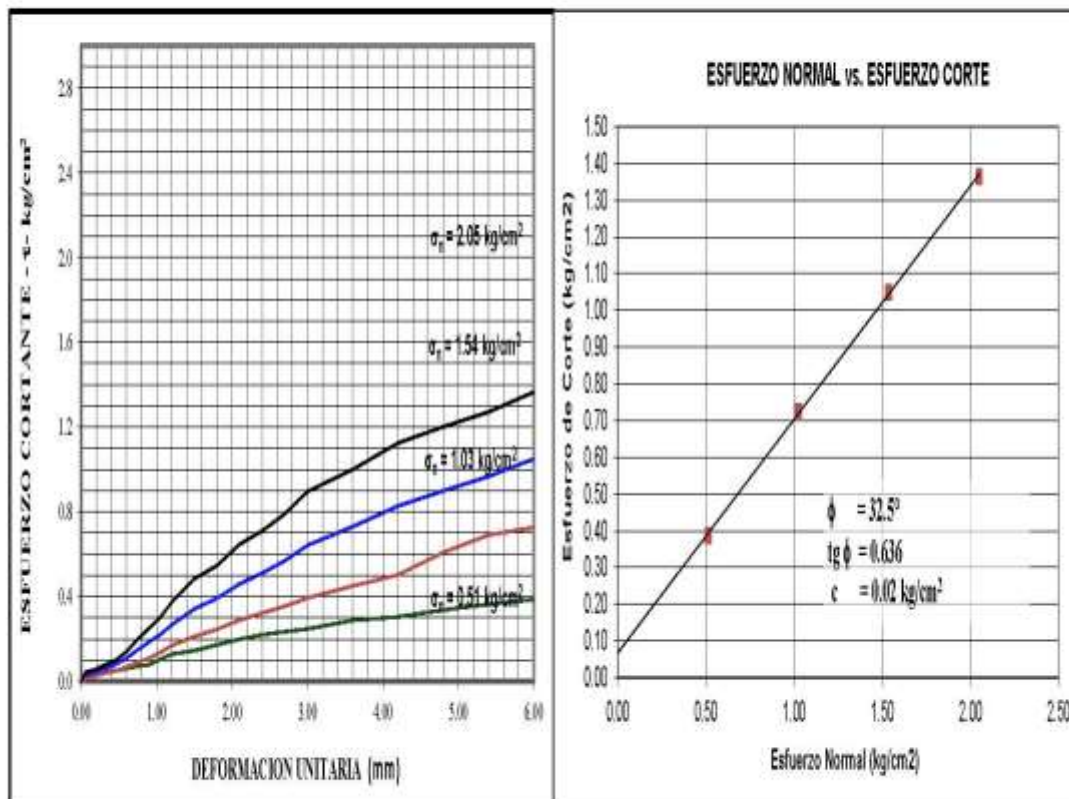
AREA DE MECANICA DE SUELOS

SOLICITANTE : SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ

PROYECTO : *ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE REICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023*

PROFUNDIDAD : 1.50m

CALICATA: CALICATA Nº 02 MUESTRA: M-1



Vel. Aplíc. : 0.5 mm/min



KAOLYN INGENIEROS S.A.C
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS,
 QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2016/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 964336450 - Correo: kisac@hotmail.es

Título:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		Código de control Nro. KISAC-EMS-152-2023
Nro de revisión:	A	Fecha de revisión del Formato:	MAYO, 2023
			Página 1 de 1

Obra: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE REICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIAMARCA, CAJAMARCA, 2023"

Descripción: CALCATA N° 01 **Fecha de Muestreo:** 09/05/2023

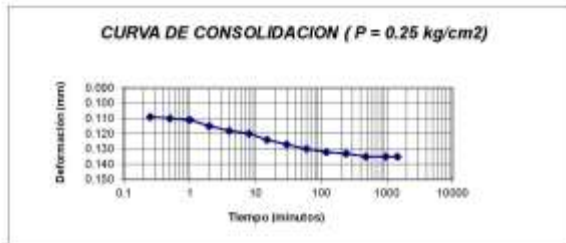
Muestreado por: EL SOLICITANTE

Solicitado por: SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ

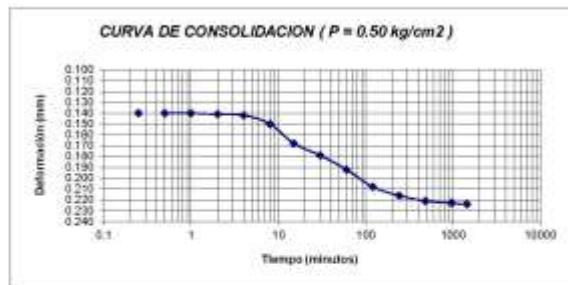
Tiempo (minutos)	0.25 kg/cm ²	0.50 kg/cm ²
	Lect.(mm)	Lect.(mm)
0	0.000	0.140
0.25	0.109	0.140
0.50	0.110	0.140
1	0.111	0.140
2	0.115	0.141
4	0.118	0.142
8	0.120	0.150
15	0.124	0.168
30	0.127	0.179
60	0.130	0.192
120	0.132	0.208
240	0.133	0.216
480	0.135	0.221
960	0.135	0.223
1440	0.135	0.224

Peso anillo: 114 gr
 Altura anillo: 2 cm
 Diámetro anillo: 8 cm
 Peso + anillo: 342 gr
 Peso + anillo: 312 gr
 Luego de graficar tablas:

	Para 0.25 :	Para 0.50 :
Δ50 =	0.120 min	0.17mm
150 =	8min	17min



Δ 50% = 0.120 mm 150% = 8min



Δ 50% = 0.17mm 150% = 17min

OBSERVACIONES: 1% CAL + 2% DE ACEITE

EJECUTO	APROBÓ	RESULTADO
		 CUMPLE NO CUMPLE NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSION



KAOLYN INGENIEROS S.A.C
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ENSAYOS FISICOS,
 QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2016/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO, CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970908450 / 984336450 - Correo: lisac@hotmail.es

Título:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		Código de control Nro. KISAC-EMS-153-2023
Nro de revisión:	A	Fecha de revisión del Formato:	MAYO, 2023
			Página 1 de 1

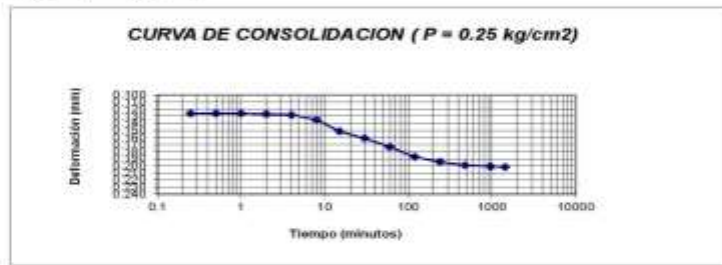
Obra: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PANAMARCA, CAJAMARCA, 2023"

Descripción: CALICATA N° 02
 Muestreado por: EL SOLICITANTE
 Solicitado por: SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ

Fecha de Muestreo: 09/05/2023

Tiempo (minutos)	0.25 kg/cm ²	0.50 kg/cm ²
	Lect. (mm)	Lect. (mm)
0	0.126	0.168
0.25	0.126	0.168
0.50	0.126	0.168
1	0.126	0.170
2	0.127	0.171
4	0.128	0.170
8	0.135	0.169
15	0.151	0.170
30	0.161	0.181
60	0.173	0.196
120	0.187	0.229
240	0.194	0.239
480	0.199	0.250
960	0.201	0.253
1440	0.202	0.256

Peso anillo: 114 gr
 Altura anillo: 2 cm
 Diámetro anillo: 6 cm
 Pm₁ + anillo: 344 gr
 Pm₂ + anillo: 312 gr
 Lugar de graficar tablas:
 Para 0.25 : Para 0.50 :
 Δ50 = 0.155 mm 0.193mm
 t50 = 22min 40min



Δ 50% = 0.155 mm t 50% = 22min



Δ 50% = 0.193mm t 50% = 40min

OBSERVACIONES: 2% CAL + 4% DE ACEITE

EJECUTO	APROBÓ	RESULTADO
		 CUMPLE NO CUMPLE NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSION



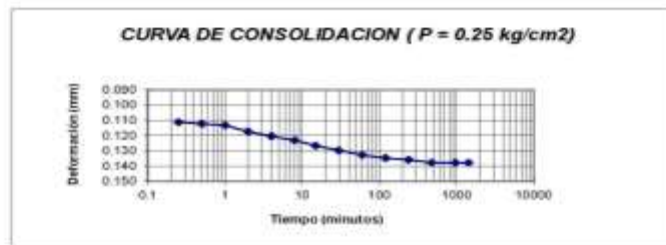
KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS,
QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA
Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

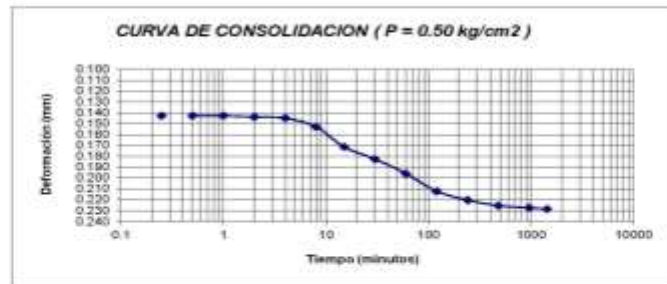
Título:	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL	Código de control Nro. KISAC-EMS-154-2023
Nro de revisión:	A	Fecha de revisión del Formato: MAYO, 2023
		Página 1 de 1
Odra: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ACEITE RECICLADOS DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS EN LA CARRETERA PARIMARCA, CAJAMARCA, 2023"		
Descripción: CALICATA N° 03 Muestreado por: EL SOLICITANTE Solicitado por: SEGUNDO CHUQUITUCTO SÁNCHEZ		Fecha de Muestreo: 09/05/2023

Tiempo (minutos)	0.25 kg/cm ² LecI. (mm)	0.50 kg/cm ² LecI. (mm)
0	0.000	0.143
0.25	0.111	0.143
0.50	0.112	0.143
1	0.113	0.143
2	0.117	0.144
4	0.120	0.145
8	0.123	0.150
15	0.126	0.171
30	0.130	0.183
60	0.135	0.196
120	0.135	0.212
240	0.136	0.220
480	0.136	0.225
960	0.136	0.227
1440	0.136	0.228

Peso anillo: 114 gr
 Altura anillo: 2 cm
 Diámetro anillo: 8 cm
 Pmh + anillo: 347 gr
 Pms + anillo: 312 gr
 Luego de graficar tablas:
 Para 0.25 : Para 0.50 :
 Δ50 = 0.122mm 0.171mm
 t50 = 7min 15min



Δ 50% = 0.122mm t 50% = 7min



Δ 50% = 0.171mm t 50% = 15min

OBSERVACIONES: 3% CAL + 6% DE ACEITE

EJECUTO	APROBÓ	RESULTADO
		CUMPLE NO CUMPLE NO APLICA
KAOLYN INGENIEROS SAC	INGENIERO ESPECIALISTA	CONCLUSION