



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Estabilización Subrasante Del Suelo Para Fines De Pavimentación
En Zonas Urbanas, Distrito De Morales 2021”**

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

AUTORES:

CHRISTIAN NEY CARHUAPOMA SANCHEZ (ORCID: 0000-0002-1391-5985)

LIZ MELISSA VIDAURRE AMASIFUEN (ORCID: 0000-0002-9544-6763)

ASESOR:

Mg. WALTER GUEVARA BUSTAMANTE (ORCID: 0000-0002-2150-2785)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

MOYOBAMBA– PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Melissa

A Eureth Sánchez Hidalgo de Potart, mi madre, por quererme, a pesar de mis locuras por darme ánimo para poder terminar el proyecto que se ha iniciado, por ser una gran mujer y por el gran cambio producido en su vida.

Christian

Agradecimiento

A Dios, es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas. Gracias por las pruebas que me hacen crecer como persona y me permiten dar lo mejor de mí.

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo y a mi asesor por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de tesis.

Melissa

A los profesores, mis hermanos Víctor, Francesca, Gabriela y a mi tío Erick” que día a día, compartieron largas jornadas de trabajo, cuyos resultados se plasman en la presente Investigación, a ellos mi más profunda gratitud, porque con su trabajo diario nos demostraron, que no es indiferente hacer de nuestros profesionales no pedagogos en ejemplares profesionales que ejerzan la docencia en aulas tecnológicas.

Christian

Índice de contenido

Caratula.....	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. MÉTODO	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis ..	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad....	22
3.5. Procedimientos	24
3.6. Métodos de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 1 Análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRXDE)	28
Tabla 2 Presentación de la ubicación de las calicatas	29
Tabla 3 Clasificación de los Suelos – Ensayo de CBR	32

Índice de figuras

Figura 1 Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico de la concha del <i>Megalobulimus</i> y <i>Systrophia</i>	26
Figura 2 Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico	27
Figura 2 Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico	27
Figura 4 Análisis Granulométrico	30
Figura 5 Análisis Proctor Modificado (Densidad).....	30
Figura 6 Análisis Proctor Modificado (Humedad)	31
Figura 7 Análisis índice de plasticidad	31
Figura 8 CBR al 95% penetración 0,1	32
Figura 9 Proctor modificado (Densidad máxima)	34
Figura 10 Proctor modificado (Humedad optima %).....	35
Figura 11 CBR al 95% penetración 0,1	36

Resumen

El objetivo general consistió en determinar si es posible la Estabilización Subrasante Del Suelo Para Fines De Pavimentación En Zonas Urbanas, Distrito De Morales 2021. Metodología fue tipo de aplicado, de diseño fue experimental, tipo cuasi experimental, de corte transversal, población fue la concha de caracol de dos especies *Megalobulimus* y *Systrophia* el terreno del Jr. Manco Cápac y Jr. Los Andes, distrito de Morales considerado como la población total de suman 4 kilómetros, técnica fue la observación, la ficha técnica del ASTM, como instrumento de recolección de datos, resultados las pruebas realizadas en suelos de muestra estándar de tipo grava – limosa mediante SUCCS, Mientras, según AASHTO, fue de A1b denominado "excelente a bueno" y presenta un contenido de humedad del 13,50%. Carece de restricciones para líquidos ni plasticidad, mientras, su densidad seca máxima es de 2.02 gr / cm³, Concluye que, la adición de ceniza de caracol de las especies *Megalobulimus* y *Systrophia* al suelo gravoso – limoso mejoró la resistencia del suelo, incrementando su capacidad de resistencia (CBR), alcanzando de esta manera, la estabilización de la subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, en el Distrito de Morales.

palabras claves, estabilización del suelo de la subrasante, cenizas de caracol, pavimentación

Abstract

The general objective was to determine if it is possible to stabilize the subgrade soil with snail ash, for paving purposes in the jr. Manco Capác from the Morales district, 2021. Methodology was applied type, design was experimental, quasi-experimental type, cross-sectional, population was the snail shell of two species Megalobulimus and Systrophia the terrain of Jr. Manco Cápac and Jr. Los Andes, Morales district considered as the total population of 4 kilometers, technique was the observation, the ASTM technical sheet, as a data collection instrument, results of the tests carried out on standard sample soils of the gravel - silty type using SUCCS While, according to AASHTO, it was from A1b called "excellent to good" and has a moisture content of 13.50%. It lacks restrictions for liquids or plasticity, while its maximum dry density is 2.02 gr / cm³, It concludes that the addition of snail ash from the Megalobulimus and Systrophia species to the gravel-silty soil improved the resistance of the soil, increasing its capacity. resistance (CBR), thus achieving the stabilization of the subgrade of the Jr. Manco Cápac soil with snail ash, for paving purposes, in the Morales District.

keywords, subgrade soil stabilization, snail ash, paving

I. INTRODUCCIÓN

La solidez a largo plazo de un proyecto en curso depende de muchos factores, incluidos la topografía y los problemas del suelo. Por lo general, las mejoras se realizan para permitir un proceso de compilación coherente, por lo tanto, ejecute el proyecto en las mejores condiciones posibles para respaldar su utilidad. la vida. Los suelos de diferente composición se pueden dividir en suelos estables e inestables, que a menudo causan problemas importantes para los pavimentos y las futuras estructuras de carreteras. Las calles son muy importantes para el desarrollo humano porque juegan un papel muy importante en todo lo que hacemos todos los días como ir al mercado, llevar a nuestros hijos al colegio, ir al trabajo, etc. Todo esto se hace pavimentando las carreteras, de modo que las carreteras puedan verse como carreteras que controlan el desarrollo económico y social. Y la felicidad de quienes están acostumbrados a vivir en sociedad. Dependemos del tráfico, carreteras, caminos, carreteras, estacionamientos, aceras y otra infraestructura. Todas estas son formas de comunicación.

La importancia de las carreteras es también para el desarrollo del país. Es por eso que el Foro Económico Mundial (FEF) publica su informe anual sobre competitividad global. Según el informe anual (2018-2019), Perú ocupa el puesto 63 de 10 países evaluados. (Informe de Competitividad Global, 2019); Esto confirma las debilidades estructurales de la economía peruana y, utilizando este índice, dada la calidad y extensión de todas las infraestructuras de transporte, como carreteras y ferrocarriles, se puede decir que Perú se encuentra en el puesto 85 en términos de infraestructura. Estos valores reflejan la brecha entre el gobierno y la gente y el gobierno debe mejorar rápidamente la calidad de vida de la sociedad.

El Perú tiene características geográficas debido a sus ciudades densamente pobladas y muy cercanas entre sí. Algunas de las principales razones son las viviendas informales, es decir, los asentamientos humanos que se desarrollan espontáneamente sin orden. No hay servicios públicos, saneamiento, casas ni

carreteras en estos lugares. Las carreteras de la zona de Morales estarán pavimentadas hasta el 22 de 2021. Uno de los principales problemas que se encuentran al pavimentar las carreteras es el tipo de terreno que se puede encontrar. Si el terreno no ayuda con la construcción de la carretera, se debe encontrar una solución alternativa. Esta es la llamada estabilidad del suelo.

En Morales, los habitantes se benefician de servicios básicos, vivienda y recolección de residuos sólidos. Es importante que no esté completamente pavimentado, lo que dificulta el paso de los vehículos. Algunos vehículos están destinados a mejorar la vida de las personas y brindar un fuerte apoyo a la agricultura. Donde el suelo de esta zona está asfaltado, su resistencia es muy baja. Por lo tanto, la solución en esta situación es utilizar la opción estable; en este proyecto se utilizará la ceniza de concha de caracol del *Megalobulimus* (Strophocheilidae) y *Systrophia* (Scolodontidae) como agregado para lograr estatalizar el suelo.

Por estas razones, el estudio formulará el problema general denominado: ¿Cuál será la Estabilización Subrasante Del Suelo Para Fines De Pavimentación En Zonas Urbanas, Distrito De Morales 2021?

Además, se formularon los siguientes problemas específicos como: ¿Cuál serán las propiedades mecánicas y térmicas realizando el ensayo de análisis térmica diferencial “ATD” y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X de la concha de caracol?

¿Cuál será las propiedades físicas y mecánicas del suelo, las cuales son los ensayos realizando del suelo de la muestra patrón y la muestra con adición de ceniza de concha de caracol?

La justificación del estudio estará compuesta por contar con una posible solución adecuada utilizando conchas de caracol *Megalobulimus* (Strophocheilidae) y *Systrophia* (Scolodontidae), como componente importante para hacer una capa de ceniza de concha, con la intención de estabilizar la subrasante del suelo de algunos

jirones del Distrito de Morales, ya que es un elemento que se encuentra en el área; Esto se debe a que se ha optado por su uso para ayudar a reducir el consumo de energía, la contaminación ambiental y los costos de producción de los aditivos estabilizadores industriales; ya que es lo principal para la investigación.

El objetivo general del estudio consistió en: Determinar si es posible la Estabilización del suelo de la subrasante con cenizas de caracol, con fines de pavimentación en el Jr. Manco Cápac del Distrito De Morales, 2021.

Mientras los objetivos específicos se plantearon en: Identificar las propiedades mecánicas y térmicas realizando el ensayo de análisis térmica diferencial "ATD" y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X de la concha de caracol.

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, las cuales son los ensayos realizando del suelo de la muestra patrón y la muestra con adición de ceniza de concha de caracol.

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo con proporciones de 4%, 6% y 8% de ceniza de concha de caracol en el Jr. Manco Cápac.

Como el estudio está basado a una investigación experimental. se planteó la hipótesis general: La adición de ceniza de concha de caracol, con fines de pavimentación, será factible poder estabilizar la subrasante del suelo en el Jr. Manco Cápac del distrito de Morales, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Para poder comprender y evaluar el estudio, tendrá que basarse por antecedentes equivalentes a nivel internacionales, como los autores Attah, I. et al. (2021), *Comprender el efecto de las energías de compactación sobre los índices de resistencia y durabilidad de mezclas de suelo de ceniza de concha de ostra y laterítico para su uso en obras viales*. (Artículo científico), Universidad de Khon Kaen, California, USA. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por el comportamiento geotécnico del suelo laterítico estabilizado con hasta un 15% de ceniza de concha de ostra (OSA) por peso de las muestras secas, técnica fue CBR, instrumentos fue el índice de plasticidad (PI), contenido de humedad óptimo (OMC). Concluyó en que, las densidades secas máximas (MDD) de las muestras de suelo tratadas y no tratadas disminuyeron con el aumento de los esfuerzos de compactación, mientras que el contenido de humedad óptimo (OMC) se redujo. Los valores de relación de carga de California, CBR (empapado y sin empapar) y resistencia a la compresión no confinada, UCS (7 y 28 días) aumentaron con un mayor esfuerzo de compactación y contenido de AOS.

Mientras, los resultados estadísticos indicaron que el contenido de AOS, la energía de compactación (CE), el índice de plasticidad (PI) y el porcentaje de contenido fino (PF) tienen efecto sobre las características de resistencia del suelo laterítico. Generalmente, el estudio indicó que un contenido de AOS de hasta el 9% y un mayor esfuerzo de compactación es adecuado para mejorar el comportamiento geotécnico del suelo laterítico. Sin embargo, en lugar de usar OSA como aditivo independiente, se recomienda que se use cemento o cal como aditivo en suelos lateríticos de OSA para proporcionar un material unido hidráulicamente eficaz para aplicaciones de construcción.

Onyelowe, k. et al. (2021), *Potencial de hinchamiento de suelo arcilloso modificado con ceniza de cáscara de arroz activada por calcinación para la base de pavimento mediante el método del índice de plasticidad (PIM)*. (Artículo científico), Universidad de Makerere, Kampala, Uganda. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por suelos arcillosos altamente expansivos clasificados como suelos A-7-6 y altamente plásticos con alto contenido de arcilla ceniza de cáscara de arroz activada con cal viva (QARHA), ceniza de cáscara de arroz activada con cal hidratada (HARHA), y ceniza de cascarrilla de arroz activada por calcita (CARHA) en las proporciones del 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9% y 10%, técnica fue carga de California (CBR), instrumentos fue la guía del análisis documentario. Concluyó en que, el tratamiento con los tres compuestos de calcio para producir tres conjuntos de muestras experimentales tratadas, se observó y registró el índice de plasticidad y se evaluaron los potenciales de hinchamiento utilizando el método del índice de plasticidad (PIM).

Mientras, mostraron una mejora constante en las propiedades del suelo tratado con la adición de los diferentes aditivos activados. Mientras que la utilización de CARHA y HARHA mejoró el suelo arcilloso a suelo medio expansivo, el suelo arcilloso tratado mejoró sustancialmente de suelo altamente expansivo con un potencial de 23.35% a menos expansivo con un potencial final de 0.59% con la adición de 10% de QARHA. Finalmente, QARHA fue adjudicado como el mejor compuesto de unión debido a la mayor tasa de reducción registrada con su utilización.

Ayodele, F. & Popoola, O. (2019), *Potencial de los polvos de concha de caracol y de concha de palmiste para mejorar las propiedades de ingeniería de la arcilla*. (Artículo científico), Politécnico Federal, Ado-Ekiti, Estado de Ekiti, Nigeria. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por la El suelo natural (A-7-6) se mezcló con SSP y PKSP en una proporción variable de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% por peso seco del suelo, técnica fue carga de California (CBR), Snail Shell Powder (SSP) y Palm Kernel Shell Powder (PKSP), instrumentos fue la guía del análisis documentario la estabilización de la arcilla. Concluyó en que, las

composiciones elementales y de óxidos de los polvos y revelaron que la SSP es más rica en CaO que la PKSP. El análisis de tamizado, la compactación, la relación de carga de California (CBR) y el límite de Atterberg se realizaron en una mezcla de suelo natural y estabilizado. El suelo natural (A-7-6) se mezcló con SSP y PKSP en una proporción variable de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% por peso seco del suelo, respectivamente, y también se combinó en proporciones no superiores a 10 % total.

Por otra parte, la inclusión de aditivos aumenta la densidad seca máxima (MDD) mientras que disminuye predominantemente los valores del contenido óptimo de humedad (OMC) de la mezcla de suelo estabilizado. El índice de plasticidad (IP) disminuye con la adición de los polvos con el mejor desempeño observado principalmente con suelo mezclado con SSP. También se encontró que los valores CBR del suelo aumentan con el correspondiente aumento en la dosis de los polvos. El suelo mezclado con un 8% de SSP ofreció el mejor resultado con un aumento de MDD de 1198 a 1300 kg / m³, mientras que los aditivos combinados dieron el mejor resultado con una adición de 2% de SSP + 8% de PKSP con MDD aumentando a 1266 kg / m³ y una mayor reducción de OMC. al 21%. Además, los mejores resultados en PI se obtuvieron de Suelo mezclado con 2% SSP y también 2% SSP + 8PKSP con 6.25% y 9.2% respectivamente. Para CBR, el suelo mezclado con 8% de SSP y 2% de SSP + 8PKSP de proporción combinada dio rendimientos máximos. Se presenta el potencial de estos aditivos para mejorar las propiedades del suelo y reducir el costo de construcción de carreteras.

Onyelowe, K. et al., (2021), Modificación de la concha de Caracol pulverizada estructuralmente estabilizada con cemento. (Artículo científico), Universidad Federal, Oye-Ekiti, NIGERIA. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por el contenido óptimo de cemento se fijó en el 11% en correlación con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, el PSS se introdujo en porcentajes variables del 2%, 4%, 6%, 8% y 10%, técnica fue CBR, instrumentos fue el índice de plasticidad (PI), contenido de humedad óptimo (OMC). Concluyó en que, la adición de PSS y del 11% de cemento al suelo laterítico provocó una

reducción de los límites líquidos y del índice de plasticidad y un aumento de los límites plásticos para todas las muestras. Las pruebas de ingeniería mostraron que la densidad seca máxima en el cemento óptimo aumentó de 1493,34 kg/m³ a 1632 kg/m³ para la muestra A; 1476,77 kg/m³ a 1668 kg/m³ para la muestra B; 1460,77 kg/m³ a 1651kg/m³ para la muestra C. El CBR registró el valor más alto en el cemento óptimo del 4%PSS para todas las muestras. La adición de concha de caracol pulverizada aumentó la resistencia del suelo laterítico estabilizado con cemento para la construcción de cimientos estructurales.

Nnochiri, E, (2017), *Efectos de la ceniza de cáscara de bígara en suelos lateríticos estabilizados con cal*. (Artículo científico), Universidad Afe Babalola, Ado-Ekiti, Nigeria. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por el suelo se clasificó como A-7-5. Posteriormente, la muestra de suelo se mezcló con cal en porcentajes de 2, 4, 6, 8 y 10, técnica fue índice de carga de California (CBR), instrumentos fue la resistencia a la compresión no confinada (UCS). Concluyó en que, se sometieron a pruebas de límite de atterberg para obtener la cantidad óptima de cal, que fue del 10% porque el menor valor del índice de plasticidad se registró en este estado. Se añadió PSA a la muestra de suelo tratada con cal en proporciones variables de 2, 4, 6, 8 y 10%. Las mezclas se sometieron a ensayos de compactación, de índice de carga de California (CBR), de límites de atterberg y de resistencia a la compresión no confinada (UCS), con lo que los valores del CBR y del UCS aumentaron considerablemente. Se puede concluir que el PSA se comporta satisfactoriamente como un complemento barato de la cal en la estabilización de suelos.

Adetayo, O. et al. (2020), *Mejora de la latericia estructural estabilizada con cemento con concha de caracol pulverizada*. (Artículo científico), *Journal of Civil Engineering, Sciendo*. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por el cemento fijado en 11% en correlación con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, el PSS se introdujo en porcentajes variables de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%, técnica fue índice de carga de California (CBR), instrumentos fue la

adición de PSS. Concluyó en que, la adición de PSS y 11% de cemento al suelo laterítico provocó una reducción tanto en los límites líquidos como en el índice de plasticidad y un aumento en los límites plásticos para todas las muestras. Las pruebas de ingeniería mostraron que la densidad seca máxima en el cemento óptimo aumentó de $1493,34 \pm 103,58 \text{ kg.m}^{-3}$ a $1632 \pm 435,81 \text{ kg.m}^{-3}$ para la muestra A; $1476,77 \pm 367,51 \text{ kg.m}^{-3}$ hasta $1668 \pm 202,58 \text{ kg.m}^{-3}$ para la muestra B; $1460,77 \pm 623,58 \text{ kg.m}^{-3}$ a $1651 \pm 135,45 \text{ kg.m}^{-3}$ para la muestra C. El CBR registró el valor más alto al 4% de cemento PSS óptimo para todas las muestras. La adición de concha de caracol pulverizada aumentó la resistencia del suelo laterítico estabilizado con cemento para la construcción de cimientos estructurales

Yoobanpot, N. et al. (2020), *Reutilización sostenible de sedimentos dragados como materiales de pavimento mediante la estabilización con cemento y cenizas volantes*. (Artículo científico), Universidad de Tecnología del Rey Mongkut North Bangkok, Bangkok, Tailandia. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron las microestructuras de las muestras estabilizadas, técnica fue alta plasticidad (MH), basado en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), ensayos de compresión no confinada (UC), relación de rodamiento de California (CBR), instrumentos fue la módulo de resiliencia (M_r) sobre el sedimento dragado estabilizado. Concluyó en que, la resistencia a la compresión no confinada (q_u), el CBR y el M_r mejoraron los materiales del pavimento de inadecuados a adecuados, y un contenido del 10% de FA proporcionó la mejora óptima de la resistencia. Las imágenes de SEM mostraron que el producto de silicato de calcio (CSH), que se formó por la hidratación y las reacciones puzolánicas, se adhirió a los grupos de arcilla y llenó los espacios de los poros entre las partículas de arcilla, dando lugar a una estructura de sedimento más densa.

Asi mismo, los análisis EDX mostraron la proporción de peso de calcio y la relación sílice-aluminio eran factores importantes para mejorar la resistencia del sedimento dragado tratado con OPC y FA. Estos resultados de EDX coincidieron con los resultados de que, CBR y M_r . Para la situación estudiada, las carreteras que

utilizaban sedimentos estabilizados eran 1,5 veces más económicas que las que utilizaban materiales de pavimento de tierra convencionales. Conclusiones: Los sedimentos dragados tratados con OPC y FA pueden ser reutilizados de forma sostenible como materiales de pavimento en base a la norma del Departamento de Carreteras de Tailandia, así como a las recomendaciones de Austroads (2017). Por lo tanto, para los sedimentos adecuados, se puede considerar la reutilización en la construcción de carreteras y pavimentos con un tratamiento y acondicionamiento adecuados.

Edeh, J. et al. (2019), *Estabilización con cenizas de bagazo de caña de azúcar del pavimento asfáltico recuperado como material de carretera*. (Artículo científico), Universidad Federal de Agricultura, Makurdi, Nigeria. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por el bagazo de caña de azúcar, técnica fue análisis documentario, ficha de observación, instrumentos fue la norma británica (Proctor estándar), CBR. Concluyó en que, las pruebas muestran que las propiedades de los residuos de pavimentos asfálticos recuperados mejoraron con la estabilización de las cenizas de bagazo de caña de azúcar. La densidad seca máxima disminuyó al aumentar el contenido de humedad óptima con mayores contenidos de cenizas de bagazo de caña de azúcar en las mezclas. Los valores máximos de la relación de rodamiento de California del 28% (sin remojar) y del 14% (remojado durante 24 horas) se registraron para la mezcla de 50% de RAP + 50% de SCBA que satisfizo los requisitos de durabilidad y puede ser utilizado como material de subrasante en la construcción de pavimentos flexibles. Esta investigación se basa en la determinación del CBR. Se recomienda realizar más trabajos para evaluar el módulo de resistencia de este material bajo carga cíclica.

Nishantha, E. et al. (2020), *Potencial de reciclaje de los residuos industriales en la estabilización de suelos: Utilización de polvo de horno y cenizas volantes para mejorar los subsuelos débiles de los pavimentos encontrados en Michigan, EE.UU.* (Artículo científico), University, Southfield, Michigan, USA. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por Polvo de Horno de

Cemento (CKD), el Polvo de Horno de Cal (LKD) y las Cenizas Volantes (FA) y los vertederos de Michigan, técnica fue análisis documentario, ficha de observación, instrumentos fue la guía del análisis documentario, CBR. Concluyó en que, el CKD o una combinación de FA/LKD pueden ser recomendados para la estabilización de la subrasante del suelo a largo plazo de los tres tipos de suelo ensayados, mientras que el FA y el LKD pueden ser utilizados en algunos tipos de suelo como estabilizadores del suelo a corto plazo (para facilitar la construcción). También se presenta al final una breve discusión sobre el potencial impacto positivo que puede tener el upcycling de CKD/LKD/FA en la sostenibilidad.

Praveen, G. et al. (2021), *Mejora del valor del coeficiente de soporte de California (CBR) del suelo marginal modificado con cemento reforzado con fibra de acero para la subrasante del pavimento mezclado con cenizas volantes*. (Artículo científico), Universidad SR, Warangal, India. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por los suelos pobres de la subrasante, suelos adecuados para la construcción de la subrasante, suelos marginales, técnica fue análisis documentario, ficha de observación, instrumentos fue la guía del análisis documentario, coeficiente de soporte de California (CBR). Concluyó en que, los suelos pobres de la subrasante tienen valores del coeficiente de soporte de California (CBR) superiores al 2% y deben ser sustituidos por suelos adecuados para la construcción de la subrasante. Estos tipos de suelos pobres se conocen como suelos marginales. Los suelos marginales (en general, suelos arcillosos) a menudo presentan propiedades de ingeniería indeseables junto con características de baja resistencia con respecto al valor CBR. Para mejorar las propiedades de estos suelos, la técnica más utilizada es la estabilización con aditivos.

Mientras, los aditivos químicos se utilizan para mejorar las propiedades del suelo de la subrasante. Mediante este proceso, el coste de construcción de los pavimentos aumenta. En este trabajo se ha intentado evaluar la eficacia del suelo marginal reforzado con fibra de acero (arena arcillosa) modificado con cemento y/o mezclado con cenizas volantes. Las características del suelo marginal reforzado con fibra de

acero y cemento mezclado con/sin cenizas volantes se estudiaron con respecto a la mejora del valor CBR para la construcción de subrasantes. También ofrece una solución probable para la eliminación adecuada de las cenizas volantes. Por lo tanto, el estudio pretendía proporcionar un material de subrasante de suelo compuesto para la construcción de pavimentos. Los resultados han mostrado una mejora adecuada en el valor CBR del suelo marginal compuesto que contiene cemento y cenizas volantes. Por lo tanto, el suelo marginal compuesto estabilizado podría ser un material de construcción alternativo utilizado como suelo de subrasante para pavimentos. La mezcla de suelo compuesto podría ser sugerida en áreas rurales con bajo volumen de tráfico.

Gireesh, P. & Harika, S. (2021), *Estabilización del suelo expansivo de la subrasante mediante el uso de cenizas volantes*. (Artículo científico), Universidad de Bhimavaram 534202, Andhra Pradesh, India. Tipo aplicada, diseño experimental, población y la muestra fueron conformados por el producto de desecho como las cenizas volantes, para mezclar con el suelo expansivo para su estabilización, técnica fue análisis documentario, ficha de observación, instrumentos fue la guía del análisis documentario, el coeficiente de soporte de California (CBR). Concluyó en que, la realización de ensayos de laboratorio para obtener los límites de Atterberg, el coeficiente de soporte de California (CBR) y la resistencia a la compresión no confinada (UCC). Los resultados experimentales muestran que los límites de Atterberg, el índice de plasticidad y el índice de hinchamiento libre disminuyen con la inclusión de cenizas volantes del 0% al 20% en el suelo de algodón negro. El valor de CBR del suelo no tratado se percibe como 2,189%, mientras que el suelo tratado con cenizas volantes tiene un máximo de 2,33% (10% de cenizas volantes), es decir, aumentó a 6,0% del valor inicial.

A demás, la resistencia a la compresión no confinada (UCC) del suelo no tratado es de 0,1688 N/mm² y el suelo tratado con cenizas volantes alcanza un valor de 0,333 N/mm² (10% de cenizas volantes), es decir, se incrementa en un 49,30% desde el valor inicial y se observa un mayor descenso en los valores de CBR y UCC. El estudio infiere que, el uso de cenizas volantes hasta el 10% se recomienda para mezclar con

el suelo de algodón negro, donde se puede utilizar en la construcción de pavimento y cualquier otra obra de cimentación.

La variable estabilización de la subrasante del suelo, según Onyelowe et al. (2019) la modificación o mejora del suelo, donde es un método popular, ampliamente utilizado en la estabilización de suelos problemáticos utilizados para fines de ingeniería. Este método según Onyelowe et al. (2019) es ampliamente utilizado en los campos geotécnicos y geoambientales debido a la sustancial mejora registrada en la mecánica, resistencia, consistencia, y propiedades de gradación de suelos expansivos. Estabilización del suelo zización podría ser mecánica, por lo que las propiedades del suelo son im- probado por medios mecánicos para lograr una masa densificada o productos químicos, mediante los cuales se mezclan aditivos químicos u orgánicos con suelos representativos para mejorar estas propiedades mediante reactivos significa. Sin embargo, para lograr el éxito en una estabilización del suelo protocolo, un método de modificación o estabilización química es acompañado de un procedimiento mecánico. Es por aplicando esfuerzo de compactación en los suelos tratados con aditivos para lograr los resultados finales, que son la ganancia de fuerza y la densificación.

La estabilización es el proceso de mezclar y mezclar materiales con un suelo para mejorar las propiedades pertinentes de la tierra (Amu et al., 2019). El proceso puede incluir la mezcla de suelos para lograr una gradación deseada o la mezcla de aditivos disponibles comercialmente que pueden alterar la gradación, cambiar ciertas propiedades o actuar como un aglutinante para la cementación del suelo. La estabilización suele ser estabilización mecánica o química, térmica y eléctrica. Donde, los suelos blandos según Amu et al. (2019) mejoran las propiedades de construcción. Entonces, para evaluar la sostenibilidad de la ceniza en los esfuerzos geoambientales, sólida materiales de desecho como cáscara de arroz, bagazo de caña de azúcar, palma manojo, cáscara de yuca, almendra de palma, concha de caracol, concha de bígaro, cáscara de coco, fibra de aceite de palma, llanta de desecho, cáscara de huevo, algarroba la cáscara y la pulpa de coco rallada se han

quemado para obtener cenizas. Estas cenizas, derivadas de estos materiales de desecho sólidos, han sido utilizado en la estabilización de varios suelos arcillosos experimentales investigaciones.

Las dimensiones que conforman estabilización de la subrasante del suelo seran representadas por cuatro dimensiones, dode la primera dimension sera el Análisis granulométrico según Faiz Ahmad et al. (2021) es una herramienta imprescindible que se utiliza para revelar las condiciones hidrodinámicas, el modo de transporte y la deposición de sedimentos siliciclásticos. con la ayuda de análisis granulométricos, se puede detallar por medio de los métodos de gráficos como matemáticos, las micro texturas serán reconocidas como marcas de vibración, escalones curvos y rectos, ranuras, placas vueltas hacia arriba en asociación con picaduras de impacto en V y picaduras de solución triangular, donde predomina las actividades mecánicas sobre la disolución química. Mientras tanto, según Mohanty et al. (2021) el análisis del tamaño de grano, se realiza utilizando una máquina tamizadora con un tiempo de vibración de 10 min en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Departamento de Ingeniería Civil, IIT Kharagpur. Esta herramienta se utiliza para analizar el tamaño de grano en el rango de 20 nm a 2 mm. Los tipos de sedimentos se clasificaron, según las descripciones físicas y de textura (Folk, seran para determinar el sistema de transporte de sedimentos, donde se emplea un análisis estadístico para calcular la media (M), la asimetría (Sk), curtosis ($AGRAMO$) y desviación estándar (σ) (Folk y War).

Ademas, la segunda dimencion es conformada por el Límite de Atteberg según Hernández-Sánchez et al. (2019) son límites de Atterberg [límite plástico inferior o limite plástico (LP) y limite plástico superior o limite líquido (LL)] se definen como un rango en el contenido de humedad en el que el suelo tiene una consistencia plástica (Campbell, 1991). El suelo bajo un contenido de humedad por debajo del LP presenta un comportamiento frágil, mientras que, por encima de un contenido de humedad del LL, el suelo se comporta como un líquido y puede fluir (Keller y Dexter, 2012). La diferencia entre el LL y LP se denomina índice de plasticidad (IP). De acuerdo a Terzaghi *et al.* (1988) los límites de Atterberg son necesarios para evaluar los

efectos a largo plazo del uso del suelo y el impacto de la labranza sobre el comportamiento mecánico del suelo. Por ejemplo para Onyelowe et al. (2021) los límites de plasticidad entre la consistencia del suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de arroz activada con CaO (ceniza de cáscara de arroz activada con cal viva; QARHA) (Onyelowe et al., 2021) se presentan en la Figura 5. Se puede observar que el aumento en la proporción del aditivo (CaO ceniza de cascarilla de arroz activada) provocó una reducción sustancial en la plasticidad del suelo arcilloso.

La tercera dimensión será distribuida por el Proctor Modificado, donde según Duque et al. (2020) la relación de carga de California (CBR) y los parámetros de proctor modificados (peso unitario seco máximo γ_d max y contenido de humedad óptimo w_{opt}) son indicadores valiosos de la calidad de compactación de subrasantes, terraplenes y rellenos granulares. En la práctica de la ingeniería, se requieren correlaciones de estas variables con las propiedades granulométricas del suelo, especialmente porque las pruebas de estas variables pueden llevar mucho tiempo cuando se analiza una gran cantidad de muestras. Por su parte, Di Matteo et al. (2009) describe que, pueden encontrar varias relaciones en la literatura para estimar Obtención de óptimas propiedades de compactación OMC y densidad seca máxima y contenido de humedad óptimo MDD para la prueba estándar de Proctor SP y prueba Proctor MP modificada basada en algunos elementos geotécnicos seleccionados parámetros tales como límite líquido LL, límite plástico PL, específico gravedad (G_s), energía de compactación (E), distribución del tamaño de grano y clasificación del suelo.

Entonces, la cuarta dimensión Californian Bearing Ratio (CBR) según Wang (2019) es un índice de ingeniería importante para medir las propiedades de resistencia de los rellenos de subrasante. La medición del valor de CBR durante la construcción puede garantizar eficazmente la resistencia y estabilidad del relleno de subrasante. Combinado con el proyecto real, se propone un plan mejorado para el relleno cuyo valor CBR no cumple con los requisitos de especificación, y combinado con factores tales como desempeño técnico e indicadores económicos, el plan

mejorado se analiza y compara, y el método de tratamiento final es obtenido, y el valor CBR en el proyecto real. El método de comprensión y aplicación presenta su propia comprensión. El valor de la relación de carga de California (CBR) de acuerdo a (Chompoorat et al., 2021) es un índice de ingeniería importante para medir la propiedad de resistencia del relleno de la calzada. La medición del valor CBR en la construcción puede garantizar eficazmente las propiedades de resistencia y estabilidad del relleno de la calzada. Combinado con un proyecto práctico, este trabajo presenta el esquema de modificación del relleno cuyo valor CBR no cumple con los requisitos estándar. Combinado con los factores de desempeño técnico e índice económico, este trabajo analiza y compara los esquemas de modificación, y da el método de tratamiento final, y de acuerdo con el método de comprensión y aplicación del valor de CBR en los proyectos prácticos, propone un compromiso propio.

También, Ayodele & Popoola (2019) menciona que, la medida de la resistencia mecánica del suelo utilizado para la construcción de carreteras, se realiza utilizando los resultados de CBR. La mayor evaluación para la fundación (Subrasante) de una carretera es CBR, donde, el valor CBR es el parámetro de diseño predominante para un diseño flexible. Donde, Mando (2021) indica que, las capas más gruesas se incluyen en la subrasante inferior, mientras que la poderosa subrasante funciona fácilmente con capas de pavimento más delgadas. En el nivel de saturación, la subrasante siempre depende de los cambios debido al hundimiento del nivel freático, el aumento o inundación abruptos, la acción capilar y la precipitación. Además, Pai et al. (2021) afirma que, la resistencia de la subrasante cambia debido a cambios en los niveles de humedad de la subrasante. Además, es muy importante que el ingeniero comprenda claramente la naturaleza exacta de la dependencia de la resistencia de la subrasante con respecto a la variación de la humedad.

Mientras que en la tercera y cuarta dimensión según Ayodele & Popoola (2019) El CBR se obtiene de una prueba de penetración, que evalúa indirectamente la resistencia de los suelos, mientras que CD_{max} y e_{opt} son parámetros de

compactación obtenidos de la prueba Proctor modificada. Su determinación es de gran importancia para el diseño de pavimentos y algunas estructuras de cimentación. Estos parámetros dependen, entre otros, de algunas propiedades físicas de los granos, como la esfericidad S, redondez R, suavidad Smetro, energía de compactación y distribución del tamaño de grano.

La variable Concha de caracol según Amu et al. (2019) se muestra cómo, el uso de concha de caracol pulverizada como suelo. el estabilizador no es una práctica común en todo el mundo, pero los resultados de la investigación han demostrado el inmenso beneficio y el potencial de usar concha de caracol polvo como puzolanas en el suelo. Sin embargo, no se han realizado muchas investigaciones sobre el rendimiento de concha de caracol pulverizada sobre suelo estabilizado con cemento. Según Edeh et al., (2019) la Concha de caracol obtenida del consumo de parte carnosa comestible del caracol es un desperdicio producto que puede conducir a la población de la tierra si no se gestiona de forma eficaz. La cáscara viene en forma de cáscara en espiral en forma de V que se encuentra en muchas regiones costeras, especialmente aquí en Nigeria. Las conchas son fuertes material duro y quebradizo. Las conchas constituyen residuos y su eliminación está planteando problemas en áreas donde no tienen uso para él. Es a la luz de que este estudio experimental busca investigar la idoneidad de la concha de caracol pulverizada como complemento del cemento en la estabilización del suelo considerando los efectos de la pulverización Concha de caracol sobre suelo laterítico estabilizado con cemento.

La Ceniza de concha de caracol según Amu et al. (2019) menciona que, es la concha de caracol pulverizada, donde se, obtiene a partir de conchas de caracol, recolectados de diferentes lugares en el área, ríos o lagos. Mientras, según por el mismo autor Amu et al. (2019), las partes carnosas se pueden retirar de la cáscara, donde, las cáscaras se lavan a fondo, secado al aire durante una semana y calcinado en un horno de mufla eléctrico a 850 C. A continuación, se debe moler en forma de partículas finas de polvo con la ayuda de la máquina de pulir. Posteriormente, se tamizará la ceniza obtenida a través de 75µm y guardado en una bolsa para evitar

que se humedezca y cualquier otra influencia externa que pueda afectar su propiedad para cumplir los requisitos de. Pruebas preliminares como el contenido de humedad natural, específicas. Se llevaron a cabo análisis de gravedad, tamaño de partícula y límites de Atterberg. en tres muestras de suelo no estabilizado para determinar su índice propiedades. Además, El principal material estabilizador, el cemento, según Liu et al. (2021) se mezcló con las muestras de suelo en un porcentaje fijo del 11% con respecto a la clasificación del suelo y porcentajes variables de (2, 4, 6, 8 y 10%) de la concha de caracol pulverizada por peso de las muestras de suelo. Esto se hizo en conjunto con el límite líquido y se determinó el índice de plasticidad (PI) a partir de la prueba de límite de Atterberg. El punto de PI más bajo da la cantidad óptima de cemento requerida. Por eso, Se determinaron las propiedades de ingeniería del suelo estabilizado con cemento. Estas propiedades de ingeniería se utilizan como el control contra el cual las propiedades de ingeniería del suelo laterítico estabilizado con cemento se comparan modificados con concha de caracol pulverizada.

Para poder recitar la obtención de los resultados de la variable ceniza de concha de caracol se tendrá que aplicar los Ensayos de Análisis Térmico Diferencial (ATD), donde, Arévalo (1981) indica que, íntimamente relacionados con la naturaleza cristalina del mineral constituyente de la bentonita y en la interpretación de la validez de los datos que aportan los ensayos de hinchabilidad, volumen de sedimentación límite líquido característico del carácter aglutinante de las bentonitas, además de los ensayos de resistencia a la compresión en verde y seco, resistencia a la tracción en la zona de condensación, compactabilidad que nos permite valorar el comportamiento de la mezcla arena-bentonita-agua. Tanto en estado de recepción como tratadas previamente durante 2 horas a 400-500 y 600 grados C. Mientras, se aplica la Espectroscopia de fluorescencia de rayos x (XRF), según Liu et al. (2021) se aplica ampliamente en el análisis de elementos. La preparación de muestras tradicional necesita un gran peso de muestra y alta temperatura / presión.

Por su parte, Beltrán et al. (2020) Espectroscopia de fluorescencia de rayos x, es una técnica analítica bien establecida para la determinación de múltiples elementos en

varios tipos de muestras, especialmente líquidos y micromuestras en polvo. Los rayos X emitidos en el XRF son característicos de cada elemento individual y sus intensidades son proporcionales a sus concentraciones en la muestra. La radiación entrante incide sobre la muestra en un ángulo inferior al crítico y se refleja totalmente; esta es una diferencia con la técnica XRF. Las ventajas incluyen que el elemento y su concentración no se vean afectados por los efectos de la matriz, su baja sensibilidad (ppb), requiriendo pequeñas cantidades de muestra (μ g o μ L), el uso de pequeñas cantidades de reactivos y no la utilización de gases de argón o nitrógeno. Los bajos niveles de fondo dan como resultado LOD mejorados e incluso se pueden detectar 2 pg para una variedad de elementos con un tiempo de conteo de 1,000 s. De hecho, el desarrollo y comercialización de la instrumentación XRF, que ofrece operaciones simples con un diseño compacto de bajo costo, ha promovido su aplicación en muchos campos diferentes

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Enfoque de investigación

La investigación se realizó a través de métodos cuantitativos porque "la recolección de datos se empleó para alcanzar el objetivo general con el fin de cuantificar los resultados obtenidos, con el fin, de ser medidos y explicados posteriormente" (Ferreyro & Longhi, 2014)

Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicado debido que "se demostró el acto de manipulación deliberada de la variable dependiente cenizas de concha de caracol para observar su influencia sobre la variable independiente estabilización de la subrasante del suelo. Al mismo tiempo, se observó el fenómeno generado por dicha variable" (Hernández & Mendoza, 2018).

Diseño de investigación

El diseño fue experimental, tipo cuasi experimental, de corte transversal, donde se realizó bajo el cambio del fenómeno e influencia de la variable dependiente y la variable independiente, es decir "Se realizó la manipulación deliberadamente de la variable estabilización de la subrasante del suelo y observar su comportamiento con respecto a la variable cenizas de concha de caracol. Por otra parte, los datos del estudio estuvieron sujetos al tiempo presente por lo cual será de corte transversal ". (Sampieri R. H, Fernández c, 2010).

Esquema diseño correlacional:

GE: O₁-----X----- O₂

GE: O₃----- O₄

Donde:

GE: Grupo experimental Jr. Manco Cápac y Jr. Los Andes, distrito de Morales

X: Ceniza de concha de caracol

O₁-. Pre medición de la Estabilización de la subrasante del suelo

O₂-. Post medición de la Estabilización de la subrasante del suelo.

GC: Grupo control Jr. Manco Cápac y Jr. Los Andes, distrito de Morales

O₃-. Pre medición de la Estabilización de la subrasante del suelo

O₄-. Post medición de la Estabilización de la subrasante del suelo.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: La variable estabilización de la subrasante del suelo es de categoría cuantitativa.

Definición conceptual: La estabilización de tierras o suelos, reside en dar una firmeza al terreno consolidándolo y asegurar la permanencia de su compactación (Bruhn et al., 2014).

Definición operacional: Para medir la estabilización de la subrasante del suelo se tendrá que aplicar el esfuerzo del índice de Plasticidad, CBR y Proctor Modificado medidos a través de la escala de razón.

Variable 2: La variable ceniza de concha de abanico es de categoría cuantitativa.

Definición conceptual: Ceniza de concha de caracol son todas las especies de caracol como el africano, Congonpe o caracoles de ríos que entraran a la calcinación en la mufla a 400 °C a una temperatura (Ríos y Velasquez, 2016, p.45).

Definición operacional:

Para medir el carbono de calcio que contiene la concha de caracol se tendrá que calcinación en la mufla a 400 °C a una temperatura, luego se aplicará los ensayos de ATD y espectroscopia de fluorescencia de rayos x, medidos en una escala de razón.

3.3. Población, (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

Para este estudio se optará por emplear la concha de caracol de dos especies *Megalobulimus* y *Systrophia* en el terreno del Jr. Manco Cápac y Jr. Los Andes, distrito de Morales considerado como la población total de suman 4 kilómetros, en donde se pretendió desarrollar y mejorar su estabilización. Según Heinemann (2019) indica que, la población finita se caracterizan por el conocimiento exacto del número de personas que se pretenden a estudiar (p. 136).

Criterios de inclusión:

- Las vías no pavimentadas del Jr. Manco Cápac y Jr. Los Andes, distrito de Morales, se empleará tres calicatas por cada 1.5 km.
- Empleará ceniza de concha de abanico

Criterios de exclusión:

- Las vías no pavimentadas del Centro poblado de Loma linda, Maronilla perteneciente al distrito de Morales.
- No se empleará ceniza de concha de caracol.

Muestra

La estabilización del suelo, están conformados por las vías no pavimentadas, se pretende optar una muestra que corresponderá a 06 calicatas de 1.50 m. de largo x 1.00 m. de ancho y con una profundidad de 1.20 m. y 1.50 m. cada 1.5 km de las cuales se obtuvo unos 20 kg. muestra patrón, basándose en el "Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de bajo Volumen de Tránsito" admitida según R.D. N°084-2005-MTC/14, Agulló et al. (1999) menciona que, la muestra es la sub población que se pretende a estudiar, (p. 42).

Muestreo

Por la dificultad del proyecto a causa de la pandemia Covid 19, y considerando una población pequeña a estudiar, se optará por el muestreo no probabilístico de análisis por conveniencia del investigador. Pinto (2018) menciona que "Las muestras no probabilísticas, prevén a través de un procedimiento de elección, que tiene que estar encaminado por las características de la indagación, dejando de lado el criterio estadístico de eferente al estudio" (p. 895).

Unidad de análisis: Las vías no pavimentadas del Jr. Manco Cápac y Jr. Los Andes, distrito de Morales, se empleará tres calicatas por cada 1.5 km. Según Bologna (2013) según la unidad de análisis Son los elementos entre los que se compara alguna cualidad, son los sujetos o individuos, de manera general (p.18).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica

De acuerdo al diseño de investigación, la técnica que se emplearan para ambas variables será la observación, el cual permitirá, describir la atención a los sucesos con el objeto de registrarlos para posteriormente someterlos a un procedimiento de análisis. Para el caso en estudio, la toma de datos se llevará a cabo en un laboratorio, efectuando los procedimientos establecidos en la normativa aplicable y registrando lo que se observe como resultado de esos procesos. Según (Arias, 2012) “La encuesta es suministrado casualmente en áreas específicas como la averiguación de mercado, enseñanza del consumidor, encuestas electorales y estudios de instrucción en familiar” (p. 72).

Instrumento

Para obtener las características descriptivas de las dos variables, se tendrá que emplear la ficha técnica, como instrumento de recolección de datos, según Paz, (2014). recopilación de información por medio de la contemplación, que concede detallar las características al llegar a ser determinadas en un periodo.

Validación

Para poder emplear los instrumentos a sus respectivos muestra de estudio, se tendrá, que realizarse una evaluación piloto, donde, las fichas de observación serán validados a través de la técnica del juicio de expertos, considerando a un metodólogo y a dos especialistas con grado de maestro, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Variable	N.º	Especialidad	Promedio de validez	Opinión del experto
Variable 1	1	Metodólogo	47	Existe suficiencia
Estabilización de la subrasante del suelo	2	Ingeniero Civil	46	Existe suficiencia
	3	Ingeniero Civil	47	Existe suficiencia

Variable 2	1	Metodólogo	48	Existe suficiencia
ceniza de concha de abanico	2	Ingeniero Civil	47	Existe suficiencia
	3	Ingeniero Civil	47	Existe suficiencia

Confiabilidad de los instrumentos

Para la confiabilidad del instrumento Tendrá que emplearse el ASTM (American Society of Testing and Materials), que pertenecen al RNE, en lo que se refiere a suelos y carreteras, la cual están verificadas por especialistas en la línea.

3.5. Procedimientos

Fase diagnostico

Para empezar a describir el diagnóstico del proyecto de investigación, se pasará por la primera fase, donde, se tendrá que indagar contenido bibliográfico con respecto a la variable ceniza de caracol y beneficio percibido, en base a autores que describan precisamente el diseño metodológico, sus teorías relacionadas, definiciones y sus características, todo organizado por la técnica del mapeo.

Fase propositiva

En esta fase, se pretenderá que determina la cantidad de CBR para saber la cantidad de concha de abanico y material del suelo se utilizarán. Mientras se evaluará, las propiedades del material del suelo con los estudios de granulometría, límite líquido y plástico, máxima densidad seca, optimo contenido de humedad y CBR. Por consiguiente, se dosificará a la concha de abanico con los porcentajes seleccionados. También se trata de obtener las propiedades del suelo con las dosificaciones agregadas en los ensayos antes mencionados. Todos los procedimientos se tabularán de acuerdo al diseño de investigación

3.6. Métodos de análisis de datos

Todo el procesamiento de la data, será estrictamente cuantitativa por la naturaleza de las variables y del diseño de investigación. En donde, estará ordenada y procesada por el software IBM SPSS Statistics, versión 26, aplicándose las fórmulas estadísticas descriptivas e inferenciales. Para obtener un mejor análisis de cada variable, tendrá que ser presentado los resultados a través de tablas, gráficos de pasteles. Por otra parte, para tomar la decisión de que estadístico de correlación se empleará, tendrá que aplicarse la prueba de normalidad de T Studes, para tener la posibilidad de determinar la relación entre la variable independiente percibidos en base a la variable dependiente. De acuerdo (Borda Pérez et al., 2013) la estadística inferencial, tiene como objeto fundamental hacer inferencias o generalizaciones de los resultados de los parámetros de una muestra a la población de la cual fue extraída. (p.289)

3.7. Aspectos éticos

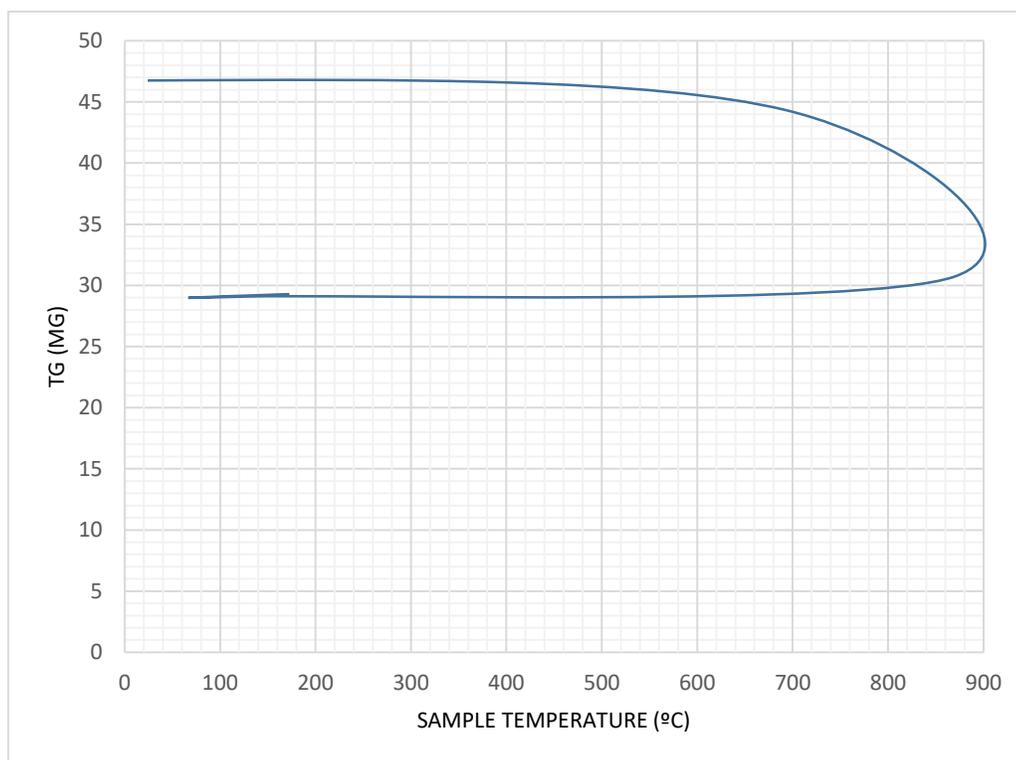
En el transcurso del diseño y desarrollo del estudio, tratará de indagarse información de artículos científicos, libros virtuales extraídas de revistas de alto impacto, citándoles adecuadamente los por citas de referencia estilo APA de la Universidad Cesar Vallejo, donde la casa de estudio, adapto la norma de la Asociación Americana de Psicología, (Lida, 2020, p.40). empleado el programa de referencia bibliográfica Zotero. También, se respetará los datos que serán proporcionados por el hotel Riosol, mientras tanto, los sujetos que participarán en el estudio, se respetara su anonimato y los datos que serán proporcionados por libro de registro de huésped electrónico, además de seguir las observaciones y veredictos de los expertos quienes validaran los instrumentos de recolección de datos.

IV. RESULTADOS

4.1. Primer objetivo específico

En la ejecución y desarrollo del primer objetivo específico, se empleó como muestra la concha de caracol recolectadas en dos géneros de caracoles terrestres como la *Megalobulimus* (Strophocheilidae) y *Systrophia* (Scolodontidae) pertenecientes a la selva del Departamento de San Martín, donde, se empleó el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD), también el Análisis Termogravimétrico (TG), donde se presentará un análisis de los valores obtenidos, a continuación:

Donde, la muestra: Concha de caracol tanto *Megalobulimus* y *Systrophia* representan por un (1 gr), numero de muestra fue 01, su código CA-43, mientras su masa, analizada fue de 46.2 mg, procedentes de piscigranjas.



*Figura 1 Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico de la concha del *Megalobulimus* y *Systrophia**

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

De acuerdo a la interpretación de la figura 01, esta prueba muestra una buena resistencia térmica del material hasta 700 °C, es la temperatura que indica la velocidad de descomposición y el inicio de la pérdida hasta que el material desciende bruscamente a la temperatura máxima de prueba. Donde, se ha demostrado una pérdida de aproximadamente 34% de la masa original del (6,2 mg).

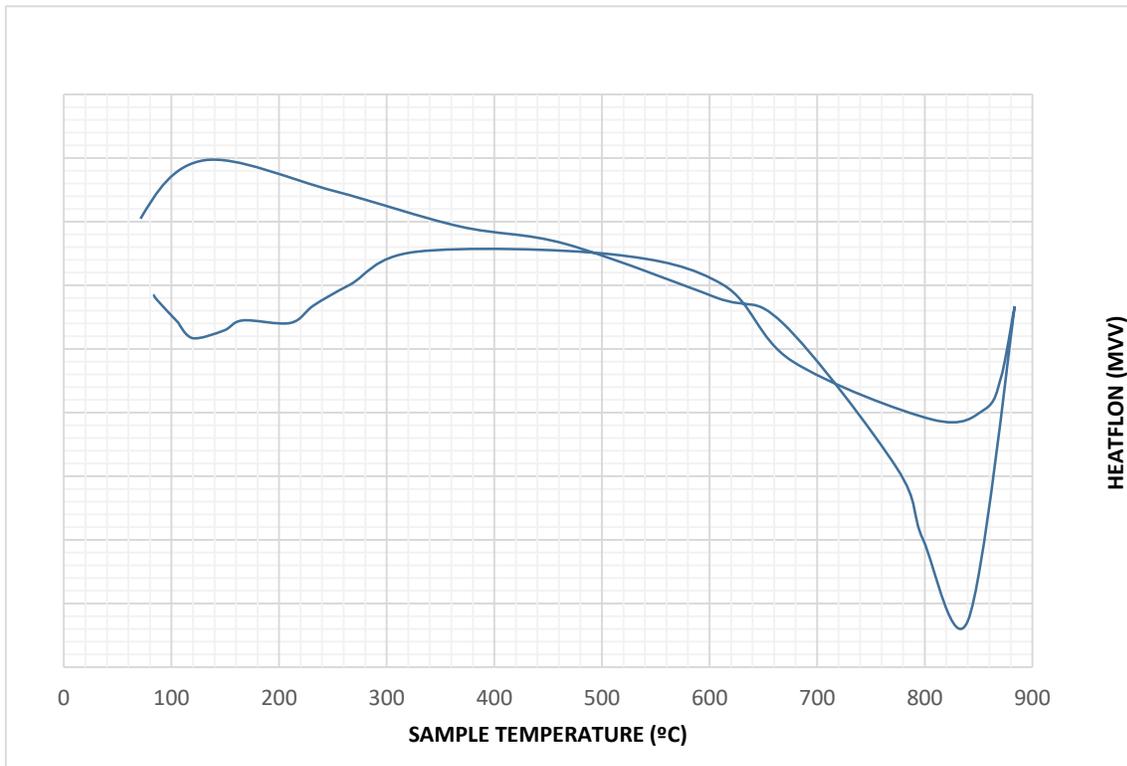


Figura 2 Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

En la figura N°02, mediante este ensayo se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210°C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Así mismo, la interpretación de la figura 02, se pueden demostrar dos bandas de desarrollo de calor leve a través de esta prueba. Uno está a 110 °C, el otro a 210 °C,

luego los fuertes picos de absorción de calor se muestran a 891 °C. Es una variable. Estructura de temperatura y las propiedades de los materiales.

A continuación, continuamos con la Prueba de Análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRXDE), todos usando la carcasa del *Megalobulimus* y *Systrophia* como muestra. Luego puede ver un resumen de los valores obtenidos de la prueba de las conchas de caracol:

Tabla 1 Análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRXDE)

Análisis	Resultado (%)	Método utilizado
Calcio, Ca	98.045	
Silicio, Si	0.543	
Estroncio, Br	0.478	
Azufre, S	0.341	Fluorescencia de Rayos
Potasio, K	0.021	X
Hierro, Fe	0.159	
Fosforo, P	0.022	
Circonio, Zr	0.020	

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

Mientras, en la tabla 01, los alcances de los resultados del elemento de la muestra en cuestión, donde, la concentración se expresa como la masa total del óxido más estable, formado durante la calcinación y se puede normalizar a un total del 100%. Cabe señalar que, esta técnica da directamente las concentraciones de elementos químicos. Estos resultados se emplearán únicamente para determinar la concentración de óxidos.

4.2. Segundo objetivo específico:

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, las cuales son los ensayos realizando del suelo de la muestra patrón y la muestra con adición de ceniza de concha de caracol del *Megalobulimus* y *Systrophia*.

Se comenzó con la excavación de las calicatas.

Tabla 2 Presentación de la ubicación de las calicatas

CALICATA	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD
C-01	8°57'42.2"S	78°37'51.8"W	1.50 m.
C-02	8°57'45.6"S	78°37'55.5"W	1.50 m.
C-03	8°57'42.4"S	78°37'58.5"W	1.50 m.

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

En el análisis de la muestra Patrón: Mientras, la prueba de distribución granulométrica se realiza tamizando la primera muestra y cumple con la norma ASTM 6913. Su finalidad es determinar cuantitativamente la distribución granulométrica de las partículas que componen el suelo. Luego especifica un método para determinar el porcentaje de suelo que pasa a través del tamiz. De esta forma, se ve que la solución puede determinar la cantidad de material que pasa por el tamiz desde el N°3 " al N°200. Los resultados se obtienen a partir de la distribución granulométrica de la zona del Jr. Manco Cápac perteneciente al, Distrito de Morales, en el área de estudio, Se detallará a través de la gráfica siguiente:

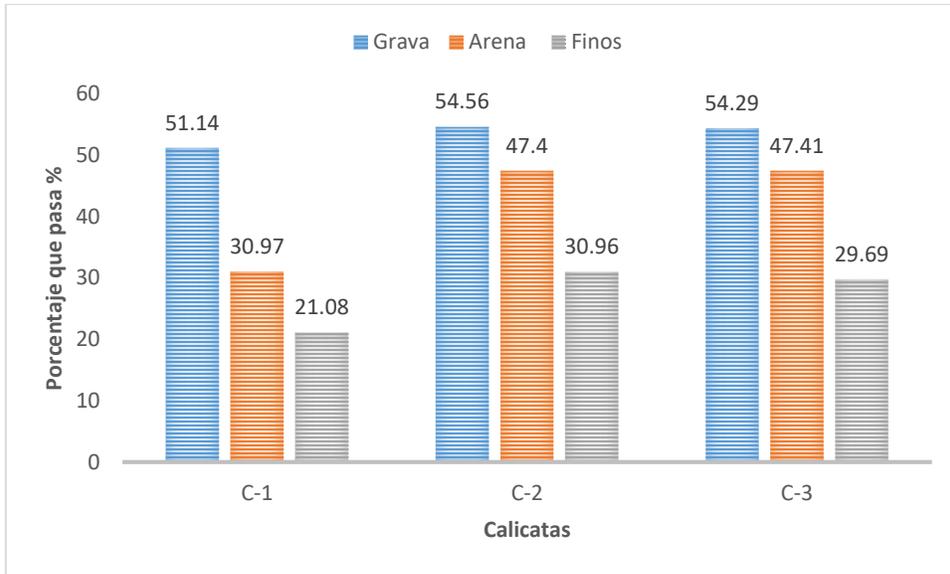


Figura 4 Análisis Granulométrico

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

En la descripción de la figura 04, se puede ver que el suelo tiene el mayor contenido de grava y el suelo fino con el menor contenido de grava, y se considera que es el suelo gravoso con mayor contenido de grava.

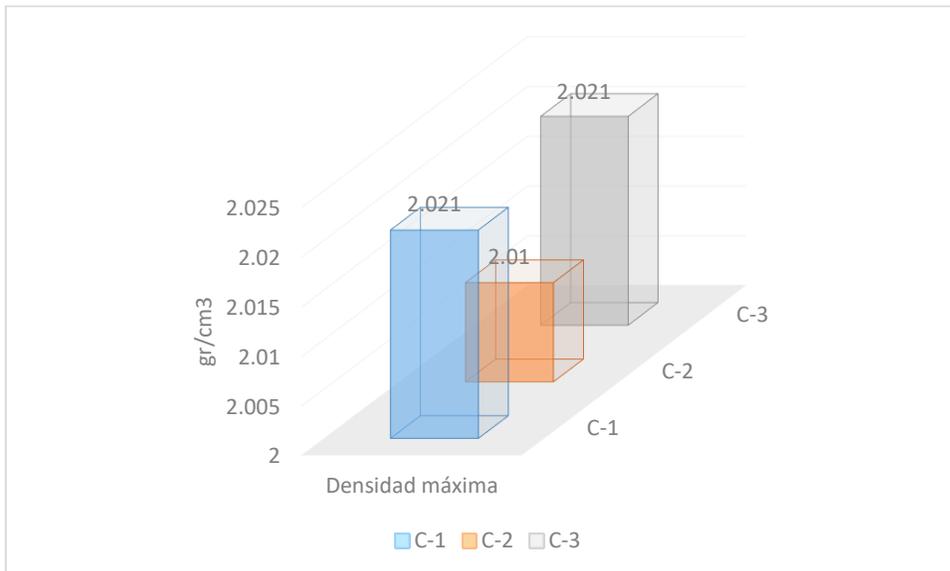


Figura 5 Análisis Proctor Modificado (Densidad)

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

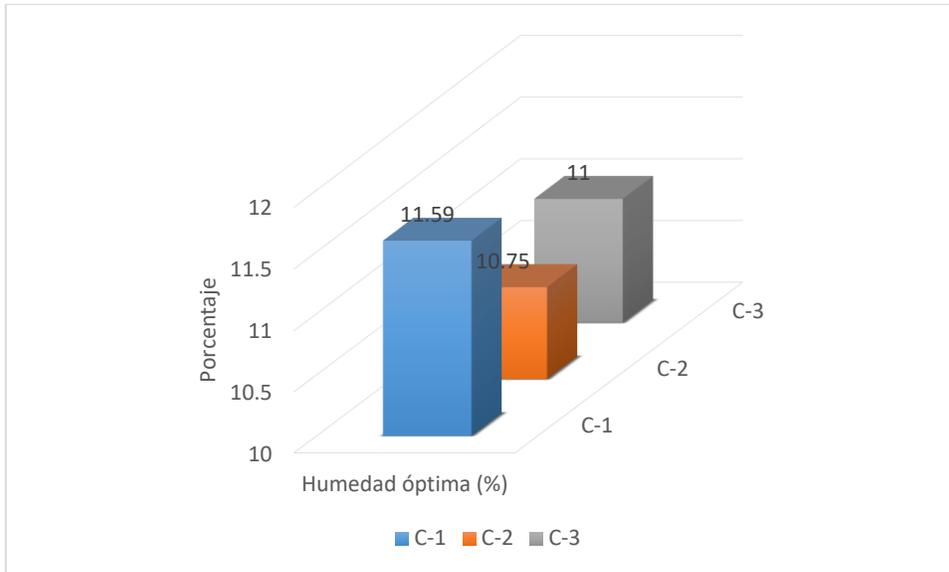


Figura 6 Análisis Proctor Modificado (Humedad)

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

Puede observarse, en la figura 05 y 06, las calicatas, tiene una densidad máxima y un contenido de humedad óptimo de hasta 2,02 gr / cm³ y 11,6% respectivamente.

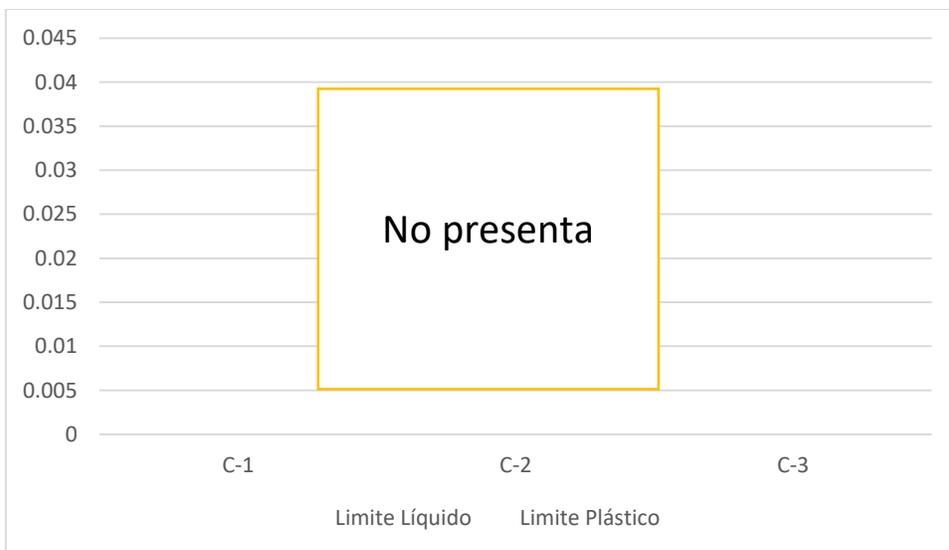


Figura 7 Análisis índice de plasticidad

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

La figura 07 representa el índice de ductilidad, donde, este no mostró plasticidad en el suelo extraído al realizar la prueba de límite de Atterberg.

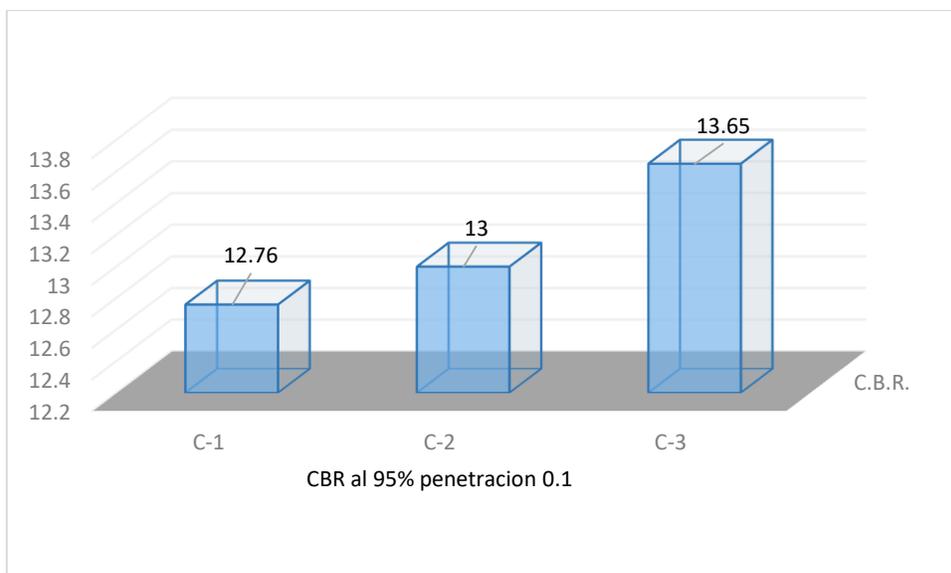


Figura 8 CBR al 95% penetración 0,1

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

Puede interpretarse en la figura 08, la presencia de la resistencia obtenida al realizar el C.B.R. una penetración de 0,1 al 95% y de las 3 catalinas dan respectivamente en 12,76%, 13% y 13,65%.

A continuación, se detalló los resultados en el siguiente cuadro de resumen.

Tabla 3 Clasificación de los Suelos – Ensayo de CBR

CALICATA	C-01	C-02	C-03
Muestra	01	01	01
Profundidad	1.50 m.	1.50 m.	1.50 m.
Gravas (%)	51.14	54.56	54.29
Arenas (%)	30.97	47.40	47.41
Finos (%)	21.08	30.96	29.69
L. Liquido (%)	N.P.	N.P.	N.P.
L. Plástico (%)	N.P.	N.P.	N.P.
I. Plasticidad (%)	N.P.	N.P.	N.P.
HUMEDAD (%)	11.6	10.76	11.01

Clasificación	GM	GM	GM
SUCS			
Clasificación	A-1-b (0)	A-1-b (0)	A-1-b (0)
AASHTO			
Terreno de	Excelente a Bueno	Excelente a Bueno	Excelente a Bueno
Fundación			
Muestra	01	01	01
MAXIMA	2.02	2.00	2.02
DENSIDAD SECA			
(gr/cm ³)			
100% M.D.S. 01"	22.50	22.80	22.70
(%)			
95% M.D.S. 01"	12.76	13.00	13.65
(%)			

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

Mientras tanto, en la Tabla 03, puede identificarse el diagnóstico porcentual de las muestras obtenidas en el sitio de investigación, donde se cavó 03 hoyos presentados como Calicatas, Esto se debe a que luego de las pruebas de laboratorio, se observó que predominaba el mismo tipo de suelo. De ellos, según su clasificación SUCS, sobre C01 (M1), C02 (M1), C03 (M1). GM (Grava limosa) Arena en 30,06%. Además, de esta misma tabla, el CBR promedio un 22.67% al 100% (0.1") y 13.19% al 95% (0.1"), que refleja un excelente buen suelo.

Así mismo, la muestra patrón más ceniza de concha del *Megalobulimus* y *Systrophia*; por medio de las pruebas realizadas con la adición de las cenizas de concha de caracol, son Proctor modificado (ASTM D 1557) obteniendo, además, la Relación de soporte de California (C.B.R). pertenecientes al área de estudio del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, del Distrito de Morales, donde, se detallan en los siguientes gráficos:

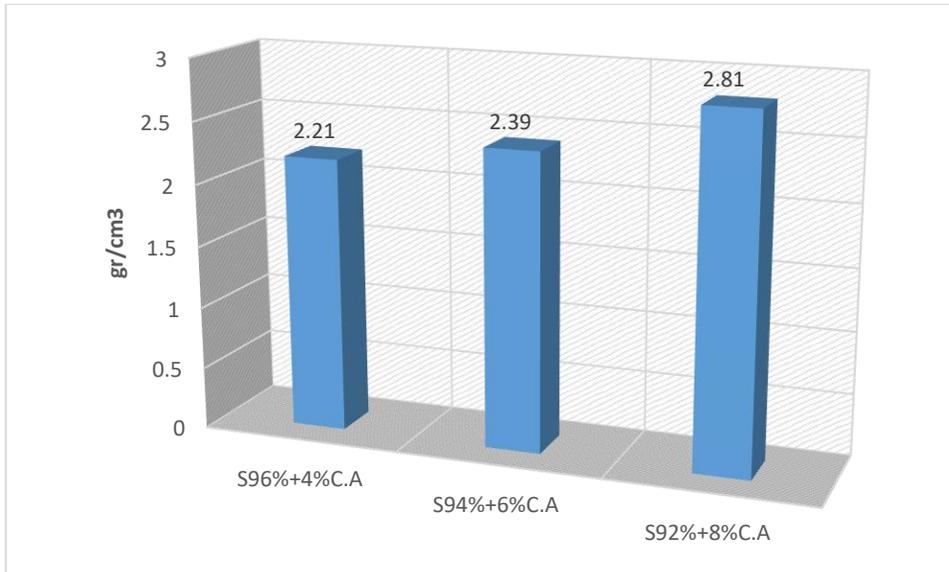


Figura 9 Proctor modificado (Densidad máxima)

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

Mientras, la figura 09 presenta la densidad máxima, en cuyo caso sumamos el porcentaje recomendado de ceniza de concha de *Megalobulimus* y *Systrophia* al 86% del (100%) de la muestra extraída, 2,21 gr/ que serían cm³ la siguiente muestra del 84 % al 6% se añadió a 2,39 gr/cm³ y la muestra del 82% se añadió a 2,81 gr/cm³ añadiendo el 8%. En comparación con la muestra estándar (patrón), la densidad máxima se crea más cuando se incrementa las cenizas del caracol *Megalobulimus* y *Systrophia*

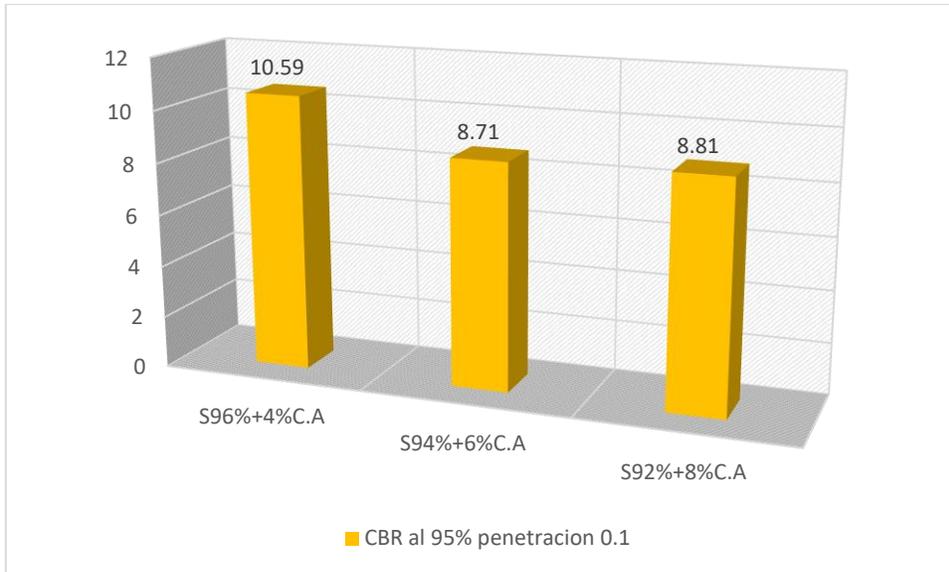


Figura 10 Proctor modificado (Humedad optima %)

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

La figura 10, refleja una humedad óptima, sin embargo, si, se agrega el porcentaje recomendado de ceniza de *Megalobulimus* y *Systrophia*, obtiene el 96% del (100%) de la muestra extraída, obtendrá de las conchas de *Megalobulimus* y *Systrophia* unos adicionales de 10.59% adquirido. Para la muestra del 94% sufrió un adicional de 6% para obtener 8.71%, mientras, la muestra del 92% agregado al 8% para obtener un 8.81%. En comparación con la muestra estándar (patrón), la humedad optima desciende al incrementar más porcentaje de las cenizas del caracol *Megalobulimus* y *Systrophia* por su alta densidad máxima de secado.

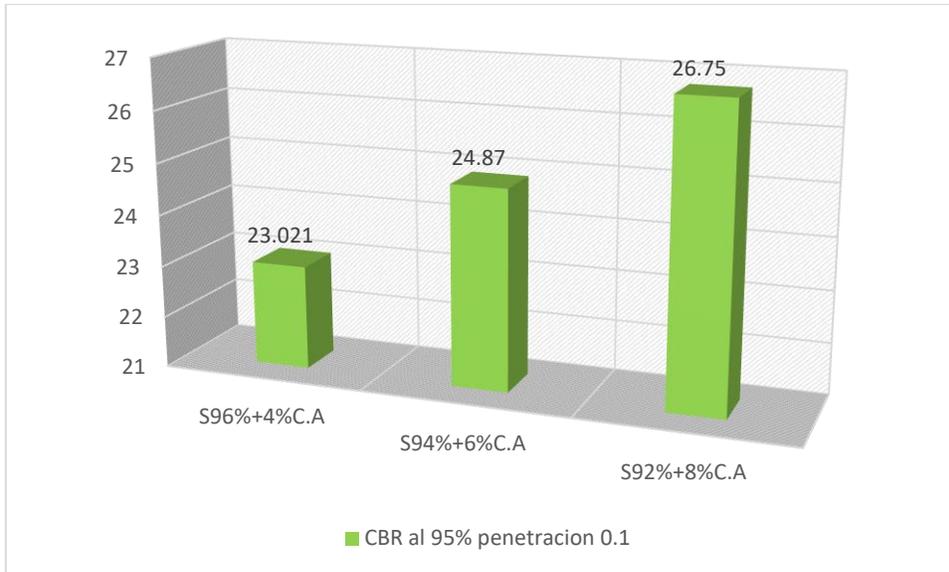


Figura 11 CBR al 95% penetración 0,1

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

Mientras tanto, en la figura 11, refleja una resistencia del 95% en (0.1 pulgada), sin embargo, agregando el porcentaje recomendado de concha de *Megalobulimus* y *Systrophia*, en este sentido, se obtuvo una muestra patrón de 96% del (100%) dado agregadole un 4% de concha de caracol obteniendo un 23,021%, la siguiente muestra del 94 % se añadió un 6% obteniendo un 24,87% y la última muestra del 92% se añadió un 8% obteniendo un 26,75%. Por lo tanto, se determinó que la ceniza de concha de la *Megalobulimus* y *Systrophia* causa el incremento progresivo del C.B.R aumentándolo gradualmente la conexión a tierra.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación ubicada en el Jr. Manco Cápac del Distrito de Morales, perteneciente al Departamento y Provincia de San Martín, donde, realizaron diversos ensayos para determinar la estabilización subrasante del suelo de aquella localidad, con ceniza de caracol del *Megalobulimus* y *Systrophia*, con fines de pavimentación, donde se contrastaran y refutaran los resultados obtenidos:

En el objetivo general detalla que la adición de ceniza de caracol de las especies *Megalobulimus* y *Systrophia* al suelo gravoso – limoso mejoró la resistencia del suelo, incrementando su capacidad de resistencia (CBR), alcanzando de esta manera, la estabilización de la subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, en el Distrito de Morales. Así mismo, Praveen, G. et al. (2021) afirma que los suelos pobres de la subrasante tienen valores del coeficiente de soporte de California (CBR) superiores al 2% y deben ser sustituidos por suelos adecuados para la construcción de la subrasante. Es decir, las características del suelo marginal para ser reforzado con fibra de acero y cemento mezclado con/sin cenizas volantes se debe estudiar con respecto a la mejora del valor CBR para la construcción de subrasantes. Además Adetayo, O. et al. (2020) corrobora estos resultados donde menciona que, la adición de concha de caracol pulverizada aumentó la resistencia del suelo laterítico estabilizado con cemento para la construcción de cimientos estructurales.

En el primer objetivo específico, se observó en la curva de pérdida de masa por análisis termogravimétrico a los 700 °C pierde su masa inicial en 34% que fue un 46,2 mg, y el resultado obtenido del análisis de curva calorimétrica reflejó dos bandas endotérmicas, donde la primera fue de 110 °C y el segundo de 210 °C muestran fuertes picos de absorción de calor en un 891 °C, reflejando una temperatura de los cambios en la estructura y sus propiedades de la materia, como resultado, se pueden determinar las propiedades mecánicas y térmicas del análisis térmico diferencial "ATD". Además, el análisis de fluorescencia de rayos X de la concha del *Megalobulimus* y *Systrophia* estaba compuesto completamente de calcio (Ca) al

96%. Donde, Nnochiri, E, (2017) indica que son parsidad dichos resultados pero en menor escala, donde, pruebas de límite de atterberg para obtener la cantidad óptima de cal, fue del 10% porque el menor valor del índice de plasticidad. Se añadió PSA a la muestra *ceniza de cáscara de bígaro* de suelo tratada con cal en proporciones variables de 2, 4, 6, 8 y 10%. Las mezclas se sometieron a ensayos de compactación, de índice de carga de California (CBR), de límites de atterberg y de resistencia a la compresión no confinada (UCS), con lo que los valores del CBR y del UCS aumentaron considerablemente, así como los resultados encontrados con la muestra de concha de Caracol.

En el segundo objetivo específico se mostró que las pruebas realizadas en suelos de muestra estándar de tipo grava – limosa mediante SUCCS, Mientras, según AASHTO, fue de A1b denominado "excelente a bueno" y presenta un contenido de humedad del 13,50%. Carece de restricciones para líquidos ni plasticidad, mientras, su densidad seca máxima es de 2.02 gr / cm³, el contenido de humedad óptimo del 11.60%, con un valor CBR del 14.55%. Para muestras con Proctor modificado con ceniza de caracol *Megalobulimus* y *Systrophia* al 4%, 6% y 8%, reflejo unas densidades secas máximas de 2,21, 2,03, 2,81 y gr / cm³ respectivamente, en comparación con otros valores del CBR, donde presenta las muestras con 4%, 6% y 8% añadiéndole dieron resultados de 23,021%, 24 ,87% y 26,75% respectivamente.

Por tanto, todos estos resultados pueden utilizarse para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo pertenecientes al Distrito de Morales. Mientras tanto, de acuerdo a la investigación de, Edeh, J. et al. (2019), corrobora que las pruebas muestran que las propiedades de los residuos de pavimentos asfálticos recuperados mejoraron con la estabilización de las cenizas de bagazo de caña de azúcar. La densidad seca máxima disminuyó al aumentar el contenido de humedad óptima con mayores contenidos de cenizas de bagazo de caña de azúcar en las mezclas. Los valores máximos de la relación de rodamiento de California del 28% (sin remojar) y del 14% (remojado durante 24 horas) se registraron para la mezcla de 50% de RAP

+ 50% de SCBA que satisfizo los requisitos de durabilidad y puede ser utilizado como material de subrasante en la construcción de pavimentos flexibles

Por su parte Adetayo, O. et al. (2020) confirma que en la adición de PSS y 11% de cemento al suelo laterítico provoca una reducción tanto en los límites líquidos como en el índice de plasticidad y un aumento en los límites plásticos para todas las muestras. Las pruebas de ingeniería muestra la densidad seca máxima en el cemento óptimo aumentó de $1493,34 \pm 103,58 \text{ kg.m}^{-3}$ a $1632 \pm 435,81 \text{ kg.m}^{-3}$ para la muestra A; $1476,77 \pm 367,51 \text{ kg.m}^{-3}$ hasta $1668 \pm 202,58 \text{ kg.m}^{-3}$ para la muestra B; $1460.77 \pm 623.58 \text{ kg.m}^{-3}$ a $1651 \pm 135.45 \text{ kg.m}^{-3}$ para la muestra C. El CBR registró el valor más alto al 4% de cemento PSS óptimo para todas las muestras.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1.** Se concluye que, la curva de pérdida de masa por análisis termogravimétrico a los 700 °C pierde su masa inicial en 34% que fue un 46,2 mg, y el resultado obtenido del análisis de curva calorimétrica reflejo dos bandas endotérmicas, donde la primera fue de 110 °C y el segundo de 210 °C muestran fuertes picos de absorción de calor en un 891 °C, reflejando una temperatura de los cambios en la estructura y sus propiedades de la materia, como resultado, se pueden determinar las propiedades mecánicas y térmicas del análisis térmico diferencial "ATD". Además, el análisis de fluorescencia de rayos X de la concha del *Megalobulimus* y *Systrophia* estaba compuesto completamente de calcio (Ca) al 96%.
- 6.2.** Se concluye que, las pruebas realizadas en suelos de muestra estándar de tipo grava – limosa mediante SUCCS, Mientras, según AASHTO, fue de A1b denominado "excelente a bueno" y presenta un contenido de humedad del 13,50%. Carece de restricciones para líquidos ni plasticidad, mientras, su densidad seca máxima es de 2.02 gr / cm³, el contenido de humedad óptimo del 11.60%, con un valor CBR del 14.55%. Para muestras con Proctor modificado con ceniza de caracol *Megalobulimus* y *Systrophia* al 4%, 6% y 8%, reflejo unas densidades secas máximas de 2,21, 2,03, 2,81 y gr / cm³ respectivamente, en comparación con otros valores del CBR, donde presenta las muestras con 4%, 6% y 8% añadiéndole dieron resultados de 23,021%, 24 ,87% y 26,75% respectivamente. Por tanto, todos estos resultados pueden utilizarse para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo pertenecientes al Distrito de Morales.
- 6.3.** Se concluye de cuerdo a las pruebas anteriores, que la adición de ceniza de caracol de las especies *Megalobulimus* y *Systrophia* al suelo gravoso – limoso mejoró la resistencia del suelo, incrementando su capacidad de resistencia (CBR), alcanzando de esta manera, la estabilización de la subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, en el Distrito de Morales.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1.** Recomendamos que los futuros estudiantes universitarios soliciten un certificado de calibración para el equipo que utilizan antes de realizar cualquier tipo de prueba de laboratorio, de esta manera su investigación tenga mayor confiabilidad en sus muestras.
- 7.2.** Se anima a los funcionarios públicos y alcalde electo de la Municipalidad Distrital de Morales a considerar este proyecto de investigación para la futura mejora de la pavimentación de los Jirones como Manco Cápac, Los Andes entre otras urbanizaciones pertenecientes al Distrito Moralino.
- 7.3.** Recomendamos a los futuros investigadores de las distintas universidades del Perú, a seguir investigando el uso de cenizas de concha de caracol no solo del tipo *Megalobulimus* y *Systrophia*; sino variedades que se encuentran en su departamento, con la finalidad de probar su viabilidad en pavimentación, probando en los otros suelos del país.
- 7.4.** Se recomienda a los directivos de la Universidad Cesar Vallejo, que realicen convenios con instituciones que cuenten con laboratorios implementados para el análisis térmica diferencial “ATD” y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X, como la Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad Mayor de San Marcos, con la finalidad de reducir los costos de las pruebas de los ensayos de los futuros investigadores de su casa de estudio.

REFERENCIAS

- Adetayo, O., Amu, O., & Alabi, S. (2020). Improvement of cement stabilized structural lateritic with pulverized snail shell. *Selected Scientific Papers: Journal of Civil Engineering*, 14(2), 95-106.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=143131624&lang=es&site=eds-live>
- Agulló Candela, J., Carratalá Pastor, V., & Gimeno Aranda, J. (1999). *Inferencia estadística para economía y empresa: Teoría y ejercicios resueltos*. Digitalia.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=317995&lang=es&site=eds-live>
- Amu, O. O., Adetayo, O. A., & Alabi, O. S. (2019). Modification of Cement Stabilized Structural Lateritic Pulverized Snail Shell. *Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering*, 12(4), 63-68.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=141061300&lang=es&site=eds-live>
- Arévalo, J. B. N. (1981). *Aplicación del ATD y ATG en la evaluación de las características de las bentonitas usadas como aglutinantes en fundición* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad Politécnica de Madrid].
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=240394>
- Attah, I. C., Etim, R. K., Yohanna, P., & Usanga, I. N. (2021). Understanding the effect of compaction energies on the strength indices and durability of oyster shell ash-lateritic soil mixtures for use in road works. *Engineering & Applied Science Research*, 48(2), 151-160.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=150013341&lang=es&site=eds-live>

Ayodele, F. O., & Popoola, O. O. (2019). Potential of Snail Shell and Palm Kernel Shell Powders in Improving Engineering Properties of Clay. *Journal of Applied Sciences & Environmental Management*, 23(8), 1437-1444. <https://doi.org/10.4314/jasem.v23i8.5>

Bandara, N., Hiroshan Hettiarachchi, Elin Jensen, & Tarik H. Binoy. (2020). Upcycling Potential of Industrial Waste in Soil Stabilization: Use of Kiln Dust and Fly Ash to Improve Weak Pavement Subgrades Encountered in Michigan, USA. *Sustainability*, 17, 1.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsrep&AN=edsrep.a.gam.jsusta.v12y2020i17p7226.d408533&lang=es&site=eds-live>

Beltrán, B. G., Ramos-Sanchez, V., Chávez-Flores, D., Rodríguez-Maese, R., & Palacio, E. (2020). Total Reflection X-Ray Fluorescence Spectroscopy (TXRF) Method Validation: Determination of Heavy Metals in Dietary Supplements. *Journal of Chemistry*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2020/8817393>

Bologna, E. (2013). *Estadística para psicología y educación: Vol. 3ra edición ampliada*. Editorial Brujas. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=701874&lang=es&site=eds-live>

Borda Pérez, M., Navarro Lechuga, E., & Tuesca Molina, R. de J. (2013). *Métodos cuantitativos: Herramientas para la investigación en salud: Vol. 4a edición revisada y aumentada*. Universidad del Norte.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=676117&lang=es&site=eds-live>

Chompoorat, T., Thepumong, T., Nuaklong, P., Jongvivatsakul, P., & Likitlersuang, S. (2021). Alkali-Activated Controlled Low-Strength Material Utilizing High-Calcium Fly Ash and Steel Slag for Use as Pavement Materials. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 33(8), 1-13.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=150573515&lang=es&site=eds-live>

Di Matteo, L., Bigotti, F., & Ricco, R. (2009). Best-Fit Models to Estimate Modified Proctor Properties of Compacted Soil. *Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering*, 135(7), 992-996.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.0000022](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0000022)

Duque, J., Fuentes, W., Rey, S., & Molina, E. (2020). Effect of Grain Size Distribution on California Bearing Ratio (CBR) and Modified Proctor Parameters for Granular Materials. *Arabian Journal for Science & Engineering (Springer Science & Business Media B.V.)*, 45(10), 8231-8239. <https://doi.org/10.1007/s13369-020-04673-6>

Edeh, J. E., Joel, M., & Abubakar, A. (2019). Sugarcane bagasse ash stabilization of reclaimed asphalt pavement as highway material. *International Journal of Pavement Engineering*, 20(12), 1385-1391.

<https://doi.org/10.1080/10298436.2018.1429609>

Estrada Espinoza, D. J., & Ventura Ruiz, P. J. (2019a). Estabilización de la subrasante del suelo del Centro Poblado San Ignacio con ceniza de concha de abanico,

con fines de pavimentación, distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019.

Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56947>

Estrada Espinoza, D. J., & Ventura Ruiz, P. J. (2019b). Estabilización de la subrasante del suelo del Centro Poblado San Ignacio con ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019.

Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56947>

Faiz Ahmad, M. A. Quasim, A. H. M. Ahmad, S. M. Rehman, & S. Asjad. (2021). Depositional mechanism of Fort Member Sandstone (Early-Late Bathonian), Jaisalmer Formation, Western Rajasthan: Insights from granulometric analysis.

Geology, Ecology, and Landscapes, 5(2), 119-135.

<https://doi.org/10.1080/24749508.2020.1833642>

Ferreyro, A., & Longhi, A. L. D. (2014). *Metodología de la investigación* (Número 2).

Encuentro Grupo Editor.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=847674&lang=es&site=eds-live>

Gireesh Kumar, P., & Harika, S. (2021). Stabilization of expansive subgrade soil by using fly ash. *Materials Today: Proceedings*, 45(Part 7), 6558-6562.

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.469>

Heinemann, K. (2019). *Introducción a la metodología de la investigación empírica en las ciencias del deporte*. Paidotribo.

Hernández-Sánchez, J. M. de los D., Figueroa-Sandoval, B., Martínez Menes, M. R., Hernández-Sánchez, J. M. de los D., Figueroa-Sandoval, B., & Martínez Menes, M. R. (2019). Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(SPE22), 53-61. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1858>

Lida Paul. (2020). *The Concise APA Handbook: APA 7th Edition: Vol. APA 7th edition*. Information Age Publishing. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=2527724&lang=es&site=eds-live>

Liu, J.-H., Zhu, J., Wang, N., He, F., He, L., Song, H., Dong, Y., Zhang, L., & Wang, S. (2021). Quantitative Detection of Trace Copper by Using Graphene Oxide and X-Ray Fluorescence Spectroscopy. *NANO*, 16(6), N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1142/S1793292021500661>

Mandoo, T. A. (2021). Comparison of Cbr Values of Different Types of Soils with Varying Atterberg Limits. *Ilkogretim Online*, 20(4), 1878-1886. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.04.211>

Mohanty, S., Adak, S., & Sengupta, D. (2021). Granulometric analysis of beach sediments enriched in radioactivity along Podampata, east coast of Odisha, India. *Journal of Earth System Science*, 130(2), 1-29. <https://doi.org/10.1007/s12040-021-01600-7>

- Nnochiri, E. S. (2017). Effects of Periwinkle Shell Ash on Lime-Stabilized Lateritic Soil. *Journal of Applied Sciences & Environmental Management*, 21(6), 1023-1028. <https://doi.org/10.4314/jasem.v21i6.4>
- Onyelowe, K. C., Onyelowe, F. A. D., & Bui Van, D. (2020). Overview of ash as supplementary cementitious silicate-based composite and construction material. *Salak építőanyagként és cement kiegészítő anyagként való alkalmazásának áttekintése.*, 72(3), 80-85. <https://doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2020.13>
- Onyelowe, K. C., Onyia, M. E., Nguyen-Thi, D., Bui Van, D., Onukwugha, E., Baykara, H., Obianyo, Ifeoma. I., Dao-Phuc, L., & Ugwu, H. U. (2021). Swelling Potential of Clayey Soil Modified with Rice Husk Ash Activated by Calcination for Pavement Underlay by Plasticity Index Method (PIM). *Advances in Materials Science & Engineering*, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2021/6688519>
- Onyelowe, K. C., Van, D. B., Van, M. N., Ezugwu, C., Amhadi, T., Sosa, F., Wu, W., Duc, T. T., Orji, F., & Alaneme, G. (2019). Experimental assessment of subgrade stiffness of lateritic soils treated with crushed waste plastics and ceramics for pavement foundation. *International Journal of Low Carbon Technologies*, 14(2), 187-204. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctz015>
- Pai, R. R., Bakare, M. D., Patel, S., & Shahu, J. T. (2021). Structural Evaluation of Flexible Pavement Constructed with Steel Slag–Fly Ash–Lime Mix in the Base Layer. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 33(6), 1-12. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=149594252&lang=es&site=eds-live>
- Paz, G. M. E. B. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.

- Pinto, J. E. M. (2018). *Metodología de la investigación social: Paradigmas: cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*. Ediciones de la U.
- Praveen, G. v., Kurre, P., & Chandrabai, T. (2021). Improvement of California Bearing Ratio (CBR) value of Steel Fiber reinforced Cement modified Marginal Soil for pavement subgrade admixed with Fly Ash. *Materials Today: Proceedings*, 39(Part 1), 639-642. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.814>
- Wang Jun, G. X. (2019). 路基填料强度(cbr值)改良的工程应用与浅析. *Engineering Application and Elementary Analysis on Modification of Roadbed Stuffing Strength(CBR Value)*, 5, 64. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edscqv&AN=edscqv.7002011155&lang=es&site=eds-live>
- Yoobanpot, N., Jamsawang, P., Simarat, P., Jongpradist, P., & Likitlersuang, S. (2020). Sustainable reuse of dredged sediments as pavement materials by cement and fly ash stabilization. *Journal of Soils & Sediments: Protection, Risk Assessment, & Remediation*, 20(10), 3807-3823. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02635-x>

Anexos

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Estabilización de la subrasante del suelo	La estabilización de tierras o suelos, reside en dar una firmeza al terreno consolidándolo y asegurar la permanencia de su compactación. (Bruhn et al., 2014).	Para medir la estabilización de la subrasante del suelo se tendrá que aplicar el esfuerzo del índice de Plasticidad, CBR y Proctor Modificado medidos a través de la escala de razón.	Subrasante	Análisis granulométrico	Razón
				Límite de Atteberg	
				Proctor Modificado	
				CBR	
Estabilización de la subrasante del suelo	Ceniza de concha de caracol son todas las especies de caracol como el africano, Congonpe o caracoles de ríos que entraran a la calcinación en la mufla a 400°C a una temperatura (Ríos y Velasquez, 2016, p.45).	Para medir el carbono de calcio que contiene la concha de caracol se tendrá que calcinación en la mufla a 400°C a una temperatura, luego se aplicará los ensayos de ATD y espectroscopia de fluorescencia de rayos x, medidos en una escala de razón.	Concha de caracol	Ensayos de ATD	Razón
				Espectroscopia de fluorescencia de rayos x	

Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos											
<p>Problema general ¿Cuál será la Estabilización Subrasante Del Suelo Para Fines De Pavimentación En Zonas Urbanas, Distrito De Morales 2021?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cuál serán las propiedades mecánicas y térmicas realizando el ensayo de análisis térmica diferencial "ATD" y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X de la concha de caracol? ¿Cuál será las propiedades físicas y mecánicas del suelo, las cuales son los ensayos realizando del suelo de la muestra patrón y la muestra con adición de ceniza de concha de caracol?</p>	<p>Objetivo general Determinar si es posible la estabilización del suelo de la subrasante con cenizas de caracol, con fines de pavimentación en el Jr. Manco Cápac del distrito de Morales, 2021.</p> <p>Objetivos específicos Identificar las propiedades mecánicas y térmicas realizando el ensayo de análisis térmica diferencial "ATD" y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X de la concha de caracol.</p> <p>Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, las cuales son los ensayos realizando del suelo de la muestra patrón y la muestra con adición de ceniza de concha de caracol.</p> <p>Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo con proporciones de 4%, 6% y 8% de ceniza de concha de caracol en el Jr. Manco Cápac.</p>	<p>Hipótesis general La adición de ceniza de concha de caracol, con fines de pavimentación, será factible poder estabilizar la subrasante del suelo en el Jr. Manco Cápac del distrito de Morales, 2021.</p> <p>Hipótesis específicas</p>	<p>Técnica Observación: Consiste en prestar atención a los sucesos con el objeto de registrarlos para posteriormente someterlos a un procedimiento de análisis. Para el caso en estudio, la toma de datos se llevará a cabo en un laboratorio, efectuando los procedimientos establecidos en la normativa aplicable y registrando lo que se observe como resultado de esos procesos.</p>											
<p>Diseño de investigación</p> <p>Enfoque cuantitativo, Tipo de investigación aplicado, Diseño experimental, cuasiexperimental, de corte longitudinal. GE: O1-----X----- O2 GE: O3----- O4 Donde: GE: Grupo experimental Jr. Manco Cápac y Jr. Los Andes, distrito de Morales X: Ceniza de concha de caracol O1-. Pre medición de la Estabilización de la subrasante del suelo O2-. Post medición de la Estabilización de la subrasante del suelo. GC: Grupo control Jr. Manco Cápac y Jr. Los Andes, distrito de Morales O3-. Pre medición de la Estabilización de la subrasante del suelo O4-. Post medición de la Estabilización de la subrasante del suelo.</p>	<p>Población y muestra</p> <p>Población Para este estudio se opta por emplear la concha de abanico en el terreno Jr Manco Cápac, distrito de Morales considerado como la población, en el que se va a desarrollar y mejorar su estabilización.</p> <p>Muestra La estabilización del suelo, están conformados por las vías no pavimentadas, se pretende optar una muestra que corresponderá a 06 calicatas de 1.50 m. de largo x 1.00 m. de ancho y con una profundidad de 1.20 m. y 1.50 m. cada 1.5 km de las cuales se obtuvo unos 20 kg. muestra patrón, basándose en el "Manual Para El Diseño De Caminos No Pavimentados De Bajo Volumen De Tránsito" admitida según R.D. N° 084-2005-MTC/14 del 16.11.2005</p>	<p>Variables y dimensiones</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variables</th> <th>Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Estabilización de la subrasante del suelo</td> <td>Análisis granulométrico</td> </tr> <tr> <td>Límite de Atteberg</td> </tr> <tr> <td>Proctor Modificado</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Concha de caracol</td> <td>CBR</td> </tr> <tr> <td>Ensayos de ATD</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Espectroscopia de fluorescencia de rayos x</td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Estabilización de la subrasante del suelo	Análisis granulométrico	Límite de Atteberg	Proctor Modificado	Concha de caracol	CBR	Ensayos de ATD		Espectroscopia de fluorescencia de rayos x	<p>Instrumentos</p> <p>Ficha técnica: Instrumento para la recopilación de información por medio de la contemplación, que concede detallar las características al llegar a ser determinadas en un periodo real. Protocolo: Reside en la elaboración de procedimientos estandarizados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.</p>
Variables	Dimensiones													
Estabilización de la subrasante del suelo	Análisis granulométrico													
	Límite de Atteberg													
	Proctor Modificado													
Concha de caracol	CBR													
	Ensayos de ATD													
	Espectroscopia de fluorescencia de rayos x													

Instrumentos de recolección de datos



Pruebas de ensayos

Informe técnico "R&R CONSULTORES SCRL"

1. Datos del solicitante Carhuapoma Sánchez, Christian
DNI:70295703

2. Cronograma de fechas
 - 2.1. Fecha de recepción: 19/05/2021
 - 2.2. Fecha de ensayo: 21/06/2021
 - 2.3. Fecha de emisión: 23/06/2021

3. Análisis solicitado Análisis de fluorescencia de rayos X en muestra de conchas Megalobulimus (Strophocheilidae) y Systrophia (Scolodontidae)

4. Datos referenciales de la muestra según solicitante muestra de concha de Megalobulimus (Strophocheilidae) y Systrophia (Scolodontidae) "Estabilización de la subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021

5. Lugar de recepción Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL"

6. Condiciones ambientales Temperatura 20.0°C: Humedad relativa 65%

7. Equipos utilizados Analizador de fluorescencia de rayos x Olympus, Vanta m (Fueron empleados con alianza del Laboratorio del departamento Académico de Físicoquímica, Facultad de Química e Ingeniería Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos)

R & R CONSULTORES SRL

Genis Ramírez Pineda
GERENTE

8. Resultados

8.1. Análisis de composición química elemental

Análisis	Resultado (%)	Método utilizado
Calcio, Ca	98.045	Fluorescencia de Rayos X
Silicio, Si	0.543	
Estroncio, Br	0.478	
Azufre, S	0.341	
Potasio, K	0.021	
Hierro, Fe	0.159	
Fosforo, P	0.022	
Circonio, Zr	0.020	

8.2. Análisis de composición química elemental

Análisis	Resultado (%)	Método utilizado
Oxido de Calcio, CaO	96.522	Fluorescencia de Rayos X
Oxido de Silicio, SiO ₂	1.636	
Oxido de Estroncio, SrO	0.969	
Óxido de Azufre, SO ₂	0.391	
Oxido de Potasio, K ₂ O	0.282	
Óxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	0.081	
Oxido de Fosforo, P ₂ O ₂	0.071	
Oxido de Circonio, ZrO ₂	0.020	

9. Valides del informe técnico

Los resultados obtenidos de este informe teórico son válidos para muestras proporcionadas por suscriptores del servicio en las condiciones que se presentan en este informe técnico con fines académicos experimentales.

R & R CONSULTORES SRL
Genís Ramírez Pinedo
Genís Ramírez Pinedo
 GERENTE

Tarapoto, 19 de mayo de 2021

INFORME N°45-MAYO-21

1. **MUESTRA:** Concha de *Megalobulimus* (Strophocheilidae) y *Systrophia* (Scolodontidae) (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA - 42S	46.1 mg	Piscigranjas

2. **ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis termo gravimétrico TGA

3. **EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Análisis térmico simultaneo TG_DTA_DSC Max.: 1600 °C
 Setsys, ASTM E293, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20° C/ml
- Gas de Trabajo – Flujos; Nitrógeno, 10 ml / min
- Rango de trabajo: 25 – 900 °C
- Masa de muestra analizada: 46.1 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Aldo Javier Guzmán Duxtan

Análisis responsable: : Ing. Aldo Javier Guzmán Duxtan

Tarapoto, 19 de mayo de 2021

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramírez Pinedo
Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE

4. Resultados

I. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico

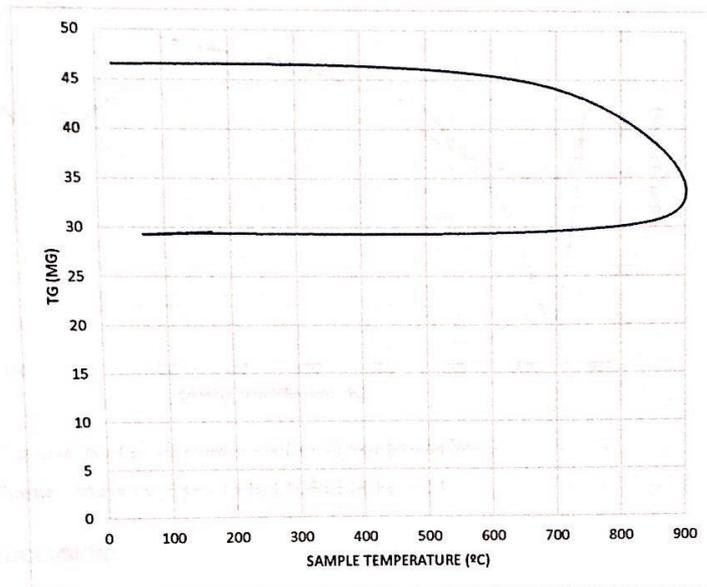


Figura 1 Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

R & R CONSULTORES SRL

Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE

II. Curva Calorimétrico ATD

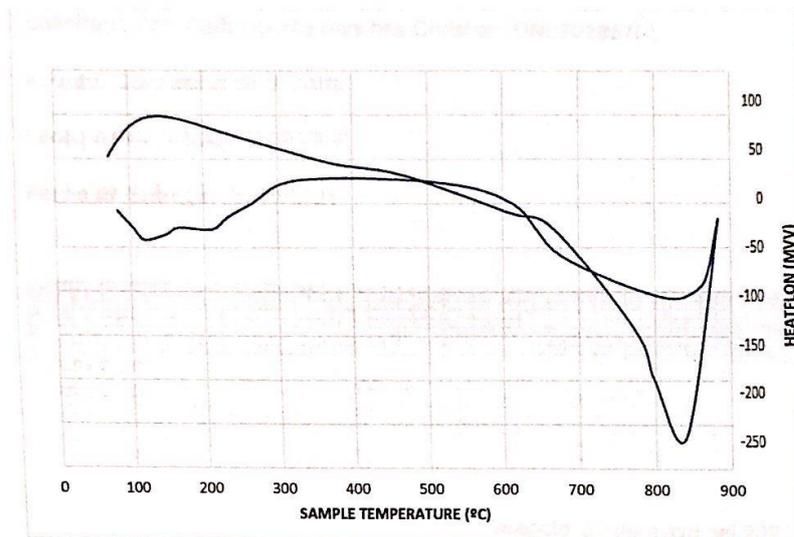


Figura 2 Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

5. CONCLUSION:

- ❖ El análisis termogravimétrico muestra una buena estabilidad térmica del material hasta 700 °C. La pérdida de material a 700 °C muestra el inicio de una rápida descomposición y una fuerte caída en la temperatura de prueba. Está claro que la pérdida total es de aproximadamente 3 ° en comparación con la masa original.
- ❖ El análisis calorimétrico muestra dos bandas de ligera exotérmica. Uno está a 110 °C, el otro a 210 °C, por lo que se muestra un fuerte pico de absorción de calor cuando la temperatura cambia en 890 °C. Estructura y propiedades del material


R&R CONSULTORES SRL
 Genis Ramirez Pinedo
 GERENTE

ANALISIS DE LABORATORIO

Solicitado Por: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

Asunto: Calcinación de Muestra

Fecha de Recepción: 19/06/2021

Fecha de Entrega: 21/06/2021

Descripción	Proceso	Temperatura	Tiempo Horas	Peso inicial	Peso final
Concha de abanico	Calcinación	900°C	4	2301	1752

Tarapoto, 21 de mayo del 2021

R & R CONSULTORES SRL
 Genís Ramírez Pinedo
 GERENTE



R&R CONSULTORES S. C. R. L.
 ESTUDIO DE PROYECTOS Y GEOTECNIA
 RUC. 20450449637
 TEL: (042)526592
 CEL/RPM: #943 481 681
 email: genixrp@hotmail.com
 Jr. Leoncio Prado 1091 Tarapoto

ANALISIS DE LABORATORIO

Solicitado Por: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

Asunto: Calcinación de Muestra

Fecha de Recepción: 19/06/2021

Fecha de Entrega: 21/06/2021

Descripción	Proceso	Temperatura	Tiempo Horas	Peso inicial	Peso final
Concha de abanico	Calcinación	900°C	4	2402	1679

Tarapoto, 21 de Julio del 2021

R & R CONSULTORES SRL

 Genis Ramirez Pinedo
 GERENTE



R & R CONSULTORES S.C.R.L.
ESTUDIO DE PROYECTOS Y GEOTECNIA
 RUC. 20450449637
 TEL: (042)526582
 CEL/RPM: #948 481 681
 email: genitrp@hotmail.com
 Jr. Leoncio Prado 1091 Tarapoto

PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL. (PATRON)

RESULTADOS DE ENSAYO ESTANDAR DE LABORA

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM – D421)

Peso Inicial Seco, [gr] 2661,39

Peso Inicial Seco, [gr] 2661,39

Tamices	Peso Retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	%Que Pasa	Especificaciones
Ø (mm)					
5"	127.00	0.00	0.00%	0.00%	
4"	101.60	0.00	0.00%	0.00%	
3"	76.20	0.00	0.00%	100.00%	
2"	50.80	894.40	33.6%	66.40%	
1 1/2"	38.10	113.70	4.27%	37.87%	
1"	25.40	263.20	9.89%	47.76%	
3/4"	19.050	0.00	0.0%	47.76%	
1/2"	12.700	23.70	0.89%	48.65%	
3/8"	9.525	2.50	0.09%	48.74%	
1/4"	6.350	0.00	0.0%	48.74%	
N° 4	4.760	3.10	0.12%	48.86%	
N°8	2.380	0.00	0.00%	48.86%	
N°10	2.000	5.59	0.22%	49.08%	
N°16	1.190	0.00	0.00%	49.33%	
N°20	0.840	6.70	0.25%	49.33%	
N°30	0.590	0.00	0.00%	69.03%	
N°40	0.426	524.30	19.7%	69.03%	
N°50	0.297	0.00	0.00%	69.03%	
N°60	0.250	0.00	0.00%	69.03%	
N°80	0.177	0.00	0.00%		
N°100	0.149	228.60	8.59%	77.62%	
N°200	0.074	34.50	1.30%	78.92%	
Fondo	0.01	561.10	21.80%	100.00%	
Peso Inicial		2661.39			

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramirez Pinedo
Genis Ramirez Pinedo
 GERENTE



R&R CONSULTORES S.C.R.L.
ESTUDIO DE PROYECTOS Y GEOTECNIA
 RUC. 20450449637
 TELF: (042)526582
 CEL/RPM: #948 481 681
 email: genxrp@hotmail.com
 Jr. Leoncio Prado 1091 Tarapoto

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	5114%
Pasa tamiz N° 200 (0,080mm):	2108%
D60	35.365
	mm
D30	0.174 mm
D10 (diámetro efectivo)	0.04 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc)	

SISTEMA	CLASIFICACION	DESCRIPCION
SUCS	GM	GRAVA LIMOSA
AASHTO	A1 - b (0)	FRAGMENTOS DE ARENA Y PIEDRA

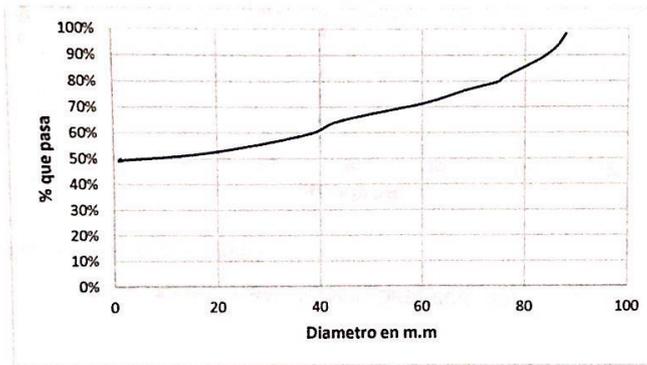


Figura 3 Análisis Granulométrico por Tamizado

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

2. LIMITES DE CONSISTENCIA

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES	15	26	35

R & R CONSULTORES SRL
 Genis Ramirez Pinedo
 GERENTE

 R&R CONSULTORES S.C.R.L. ESTUDIO DE PROYECTOS Y GEOTECNIA RUC. 20450449637 TELF: (042)526582 CEL/RPM: #948 481 681 email: genbrp@hotmail.com Jr. Leoncio Prado 1091 Tarapoto			
LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

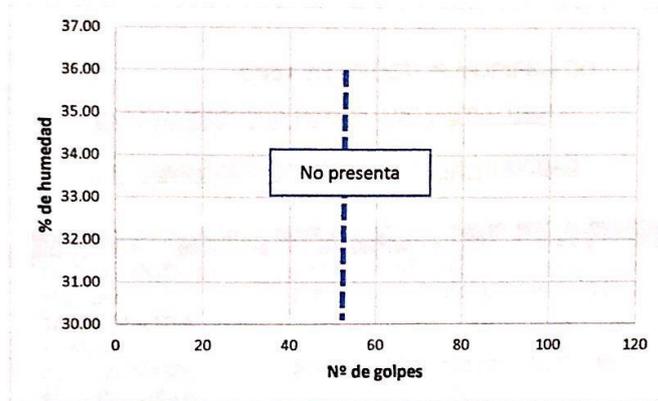


Figura 4 Diagrama De Fluidez

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

OBSERVACIÓN:

Los datos y muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


R & R CONSULTORES SRL
.....
Genis Ramírez Pinedo
GERENTE



R & R CONSULTORES S.C.R.L.
ESTUDIO DE PROYECTOS Y GEOTECNIA
 TEL: (042)526582
 CEL/RPM: #948 481 681
 email: genixrp@hotmail.com
 Jr. Leoncio Prado 1091 Tarapoto

PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL (PATRON)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

1. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DE TARRRO grs	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRRO+MUESTRA HUMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRO MUESTRA SECA grs	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA grs	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.50	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO grs	178.6	1278.6	155.1	155.1	17.4	17.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.67	4.67	77.73	77.73	11.18	11.18	13.50	13.50
%PROMEDIO	4.67		77.73		11.18		13.50	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.67	6.5	11.18	13.50
PESO DEL SUELO +MODEL (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HUMEDA (grs / cm3)	1.89	2.00	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.806	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.02
			Humedad Optima %	11.06

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramírez Pineda
 GERENTE

2. ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.BR.)

COMPACTACIÓN

MODELO N°	1			2		3	
N° de golpes por capa	56			25		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000			6000		6000	
Peso del Molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904		9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104		4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs)	4695	4800		4620	4793	4174	4482
Volumen del modelo (cc)	2102	2213		2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs/cm3)	2.23	2.17		2.14	2.1	1.98	1.99
Densidad seca (grs/cm3)	2.01	1.94		1.94	1.84	1.79	1.7
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
Peso del tarro +suelo húmedo (grs)	252.89	226.45	216.15	276.71	213	243.32	
Peso del tarro + suelo seco (grs)	231.63	205.38	198.17	245.82	195	212.32	
Peso del agua (grs)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.7	31	
Peso del tarro (grs)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.5	26.38	
Peso del suelo seco (grs)	204.14	179.02	170.18	218.79	168	185.94	
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.6	16.67	

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	1	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0
	24	18	0.43	3.7	20	0.46	23	0.58	0.58	0.58	0.5	0.5	0.5
	48	20	0.48	4.2	22	0.51	27	0.69	0.69	0.69	5.9	5.9	5.9
	72	25	0.61	5.3	28	0.66	31	0.79	0.79	0.79	6.8	6.8	6.8

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramírez Pinedo
Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras	Libras/pulg ²		Libras	Libras/pulg ²		Libras	Libras/pulg ²
0.000			0			0			0
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

Observación

12 Golpes C.B.R 1"4:44% - &1.71 gr/cm³

25 Golpes C.B.R 1"8:31% - &=1.18 gr/cm³

56 Golpes C.B.R 1"12:1% - &1.91 gr/cm³

C.B.R AL 100% DE M.D.S. 0.1":	22.50
C.B.R AL 95% DE M.D.S. 0.1":	12.79

R & R CONSULTORES SRL
 Genis Ramírez Pineto
 GERENTE

PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL (PATRON)

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM – D421)

Peso Inicial Seco [gr]		1812.37				
Peso Inicial Seco [gr]		1799.55				
Tamices	Peso Retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	%Que Pasa	Especificaciones	
Ø (mm)						
5"	127.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
4"	101.60	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	84.12%	
1	38.10	287.84	15.88%	15.88%	70.63%	
1/2"						
1"	25.40	244.45	13.49%	20.37%	63.38%	
3/4"	19.050	131.36	7.25%	36.62%	61.12%	
1/2"	12.700	40.96	2.26%	47.76%	58.77%	
3/8"	9.525	42.72	2.36%	48.65%	56.26%	
1/4"	6.350	45.40	2.51%	48.74%	56.26%	
N° 4	4.760	30.90	1.7%	48.74%	54.56%	
N°8	2.380	0.00	0.00%	48.86%	54.56%	
N°10	2.000	62.05	3.42%	48.86%	51.13%	
N°16	1.190	21.17	1.17%	49.08%	49.96%	
N°20	0.840	0.00	0.00%	49.33%	49.96%	
N°30	0.590	31.67	1.75%	49.33%	48.22%	
N°40	0.426	14.80	0.82%	69.03%	47.40%	
N°50	0.297	25.41	1.40%	69.03%	46.00%	
N°60	0.250	0.00	0.00%	69.03%	46.00%	
N°80	0.177	0.00	0.00%	69.03%	46.00%	
N°100	0.149	159.24	8.79%	77.62%	37.21%	
N°200	0.074	113.10	6.25%	78.92%	30.96%	
Fondo	0.01	561.10	30.96%	100.00%	0.00%	
Peso inicial		1812.37				

R & R CONSULTORES SRL
 Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE

Pasa tamiz N°4 (5mm):	54.56%
Pasa tamiz N°200 (0.080mm):	30.96%
D60:	0.072
D30:	0.031
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de Curvatura (Cc):	

SISTEMA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
SUSCS	GM	GRAVA LIMOSA
AASHTO	A1-b(0)	FRAGMENTO DE ARENA Y PIEDRA

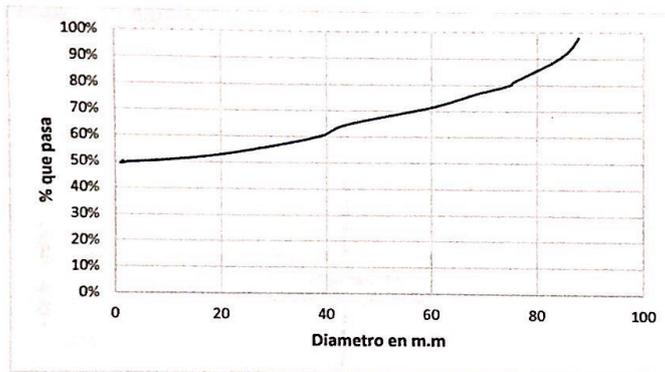


Figura 5 Análisis Granulométrico por Tamizado

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM – D4318)

LIMITE LIQUIDO: ASTM D 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES	15	26	35

R & R CONSULTORES SRL
 Genís Ramírez Pinedo
 GERENTE

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES	15	26	35

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

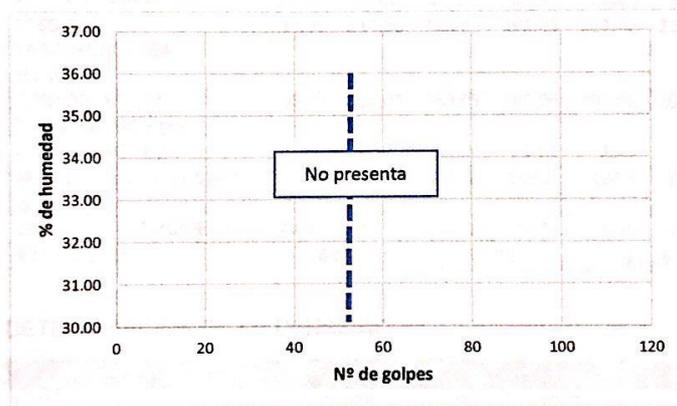


Figura 6 Diagrama De Fluidez

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

OBSERVACIÓN

Los datos y muestras fueron proporcionados por el solicitante


R & R CONSULTORES SRL
 Genis Ramirez Pinedo
 GERENTE



PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL. (PATRON)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

3. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM – D421)

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4				
PESO DE TARRRO grs	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRRO+MUESTRA HUMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRRO MUESTRA SECA grs	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA grs	8.34	8.34	11.98	11.98	19.5	19.5	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO grs	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.67	4.67	77.73	77.73	11.18	11.18	13.50	13.50
%PROMEDIO	4.67		77.73		11.18		13.5	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.5
PESO DEL SUELO +MODEL (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HUMEDA (grs / cm3)	1.89	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.806	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.02
			Humedad Optima %	10.76

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramírez Pinedo
 Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE

4. ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) COMPACTACIÓN

MODELO N°	1		2		3	
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del modelo (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs/cm3)	2.23	2.17	2.14	2.1	1.98	1.99
Densidad seca (grs/cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.7
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro +suelo húmedo (grs)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro +suelo seco (grs)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31
Peso del tarro (grs)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

EXPANSION

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	1	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0
	24	18	0.43	3.7	20	0.46	23	0.58	0.58	0.5	0.5	0.5	0.5
	48	20	0.48	4.2	22	0.51	27	0.69	0.69	0.69	0.69	5.9	5.9
	72	25	0.61	5.3	28	0.66	31	0.79	0.79	0.79	6.8	6.8	6.8

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramirez Pinedo
 Genis Ramirez Pinedo
 GERENTE

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg ²	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg ²
		Libras	Libras/pulg ²						
0.000			0			0			0
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

observación

- 12 Golpes C.B.R 1"4:44% - &=1.71 gr/cm³
- 25 Golpes C.B.R 1"8:31% - &=1.18 gr/cm³
- 56 Golpes C.B.R 1"12:1% - &=1.91 gr/cm³

C.B.R AL 100% DE M.D.S. 0.1":	22.50
C.B.R AL 95% DE M.D.S. 0.1":	12.79

R & R CONSULTORES SRL

Geris Ramirez Pinedo
 GERENTE

PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL. (PATRON)

1. RESULTADOS DE ENSAYO ESTANDAR DE LABORATORIO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADON (ASTM – D421)

Peso Inicial Seco [gr]		1889.62			
Peso Inicial Seco [gr]		1799.55			
Tamices	Peso Retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	%Que Pasa	Especificaciones
Ø (mm)					
5"	127.00	0.00	0.00%	0.00%	
4"	101.60	0.00	0.00%	0.00%	
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	84.12%
1"	38.10	298.45	15.88%	15.88%	70.63%
1/2"					
1"	25.40	244.45	13.49%	20.37%	63.38%
3/4"	19.050	131.36	7.25%	36.62%	61.12%
1/2"	12.700	40.96	2.26%	47.76%	58.77%
3/8"	9.525	42.72	2.36%	48.65%	56.26%
1/4"	6.350	45.40	2.51%	48.74%	56.26%
N° 4	4.760	60.44	1.7%	48.74%	54.56%
N° 8	2.380	0.00	0.00%	48.86%	54.56%
N° 10	2.000	62.05	3.42%	48.86%	51.13%
N° 16	1.190	21.17	1.17%	49.08%	49.96%
N° 20	0.840	0.00	0.00%	49.33%	49.96%
N° 30	0.590	31.67	1.75%	49.33%	48.22%
N° 40	0.426	15.10	0.82%	69.03%	47.40%
N° 50	0.297	25.41	1.40%	69.03%	46.00%
N° 60	0.250	0.00	0.00%	69.03%	46.00%
N° 80	0.177	0.00	0.00%	69.03%	46.00%
N° 100	0.149	159.24	8.79%	77.62%	37.21%
N° 200	0.074	150.10	6.25%	78.92%	30.96%
Fondo	0.01	561.10	30.96%	100.00%	0.00%
		1812.37			

R & R CONSULTORES SRL
 Genjs Ramírez Pinedo
 GERENTE

Pasa tamiz N°4 (5mm):	54.56%
Pasa tamiz N°200 (0.080mm):	29.69%
D60:	9.681 mm
D30:	0.777 mm
D10:	0.032 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de Curvatura (Cc):	

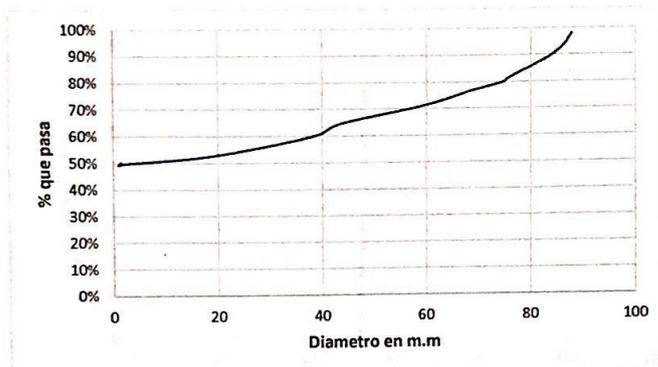


Figura 7 Análisis Granulométrico por Tamizado

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

2. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM – D4318)
LÍMITE LÍQUIDO: ASTM D – 4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES	15	26	35


R & R CONSULTORES SRL

Genis Ramirez Pinedo
 GERENTE

LIMITE PLASTICO: ASTM D-4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

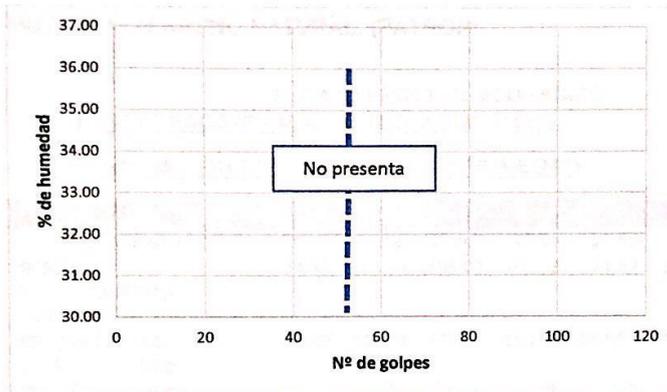


Figura 8 Diagrama De Fluides

Fuente: Laboratorio "R&R CONSULTORES SCRL, 2021.

OBSERVACIÓN

Los datos y muestras fueron proporcionadas por el solicitante.


R & R CONSULTORES SRL
 Genis Ramirez Pinedo
 GERENTE



PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL. (PATRON)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

3. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DE TARRRO grs	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRRO+MUESTRA HUMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRRO MUESTRA SECA grs	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA grs	8.34	8.34	11.98	11.98	19.5	19.5	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO grs	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.67	4.67	77.73	77.73	11.18	11.18	13.50	13.50
%PROMEDIO	4.67		77.73		11.18		13.5	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO +MODEL (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HUMEDA (grs / cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.02
			Humedad Optima %	11.01

R & R CONSULTORES SRL
Gentis Ramirez Pinedo
Gentis Ramirez Pinedo
 GERENTE

4. ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

COMPACTACIÓN

MODELO N°	1		2		3	
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del modelo (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs/cm3)	2.23	2.17	2.14	2.1	1.98	1.99
Densidad seca (grs/cm3)	2.01	1.94	1.94	1.84	1.79	1.7
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro +suelo húmedo (grs)	252.89	226.45	216.15	276.71	213	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs)	231.63	205.38	198.17	245.82	195	212.32
Peso del agua (grs)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.7	31
Peso del tarro (grs)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.5	26.38
Peso del suelo seco (grs)	204.14	179.02	170.18	218.79	168	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.6	16.67

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA EXPANSIÓN			LECTURA EXPANSIÓN			LECTURA EXPANSIÓN		
		DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	1	0.00	0	2	0	3	0.00	0	0
	24	18	0.43	3.7	20	0.46	23	0.58	0.58	0.50
	48	20	0.48	4.2	22	0.51	27	0.69	0.69	5.9
	72	25	0.61	5.3	28	0.66	31	0.79	0.79	6.8

R&R CONSULTORES SRL

Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²
0.000			0.00			0.00			0
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44		249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

Observación

12 Golpes C.B.R 1"4:44% - &=1.71 gr/cm3

25 Golpes C.B.R 1"8:31% - &=1.18 gr/cm

56 Golpes C.B.R 1"12:1% - &=1.91 gr/cm3

C.B.R AL 100% DE M.D.S. 0.1":	22.70
C.B.R AL 95% DE M.D.S. 0.1":	13.69

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramírez Pineda
 Genis Ramírez Pineda
 GERENTE



PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL. (PATRON)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

1. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DE TARRRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRRO+MUESTRA HUMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRRO MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.5	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.67	4.67	77.73	77.73	11.18	11.18	13.50	13.50
%PROMEDIO	4.67		77.73		11.18		13.5	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO +MODEL (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HUMEDA (grs / cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.22
			Humedad Optima %	10.60

R&R CONSULTORES SRL
Genis Ramírez Pinedo
Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE

**2. ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 COMPACTACIÓN**

MODELO N°	1		2		3	
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del modelo (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs/cm3)	2.23	2.17	2.14	2.1	1.98	1.99
Densidad seca (grs/cm3)	2.01	1.94	1.94	1.84	1.79	1.7
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro +suelo húmedo (grs)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00
Peso del tarro (grs)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	1	0.00	0	2	0	3	0.00	0	0
	24	18	0.43	3.7	20	0.46	23	0.58	0.58	0.50
	48	20	0.48	4.2	22	0.51	27	0.69	0.69	5.9
	72	25	0.61	5.3	28	0.66	31	0.79	0.79	6.8

R & R CONSULTORES SRL
 Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE



R&R CONSULTORES S.C.R.L.
ESTUDIO DE PROYECTOS Y GEOTECNIA
 RUC. 20450449637
 TELF: (042)526582
 CEL/RPM: #948 481 681
 email: genrxp@hotmail.com
 Jr. Leoncio Prado 1091 Tarapoto

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras	Libras/pulg ²		Libras	Libras/pulg ²		Libras	Libras/pulg ²
0.000			0.00			0.00			0
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44		249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

Observacion

12 Golpes C.B.R 1"4:44% - &=1.71 gr/cm3

25 Golpes C.B.R 1"8:31% - &=1.18 gr/cm3

56 Golpes C.B.R 1"12:1% - &=1.91 gr/cm3

C.B.R AL 100% DE M.D.S. 0.1":	40.50
C.B.R AL 95% DE M.D.S. 0.1":	23.02

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramirez Pinedo
 Genis Ramirez Pinedo
 GERENTE



PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL. (PATRON)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

1. **ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM – D1557)**
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DE TARRRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRRO+MUESTRA HUMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRRO MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.5	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.67	4.67	77.73	77.73	11.18	11.18	13.50	13.50
%PROMEDIO	4.67		77.73		11.18		13.5	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO +MODEL (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HUMEDA (grs / cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.04
			Humedad Optima %	8.72

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramírez Pinedo
 Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE



R & R CONSULTORES S.C.R.L.
ESTUDIO DE PROYECTOS Y GEOTECNIA
 RUC. 20450449637
 TEL: (042)526552
 CEL/RPM: #943 461 681
 email: genrrp@hotmail.com
 Jr. Leoncio Prado 1091 Tarapoto

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MODELO N°	1			2		3
N° de golpes por capa	56			25		12
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000			6000		6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del modelo (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs/cm3)	2.23	2.17	2.14	2.1	1.98	1.99
Densidad seca (grs/cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.70
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro +suelo húmedo (grs)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00
Peso del tarro (grs)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	1	0.00	0	2	0	0	3	0.00	0			
	24	18	0.43	3.7	20	0.46	0.46	23	0.58	0.50			
	48	20	0.48	4.2	22	0.51	0.51	27	0.69	5.9			
	72	25	0.61	5.3	28	0.66	0.66	31	0.79	6.8			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²
0.000			0.00			0.00			0
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramirez Pineda
 GERENTE



PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL. (PATRON)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

1. **ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM – D1557)**
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4				
PESO DE TARRRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRRO+MUESTRA HUMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRRO MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.5	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.67	4.67	77.73	77.73	11.18	11.18	13.50	13.50
%PROMEDIO	4.67		77.73		11.18		13.5	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO +MODEL (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HUMEDA (grs / cm ³)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm ³)	2.04
			Humedad Optima %	8.72

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramírez Pinedo
 Genis Ramírez Pinedo
 GERENTE



R & R CONSULTORES S.C.R.L.
ESTUDIO DE PROYECTOS Y GEOTECNIA
 RUC. 20450449637
 TELF: (042)526552
 CEL/RPM: #943 461 681
 email: genrrp@hotmail.com
 Jr. Leoncio Prado 1091 Tarapoto

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MODELO N°	1			2		3
N° de golpes por capa	56			25		12
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000			6000		6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888
Peso del suelo húmedo (grs)	4695	4800	4620	4793	4174	4482
Volumen del modelo (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256
Densidad húmeda (grs/cm3)	2.23	2.17	2.14	2.1	1.98	1.99
Densidad seca (grs/cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.70
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Peso del tarro +suelo húmedo (grs)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32
Peso del tarro + suelo seco (grs)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32
Peso del agua (grs)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00
Peso del tarro (grs)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38
Peso del suelo seco (grs)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	1	0.00	0	2	0	0	3	0.00	0			
	24	18	0.43	3.7	20	0.46	0.46	23	0.58	0.50			
	48	20	0.48	4.2	22	0.51	0.51	27	0.69	5.9			
	72	25	0.61	5.3	28	0.66	0.66	31	0.79	6.8			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²
0.000			0.00			0.00			0
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramirez Pineda
 GERENTE



PROYECTO: Estabilización subrasante del suelo del Jr. Manco Cápac con ceniza de caracol, con fines de pavimentación, distrito de Morales 2021.

UBICACIÓN: Distrito de Morales, Provincia de San Martín – Departamento de San Martín

SOLICITA: Carhuapoma Sánchez Christian, DNI:70295703

FECHA: junio 2021

LUGAR: CALICATA C - 01

MUESTRA: TERRENO NATURAL. (PATRON)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

**1. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D1557)
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA N°	1	2	3	4				
PESO DE TARRRO (grs)	27.42	27.42	27.99	27.99	27.55	27.55	26.42	26.42
PESO DEL TARRRO+MUESTRA HUMEDA	214.36	214.36	195.03	195.03	221.42	221.42	200.91	200.91
PESO DEL TARRRO MUESTRA SECA (grs)	206.02	206.02	183.05	183.05	201.92	201.92	180.15	180.15
PESO DEL AGUA (grs)	8.34	8.34	11.98	11.98	19.50	19.5	20.76	20.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	178.6	178.6	155.1	155.1	174.4	174.4	153.7	153.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.67	4.67	77.73	77.73	11.18	11.18	13.50	13.50
%PROMEDIO	4.67		77.73		11.18		13.5	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.85	6.50	11.18	13.50
PESO DEL SUELO +MODEL (grs)	10926	11293	12073	11921
PESO DEL MOLDE	4870	4870	4870	4870
PESO DEL SUELO (grs)	6056	6423	7203	7051
DENSIDAD HUMEDA (grs / cm3)	1.890	2.000	2.250	2.200
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.803	1.878	2.024	1.938
			Densidad Máxima (grs/cm3)	2.82
			Humedad Óptima %	8.82

R & R CONSULTORES SRL
Genís Ramírez Pinedo
Genís Ramírez Pinedo
 GERENTE



2. ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

COMPACTACIÓN

MODELO N°	1			2			3		
N° de golpes por capa	56			25			12		
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000			6000			6000		
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8799	8904	9450	9623	9062	9370			
Peso del molde (gramos)	4104	4104	4830	4830	4888	4888			
Peso del suelo húmedo (grs)	4695	4800	4620	4793	4174	4482			
Volumen del modelo (cc)	2102	2213	2158	2280	2113	2256			
Densidad húmeda (grs/cm3)	2.23	2.17	2.14	2.1	1.98	1.99			
Densidad seca (grs/cm3)	2.02	1.94	1.94	1.84	1.79	1.70			
Tarro N°	A1	A2	A3	A4	A5	A6			
Peso del tarro +suelo húmedo (grs)	252.89	226.45	216.15	276.71	212.75	243.32			
Peso del tarro + suelo seco (grs)	231.63	205.38	198.17	245.82	195.03	212.32			
Peso del agua (grs)	21.26	21.07	17.98	30.89	17.72	31.00			
Peso del tarro (grs)	27.49	26.36	27.99	27.03	27.47	26.38			
Peso del suelo seco (grs)	204.14	179.02	170.18	218.79	167.56	185.94			
% de humedad	10.41	11.77	10.57	14.12	10.58	16.67			

EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	1	0.00	0	2	0	0	3	0.00	0			
	24	18	0.43	3.7	20	0.46	0.46	23	0.58	0.50			
	48	20	0.48	4.2	22	0.51	0.51	27	0.69	5.9			
	72	25	0.61	5.3	28	0.66	0.66	31	0.79	6.8			

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN Libras	Libras/pulg²
0.000			0.00			0.00			0
0.025	13	38	13	24	63	21	37	97	32
0.050	27	72	24	52	133	44	75	190	63
0.075	40	104	35	75	191	64	112	282	94
0.100	52	133	44	99	249	83	145	363	121
0.150	72	183	61	134	336	112	199	497	166
0.200	89	225	75	163	408	136	247	616	205
0.250	103	259	86	187	467	156	286	711	237
0.300	113	284	95	206	513	171	315	783	261
0.400	125	313	104	226	563	188	352	874	291
0.50	130	326	109	235	586	195	365	907	302

R & R CONSULTORES S.R.L.
Genis Ramírez Pineda
 GERENTE

Observaciones

12 Golpes C.B.R 1"4:44% - &1.71 gr/cm3

25 Golpes C.B.R 1"8:31% - &=1.18 gr/cm3

56 Golpes C.B.R 1"12:1% - &1.91 gr/cm3

C.B.R AL 100% DE M.D.S. 0.1":	44.27
C.B.R AL 95% DE M.D.S. 0.1":	26.07


R & R CONSULTORES SRL
Genis Ramirez Pinedo
GERENTE

Norma Técnica E. 050 suelos y cimentaciones (2018)

ÍNDICE

CAPÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES

- Artículo 1.- Objeto
- Artículo 2.- Finalidad
- Artículo 3.- Ámbito de aplicación
- Artículo 4.- Consideraciones generales
- Artículo 5.- Definiciones
- Artículo 6.- Obligatoriedad de los Estudios
- Artículo 7.- Estudios de Mecánica de Suelos (EMS)
- Artículo 8.- Alcance del EMS
- Artículo 9.- Responsabilidad profesional por el EMS
- Artículo 10.- Responsabilidad por aplicación de la norma
- Artículo 11.- Interpretación de la norma
- Artículo 12.- Obligaciones del solicitante

CAPÍTULO II. ESTUDIOS

- Artículo 13.- Información previa
- Artículo 14.- Técnicas de exploración para ITS y EMS
- Artículo 15.- Programa de exploración de campo y ensayos de laboratorio
- Artículo 16.- Informe del EMS

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

- Artículo 17.- Cargas a utilizar
- Artículo 18.- Asentamientos
- Artículo 19.- Asentamiento tolerable
- Artículo 20.- Capacidad de carga
- Artículo 21.- Factor de seguridad frente a una falla por corte
- Artículo 22.- Presión admisible

CAPÍTULO IV. CIMENTACIONES SUPERFICIALES

- Artículo 23.- Definición
- Artículo 24.- Suelos no permitidos para apoyar las cimentaciones
- Artículo 25.- Rellenos
- Artículo 26.- Profundidad de cimentación
- Artículo 27.- Presión admisible
- Artículo 28.- Cargas excéntricas
- Artículo 29.- Cargas inclinadas
- Artículo 30.- Cimentaciones superficiales en taludes

CAPÍTULO V. CIMENTACIONES PROFUNDAS

- Artículo 32.- Cimentación por pilotes
- Artículo 33.- Cimentación por pilares
- Artículo 34.- Cajones de cimentación

CAPÍTULO VI. PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN

- Artículo 35.- Suelos colapsables
- Artículo 36.- Ataque químico por suelos y aguas subterráneas
- Artículo 37.- Suelos expansivos
- Artículo 38.- Licuación de suelos
- Artículo 39.- Sostenimiento de excavaciones

ANEXO I. FORMATO OBLIGATORIO DE LA HOJA DE RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

ANEXO II. NORMA ESPAÑOLA – UNE 103-801-94

ANEXO III. AUSCULTACIÓN DINÁMICA MEDIANTE EL CONO TIPO PECK (CTP)

Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito



"AÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA INTEGRACION"



IMDa (total ambos sentidos)	Veh. Pesados (carril de diseño)	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
		Nº Repeticiones EE 8.2 tn	Nº Repeticiones EE 8.2 tn	Nº Repeticiones EE 8.2 tn	Nº Repeticiones EE 8.2 tn
10	3	13,565	1.36E+04	15,725	1.57E+04
20	6	27,130	2.71E+04	31,451	3.15E+04
30	9	40,695	4.07E+04	47,176	4.72E+04
40	12	56,197	5.62E+04	65,148	6.51E+04
50	15	67,824	6.78E+04	78,627	7.86E+04
60	17	75,576	7.56E+04	87,613	8.76E+04
70	20	96,892	9.69E+04	112,324	1.12E+05
80	23	104,643	1.05E+05	121,310	1.21E+05
90	26	122,084	1.22E+05	141,528	1.42E+05
100	28	131,773	1.32E+05	152,761	1.53E+05
110	31	147,275	1.47E+05	170,733	1.71E+05
120	34	160,840	1.61E+05	186,458	1.86E+05
130	37	172,467	1.72E+05	199,937	2.00E+05
140	40	187,970	1.88E+05	217,909	2.18E+05
150	43	203,473	2.03E+05	235,881	2.36E+05
160	45	209,286	2.09E+05	242,620	2.43E+05
170	48	226,727	2.27E+05	262,838	2.63E+05
180	51	236,416	2.36E+05	274,071	2.74E+05
190	54	253,856	2.54E+05	294,289	2.94E+05
200	56	265,483	2.65E+05	307,768	3.08E+05
250	71	335,245	3.35E+05	388,641	3.89E+05
300	84	399,194	3.99E+05	462,775	4.63E+05
350	99	468,956	4.69E+05	543,648	5.44E+05
400	112	529,029	5.29E+05	613,289	6.13E+05

5.3.2 SUBRASANTE

La subrasante es la capa superficial, de terreno natural. Para construcción de caminos se analizará hasta 0.45 m de espesor, y para rehabilitación los últimos 0.20 m.

Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del afirmado, que se colocará encima.

Se identificarán cinco categorías de subrasante:

S0 : SUBRASANTE MUY POBRE	CBR < 3%
S1 : SUBRASANTE POBRE	CBR = 3% - 5%
S2 : SUBRASANTE REGULAR	CBR = 6 - 10%
S3 : SUBRASANTE BUENA	CBR = 11 - 19%
S4 : SUBRASANTE MUY BUENA	CBR > 20%





Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 6%; para su estabilización. La profundidad mínima especificada de esta capa figura en el catálogo de estructuras de capas granulares, que se presenta más adelante. Igualmente se estabilizarán las zonas húmedas locales y áreas blandas sobre la subrasante natural se colocará una capa de arena de espesor 20 cm mínimo y sobre ella, se añadirá una capa de espesor mínimo de 0.30m de material grueso rocoso o de piedras grandes.

La superficie de la subrasante debe quedar encima del nivel de la napa freática; como mínimo, a 0.60 m cuando se trate de una subrasante muy buena y buena, a 0.80 m cuando se trate de una subrasante regular, a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre y a 1.20 m cuando se trate de una subrasante muy pobre. En caso necesario, se colocarán subdrenes, o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Los subdrenes para proteger a la capa del afirmado, se proyectarán cuando la subrasante no esté constituida por material permeable y cuando las capas de rodadura no puedan drenar adecuadamente. Los subdrenes que se proyecten para interceptar filtraciones o para rebajar el nivel freático elevado, pueden utilizarse también para drenar el afirmado.

En zonas sobre los 3,500 msnm se evaluará la acción de las heladas en los suelos, en general la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m) la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la subrasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la subrasante (0.30 m – 0.45 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor indicado o se levantará la rasante, con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos, igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02 mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

Para efectos del diseño del afirmado también se definirán sectores homogéneos, a lo largo de cada uno de ellos, donde las características del material de subrasante se identifican como uniforme. Dicha uniformidad se establecerá sobre la base del





Estudio del Suelo y de ser necesario, la realización del muestreo. El proceso de sectorización requiere de análisis y criterio del especialista.

Para la identificación de sectores homogéneos se analizará lo siguiente:

i Reconocimiento:

En esta etapa se efectúa un proceso de inspección visual, se identifican asentamientos, deslizamientos, etc que puedan ser atribuidos a factores geotécnicos y se establece, en primera aproximación, las causas que la motivaron.

El reconocimiento visual de suelos y rocas debe complementarse con la observación de otras características del terreno y que ayudan a definir las propiedades de este, como topografía, geomorfología, vegetación, zonas húmedas o cursos naturales de agua y, sobre todo, los taludes de cortes existentes próximos al tramo.

ii Diagnóstico:

Sí el reconocimiento del terreno permite su clasificación inmediata, pueden realizarse algunas calicatas de comprobación cada 500 m y los ensayos confirmatorios. Caso contrario sí en el terreno se detectara su naturaleza problemática, se deberá establecer un programa de muestreos y ensayos como se indica a continuación.

iii Programa de prospecciones y ensayos a realizar:

Se establecerá una estrategia para efectuar el programa exploratorio, y a partir de ello se ordenará la toma de las muestras necesarias de cada perforación, de manera de poder evaluar aquellas características que siendo determinantes en su comportamiento, resulten de sencilla e indiscutible determinación.

Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

- a. **Granulometría:** a partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

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

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



Tipo de Material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.05 mm
Limo	0.05 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

El ensayo de granulometría se realiza según la Norma Técnica MTC E 107.

- b. **La Plasticidad** de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

A través de este método, se definen los límites correspondientes a los tres estados en los cuales puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites, llamados límites de Atterberg, son: el límite líquido (LL) determinación según Norma MTC E 110, el límite plástico (LP) determinación según Norma MTC E 111 y el límite de contracción (LC) determinación Norma MTC E 112.

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

IP = LL-LP

El índice de plasticidad permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. Sobre todo esto se puede dar la clasificación siguiente:

Índice de Plasticidad	Característica
IP > 20	suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	suelos arcillosos
10 > IP > 4	suelos poco arcillosos
IP = 0	suelos exentos de arcilla

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, es el elemento más peligroso de una carretera, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

- c. **Equivalente de Arena:** es un ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar según la Norma MTC E 114.

El valor de EA da la plasticidad del suelo:

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

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

$$IG = 0,2(a) + 0,005(ac) + 0,01(bd)$$

Donde:

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

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

Si el suelo de subrasante tiene:

Indice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

- e. **Humedad Natural:** Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten. Se determinará mediante la Norma MTC E 108.

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

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

La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el cuadro 5.3.2.1. Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundido, AASHTO y ASTM:



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

Fuente: US Army Corps of Engineers

- g. **Ensayos CBR:** una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO, para caminos con tránsito mayor a 100 vehículos por día, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo, a partir del cual se determinará los suelos que controlarán el diseño y se establecerá el programa de ensayos y/o correlaciones para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54mm.

Dada la variabilidad que presentan los suelos (aún dentro de un mismo grupo de suelos y en un sector homogéneo), así como los resultados de los ensayos de CBR (valor soporte del suelo), se efectuará un mínimo de 6 ensayos de CBR por sector homogéneo del suelo, con el fin de aplicar un criterio estadístico para la selección de un valor único de soporte del suelo. En caso de que en un determinado sector se presente una gran heterogeneidad en los suelos de subrasante, que no permite definir uno como predominante, el diseño se basará en el suelo más débil que se encuentre.

El valor del CBR de diseño por sector homogéneo, se determinará según lo siguiente:

- Si el sector homogéneo presenta para el periodo de diseño, un Número de Repeticiones de EE 8.2 ton., menor de 1×10^5 : el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 60% de los valores de CBR.
 - Si el sector homogéneo presenta un Número de Repeticiones de EE 8.2 ton., entre 1×10^5 y 1×10^6 : el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 75% de los valores de CBR.
- iv. Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de subrasante pertenece el sector o subtramo.





En resumen:

1. Deberá identificarse los tramos homogéneos, con una longitud mínima de 1500m, clasificar el material de subrasante y definir el CBR de diseño. En los puntos críticos si los hubiera, se efectuarán trabajos especiales necesarios para definir su solución.
2. Se deberá determinar el volumen de Ejes Equivalentes (EE) que deberá soportar el afirmado, durante le periodo de diseño escogido.
3. Se escogerá el diseño del afirmado, entre las alternativas del catálogo adjunto, que corresponda a una solución que, en razón de los materiales y la tecnología disponibles, signifique un menor costo de construcción.

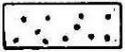
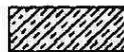
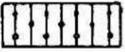
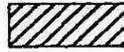
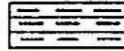
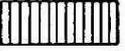




CUADRO 5.3.2.1 : CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS – METODO AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0,08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm 0,5 mm 0,08 mm	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25	mín. 50 máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
Límites Atterberg límite de liquidez índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 40 máx. 10	mín. 40 máx. 10	máx. 40 mín. 10	mín. 40 mín. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 mín. 10	mín. 40 mín. 10 IP<LL-30	mín. 40 mín. 10 IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pesable a malo					

CUADRO 5.3.2.2 : SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS

SUELOS			
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		MATERIA ORGANICA
	A - 2 - 6		ROCA SANA
	A - 2 - 7		ROCA DESINTEGRADA
	A - 4		

Manual de Carreteras MTC- 2014



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

CAPÍTULO IX

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS





ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como subbase o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc).

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.

El manual ilustra diferentes metodologías de estabilización como: mejoramiento por sustitución de suelos de la sub rasante, estabilización mecánica de suelos, mejoramiento por combinación de suelos, suelos estabilizados con cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros). Sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible.

9.1 Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos

- 1) Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con $\text{CBR} \geq 6\%$. En caso de ser menor (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización, mejoramiento o reemplazo, donde el Ingeniero Responsable analizará diversas alternativas de estabilización o de solución, como: Estabilización mecánica, Reemplazo del suelo de cimentación, Estabilización con productos o aditivos que mejoran las propiedades del suelo, Estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros), Pedraplenes, Capas de arena, Elevar la rasante o cambiar el trazo vial si las alternativas analizadas resultan ser demasiado costosas y complejas.
- 2) Cuando la capa de sub rasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material anticontaminante de 10 cm. de espesor como mínimo o un geotextil, según lo justifique el Ingeniero Responsable.





- 3) La superficie de la sub rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una sub rasante extraordinaria y muy buena; a 0.80 m cuando se trate de una sub rasante buena y regular; a 1.00 m cuando se trate de una sub rasante pobre y, a 1.20 m cuando se trate de una sub rasante inadecuada. En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

- 4) En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m), la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la sub rasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la sub rasante (últimos 0.60 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos. Igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

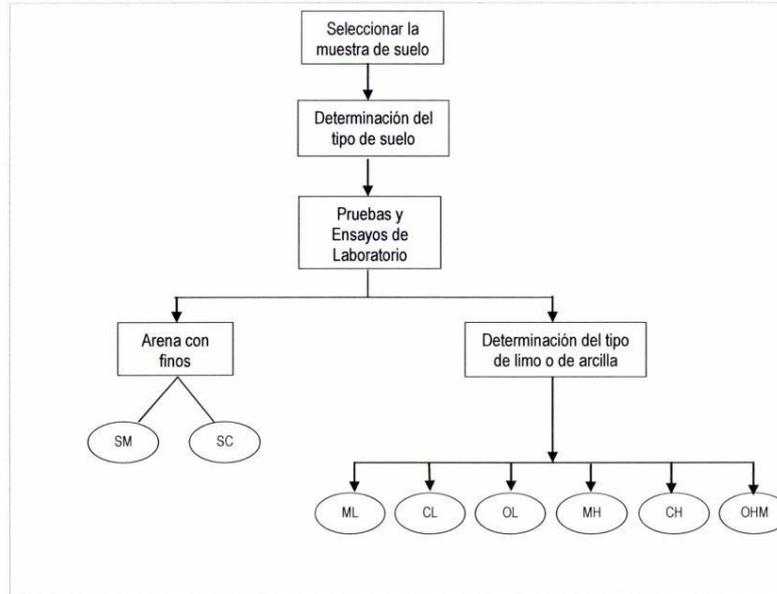
La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E 109).

- 5) Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.





Figura 9.1
Proceso para la Identificación del Tipo del suelo



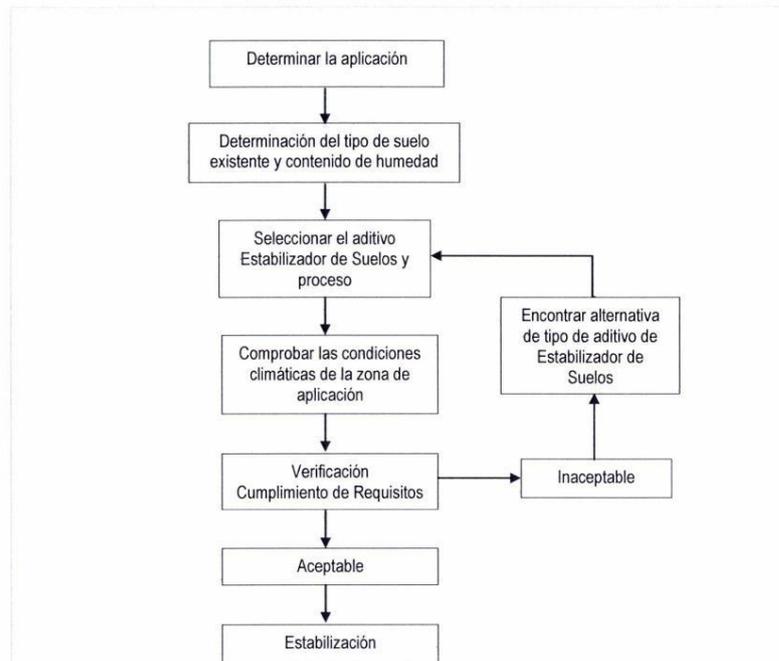
- 6) Los factores que se considerarán al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:
- Tipo de suelo a estabilizar
 - Uso propuesto del suelo estabilizado
 - Tipo de aditivo estabilizador de suelos
 - Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicará
 - Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
 - Disponibilidad del equipo adecuado
 - Costos comparativos

El siguiente diagrama sintetiza un procedimiento para determinar el método apropiado de estabilización:





Figura 9.2
Proceso de selección del Tipo de Estabilización



7) A continuación se presentan dos guías referenciales para la selección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones de cada tipo de suelo.





Cuadro 9.1
Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Área	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado		Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1 A	SW o SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento Portland			
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM o SP - SM o SW - SC o SP - PC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		
		(2)	Cemento Portland	IP no excede de 30		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM o SC o SM-SC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2)	Cemento Portland	(b)		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW o GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM o GP - GM o GW - GC o GP-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM o GC o GM - GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML-CL	(1)	Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2)	Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP \geq 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$				Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	



Cuadro 9.2
Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

Tipo de Estabilizador Recomendado	Normas Técnicas	Suelo ⁽¹⁾	Dosificación ⁽²⁾	Curado (Apertura Al Tránsito) ⁽³⁾	Observaciones
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL > 40% IP ≥ 18% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄) ²⁻ < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄) ²⁻ < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄) ²⁻ < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄) ²⁻ < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽²⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Estudios Especiales del MTC





- (1) Espesor de tratamiento por capas de 6 a 8"
Tamaño máximo: 2", debe carecer de restos vegetales
Los suelos naturales, materiales de bancos de préstamo o mezcla de ambos que sean objeto de estabilización, deben estar definidos en el Expediente Técnico del Proyecto
- (2) CMO: Contenido de materia orgánica
- (3) Los diseños o dosificaciones deben indicar: fórmula de trabajo, tipo de suelo, cantidad de estabilizador, volumen de agua, valor de CBR o resistencia a compresión simple o resultados de ensayos Marshall modificado o Illinois, según corresponda al tipo de estabilizador aplicado
- (4) Para altitudes mayores a 3000 msnm
- (5) Después de finalizado el proceso de compactación

9.2 Estabilización mecánica de suelos

Con la Estabilización Mecánica de Suelos se pretende mejorar el material del suelo existente, sin cambiar la estructura y composición básica del mismo. Como herramienta para lograr este tipo de estabilización se utiliza la compactación, con la cual se reduce el volumen de vacíos presentes en el suelo.

9.3 Estabilización por combinación de suelos

La estabilización por combinación de suelos considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo.

El suelo existente se disgregará o escarificará, en una profundidad de quince centímetros (15 cm) y luego se colocará el material de préstamo o de aporte. Los materiales disgregados y los de aporte se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y previa eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere. Luego se procederá a un mezclado de ambos suelos, se conformará y compactará cumpliendo las exigencias de densidad y espesores hasta el nivel de sub rasante fijado en el proyecto.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias de la [Sección 207](#) del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.

9.4 Estabilización por sustitución de los suelos

Cuando se prevea la construcción de la sub rasante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para cuerpos de terraplén, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). Una vez se considere que el suelo de soporte esté debidamente preparado, autorizará la colocación de los materiales, en espesores que garanticen la obtención del nivel de sub rasante y densidad exigidos, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad más apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.





En el segundo caso, el mejoramiento con material totalmente adicionado implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo al espesor de reemplazo. Una vez alcanzado el nivel de excavación indicado, conformado y compactado el suelo, se procederá a la colocación y compactación en capas de los materiales, hasta alcanzar las cotas exigidas.

9.4.1 Procedimiento para determinar el espesor de reemplazo en función al valor soporte o resistencia del suelo

Este procedimiento de cálculo para determinar en sectores localizados, el espesor de material a reemplazar se aplicará solo en casos de sub rasantes pobres, con suelos de plasticidad media, no expansivos y con valores soporte entre $CBR \geq 3\%$ y $CBR < 6\%$, calculándose según lo siguiente:

- a) Se calculará el número estructural SN del pavimento para 20 años, el material a emplear tendrá un $CBR \geq 10\%$ e IP menor a 10, o en todo caso será similar. Cuando en los sectores adyacentes al sector de sustitución de suelos presentan un $CBR > 10\%$, para el cálculo del SN se utilizará el mayor valor de CBR de diseño, que representa el material de reemplazo, este número estructural SN calculado se denominará SNm (mejorado), luego se calculará el SN del pavimento para el CBR del material de sub rasante existente (menor a 6%), que se denominará SNe (existente).

- b) Se realizará la diferencia algebraica de números estructurales

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

- c) Habiéndose escogido el material de reemplazo ($CBR \geq 10\%$) a colocar (según SNm calculado), se obtendrán los valores correspondientes de coeficiente estructural (a_i) y coeficiente de drenaje (m_i), luego de obtener dichos valores se procederá a obtener el espesor E, aplicando la siguiente ecuación:

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Siendo:

- E : Espesor de reemplazo en cm.
- a_i : Coeficiente estructural del material a colocar / cm
- m_i : Coeficiente de drenaje del material a colocar.

- d) Espesores recomendados de material a reemplazar.





Cuadro 9.3
Espesores Recomendados para Estabilización por Sustitución de Suelos

3% ≤ CBR ≤ 6%

Tráfico		Esesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0
300 001	500 000	40.0
500 001	750 000	40.0
750 001	1 000 000	45.0
1 000 001	1 500 000	55.0
1 500 001	3 000 000	55.0
3 000 001	5 000 000	60.0
5 000 001	7 500 000	60.0
7 500 001	10 000 000	65.0
10 000 001	12 500 000	65.0
12 000 001	15 000 000	65.0
15 000 001	20 000 000	70.0
20 000 001	25 000 000	75.0
25 000 001	30 000 000	75.0

Notas:

1. Coeficiente estructural del material con CBR > 10% a=0.021
2. Coeficiente drenaje del material a colocar m=1.0





9.5 Suelos estabilizados con cal

El suelo-cal se obtiene por mezcla íntima de suelo, cal y agua. La cal que se utiliza es óxido cálcico (cal anhidra o cal viva), obtenido por calcinación de materiales calizos, o hidróxido cálcico (cal hidratada o cal apagada). Estas sales se llaman también aéreas por la propiedad que tienen de endurecerse en el aire, una vez mezcladas con agua, por acción del anhídrido carbónico.

La experiencia demuestra que los productos de la hidratación del cemento pueden ser reproducidos combinando dos o más componentes primarios de este producto como: CaO , SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 en las proporciones adecuadas y en presencia de agua.

Como la mayoría de los suelos contienen sílice y aluminio silicatos, la incorporación de cal anhidra (CaO) o de cal hidratada (Ca(OH)_2) y agua en cantidad apropiada se puede obtener la composición deseada.

La Cal que se use para la construcción de Suelo-Cal puede ser Cal viva o hidratada y debe satisfacer los requisitos establecidos en la **Sección 301.B** del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente; la Especificación AASHTO M-216 o ASTM C-977.

Al mezclar el suelo con la cal, se produce una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, seguida de otra muy lenta de tipo puzolánico, con formación de nuevos productos químicos. La sílice y alúmina de las partículas del suelo se combinan con la cal en presencia de agua para formar silicatos y aluminatos cálcicos insolubles.

Uno de los efectos más importantes de la cal en el suelo, es el de cambiar apreciablemente su plasticidad. Por ejemplo suelos de plasticidad $\text{IP} < 15$, aumentan tanto el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP; en cambio, en los suelos de plasticidad con $\text{IP} > 15$) disminuye el IP.

También aumenta la humedad óptima de compactación, lo que permite la densificación de suelos de elevada humedad natural, que de otro modo no permitirían la construcción de la capa de rodadura sobre ellos.

Los suelos más apropiados para estabilizar con cal son los de granulometría fina de cierta plasticidad.

En cortes e incluso en terraplenes, donde se evidencien suelos arcillosos, resulta conveniente mejorar el suelo con un pequeño porcentaje de cal para proteger la explanación y formar una plataforma para la construcción de la capa de rodadura.

Al mezclar el suelo con cal éste se vuelve más friable y granular. Al aumentar su límite plástico y humedad óptima de compactación permite su puesta en obra con mayor facilidad.

Es frecuente que la mezcla se realice en dos fases, con un período intermedio de reacción de 1 - 2 días. La aplicación más usual de las estabilizaciones con cal es en sub rasantes y como capa de rodadura, en zonas de suelos arcillosos y/o con canteras de materiales granulares lejanos.





La National Lime Association resume las propiedades que se obtienen después de una estabilización o mejoramiento con cal, en lo siguiente:

- i) Reducción del índice de plasticidad, debido a una reducción del límite líquido y a un incremento del límite plástico.
- ii) Reducción considerable del ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.
- iii) Obtención de un material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos (rotura fácil de grumos).
- iv) La cal ayuda a secar los suelos húmedos lo que acelera su compactación.
- v) Reducción importante del potencial de contracción y del potencial de hinchamiento.
- vi) Incremento de la resistencia a la comprensión simple de la mezcla posterior al tiempo de curado alcanzando en algunos casos hasta un 40% de incremento.
- vii) Incremento de la capacidad portante del suelo (CBR).
- viii) Incremento de la resistencia a la tracción del suelo.
- ix) Formación de barreras impermeables que impiden la penetración de aguas de lluvia o el ascenso capilar de aguas subterráneas.

La experiencia americana ha demostrado que una estabilización con cal tiene excelentes resultados, en los siguientes casos:

- a) Materiales compuestos por mezclas de grava y arcilla para su uso como capa granular superficial con una incorporación de 2 a 4% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en peso.
- b) Suelos altamente arcillosos para usarlos como capa granular superficial (5 a 10% de cal en peso) o como capa inferior (1 a 3% de cal en peso).

Debe tenerse en cuenta, el problema del posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cal, debido a una falta o descuido en el curado que hace perder humedad a la capa estabilizada, en el periodo previo a la colocación de la siguiente capa. Este proceso se agrava cuando la carretera se ubica en zonas calurosas; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con cal.

9.6 Suelos estabilizados con cemento

El material llamado suelo-cemento se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras eventuales adiciones, seguida de una compactación y un curado adecuados. De esta forma, el material suelto se convierte en otro endurecido, mucho más resistente. A diferencia del concreto, sin embargo, los granos de los suelos no están envueltos en pasta de cemento endurecido, sino que están puntualmente unidos entre sí. Por ello, el suelo-cemento tiene una resistencia inferior y un módulo de elasticidad más bajo que el concreto.

El contenido óptimo de agua se determina por el ensayo proctor como en la compactación de suelos.

Las propiedades del suelo-cemento dependen de:



- Tipo y cantidad de suelo, cemento y agua.
- Ejecución.
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado.

Los suelos más adecuados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A-1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media (LL < 40, IP < 18).

La resistencia del suelo-cemento aumenta con el contenido de cemento y la edad de la mezcla. Al añadir cemento a un suelo y antes de iniciarse el fraguado, su IP disminuye, su LL varía ligeramente y su densidad máxima y humedad-óptima aumentan o disminuyen ligeramente, según el tipo de suelo.

La dosificación de cemento para Suelo Cemento puede fijarse aproximadamente en función del tipo de suelo, según lo siguiente:

Cuadro 9.4
Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A - 1 - a	3 - 5
A - 1 - b	5 - 8
A - 2	5 - 9
A - 3	7 - 11
A - 4	7 - 12
A - 5	8 - 13
A - 6	9 - 15
A - 7	10 - 16

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA)

Es conveniente que la compactación se inicie cuando la humedad in situ sea la prescrita y en todo caso, en menos de una hora a partir del mezclado, y se debe terminar entre 2 y 4 horas, según las condiciones atmosféricas. A nivel de sub rasante, se exige un grado de compactación mínimo 95% según AASHTO T180 en la capa de afirmado el mínimo es de 100%.

Debe tenerse en cuenta, el problema del posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cemento, debido a una falta o descuido en el curado que hace perder humedad a la capa estabilizada, en el periodo previo a la colocación de la siguiente capa. Este proceso se agrava cuando la carretera se ubica en zonas calurosas; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con cemento.

9.7 Suelos estabilizados con escoria

Hoy en día las escorias de acería o de otros hornos de fundición se emplean en muchas partes del mundo, en la fabricación del cemento, como agregados en la fabricación de hormigón, como material de base y subbase en los pavimentos, en la estabilización de sub rasantes, en la carpeta asfáltica formando parte del ligante bituminoso; en la agricultura también se ha encontrado aplicación, así como en el tratamiento de aguas residuales. Al emplearse este subproducto en construcción de infraestructura vial se evita



Ficha de validación de expertos



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Luis Armando Trigos Cuzco
 Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín, UCV, UPEU y UCP
 Especialidad : Maestro en Gerencia de la construcción e Ingeniería Civil
 Instrumento de evaluación : Ensayo Granulométrico, ensayo contenido de humedad, ensayo de límites, ensayo de proctor modificado, análisis térmico diferencial "ATD" y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X ensayo de CBR.
 Autor (s) del instrumento (s): Carhuapoma Sánchez, Christian

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Material romerillo y adición de melaza de caña en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Material romerillo y adición de melaza de caña.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Material romerillo y adición de melaza de caña.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						44

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Los instrumentos aplicados a los indicadores que conforman las variables en estudio son confiables.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.4

Tarapoto, 13 de junio de 2021


 Mg. Luis Armando Trigos Cuzco
 Ingeniero Civil
 CIP N°125258



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Luis Armando Trigos Cuzco
Institución donde labora : SOLGAS, Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Especialidad : Magister en Ingeniería Química
Instrumento de evaluación : Ensayo Granulométrico, ensayo contenido de humedad, ensayo de límites, ensayo de proctor modificado, análisis térmico diferencial "ATD" y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X ensayo de CBR.
 Autor (s) del instrumento (s): Carhuapoma Sánchez, Christian

II. A SPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5	
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Material romerillo y adición de melaza de caña en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X		
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Material romerillo y adición de melaza de caña.					X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X		
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Material romerillo y adición de melaza de caña.					X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X		
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X	
PUNTAJE TOTAL							45

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

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Son confiables, los indicadores que se asumieron para analizar el comportamiento de las variables a estudiar.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.5

Tarapoto, 13 de junio de 2021


 Mg. Edgar Manuel Lucar Mazon
 Ingeniero Civil
 CP N°158148

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Luis Armando Trigoso Cuzco
 Institución donde labora : Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado
 Especialidad : Maestro en Gerencia de la construcción e Ingeniería Civil
 Instrumento de evaluación : Ensayo Granulométrico, ensayo contenido de humedad, ensayo de límites, ensayo de proctor modificado, análisis térmico diferencial "ATD" y Espectroscopia de fluorescencia de rayos X ensayo de CBR.
 Autor (s) del instrumento (s): Carhuapoma Sánchez, Christian

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	INDICADORES				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Material romerillo y adición de melaza de caña en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Material romerillo y adición de melaza de caña.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Material romerillo y adición de melaza de caña.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL		46				

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

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Los instrumentos aplicados a los indicadores que conforman las variables en estudio son confiables.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.6

Tarapoto, 13 de junio de 2021


 Mg. Manuel Antonio Cruz Dávila
 Ingeniero Civil
 CIP N° 93797

Evidencias del estudio

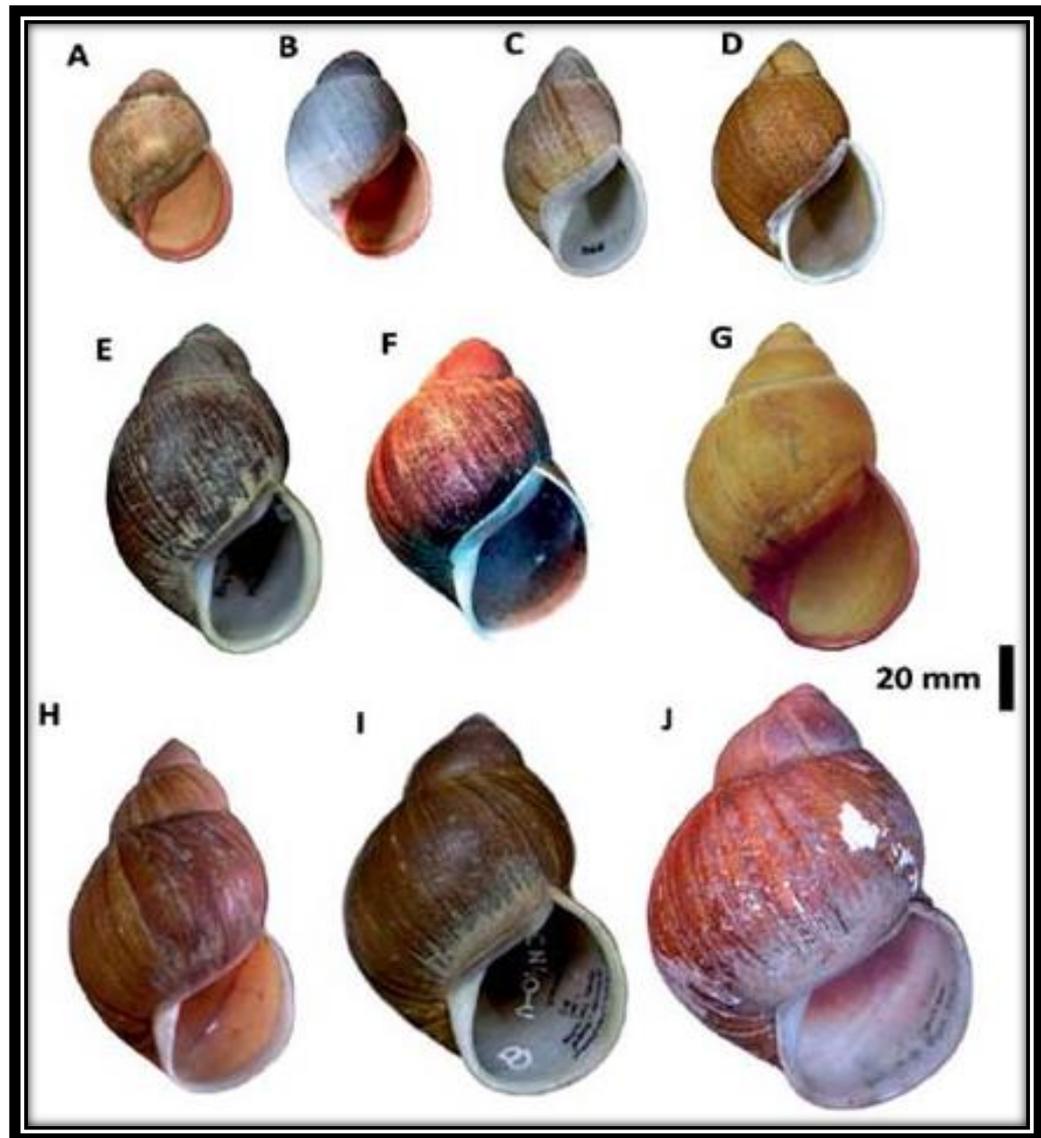


Figura 1. Conchas de *Megalobulimus* spp. procedentes de Perú (A-F, H-J) y Colombia (G.). (A) *M. capillaceus* (Dpto. San Martín). (B) *M. separabilis* (Dpto. Huánuco). (C) *M. leucostoma* (Dpto. Cusco). (D) *M. carrieri* (Dpto. Junín). (E) *M. huascari* (Dpto. Junín). (F) *M. lichtensteini* (Dpto. Amazonas). (G) *M. oblongus* (Dpto. Caldas, Colombia). (H) *M. maximus* (Dpto. Madre de Dios). (I) *M. thammianus* (Dpto. Junín). (J) *M. popelairianus* (Dpto. Madre de Dios).















