

**USS | UNIVERSIDAD  
SEÑOR DE SIPÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO  
INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA  
TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO -  
LAMBAYEQUE”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autor:**

**Bach. Guerrero Santisteban, Kevin Jordan**

**<https://orcid.org/0000-0002-0511-5523>**

**Asesor:**

**Dr. Ing. Marín Bardales, Noé Humberto**

**<https://orcid.org/0000-0003-3423-1731>**

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2022**

**“ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO  
INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN  
LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO  
- LAMBAYEQUE”**

Aprobación de tesis:

---

Mg. Marín Bardales Noé Humberto

**Asesor:**

---

Mg. Salinas Vásquez Néstor Raúl

**Presidente:**

---

Mg. Tepe Atoche Víctor Manuel    Mg. Villegas Granados Luis Mariano

**Secretario:**

**Vocal:**

## DEDICATORIA

A mi padres y hermanos que con sus palabras me hicieron sentir orgulloso de los que soy por el esfuerzo y las metas alcanzadas y que refleja la dedicación que tengo a mi carrera.

Gracias a mis padres por lo que soy, y orgulloso con la cara alto agradezco a Dios por tener unos excelentes padres, por ser mi mayor inspiración, gracias a mis padres y mis hermanos he concluido con una de mis metas trazadas.

A mi familia en general, por sus consejos que me han brindado, además de su apoyo incondicional y por compartir conmigo muchos momentos.

Kevin Jordan Guerrero Santisteban.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, guiarme y proteger.

A mis padres, hermanos y familiares por el apoyo incondicional, sin embargo, merecen reconocimiento especial a hermano Jimmy Erick Guerrero Santisteban, que con su esfuerzo y dedicación me ayudó y aconsejó a culminar mi carrera universitaria y me dio el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Kevin Jordan Guerrero Santisteban.

## RESUMEN

El centro poblado de Yencala Boggiano ubicado en el distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque, región de Lambayeque, la vía de accesos principal a la ciudad de Lambayeque es una vía no pavimentada, además a esta vía las autoridades competentes le brindan poco interés, ya que en épocas de lluvia la vía se deteriora y los pobladores se les dificulta realizar las actividades con normalidad afectando a veces en la producción de sus cultivos generando así pérdidas de sus recursos que sustentan sus ingresos.

Por lo cual esta investigación que es de método experimental, se realizó la excavación de 5 calicatas para extraer el material para poder realizar el estudio y análisis del comportamiento del suelo que presenta este suelo arcilloso analizando sus propiedades físicas y mecánicas, mediante la estabilización de suelos cohesivos incorporando aditivo Sika Dust Seal-340 con el fin de mejorar su calidad del suelo, adicionando en un 2%, 8%, 14% y 20% de Sika Dust Seal-340.

Los resultados demuestran que las muestras extraídas del suelo, obtuvieron una clasificación según SUCS que es un suelo arcilloso de alta plasticidad con arena (CH) y según AASHTO lo clasifica como un suelo con índice de plasticidad elevado y que están sujetos a cambios de volumen muy importantes (A-7-6).

Además, los resultados nos indica que en los ensayos de valor de soporte de california (CBR) del suelo natural presentan un suelo de baja resistencia, y en los ensayos de valor de soporte de california (CBR) incorporando en un 2%, 8%, 14% y 20% de aditivo Sika Dust Seal-340, aumenta continuamente la resistencia del suelo cohesivo, concluyendo así que el 20% del aditivo es el porcentaje idóneo porque mejoró notablemente las propiedades mecánicas del suelo.

**Palabras Clave:** Valor de soporte California, Estabilización de Suelos, Máxima Densidad Seca, Sika, Sika Dust Seal, Suelos Cohesivos.

## ABSTRACT

The town center of Yencala Boggiano located in the district of Lambayeque, province of Lambayeque, region of Lambayeque, the main access road to the city of Lambayeque is an unpaved road, in addition to this road the competent authorities give little interest, since that in times of rain the road deteriorates and the inhabitants find it difficult to carry out activities normally, sometimes affecting the production of their crops, thus generating losses of their resources that support their income.

Therefore, this investigation, which is of an experimental method, was carried out in the excavation of 5 test pits to extract the material in order to carry out the study and analysis of the behavior of the soil that this clayey soil presents, analyzing its physical and mechanical properties, through the hardness of soils. cohesive incorporating Sika Dust Seal-340 additive in order to improve soil quality, adding 2%, 8%, 14% and 20% of Sika Dust Seal-340.

The results show that the samples extracted from the soil obtained a classification according to SUCS, which is a clayey soil with high plasticity with sand (CH), and according to AASHTO, it is classified as a soil with a high plasticity index and that they are subject to very high-volume changes. important (A-7-6).

In addition, the results indicate that in the California Bearing Ratio (CBR) tests of the natural soil they present a low resistance soil, and in the California Bearing Ratio (CBR) tests incorporating 2%, 8%, 14% and 20% of the Sika Dust Seal-340 additive, continuously increases the resistance of the cohesive soil, thus concluding that 20% of the additive is the ideal percentage because it significantly improved the mechanical properties of the soil.

**Keywords:** California Bearing Ratio, Soil Stabilization, Maximum Dry Density, Sika, Sika dust Seal, Cohesive soils.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad Problemática.....	12
1.2. Antecedentes de estudio .....	14
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	23
1.4. Formulación del problema .....	30
1.5. Justificación e importancia del estudio.....	30
1.6. Hipótesis.....	30
1.7. Objetivos .....	31
<b>II. MATERIAL Y MÉTODO .....</b>	<b>31</b>
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	31
2.2. Variables, Operacionalización .....	32
2.3. Población y muestra .....	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	35
2.5. Procedimiento de análisis de datos .....	36
2.6. Criterios éticos.....	49
2.7. Criterios de Rigor Científico .....	49
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>50</b>
3.1. Discusión de resultados .....	62
<b>IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
4.1. Conclusiones.....	65
4.2. Recomendaciones.....	66
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>

## Índice de Tabla

Tabla 1. Coordenadas del punto inicial y final del tramo en estudio.....	50
Tabla 2. Ubicación de las calicatas .....	52
Tabla 3. Características geotécnicas del suelo cohesivo de la trocha carrozable	53
Tabla 4. Resultados de las propiedades mecánicas del suelo en estudio .....	54
Tabla 5. Datos para el cálculo de la aplicación del aditivo Sika Dust Seal-340....	55
Tabla 6. Cantidades a aplicar del aditivo Sika Dust Seal-340 para el Proctor Modificado.....	55
Tabla 7. Datos para el cálculo de la aplicación del aditivo Sika Dust Seal-340....	57
Tabla 8. Cantidades a aplicar del aditivo Sika Dust Seal-340 para el VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) .....	58
Tabla 9. Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-01.....	83
Tabla 10. Límites de Atterberg para calicata C-01 .....	84
Tabla 11. Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-02.....	84
Tabla 12. Límites de Atterberg para calicata C-02 .....	85
Tabla 13. Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-03.....	85
Tabla 14. Límites de Atterberg para calicata C-03 .....	86
Tabla 15. Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-04.....	86
Tabla 16. Límites de Atterberg para calicata C-04 .....	87
Tabla 17. Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-05.....	87
Tabla 18. Límites de Atterberg para calicata C-05 .....	88
Tabla 19. Relación densidad-humedad para calicata C-02.....	89
Tabla 20. Relación densidad-humedad para calicata C-04.....	89
Tabla 21. Resultados de ensayo VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) para calicata C-02 (muestra natural) .....	91
Tabla 22. Resultados de ensayo VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) para calicata C-04 (muestra natural) .....	93
Tabla 23. Relación densidad-humedad para calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	94
Tabla 24. Relación densidad-humedad para calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	95

Tabla 25. Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	96
Tabla 26. Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	97
Tabla 27. Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	98
Tabla 28. Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	99

### **Índice de figuras**

Figura 1 Vista del tramo de la carretera de Yencala Boggiano .....	34
Figura 2 Representación del diagrama de flujo de los procesos de investigación	36
Figura 3 Levantamiento topográfico .....	38
Figura 4 Muestras de suelo .....	38
Figura 5 Sika Dust Seal-340.....	39
Figura 6 Tamizado de las muestras .....	40
Figura 7 Peso de las muestras.....	40
Figura 8 Peso de la muestra después del horno .....	42
Figura 9 Peso de los bastones alargados .....	43
Figura 10 Colocando las muestras en el horno .....	44
Figura 11 Compactación de la muestra en 5 capas .....	45
Figura 12 Peso de la muestra compactada con el molde.....	46
Figura 13 Peso del suelo compactado con el molde .....	47
Figura 14 Lectura con el deformímetro .....	48
Figura 15 Lectura de carga con penetraciones .....	48
Figura 16 Vista del tramo en estudio de 2+253 km .....	50
Figura 17 Plano en planta de la vía en estudio .....	51

Figura 18 Resultados de Proctor modificado (Relación densidad-humedad) para la C-02 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340 .....	56
Figura 19 Resultados de Proctor modificado (Relación densidad-humedad) para la C-04 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340 .....	56
Figura 20 Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para la C-02 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340.....	58
Figura 21 Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para la C-02 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340.....	59
Figura 22 Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para la C-04 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340.....	60
Figura 23 Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para la C-04 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340.....	61
Figura 24 Extracción de las calicatas a una profundidad de 1.50 m .....	78
Figura 25 Muestras para el contenido de humedad .....	78
Figura 26 Ensayo de análisis granulométrico.....	79
Figura 27 Preparando la muestra para el ensayo VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).....	79
Figura 28 Tomando datos del molde.....	80
Figura 29 Ensayo de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) .....	80
Figura 30 Sumergiendo los especímenes .....	81
Figura 31 Tomando registro de deformímetro .....	81
Figura 32 Incorporando a la muestra el aditivo Sika Dust Seal-340.....	82
Figura 33 Ensayo de penetración a la muestra con aditivo Sika Dust Seal-340 ..	82
Figura 34 Curva granulométrica para calicata: C-01 .....	83
Figura 35 Curva granulométrica para calicata: C-02 .....	84
Figura 36 Curva granulométrica para calicata: C-03 .....	85
Figura 37 Curva granulométrica para calicata: C-04.....	86

Figura 38 Curva granulométrica para calicata: C-05 .....	87
Figura 39 Relación densidad-humedad para la calicata: C-02 .....	89
Figura 40 Relación densidad-humedad para la calicata: C-04 .....	90
Figura 41 Diagrama de penetración para muestra de calicata C-02 (muestra natural) .....	91
Figura 42 Diagrama de densidad-índice de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) para la calicata C-02 (muestra natural) .....	92
Figura 43 Diagrama de penetración para muestra de calicata C-04 (muestra natural) .....	92
Figura 44 Diagrama de densidad-índice de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) para la calicata C-04 (muestra natural) .....	93
Figura 45 Relación densidad-humedad para la calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	94
Figura 46 Relación densidad-humedad para la calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	95
Figura 47 Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para la calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	96
Figura 48 Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para la calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	97
Figura 49 Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para la calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	98
Figura 50 Resultados de VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para la calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340.....	99

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

A nivel Internacional:

En Indonesia, Cahyadi & Puspasari (2020) manifestaron que, en Kalimantan Central los suelos presentan baja capacidad de valor de soporte de California (CBR) de 3 a 7% donde lo califica como bajo/malo.

En Israel, Hanegbi & Katra (2020) expresan que, en los suelos de Loess que son caminos no pavimentados que están asociados a la erosión por el viento y el agua, provocando la contaminación del aire y el deterioro del suelo.

En Malasia, Kamaruddin et al. (2020) revelaron que, en las zonas costeras de Malasia peninsular el suelo arcilloso marino presenta parámetros de baja resistencia, alta compresibilidad y baja permeabilidad.

En la India, Indiramma et al. (2019) mencionan que, los suelos con presencia de arcilla contienen en sus propiedades baja capacidad de carga, alta contracción y características de hinchamiento, propiedades que generan problemas en la carretera.

En Sudáfrica, Ramdas et al. (2019), comentan que, en las carreteras sin pavimentar el desarrollarlas son costosos y las propiedades del suelo puede llevar a fallas prematuras que genera un mantenimiento costoso.

En Indonesia, Mina et al. (2019) mencionan que, en la carretera de Kadusentar en Banten – indonesia está dañada presentando muchos baches debido a la baja capacidad de carga del suelo.

A nivel Nacional:

En la Región Piura, Chávez (2021) manifestaron que, a causa de presencia de lluvias las vías se vuelven insostenible, además que en la rasante se aprecia un desgaste por producto de las mismas lluvias, lo que

genera pérdidas económicas tanto para los transportistas como de los pobladores de la zona.

En la Región La Libertad, Munsibay (2019) comenta que, en los caseríos de Huayobamba del Sector San Martín presentan problemas de transitabilidad donde tienen pérdidas en sus cosechas, también problemas de traslado de carga y pasajeros.

En la región La Libertad, Chavarri & Narro (2016) manifiesta que, en la trocha carrozable que intercepta a los pueblos de Chota, Cruz de Mayo, Sangallpampa alta y baja donde la trocha no reúne los parámetros necesarios y genera problemas a la población como la mala circulación de vehículos ligeros y pesados, además de un acceso difícil a los mercados.

En la región Puno, Casafranca & Pahuachón (2014) mencionan que, en los caminos rurales son trochas carrozables en mal estado con un alto nivel de dificultad de transitabilidad donde los perjudica limitándolos con los flujos comerciales hacia las capitales de distritos.

En la región Huancavelica, Rojas (2019) menciona que, en la carretera departamental Hv 109 presentan problemas de deterioro debido a las condiciones climáticas y a la acción del tráfico que producen deterioros lentos que no se perciben hasta un deterioro crítico y desgastes que causan baches, huecos, fisuras, etc.

En la región Ayacucho, Flores (2018) comenta que, la trocha carrozable que une a las localidades de Accopampa y Santa Ana presenta problemas de transitabilidad en épocas de lluvias, donde se forman lodos y no permite la transitabilidad de los vehículos.

A nivel Local:

En Lambayeque, Segura (2019) menciona que, en el distrito de Salas presenta problemas de transitabilidad de sus productos agrarios que trae consecuencias en el desarrollo económico.

En Lambayeque, Bautista (2018) comenta que, en Motupe la carretera entre Palo Blanco y Alto Perú se encuentra en mal estado y causa pérdida de tiempo en el traslado, accidentes, sobre costo del transporte de sus productos y esto les afecta económicamente.

En Lambayeque, Astonitas (2018) menciona que, en el distrito de Mochumi en temporada de lluvias presento problemas en la zona, donde los caminos eran intransitables para los vehículos y para los pobladores.

En Lambayeque, Bonifacio & Sánchez (2015) comenta que, en la región de Lambayeque presenta suelos inestables y con propiedades que genera problemas de transitabilidad.

En Lambayeque, Oblitas (2018) menciona que, en la trocha carrozable Chornancap – Lambayeque presenta problemas en la circulación de vehículos ligeros y pesados impidiendo la visita de los turistas causando pérdidas económicas a los pobladores.

En Lambayeque, Monteza & Segura (2019) menciona que, los pobladores del Sector Palería y Distrito de Pacora tienen una vía en mala situación de operabilidad y presenta un difícil acceso a otros puntos de la región para sus necesidades diarias causando problemas económicos a la población.

## **1.2. Antecedentes de estudio**

A nivel Internacional:

En Tailandia, los investigadores Voottipruex & et al. (2022) en su investigación denominada “Stabilization of Soft Clay Using Perlite Geopolymer Activated by Sodium Hydroxide”; tuvieron como objetivo mejorar el suelo de arcilla blanda aplicando geopolímero de perlita activado con hidróxido de sodio, sus resultados mostraron que estabilizar el suelo con geopolímero de perlita es muy eficaz aumentando su resistencia, llegando así a la conclusión que el suelo estabilizado

presenta mejorar en sus propiedades mecánicas que mejora la estructura haciendola mas densa y fuerte.

En la India, los investigadores Sahoo & Prasad Singh (2022) en su investigación denominada “Strength and Durability Properties of Expansive Soil Treated With Geopolymer and Conventional Stabilizers”; tuvieron como objetivo tratar el suelo con geopolímero a base de escoria, cemento Portland y cal hidratada para mejorar las propiedades de resistencia y durabilidad, sus resultados indicaron que estabilizar con geopolímero a base de escoria fue eficaz en suelos expansivos, llegando a concluir que estabilizar el suelo con geopolímero aumenta mucho más la resistencia y durabilidad en comparación con los estabilizadores convencionales, logrando también una estructura densa y compacta.

En Malasia, los investigadores Ezreig & et al. (2022) en su investigación denominada “Hydrophobic Effect of Soil Stabilization for a Sustainable Subgrade Soil Improvement”; tuvieron como objetivo mejorar los suelos de laterita aplicando el uso del químico de caltita hidrofóbica con diversas cantidades (3%, 5% y 7%) con un 5 % de cemento, sus resultados mostraron mejoras en el comportamiento valor de soporte de California (CBR) incorporando caltita en el cemento, llegando a la conclusión que la incorporación de caltita hidrofóbica y la mezcla de cemento lograron aumentar la resistencia y disminuir la absorción de agua superando así los problemas de estabilización.

En Irak, los investigadores Oden & Al-Rkaby (2022) en su investigación denominada “Strength, Durability, and Microstructures Characterization of Sustainable Geopolymer Improved Clayey Soil”; tuvieron como objetivo la evaluación de las propiedades mecánicas, la durabilidad y la microestructura de suelo arcilloso mediante la estabilización con cenizas de carbón y un activador alcalino de solución de silicato de sodio, sus resultados mostraron alta resistencia en las muestras tratadas con geopolímero en ambientes de cloruros y ácidos, llegando a la conclusión

al usar como estabilizador de suelos un aglutinante de geopolímero de cenizas de carbón es una alternativa muy viable.

En Egipto, los investigadores Tan & et al. (2022) en su investigación denominada "Testing the Strengths of Sandstone Aggregates Stabilized with Cement and Styrene-Butadiene Latex Copolymer for Road Subbase Applications"; tuvieron como objetivo el desarrollo de la resistencia de la subbase estabilizándolo con combinaciones de cemento Portland ordinario, cemento Portland compuesto y copolímero de látex de estireno-butadieno, sus resultados arrojaron que la combinación del 3% de cemento y 0,75% del polímero produjo el valor más alto de valor de soporte de California (CBR) que excedió significativamente el 30% llegando a ser 7 veces mayor a las muestras en estado natural, llegando a la conclusión que mejoró potencialmente el desarrollo de la resistencia de la subbase estabilizada con la mezcla de polímero y cemento.

En China, los investigadores Lei & et al. (2020) en su investigación denominada "Stabilization Effect of Anionic Polyacrylamide on Marine Clay Treated with Lime"; tuvieron por objetivo determinar el efecto del poliacrilamida aniónica (APAM) sobre la arcilla marina tratada con cal el micromecanismo de estabilización, sus resultados demostraron que aumentando la dosis de APAM, su efecto de estabilizador primero mejoró y luego se debilitó, llegando a la conclusión que para la estabilización de la arcilla marina con el método de tratamiento APAM/cal es eficiente siempre y cuando se seleccione una dosis racional de APAM.

En Irán, Los investigadores Sarli et al. (2020) en su investigación denominada "Stabilizing Geotechnical Properties of Loess Soil by Mixing Recycled Polyester Fiber and Nano-SiO<sub>2</sub>"; tuvieron por objetivo evaluar los efectos de agregar la fibra de poliéster reciclada y nano-SiO<sub>2</sub> sobre las propiedades del suelo y la resistencia al cizallamiento utilizando loess de seda con límite de líquido bajo, sus resultados demostraron que la prueba de compactación disminuyó la densidad seca máxima del loess

estabilizado, mientras que mediante la adición de poliéster reciclado y nano-SiO<sub>2</sub> incrementó el contenido óptimo de agua, llegando a la conclusión que adicionando el poliéster reciclado y Nano-SiO<sub>2</sub> mejora las propiedades de resistencia del suelo Loess proporcionando el 33% y 50% respectivamente en la mezcla.

En Indonesia, los investigadores Faray & Rahayu (2020) en su investigación denominada “Durability and strength improvement of clayshale using various stabilized materials”; tuvieron como objetivo evitar la degradabilidad realizando una estabilización de suelos aplicando cal, cemento y cenizas de cascarilla de arroz, sus resultados mostraron que cada una de las mezclas tiene una potencia y respuesta diferente, llegando a la conclusión que el cemento mejoró la resistencia en ambientes húmedos aumentando significativo en la resistencia a la compresión no confinada, mientras que la cal sin confinar no aumentó significativamente la durabilidad y la resistencia a la compresión, pero la reacción de la mezcla de la ceniza de las cáscaras de arroz y el cal llegó a disminuir la resistencia a la compresión sin confinar pero llegando a aumentar la durabilidad.

En indonesia, los investigadores Zaika & Suryo (2020) en su investigación denominada “The durability of lime and rice husk ash improved expansive soil”; tuvieron por objetivo investigar la mezcla de cal y ceniza de cáscara de arroz (RHA) como agente estabilizador, los resultados demostraron que la mezcla de 4% de cal y 6% de RHA arrojó que el valor de soporte de California (CBR) de suelo estabilizado es mayor que el del suelo natural, llegando a la conclusión que la mezcla mostro una durabilidad a los cambios ambientales y también tiene un efecto sobre la resistencia y el potencial de hinchamiento de los suelos expansivos.

En Portugal, los investigadores Cuisinier & et al. (2020) en su investigación denominada “Mechanical Properties and Microstructure of Soils Treated With a Vinyl-based Copolymer”; tuvieron como objetivo

caracterizar la modificación de las propiedades mecánicas y la microestructura del suelo estabilizado con copolímero de base vinílica, sus resultados llegaron a mostrar que el suelo tratado mejoró significativamente la resistencia, llegando a la conclusión que el uso del copolímero como estabilizador su aumento de la resistencia es notable y además cuando el suelo se seca influye significativamente en la resistencia del suelo.

En Malasia, los investigadores Nujid et al. (2019) en su investigación denominada “Correlation between California bearing ratio (CBR) with plasticity index of marine stabilizes soil with cockle shell power”; tuvieron por objetivo investigar el potencial del polvo de cáscara de berberecho como estabilizador del suelo basado en el porcentaje añadido en la prueba de valor de soporte de California (CBR), sus resultados indicaron un aumento en la gravedad específica y una disminución en el índice plástico, el valor de soporte de California (CBR) y el IP muestran una buena correlación, llegó a la conclusión que adicionando el 2,5% del polvo de cáscara de berberecho (CSP) en el suelo marino mostro una buena correlación del valor de soporte de California (CBR) y del PI aumentando la resistencia del suelo que se puede usar como material alternativo para la capa de subrasante.

En Suecia, los investigadores Al-Ansari et al. (2019) en su investigación denominada “A comparative evaluation of cement and by-product petrit T in soil stabilization”; tuvieron por objetivo presentar una comparación de la efectividad del cemento y del aglutinante Petrit T para modificar y mejorar el suelo de grano fino, sus resultados indicaron que el cemento y la adición de pequeñas cantidades de Petrit T mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo llegó a la conclusión que en el suelo de estudio clasificado como limo arenoso arcilloso (saclSi) tratado con cemento y Petrit T mejoro las propiedades del suelo, también redujo la contaminación ambiental y los costos.

En Brunei Darussalam, los investigadores Hadi & et al. (2019) en su investigación denominada “Compaction and Strength Properties of Road Subbase Infused With a Latex Copolymer”; tuvo como objetivo investigar el potencial para la estabilización y mejora de las características de compactación y resistencia de la base de una carretera mediante la infusión de copolímero de látex no peligrosa, sus resultados mostraron que la mezcla de subbase con copolímero disminuye la máxima densidad seca, llegando así a la conclusión que incorporando un 0,5% del copolímero llegó a duplicar la resistencia, en cambio si se aumenta por encima del 0,5% genera disminución en su resistencia.

En Turquía, los investigadores Bozyigit & et al. (2019) en su investigación denominada “Utilization of a Vinyl Based Copolymer for Improvement of a Kaolin Type Clay”; tuvieron como objetivo mejorar la resistencia del suelo arcilloso mediante la estabilización con un geopolímero comercial, sus resultados mostraron que el geopolímero tuvo un efecto considerable por la temperatura, además que aumentando el contenido del geopolímero reduce el contenido de humedad generando un pequeño aumento en su resistencia, llegando a la conclusión que la temperatura afecta durante la etapa de preparación aumentando su resistencia.

En Malasia, los investigadores Law & et al. (2018) en su investigación denominada “Strength Characteristics of Artificial Organic Soils Stabilized With Copolymer Stabilizer”; tuvieron como objetivo usar un copolímero de acetato de vinilo-etileno para estabilizar un suelo con material orgánico (material con caolín: relación de ácido orgánico de 5:5 y 7:3), sus resultados mostraron que aplicando un 7,5% y 10% del copolímero de acetato de vinilo-etileno alcanzaron un pequeño incremento de resistencia, llegando a la conclusión que la estabilización de suelos con copolímero de acetato de vinilo-etileno no se ve afectado por el material caolín.

A nivel Nacional:

El investigador Sulla (2018), en su investigación “Evaluación De La Aplicación Del Polímero Sika Dust Seal PE En Caminos No Pavimentados, Intersección AV. San Luis y Cuadra 1 – Palian – Huancayo 2017”; tiene como objetivo evaluar la aplicación del producto Sika Dust Seal PE en caminos no pavimentados, obtuvo como resultado que al incorporar el aditivo incrementa la capacidad de soporte en un 13,9% más para una dosificación de 20 L/m<sup>3</sup> en comparación del material sin aditivo, llegando a concluir que el polímero Sika Dust Seal PE aumentó la capacidad de soporte, la densidad máxima seca, la durabilidad, cohesión y a la vez genera menor desgaste por erosión a causa de las lluvias.

El investigador Chinchay (2018), en su investigación “Influencia Del Aditivo Sika Dust Seal Como Agente Estabilizador De Suelos En La Trocha Carrozable Tramo La Serma – Tambillo – Jaén, Cajamarca”; tuvo como objetivo determinar la influencia del aditivo Sika Dust Seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrozable del tramo en estudio, obtuvo como resultado del aditivo como agente estabilizador aumento el valor de soporte de California (CBR) a un 95% la densidad seca máxima para un 0.1” de penetración favoreciendo a la calicata 01 a un 27,91%, la calicata 02 a un 30,23%, la calicata 03 a un 19,55% y a la calicata 04 a un 28,23%, llego a concluir que la dosificación óptima para el valor de soporte de California (CBR) es aumentando un 0,30 lt/m<sup>3</sup> de aditivo.

El investigador Fernández (2017), en su investigación “Efecto Del Aditivo Terrazyme En La Estabilización De Suelos Arcillosos De Subrasantes En La Zona De Expansión De La Ciudad De Cajamarca”; tuvo como objetivo determinar el efecto del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes, su resultado demostró que incorporando 30 ml/cm<sup>3</sup> del aditivo mejorar la estabilidad del suelo, llegando a concluir que

el aditivo Terrazyme aumento el 19% de la capacidad de soporte del terreno en suelos arcillosos.

El investigador Nesterenko (2018), en su investigación “Desempeño De Suelos Estabilizados Con Polímeros En Perú”; tuvo como objetivo definir el procedimiento constructivo de estabilización de suelos mediante el uso de polímeros, incorporando variables propias del contexto como son los tipos de equipos de ejecución y rendimiento constructivos, en sus resultados se observaron que en todos los suelos el porcentaje incrementó el valor de soporte de California (CBR) bajo procesos de curados de 28 días comparados a 4 días, llego a concluir que estabilizar el suelo con polímeros mejora sus características y mostro su mejor desempeño para suelo con  $IP \geq 9$ , también el polímero poliacrilamida – PAM aumento el valor de soporte de California (CBR) por encima del 20% en promedio vs suelos en estado natural.

Los investigadores Angulo & Rojas (2016), en su investigación “Ensayo De Fiabilidad Con Aditivo PROES Para La Estabilización Del Suelo En El AA. HH El Milagro, 2016”; tuvieron como objetivos verificar la mejora de las propiedades físicas y mecánicas en la carrera de estudio mediante la estabilización de suelos utilizando el aditivo químico PROES, sus resultados obtenidos del valor de soporte de California (CBR) con una dosificación de cemento de 2% e incorporando el aditivo PROES fue entre 43,2% y 102%, donde llego a concluir que el uso del aditivo PROES adicionando el centro PROTLAND mejoro el nivel de servicio del suelo y la capacidad de soporte.

A nivel Local:

El investigador Coronado (2020) en su investigación denominada “Estabilización De Suelos Granulares No Cohesivos De Lambayeque Aplicando Bacterias Calcificantes”; tuvo como objetivo estabilizar el suelo del tipo granular no cohesivo aplicando bacterias calcificantes que tenían como propósito disminuir los espacios vacíos, la permeabilidad y

aumentar la capacidad de soporte, sus resultados obtenidos del carbonato de Calcio producto de la acción de las bacterias calcificantes aumentó de 0,32% a 5,44%, llegando a la conclusión que el uso de bacterias calcificantes ayuda a estabilizar y a desarrollar las propiedades físicas-Mecánicas de suelos granulares no cohesivos.

Los investigadores Becerra & Herrera (2019), en su investigación “Estabilización De Arcillas, Arenas Y Afirmados, Empleando Los Cementos Pacasmayo Víaforte, Mochica Y Qhuna; Lambayeque. 2018”; tuvieron como objetivo realizar el estudio de estabilización de arcillas, arenas y afirmados, planteando proporciones de los cementos en estudio, sus resultados mostraron que las arenas no tienen un rango definido porque al incorporar más porcentaje de cemento tiende a aumentar su resistencia sin tendencia a bajar, las arcillas define un rango de estabilización entre 7% al 16% y los afirmados define un rango de 7% al 13%, llegando a concluir que de los tres tipos de suelos el cemento Qhuna tuvo mejor resistencia después de Mochica y Víaforte; analizó que en los afirmados y las arcillas, su resistencia se acercó a la curva de humedad-densidad que llego a su máximo punto y luego disminuyó, a comparación de las arenas que tienden siempre a subir.

El investigador Quiroz (2020), en su investigación “Estabilización De Suelos Con Cloruro De Sodio, En El Camino De Bajo Volumen De Tránsito Desde El Caserío Los Tubos Hasta El Caserío Pozo Cuarenta, Distrito De Mórrope, Provincia De Lambayeque, Departamento Lambayeque”; tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición del cloruro de sodio en porcentajes del 1%, 1,5% y 2% en la estabilización del suelo en estudio, obteniendo como resultados que el cloruro de sodio aumenta su resistencia progresivamente con los porcentajes de 1%, 1,5% y 2%, llegó a la conclusión que el cloruro de sodio mejoró ligeramente la resistencia del suelo y amplió el valor de valor de soporte de California (CBR) en un 0.35% a comparación del suelo natural.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Estabilización de Suelos**

##### **1.3.1.1. Definición**

Según Farhandasi & Syahril (2020), nos menciona que, es un proceso de combinar el suelo con materiales particulares para restaurar las propiedades del suelo cumpliendo con los requisitos técnicos particulares.

Según Chang et al. (2020), nos comenta que, el objetivo de la estabilización de suelos es mejorar el comportamiento y rendimiento de las propiedades del suelo.

Según Al-Jabban et al. (2019), nos menciona que, se utiliza generalmente para desarrollar las propiedades físicas-mecánicas del suelo, obteniendo las propiedades de durabilidad y resistencia estimado.

Según Putri et al. (2020), nos manifiesta que, este método se usa en el suelo para mejorar sus propiedades y así satisfacer las demandas técnicas.

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014), nos define que, la estabilización de suelos es un proceso en el cual el suelo mejora sus propiedades a través de procedimiento mecánicos e incorporando productos químicos, para dotar de resistencia mecánica y durabilidad a las propiedades del suelo en el tiempo.

##### **1.3.1.2. Métodos de Estabilización de suelos**

###### **1.3.1.2.1. Estabilización de Suelos mediante Métodos Físicos**

Según Cay et al. (2014), nos mencionan que, este tipo de método incrementa el grado de cristalinidad y estabilidad térmica, pero no tiene un efecto significativo sobre la relación de hinchamiento de las nanofibras estabilizadas de PVA/quitosano.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2019), nos define que, este método se realiza con un adecuado equipo mecánico y debe ser establecido por profesional.

Según Ikeagwuani & Nwonu (2019), nos mencionan que, la compactación es un método muy usado, ya que usa un medio mecánico para la reducción del índice de vacíos del suelo, de manera que el suelo puede soportar cargas posteriormente.

Según Carolina (2017), nos comenta que, este método busca conseguir una apropiada granulometría a través de la mezcla de materiales cohesivos y granulares, la herramienta más usada son los geotextiles.

#### **1.3.1.2.2. Estabilización de Suelos mediante Métodos Químicos**

Según Cabezas & Cataldo (2019), nos menciona que, se puede aplicar a los suelos in situ mediante una mezcla de aditivos y agua, mejorando así la capacidad de carga y disminuir la permeabilidad reduciendo el costo de mantenimiento con el tiempo.

Según Panchenko et al. (2019), nos menciona que, este método nos ayuda con la simplicidad relativa de la producción, también con la posibilidad de estabilizar suelos a cualquier profundidad sin abrir las bases, mejorando las características de estabilidad y rigidez de la base.

Según Bhat & et al. (2019), nos comenta que, se usa para dosificar y mezclar diferentes materiales de buena calidad para mejorar la gradación del material, mediante el uso de agentes cementantes, el uso de agentes

modificadores, el uso de agentes impermeabilizantes, el uso de agentes repelentes del agua o el uso de agentes de retención de agua.

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019), nos define que, se emplea sustancias especiales como estabilizadores de suelos y que, usando en pequeñas cantidades, genera los efectos deseados de manera inmediata.

### **1.3.2. Clasificación de Suelos**

#### **1.3.2.1. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)**

Según Heštera (2020), nos comenta que, se utiliza debido a que contiene las descripciones de las propiedades físicas y índice de todos los tipos de suelos.

Según Harichane et al. (2018), nos comenta que, este sistema clasifica los suelos trazando en un gráfico de plasticidad los valores de índice de plasticidad y límite líquido.

Según Moncayo et al. (2017), nos mencionan que, este sistema divide los materiales en grupos conforme a su composición asignándole un símbolo que consta de un prefijo (composición del suelo) y sufijo (las características del suelo).

Según ASTM D2487-17e1 (2017), nos precisa que, es un sistema que se usará cuando se requiera una clasificación exacta debido que sirve para determinar las características de: el tamaño de partículas, el límite líquido y el índice de plasticidad.

#### **1.3.2.2. Sistema AASHTO**

Según Wilson (1983), nos dice que, este sistema se usa para catalogar los suelos para fines específicos, facilitando el empleo del estudio de suelos.

Según Nematzadeh et al. (2017), nos comentan que, este sistema clasifica según el tamaño de partículas y porcentaje de arena, limo y arcilla en el suelo, este método se usa comúnmente en la construcción de carreteras y trabajos de suelos.

Según Ismail (2015), nos menciona que, en este método el índice grupal (IG) del suelo determina la especificación estándar del suelo para la construcción de carreteras.

Según ASTM D3282-15 (2015), nos define que, este sistema está basado en la determinación de la separación por tamaño de partículas, el límite líquido y el límite plástico clasificándolos en siete grupos, donde la evaluación dentro de cada grupo se realiza por medio del índice grupal, que es un valor calculado a partir de una ecuación empírica.

$$IG = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

Donde:

F: Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 (0.008 mm), manifestado en números enteros.

LL: Límite líquido.

IP: índice de plasticidad.

### **1.3.3. Ensayos de las Propiedades Mecánicas del Suelo**

#### **1.3.3.1. Ensayo Proctor Modificado**

Según Agrela et al. (2020), nos comentan que, es un método de prueba geotécnica que se usa para establecer las propiedades de compactación del suelo, con el propósito de, indicar el contenido óptimo de agua en el suelo en el cual logre obtener su máxima densidad seca.

Según Kuttah (2019), nos menciona que, esta prueba se usa frecuentemente para estimar la compactación del suelo y el control de calidad a lo largo de la construcción de la carretera.

Según Farooq et al. (2019), nos menciona que, realizar esta prueba es esencial debido a que observa la resistencia, compresibilidad y permeabilidad del suelo.

Según ASTM D1557-12e1 (2012), nos define que, el suelo empleado como relleno se compacta a un nivel denso para alcanzar las propiedades favorables, como resistencia, compresibilidad o permeabilidad. Las pruebas de compactación de laboratorios sirven para calcular el grado de compactación y el contenido de humedad para lograr las propiedades necesarias para controlar la construcción y asegurar que se alcance la compactación y el óptimo contenido de humedad requeridos.

#### **1.3.3.2. Valor de soporte California (CBR)**

Según Respati & Cahyadi (2020), nos comenta que, tiene como objetivo establecer la viabilidad de subsuelo que se empleará terreno de trayecto en la construcción de una carretera.

Según Atahu et al. (2019), nos dice que, se usa como criterio para calcular la resistencia de los materiales del suelo y también para estimar el uso potencial de aditivos estabilizadores de suelos.

Según Paotong et al. (2020), nos menciona que, sirve para comparar la resistencia al corte de las muestras compactadas del suelo en estudio, para alcanzar la densidad seca máxima mediante el uso de la cantidad de agua en OMC y finalmente relacionarlas con el suelo estándar que ya se han probado.

Según ASTM D1883-16 (2016), nos define que, el valor de soporte de California (CBR) se emplea para evaluar la calidad de los materiales del terreno en base a su resistencia, además determina el óptimo contenido de humedad permitido para la compactación del suelo.

### **1.3.4. Aditivo Sika Dust Seal-340 PE**

En la Hoja Técnica Sika® Dust Seal-340 PE (2021), nos menciona que, es un supresor de polvo y estabilizador de suelos, además que la superficie del material tratado se solidifica y las emisiones de polvo se reducen drásticamente generando una superficie resistente y durable.

#### **1.3.4.1. Uso**

En la hoja técnica Sika® Dust Seal-340 PE (2021), nos indica que, el aditivo es una dispersión acuosa de un polímero orgánica especial (copolímero de acetate de vinilo). El producto penetra y solidifica la superficie del material tratado. La máxima eficacia se obtiene tras el secado del material según las condiciones meteorológicas y dependiendo del objetivo, si es como estabilizador lo mínimo recomendable es 1 día y como supresor de polvo solo unas horas puede tardar.

#### **1.3.4.2. Características**

En la hoja técnica Sika® Dust Seal-340 PE (2021), nos menciona que está diseñado para ser aplicable en carreteras para reducir las emisiones de polvo, formando un suelo compacto y establemente aglomerada, perfeccionando la tracción, confort y seguridad en la transitabilidad de los vehículos, además que minimiza el costo de mantenimiento de los equipos, reduciendo los daños provocados por la contaminación producida por el polvo, también aumenta el valor de soporte de California (CBR) del suelo para todo tipo ya sea en climas secos o húmedos, reduciendo el uso el combustible y el deterioro de neumáticos de los automóviles, logrando también reducir la permeabilidad de la vía disminuyendo la

creación de baches y barro, optimizando la seguridad en el transporte y reduciendo el costo de mantenimiento.

#### **1.3.4.3. Dosificación**

En la hoja técnica Sika® Dust Seal-340 PE (2021), nos recomienda para el terreno humedecerlo con 0,5 a 1 Lt/m<sup>2</sup> aproximadamente, donde la dosificación del producto dependiendo de su uso será:

- Como supresor de polvo: entre 4% al 10% por litro de agua.
- Como estabilizador de suelos: entre 8% y 20% por litro de agua.

#### **1.3.4.4. Instrucciones de aplicación**

En la hoja técnica Sika® Dust Seal-340 PE (2021), nos menciona que se debe aplicar por aspersión y homogéneamente sobre la superficie a recubrir, la dosis total puede ir de 1 a 6 lts/m<sup>2</sup>, puede incrementar dependiendo de las condiciones climática, tipo de suelo, el tratamiento debe repetirse después de un cierto tiempo para restaurar la protección óptima según sea necesario, aplicando para el mantenimiento solo el 50% de aditivo aplicado en la primera dosis. Para la aplicación en superficie, se necesita un camión rociador u otro equipo capaz de cubrir toda la superficie, además el rango de aplicación (volumen de solución diluida por m<sup>2</sup> de superficie tratada o m<sup>3</sup> de material tratado) se pueden ajustar a solicitud y necesidad comercial u operativa del cliente, además que la compactación se recomienda usar rodillos de neumáticos múltiples para óptimos resultados.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cómo influye el aditivo Sika Dust Seal-340 en la estabilización del suelo de la trocha carrozable Yencala Boggiano – Lambayeque?

#### **1.5. Justificación e importancia del estudio**

Justificación social:

La presente investigación colabora con los pobladores de dicha carretera ya que les brinda una opción de habilitar su vía con la aplicación de este producto estabilizantes, de este modo se pretende resolver los problemas que aquejan a la sociedad que son la erosión del suelo, la contaminación por la emisión de polvo y la formación de baches.

Justificación económica:

La investigación a desarrollar, aplica el aditivo Sika Dust Seal-340 para estabilizar un suelo en malas condiciones, dado que el material utilizado en esta zona genera grandes problemas económicos a la población y este aditivo es del alto rango, poco contaminante y económico con un gran rendimiento, con el uso de este aditivo se pretende brindar un mejor acceso de vehículos para el transporte de sus productos.

Justificación técnica:

Esta investigación plantea brindar una dosificación de este producto innovador Sika Dust Seal-340 el cual servirá como elementos de consulta a los profesionales de ingeniería civil.

#### **1.6. Hipótesis**

El uso del aditivo Sika Dust Seal-340 incrementará las propiedades Mecánicas logrando estabilizar el suelo de la trocha carrozable Yencala Boggiano.

## 1.7. Objetivos

Evaluar el suelo cohesivo incorporando el aditivo Sika Dust Seal-340 en la trocha carrozable Yencala Boggiano - Lambayeque.

### Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento topográfico de la trocha carrozable Yencala Boggiano.
- Identificar las características geotécnicas del suelo cohesivo de la trocha carrozable Yencala Boggiano.
- Analizar las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo cohesivo incorporando el aditivo Sika Dust Seal-340 en la trocha carrozable Yencala Boggiano.
- Proponer el porcentaje de incorporación de aditivo Sika Dust Seal-340 en suelos cohesivos en la trocha carrozable Yencala Boggiano.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo: La investigación es de tipo experimental.

Diseño:

GE: Grupo Experimental.

GC: Grupo Control.

O1: Requisitos mínimos de estabilización del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

O2: Muestra del suelo estabilizada con aditivo Sika Dust Seal-340.

X: Ensayos físicos – mecánico de estabilización.

GC -----> O1

GE -----X-----> O2

## 2.2. Variables, Operacionalización

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnica e instrumento de recolección de datos
<b>(Independiente)</b> <b>Aditivo Sika</b> <b>Dust Seal-340</b>	Porcentajes de incorporación	2%	Lts/m <sup>3</sup>	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
		8%	Lts/m <sup>3</sup>	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
		14%	Lts/m <sup>3</sup>	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
		20%	Lts/m <sup>3</sup>	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
	Propiedades de resistencia	Proctor	Kg/cm <sup>3</sup>	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
		valor de soporte de California (CBR)	Kg/cm <sup>2</sup>	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
Dosificación	Litros	Lts	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio	

<b>(Dependiente) Estabilización de suelos cohesivos</b>	Estudio topográfico	Altimetría y planimetría	km	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
	Características geotécnicas	Granulometría	mm	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
		Límites de consistencia	%	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
		Contenido de humedad	ml	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
		Clasificación SUCS – AASHTO	----	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
	Propiedades de resistencia	Proctor Modificado	Kg/cm <sup>3</sup>	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio
		valor de soporte de California (CBR)	Kg/cm <sup>2</sup>	Observación, revisión documentaria y equipos de laboratorio

### 2.3. Población y muestra

Población: La población está conectada por dos rutas LA-664, LA-665 y un camino de 2,253 km desde Lambayeque con una superficie de rodadura de trocha carrozable.

Su ubicación es:

LUGAR : Yencala Boggiano.

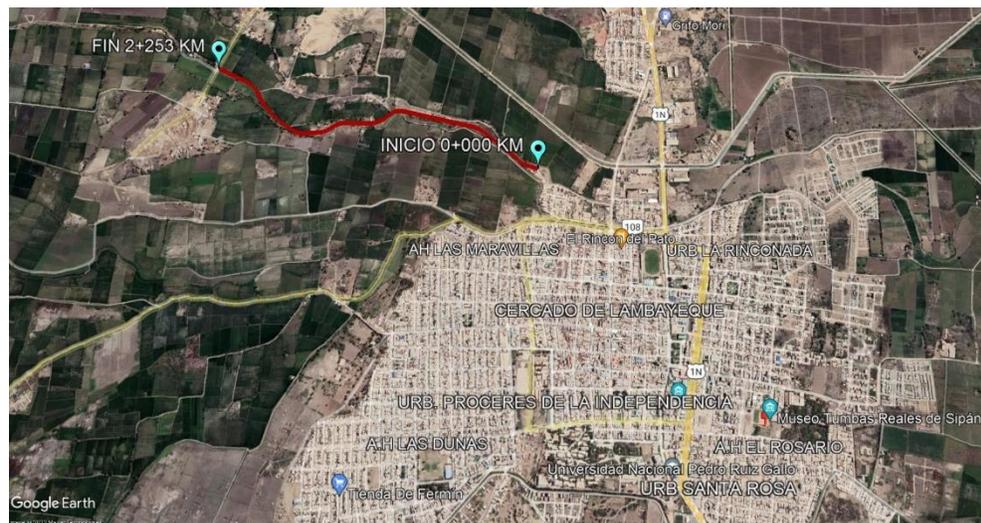
DISTRITO : Lambayeque.

PROVINCIA : Lambayeque.

DEPARTAMENTO : Lambayeque.

#### Figura 1

*Vista del tramo de la carretera de Yencala Boggiano*



**Fuente:** Elaboración propia.

Muestra: Se realizó 5 calicatas en un tramo de 2,253 km de estudio desde Lambayeque hasta Yencala Boggiano, donde se llevó las muestras suelo para realizar los ensayos de mecánica de suelos.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

#### **Observación:**

Según Orozco, J. (2018), nos comenta que, la observación es una técnica primaria que procura describir, explicar y comprender todos los factores pertenecientes al objeto de estudio, considerable desde la perspectiva de los objetivos del proyecto investigación.

#### **Análisis de Documentos:**

Según Acta bioethica (2008), nos menciona que, esta técnica se basa en el uso de diferentes tipos de textos como: libros, revistas, documentos académicos, normas técnicas, etc. para realizar la investigación.

### **2.4.2. Validez:**

Según Corral, Y. (2009), nos menciona que, este requisito indica el grado en que un instrumento ciertamente mida lo que tiene que medir.

### **2.4.3. Confiabilidad:**

Según Campos, G. & Lule, N. (2012), nos comentan que, la confiabilidad hace mención a la precisión y estabilidad que el instrumento tenga en distintos ambientes de estudio; dicho de otra manera, que pueda soportar el análisis en algún momento de la investigación sin dejar su validez.

## 2.5. Procedimiento de análisis de datos

### 2.5.1. Diagrama de flujo

**Figura 2**

*Representación del diagrama de flujo de los procesos de investigación*



**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.5.2. Descripción de procesos

### 2.5.2.1. Levantamiento topográfico

- Se realizó el levantamiento topográfico de la trocha carrozable en estudio con estación total, donde previamente se realizó el reconocimiento de la vía.

#### Equipos y herramientas

- Estación Total.
- Trípode.
- Prisma.
- Porta Prisma.
- Wincha.
- Estacas.

#### Procedimiento

- 1) Se colocó el trípode aproximadamente cerca sobre el punto en la vía.
- 2) Se reviso el trípode desde varios lados y se corrigió su posición.
- 3) Después se encajó las patas del trípode firmemente en el terreno y se aseguró la estación total al trípode mediante el tornillo de fijación.
- 4) Se realizó la nivelación con las patas del trípode hasta acomodarlo en el punto del terreno.
- 5) Realizamos la toma de los datos con la estación total apuntando al prisma (el prisma en dirección a la estación total), procedemos a anotar sus coordenadas a todos los puntos posibles que se pueda llegar a visualizar el prisma, después de eso cambiamos de punto para poder seguir tomando los datos de la vía con la estación total, realizando así una nueva nivelación.
- 6) Finalmente, con los datos recolectados del levantamiento topográfico con la estación total se realiza los planos de dicho levantamiento.

**Figura 3**  
*Levantamiento topográfico*



**Fuente:** Elaboración propia

#### 2.5.2.2. Obtención de los materiales

- Las muestras de suelos para el presente estudio fueron extraídas de Yencala Boggiano de la ciudad de Lambayeque.

**Figura 4**  
*Muestras de suelo*



**Fuente:** Elaboración propia.

- El material Sika Dust Seal-340 fue obtenido de forma gratuita por la empresa Sika Perú S.A.

**Figura 5**  
*Sika Dust Seal-340*



**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.5.2.3. Ensayo de Mecánica de Suelos.

#### 2.5.2.3.1. Propiedades físicas de los suelos

##### A. Granulometría

###### Normatividad

Este ensayo se realiza conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana 339.128 que establece el método de análisis granulométrico por tamizado y sedimentación de los suelos, donde se puede efectuar en forma combinada con uno de los métodos que indica la Norma.

###### Equipos y herramientas

- Una balanza electrónica de sensibilidad de 0,01 g.
- Un horno.
- Los Tamices correspondientes para el ensayo.

###### Procedimiento

Primero, se procedió a realizar el tamizado de las muestras de las calcatas con movimientos laterales y verticales (NTP 339.128).

**Figura 6**  
*Tamizado de las muestras*



**Fuente:** Elaboración propio.

Por último, luego del tamizado se comenzó a pesar todas las muestras en la balanza, tomando nota de los pesos obtenidos y verificar que la suma total de sus pesos sea igual a la masa original (NTP 339.128).

**Figura 7**  
*Peso de las muestras*



**Fuente:** Elaboración propia.

## B. Límite líquido y plástico

### Normatividad

En la NTP 339.129 indica que para este ensayo el método que se utiliza es de varios sistemas de clasificación que tiene como fin de distinguir las fracciones de grano fino del suelo.

### Equipos y herramientas

- Balanza electrónica con aproximación de 0.01 gr.
- un horno.
- Charolas de aluminio.
- Agua destilada.
- Tamiz N°40
- Copa de bronce con un peso (manubrio entre 185 y 215 gr).
- Base de caucho con dureza del durómetro de 80 a 90.
- Soporte, con la finalidad que ajuste y sea seguro de la altura de caída de la copa hasta de 10 mm.
- Acanalador hecho de metal o plástico no corrosible, con las dimensiones necesarias.
- Calibre metálico para ajustar la altura de la caída de la copa.
- Placa de vidrio pulido cuadrado de 30 cm de lado y 1 cm de espesor.
- Espátula con dimensiones necesarias.

### Procedimiento

Para empezar este procedimiento, la muestra fue pasa por la malla N°40, y luego vaciada en un recipiente.

Se pesaron las charolas de aluminio (para el procedimiento del límite líquido y plástico).

#### • Ensayo del límite líquido

1) Se ubicó una pequeña porción del suelo y se extendió hasta forma una superficie aproximadamente horizontal en la copa de bronce del dispositivo de límite líquido (NTP 339.129).

2) Se aplicó el acanalador para separar esta muestra de la copa, elaborando ranuras del suelo siguiendo una línea que

une el punto más alto y más bajo sobre el borde de la copa (NTP 339.129).

3) Se comprobó que no existan resto de suelo, luego se giró el manubrio a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo levantando y se soltando la copa hasta que las dos mitades de la muestra del suelo se unan en la base de la ranura con una longitud de 13 mm (NTP 339.129).

4) Se cuentan y anotan los golpes, tratando que se cumpla la siguiente condición de intervalos de golpes, una vez entre 25 y 35 golpes, otra entre 20 y 30 golpes y por último entre 15 y 20 golpes, para que la prueba se tome como bien ejecutada.

5) Se peso una pequeña porción las muestras y se colocaron al horno por 24 horas luego de eso se deja enfriar las muestras sacadas del horno y se pesan, con el objetivo de anotar el peso de tara y suelo seco para poder determinar su contenido de humedad (NTP 339.129).

### **Figura 8**

*Peso de la muestra después del horno*



**Fuente:** Elaboración propia.

- Ensayo del límite plástico

1) Se escogieron las muestras menos húmedas y se hace una esfera aproximadamente de 1.5 cm.

2) Se giró con la mano sobre una placa de vidrio, con el fin de formar bastones alargados con diámetro de 3.2 mm.

3) Cuando los bastones presentan agrietamientos múltiples, se determina que el suelo presenta límite plástico, y se colocaran al horno con el fin de determinar su contenido de agua y así obtener los resultados.

### **Figura 9**

*Peso de los bastones alargados*



**Fuente:** Elaboración propia.

4) Por último, para obtener el índice plástico se obtiene restando el límite líquido con el límite plástico (NTP 339.129).

## C. Contenido de humedad

### Normatividad

En la NTP 339.127, indica que el ensayo tiene como finalidad mostrar la relación entre el peso del agua y los sólidos del suelo.

### Equipos y herramientas

- Taras de aluminio o metálicas.
- Una balanza electrónica con precisión de 0.1 gr.
- Un horno.

### Procedimiento

1) Se procedió a colocar las muestras en taras metálicas para luego pesarlas en una balanza (NTP 339.127).

2) Se tomó nota de los pesos de cada tara más la muestra humedad.

3) Se pusieron las taras con las muestras en el horno durante 24 horas a 110 °C (NTP 339.127).

### **Figura 10**

*Colocando las muestras en el horno*



**Fuente:** Elaboración propia.

4) Luego de haber transcurrido las 24 horas se retiró las taras con las muestras del horno y se dejaron secar.

5) Se procedió a pesar y anotar los datos de las taras con las muestras en la balanza.

6) Por último, se comenzó a calcular el contenido de humedad con la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco al horno}} \times 100$$

#### 2.5.2.3.2. Propiedades mecánicas de los suelos

##### A. Ensayo de compactación de Proctor modificado

###### Normatividad

En la NTP 339.141, nos indica que este ensayo es un método que se utiliza para determinar las relaciones entre el contenido de agua y peso unitario seco del suelo compactado en un molde (4 pulg de diámetro) con un pisón

que cae a una altura de 18 pulg generando un esfuerzo de compactación.

#### Equipos y herramientas

- Balanza electrónica con precisión de 0.1 gr.
- Horno.
- Tamiz N°4.
- Pisón de 4.55 kg.
- Molde con diámetro de 4 pulg.

#### Procedimiento

1) Se colocó las muestras del suelo con contenido de agua separando la muestra en cinco diversas capas colocándolos en el molde, donde cada capa se compacto con el pisón de 25 o 56 golpes (NTP 339.141).

#### **Figura 11**

*Compactación de la muestra en 5 capas*



**Fuente:** Elaboración propia.

2) luego se procedió a determinar el peso unitario seco (NTP 339.141).

## Figura 12

*Peso de la muestra compactada con el molde*



**Fuente:** Elaboración propia.

3) Por último, se repitió con un número suficiente de contenido de agua para conseguir determinar una relación entre el peso unitario seco y el contenido de agua del suelo (NTP 339.141).

### B. Ensayo de Valor de Soporte de California (CBR)

#### Normatividad

En la NTP 339.145, nos indica que este ensayo implica la determinación del valor de soporte de California (CBR) de subrasante de pavimento, sub-base, base y materiales granulares de especímenes compactados en el laboratorio.

#### Equipos y herramientas

- Máquina de carga.
- Martillo de compactación.
- Molde cilindro de compactación.
- Placa de metal.
- Deformímetro.
- Sobrecarga metálica.
- Cilindro de penetración.
- Balanza electrónica de precisión.

#### Procedimiento

1) se preparó la muestra en una serie de tres especímenes sobre un rango de contenido de agua.

2) luego se tomó nota del peso del molde, sus dimensiones y se preparó el molde para la compactación (NTP 339.145).

3) Se colocó papel filtro sobre la base perforada y se introdujo en el molde un disco espaciador para que se compacte a cada espécimen en 5 capas (de 56, 25 y 12 golpes).

4) Luego de la etapa de compactación se retiró a cada espécimen el collarín superior del molde y comenzar a enrasar, y se retiró pequeñas porciones de material para determinar el porcentaje de humedad (NTP 339.145).

5) Se pesó el suelo compactado más el molde retirando el disco espaciador.

### **Figura 13**

*Peso del suelo compactado con el molde*



**Fuente:** Elaboración propia.

6) Se colocó otro papel filtro sobre la muestra compactada y se le colocó la placa perforada con el vástago y sobrecargas anteriormente determinadas.

7) Se reguló el deformímetro y después se sumergió el molde con la muestra compactada en un tanque asegurándonos que el nivel del agua sobrepase el extremo superior de la muestra.

8) Se tomó nota de la primera lectura con el deformímetro, junto con el día y la hora exacta. La lectura con el deformímetro tiene una duración de 96 horas y se debe tomar nota cada 24 horas (NTP 339.145).

**Figura 14**  
*Lectura con el deformímetro*



**Fuente:** Elaboración propia.

9) Se debe retirar del agua el espécimen y dejar que drene por 15 minutos, luego retiramos las pesas, tomamos nota de su peso.

10) Por último, fijamos el pistón de penetración, calibramos el esfuerzo como la penetración en cero y luego tomamos registro de cada lectura de carga con penetraciones de 0,025 pulg, 0,050 pulg, 0,075 pulg, 0,100 pulg, 0,125 pulg, 0,150 pulg, 0,175 pulg, 0,200 pulg, 0,300 pulg, 0,400 pulg y 0,500 pulg (NTP 339.145).

**Figura 15**  
*Lectura de carga con penetraciones*



**Fuente:** Elaboración propia.

## **2.6. Criterios éticos**

En este proyecto de investigación se realizó con forme a la línea de investigación determinado por la Universidad Señor de Sipán.

Esta investigación cita y referencia las fuentes de información de diferentes autores, de tal manera, que se reconoce su autoridad respetándola norma APA sexta edición.

En esta investigación se describió su proceso de investigación, utilizándolas normas y procedimientos metodológicos pertinentes, priorizando la fidelidad de los resultados.

Esta investigación se realizó mejorando el bienestar de la población permitiendo una mejora en el flujo vehicular.

## **2.7. Criterios de Rigor Científico**

Se utilizó la estadística descriptiva para la validación de valores numéricos, debido que sus resultados permiten comparar evidencias experimentales con teorías e hipótesis planteadas, de esta forma valida argumentos empíricos a partir de modelos matemáticos diseñados. La desviación estándar se usa normalmente para medir la confiabilidad permitiendo un margen de error del 5%.

### III. RESULTADOS

Referente a realizar el levantamiento topográfico de la trocha carrozable **Yencala Boggiano**, se tiene:

De acuerdo a la realización del estudio topográfico de la trocha carrozable de la zona de estudio y que la vía tiene un total de 2+253 km, en la siguiente tabla se observan las coordenadas de inicio y fin.

**Tabla 1.**

*Coordenadas del punto inicial y final del tramo en estudio*

PUNTO	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
<b>Inicial</b>	738604,513	9072527,339	65,2375
<b>Final</b>	738591,6544	9070476,055	68,1217

Fuente: Elaboración propia

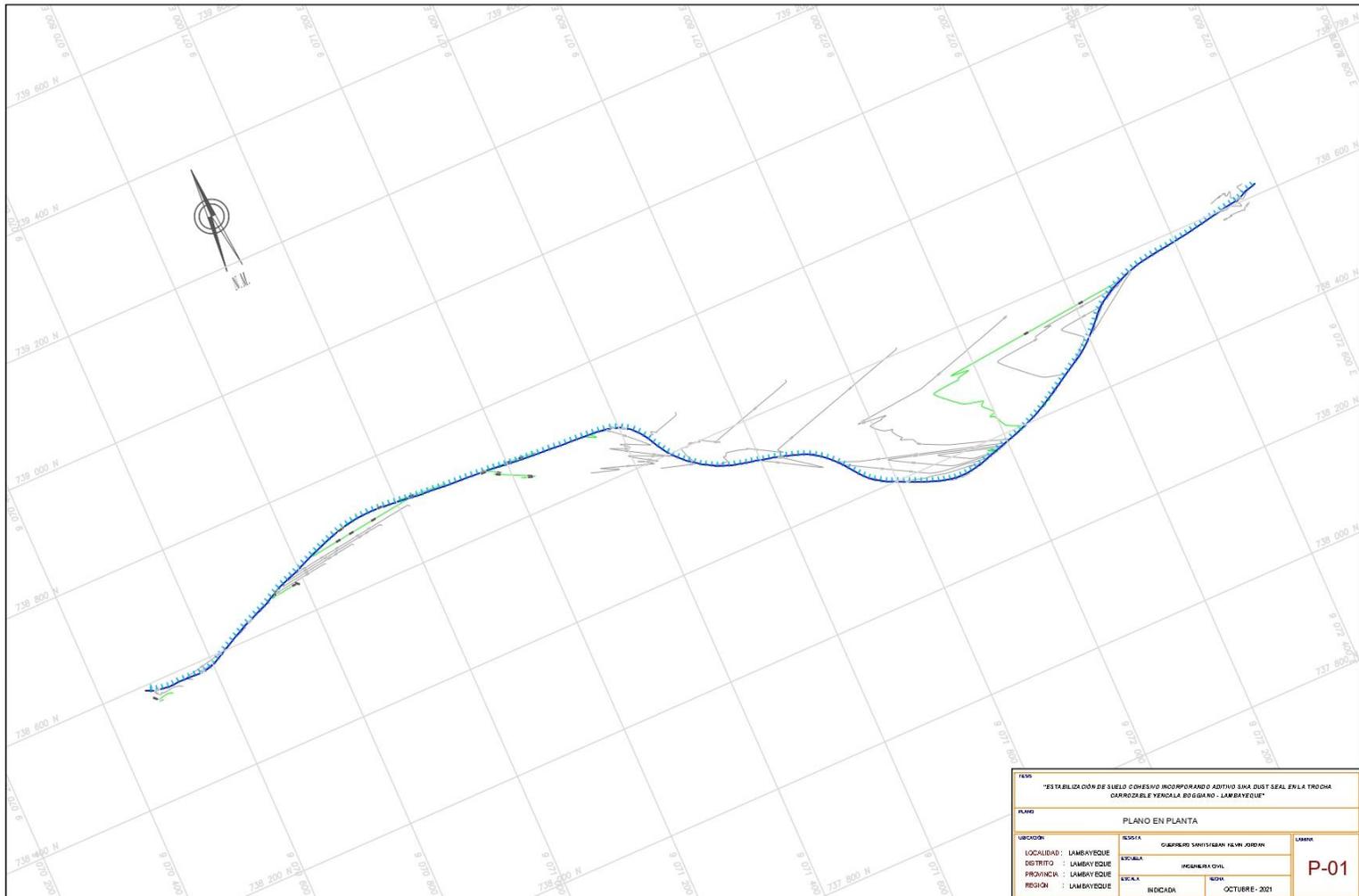
**Figura 16**

*Vista del tramo en estudio de 2+253 km*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17**  
*Plano en planta de la vía en estudio*



**Fuente:** Elaboración propia

## Identificar las características geotécnicas del suelo cohesivo de la trocha carrozable Yencala Boggiano

Se realizó 5 calicatas en la vía de estudio, la ubicación de las calicatas se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 2.**  
*Ubicación de las calicatas*

<b>CALICATA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	<b>PROGRESIVA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>
<b>C-01</b>	738591,6544 E 9070476,055 N	0+000,00 km	1,50 mts
<b>C-02</b>	738718,3245 E 9070942,601 N	0+500,00 km	1,50 mts
<b>C-03</b>	738652,8859 E 9071431,555 N	1+000,00 km	1,50 mts
<b>C-04</b>	738385,608 E 9071833,962 N	1+500,00 km	1,50 mts
<b>C-05</b>	738560,0676 E 9072282,566 N	2+000,00 km	1,50 mts

**Fuente:** Elaboración propia

Respecto a las propiedades físicas y mecánicas

Se realizó el estudio del suelo de la zona de estudio, se analizó las calicatas (05) para los siguientes ensayos: ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo según norma N.T.P. 339.127, para el ensayo de análisis granulométrico según norma N.T.P. 339.128, también el ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo según norma N.T.P. 339.129.

**Tabla 3.***Características geotécnicas del suelo cohesivo de la trocha carrozable*

<b>ENSAYOS</b>	<b>CALICATAS</b>				
	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
<b>Progresiva</b>	km 0+000	km 0+500	km 1+000	km 1+500	km 2+000
<b>Tipo de Suelo</b>	Arcilla de alta plasticidad con arena				
<b>SUCS</b>	CH	CH	CH	CH	CH
<b>AASHTO</b>	A-7-6 (16)				
<b>Límite Líquido (LL)</b>	61,47%	61,76%	61,39%	61,45%	61,72%
<b>Límite Plástico (LP)</b>	26,74%	26,36%	26,47%	26,28%	27,33%
<b>Índice de Plasticidad (IP)</b>	34,72%	35,40%	34,92%	35,17%	34,38%
<b>Contenido de Humedad</b>	30,76%	30,63%	29,22%	29,93%	30,21%

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla anterior, se observa que el suelo presenta según la clasificación SUCS, corresponde a una arcilla de alta plasticidad con arena (CH), además que presenta el contenido de humedad y índice de plasticidad mayor a 20% en cada calicata.

También se reconoció las propiedades mecánicas del suelo de la trocha carrozable en estado natural, se realizó los siguientes ensayos: Proctor Modificado según la norma N.T.P. 339.141 y el ensayo de valor de soporte de California (CBR) de suelos compactados en laboratorio según norma N.T.P. 339.145.

Donde se han utilizado para los ensayos respectivos las calicatas C-02 y C-04 debido a que en las características geotécnicas presentan un mismo tipo de suelo en todo el tramo en estudio, además que son las que contienen el índice de plasticidad más alto.

**Tabla 4.***Resultados de las propiedades mecánicas del suelo en estudio*

Calicata	Máxima Densidad Seca (MDS) (gr/cm <sup>3</sup> )	Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	valor de soporte de California (CBR) al 0.1"		valor de soporte de California (CBR) al 0.2"	
			95%	100%	95%	100%
<b>C-02</b>	1,792	22,25%	3,9%	6,0%	4,8%	7,4%
<b>C-04</b>	1,718	22,04%	3,8%	5,8%	4,6%	7,1%

**Fuente:** Elaboración propia

De la tabla 4, se observa los resultados de los ensayos de Proctor Modificado y valor de soporte de California (CBR), descubriendo que el suelo en estado natural presenta bajo valores en máxima densidad seca y valor de soporte de California (CBR).

De acuerdo a los resultados obtenidos de del suelo en estado natural, según el MTC (2008), indica que para suelos con un  $IP > 20\%$  son suelos muy arcillosos, además si el valor del índice de valor de soporte de California (CBR) se considerará como material apto si su CBR es  $\geq 6\%$ , en caso de ser menor se recomienda estabilizar o reemplazar esa capa de material inadecuado.

#### **Respecto a analizar las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo cohesivo incorporando el aditivo Sika Dust Seal-340 en trocha carrozable Yencala Boggiano**

Para los ensayos de Proctor Modificado y valor de soporte de California (CBR) se aplicó los porcentajes (2%, 8%, 14% y 20%) del aditivo Sika Dust Seal-340, para eso se calculó las cantidades a aplicar del aditivo (Tabla 6), usando los datos del óptimo contenido de humedad de la muestra en estado natural (Tabla 5), obteniendo así las cantidades a aplicar para el Proctor Modificado con la muestra tratada.

**Tabla 5.***Datos para el cálculo de la aplicación del aditivo Sika Dust Seal-340*

<b>Datos de la Muestra Natural</b>			
<b>Calicatas</b>	<b>Material</b>	<b>Óptimo Contenido de Humedad (OCH)</b>	<b>Agua</b>
<b>C-02</b>	5500	22,25%	1223,75
<b>C-04</b>	5500	22,04%	1212,20

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 6.***Cantidades a aplicar del aditivo Sika Dust Seal-340 para el Proctor Modificado*

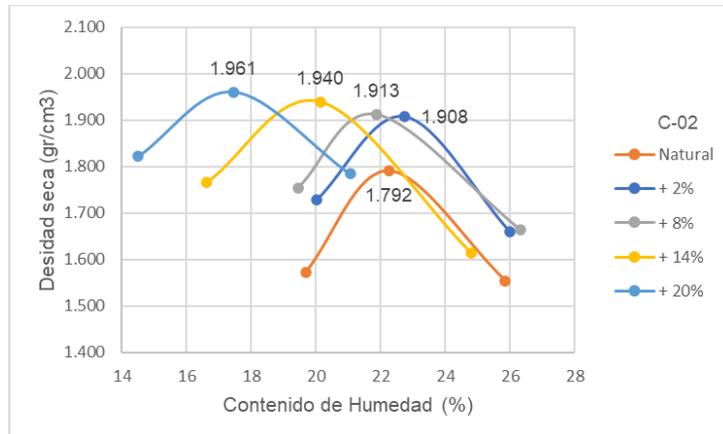
<b>Proctor Modificado con Aditivo</b>			
<b>Calicatas</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>Aditivo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Agua</b>
<b>C-02</b>	2%	24,48	1199,28
	8%	97,90	1125,85
	14%	171,33	1052,43
	20%	244,75	979,00
<b>C-04</b>	2%	24,24	1187,96
	8%	96,98	1115,22
	14%	169,71	1042,49
	20%	242,44	969,76

**Fuente:** Elaboración propia

Luego se observa los resultados del ensayo de Proctor Modificado en las calicatas representativas C-02 y C-04, observando los valores de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad en cada porcentaje aplicado a las calicatas C-02 y C-04.

**Figura 18**

*Resultados de Proctor modificado (Relación densidad-humedad) para la C-02 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340*

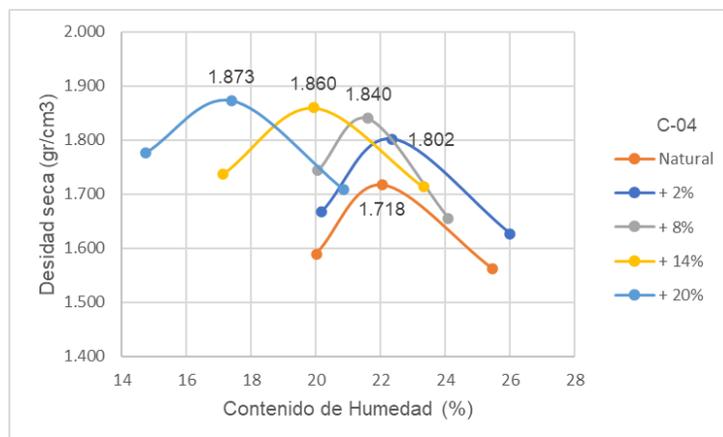


**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados obtenidos del ensayo de Proctor Modificado para la C-02 incorporando los siguientes porcentajes, para el 2% se obtuvo como resultado un 1.908 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 22,74% de óptimo contenido de humedad, incorporando el 8% se obtuvo como resultados un 1.913 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 21,87% de óptimo contenido de humedad, incorporando el 14% se obtuvo como resultados un 1.940 gr/cm<sup>3</sup> y 20,13% de óptimo contenido de humedad y finalmente para el 20% se tuvo como resultados un 1.961 gr/cm<sup>3</sup> y 17,44% de óptimo contenido de humedad.

**Figura 19**

*Resultados de Proctor modificado (Relación densidad-humedad) para la C-04 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340*



**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados obtenidos del ensayo de Proctor Modificado para la C-04 incorporando los siguientes porcentajes, para el 2% se obtuvo como resultado un 1,802 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 22,34% de óptimo contenido de humedad, incorporando el 8% se obtuvo como resultados un 1,840 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca y 21,61% de óptimo contenido de humedad, incorporando el 14% se obtuvo como resultados un 1,860 gr/cm<sup>3</sup> y 19,93% de óptimo contenido de humedad y finalmente para el 20% se tuvo como resultados un 1,873 gr/cm<sup>3</sup> y 17,39% de óptimo contenido de humedad. De la Figura 18 y 19, se observa que en la calicata C-02 presenta mejores resultados en la máxima densidad seca, siendo su máximo valor 1,961 gr/cm<sup>3</sup> al incorporar el 20% de aditivo Sika Dust Seal-340.

Para los ensayos del valor de soporte de California (CBR) incorporando los porcentajes (2%, 8%, 14% y 20%) del aditivo Sika Dust Seal-340, también se calculó las cantidades a aplicar del aditivo (Tabla 8), pero esta vez usando los datos del óptimo contenido de humedad de la muestra tratada, obteniendo así las cantidades de aditivo a utilizar para el valor de soporte de California (CBR) con la muestra tratada.

**Tabla 7.**

*Datos para el cálculo de la aplicación del aditivo Sika Dust Seal-340*

<b>Datos del Proctor Modificado con Aditivo</b>			
<b>Calicatas</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>Óptimo Contenido de Humedad (OCH)</b>	<b>Agua</b>
<b>C-02</b>	2%	22,74%	1250,70
	8%	21,87%	1202,85
	14%	20,13%	1107,15
	20%	17,44%	959,20
<b>C-04</b>	2%	22,34%	1228,70
	8%	21,61%	1188,55
	14%	19,93%	1096,15
	20%	17,39%	956,45

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 8.**

*Cantidades a aplicar del aditivo Sika Dust Seal-340 para el valor de soporte de California (CBR)*

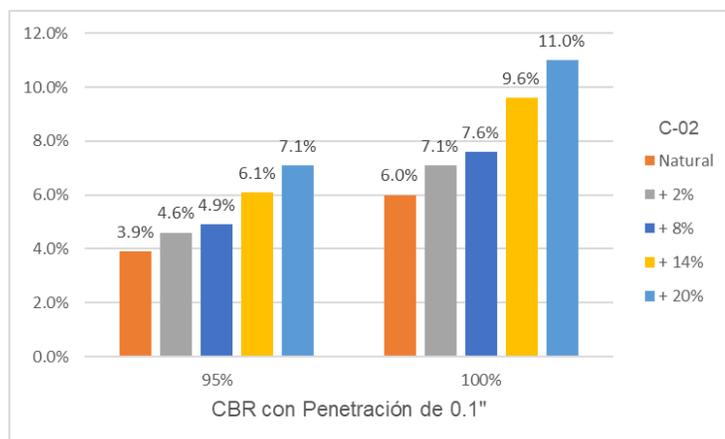
<b>Valor De Soporte De California (CBR) con Aditivo</b>			
<b>Calicatas</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>Aditivo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Agua</b>
<b>C-02</b>	2%	25,01	1225,69
	8%	96,23	1106,62
	14%	155,00	952,15
	20%	191,84	767,36
<b>C-04</b>	2%	24,57	1204,13
	8%	95,08	1093,47
	14%	153,46	942,69
	20%	191,29	765,16

**Fuente:** Elaboración propia

Luego se observa los resultados de los ensayos de valor de soporte de California (CBR) al 95% y 100% con penetración a 0.1" y 0.2" incorporando los diferentes porcentajes de Sika Dust Seal-340 en las calicatas representativas C-02 y C-04, para determinar el comportamiento del suelo tratado.

**Figura 20**

*Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para la C-02 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340*



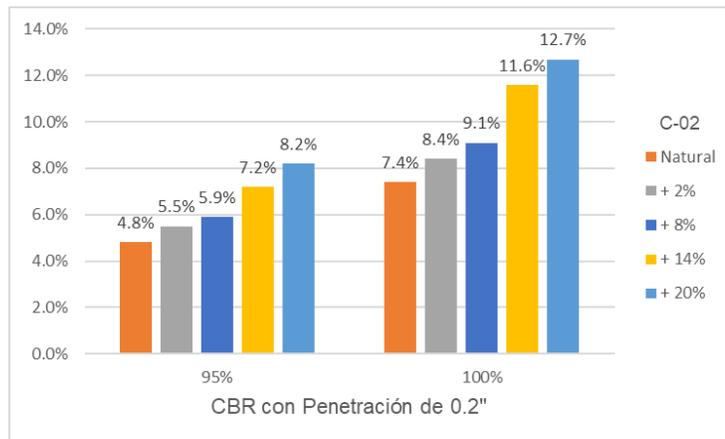
**Fuente:** Elaboración propia

De la figura 20, se observa los resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% incorporando los porcentajes del aditivo, al 95% se obtuvo los siguientes valores de valor de soporte de

California (CBR), para el 2% se obtuvo 4,6%, para el 8% se obtuvo 4,9%, para el 14% se obtuvo 6,1% y para el 20% se obtuvo 7,1%, también al 100% se obtuvo los siguientes valores de valor de soporte de California (CBR), para el 2% se obtuvo 7,1%, para el 8% se obtuvo 7,6%, para el 14% se obtuvo 9,6% y para el 20% se obtuvo 11,0%. Los resultados obtenidos de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1” incorporando los porcentajes nos indica que la resistencia va aumentando con respecto al suelo natural.

**Figura 21**

*Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.2” al 95% y 100% para la C-02 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340*

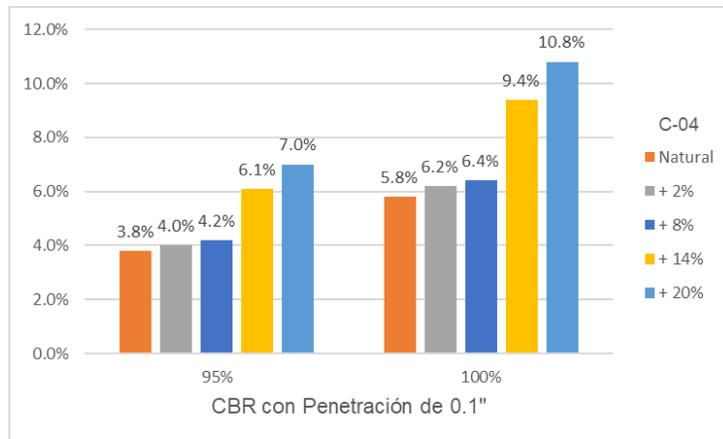


**Fuente:** Elaboración propia

De la figura 21, se observa los resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.2” al 95% y 100% incorporando los porcentajes del aditivo, al 95% se obtuvo los siguientes valores de valor de soporte de California (CBR), para el 2% se obtuvo 5,5%, para el 8% se obtuvo 5,9%, para el 14% se obtuvo 7,2% y para el 20% se obtuvo 8,2%, también al 100% se obtuvo los siguientes valores de valor de soporte de California (CBR), para el 2% se obtuvo 8,4%, para el 8% se obtuvo 9,1%, para el 14% se obtuvo 11,6% y para el 20% se obtuvo 12,7%. Los resultados obtenidos de valor de soporte de califonia (CBR) con penetración al 0.2” incorporando los porcentajes nos indica que la resistencia va aumentando con respecto al suelo natural.

## Figura 22

Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para la C-04 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340

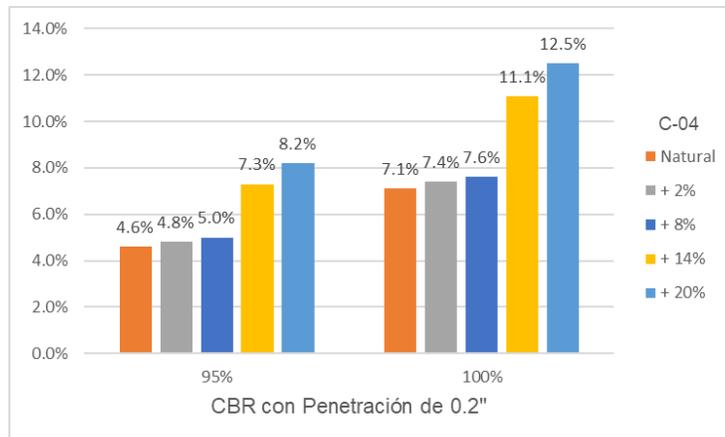


Fuente: Elaboración propia

De la figura 22, se observa los resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% incorporando los porcentajes del aditivo, al 95% se obtuvo los siguientes valores de valor de soporte de California (CBR), para el 2% se obtuvo 4,0%, para el 8% se obtuvo 4,2%, para el 14% se obtuvo 6,1% y para el 20% se obtuvo 7.0%, también al 100% se obtuvo los siguientes valores de valor de soporte de California (CBR), para el 2% se obtuvo 6,2%, para el 8% se obtuvo 6,4%, para el 14% se obtuvo 9,4% y para el 20% se obtuvo 10,8%. Los resultados obtenidos de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1" incorporando los porcentajes nos indica que la resistencia va aumentando con respecto al suelo natural.

### Figura 23

Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.2” al 95% y 100% para la C-04 con los porcentajes de aditivo Sika Dust Seal-340



Fuente: Elaboración propia

De la figura 20, se observa los resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.2” al 95% y 100% incorporando los porcentajes del aditivo, al 95% se obtuvo los siguientes valores de valor de soporte de California (CBR), para el 2% se obtuvo 4,8%, para el 8% se obtuvo 5,0%, para el 14% se obtuvo 7,3% y para el 20% se obtuvo 8,2%, también al 100% se obtuvo los siguientes valores de valor de soporte de California (CBR), para el 2% se obtuvo 7,4%, para el 8% se obtuvo 7,6%, para el 14% se obtuvo 11,1% y para el 20% se obtuvo 12,5%. Los resultados obtenidos de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.2” incorporando los porcentajes nos indica que la resistencia va aumentando con respecto al suelo natural.

**Referente a proponer el porcentaje de incorporación de aditivo Sika Dust Seal-340 en suelos cohesivos en la trocha carrozable Yencala Boggiano, se tiene que:**

Al observar los resultados de los ensayos de valor de soporte de California (CBR) al 95% y 100% con penetración a 0.1” y 0.2” incorporando los diferentes porcentajes de Sika Dust Seal-340, nos indica que las calicatas C-02 y C-04 presentó mejor comportamiento al incorporar el 20% del aditivo Sika Dust Seal-340.

### 3.1. Discusión de resultados

- Respecto a realizar el levantamiento topográfico de la trocha carrozable Yencala Boggiano, Quiroz (2020), nos menciona que su vía de estudio presentó una topografía plana semi-ondulada, Monteza & Segura (2019), nos menciona que su vía de estudio presentó una orografía de  $\leq 3\%$ , llegando así a clasificarla como un terreno plano. En esta investigación, se tiene que, según la norma DG 2018 en función a su orografía se pudo clasificar a la vía en estudio como un Terreno Plano Tipo 1. Esta investigación guarda relación con las investigaciones expuestas porque se realizó la topografía y la norma DG 2018 para conocer la vía en estudio.
- Sobre identificar las características geotécnicas del suelo en estudio, Quiroz (2020), nos menciona que al realizar los ensayos de granulometría en las muestras de suelo en estudio se determinó que de acuerdo a la clasificación SUCS que pertenece a una arena arcillosa (SC), a la vez MTC (2008), indica que para suelos con un  $IP > 20\%$  corresponde a suelos muy arcillosos. En esta investigación en la tabla 3 donde se muestra las características geotécnicas del suelo cohesivo, encontramos que su clasificación corresponde a una arcilla de alta plasticidad con arena (CH), además conforme a lo indicado por el manual del MTC el suelo en estudio presenta un índice de plasticidad promedio de  $34,92\%$  corresponde a un suelo arcilloso, además de un contenido de humedad promedio de  $30,15\%$ . Además, esta investigación guarda relación con la investigación expuesta porque se realizó el ensayo de granulometría y la clasificación SUCS para conocer el tipo de suelo en estudio.

También sobre las propiedades mecánicas del suelo en estado natural, Angulo & Rojas (2016), realizaron el ensayo de Proctor Modificado en su suelo natural en estudio llegando a obtener los siguientes resultados un óptimo contenido de humedad de  $11,74\%$  y la máxima densidad seca de  $1,922 \text{ gr/cm}^3$ , también Fernández (2017),

realizó el ensayo de valor de soporte de California (CBR) al suelo natural en estudio llegando a tener los siguientes resultados al 95% valores entre 3,54% a 4,30% y al 100% valores entre 35,37% a 45,33%. En tabla 4 de esta investigación se observa los resultados de las calicatas C-02 y C-04, del ensayo de Proctor modificado se obtuvo lo siguiente, la máxima densidad seca de 1,792 y 1,718 gr/cm<sup>3</sup>, con óptimos contenido de humedad de 22,25% y 22,04%, también del ensayo de valor de soporte de California (CBR) para una penetración al 0.1" se obtuvo como resultados 3,9% y 3,8% al 95%, 6,0% y 5,8% al 100%. Llegando así a observar que las investigaciones antes mencionadas tienen relación en esta investigación con el desarrollo ya que se realizaron los mismos ensayos de Proctor modificado y valor de soporte de California (CBR) para obtener la resistencia del suelo natural.

- Respecto a analizar las propiedades mecánicas del suelo cohesivo incorporando el aditivo Sika Dust Seal-340, Chinchay (2018), incorporó 3 dosificaciones del aditivo Sika Dust Seal (0,30 Lt/m<sup>2</sup>, 0,40 Lt/m<sup>2</sup> y 0,50 Lt/m<sup>2</sup> para 1 m<sup>3</sup> de suelo), realizó el ensayo de Proctor modificado obteniendo como resultado de densidad seca los siguientes valores, para 0,30 Lt/m<sup>2</sup> obtuvo valores que oscilan entre 2,26 gr/cm<sup>3</sup> y 2,30 gr/cm<sup>3</sup>, para 0,40 Lt/m<sup>2</sup> obtuvo valores que oscilan entre 2,30 gr/cm<sup>3</sup> y 2,31 gr/cm<sup>3</sup> y para 0,50 Lt/m<sup>2</sup> obtuvo valores que oscilan entre 2,31 gr/cm<sup>3</sup> y 2,32 gr/cm<sup>3</sup>, y para el contenido óptimo de humedad obtuvo los siguientes valores, para 0,30 Lt/m<sup>2</sup> valores que oscilan entre 3,22% y 3,50%, para 0,40 Lt/m<sup>2</sup> valores que oscilan entre 2,84% y 3,80%, por último para 0,50 Lt/m<sup>2</sup> valores que oscilan entre 3,18% y 4,50%, a la vez Sulla (2018), aplicó la 5 dosificaciones del aditivo Sika Dust Seal (5 Lt/m<sup>3</sup>, 10 Lt/m<sup>3</sup>, 15 Lt/m<sup>3</sup>, 20 Lt/m<sup>3</sup> y 25 Lt/m<sup>3</sup>) para el ensayo de valor de soporte de California (CBR) con una penetración de 01" al 100%, obteniendo como resultado los siguientes valores, para 5 Lt/m<sup>3</sup> obtuvo un valor de 32,81%, para 10 Lt/m<sup>3</sup> obtuvo

un valor de 41,57%, para 15 Lt/m<sup>3</sup> obtuvo un valor de 43,92%, para 20 Lt/m<sup>3</sup> obtuvo un valor de 44,83% y para 25 Lt/m<sup>3</sup> obtuvo un valor de 42,90%. En esta investigación se muestran resultados favorables en los ensayos de Proctor modificado y valor de soporte de California (CBR) en las calicatas C-02 y C-04 más el 20% del aditivo Sika Dust Seal-340, para la máxima densidad seca se obtuvo valores de 1,961 gr/cm<sup>3</sup> y 1,873 gr/cm<sup>3</sup> y para el óptimo contenido de humedad se obtuvo valores de 17,44% y 17,39%, los resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración de 0.1" se obtuvo los siguientes valores, para la calicata C-02 se obtuvo 7,1% al 95% y 11,0% al 100% y para la calicata C-04 se obtuvo 7,0% al 95% y 10,8% a 100%. Las investigaciones mencionadas anteriormente concuerda con esta investigación debido a que usan el mismo material para determinar las propiedades mecánicas del suelo.

- Respecto a proponer el porcentaje de incorporación del aditivo Sika Dust Seal-340 en suelos cohesivos, según el MTC (2008), nos menciona que si el valor del índice de valor de soporte de California (CBR) se encuentra en el rango de 6% < CBR < 10% corresponde a una subrasante regular (S2), en esta investigación incorporando el 20% de aditivo Sika Dust Seal-340 se logra estabilizar el suelo cohesivo obteniendo un resultado mas favorable logrando así cumplir con el parámetro indicado por el manual para carreteras no pavimentadas.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

1. El levantamiento topográfico de la trocha carrozable Yencala Boggiano corresponde según la norma DG 2018 a un terreno topográficamente plano.
2. Las muestras extraídas del suelo de Yencala Boggiano del distrito de Lambayeque, obtuvieron como propiedades físicas un contenido de humedad con valores que oscilan entre 29,22% y 30,76%, también un índice de plasticidad con valores que oscilan entre 34,38% y 25,40%, y su clasificación del suelo fue según SUCS, un suelo arcilloso de alta plasticidad con arena (CH) y según AASHTO, un suelo un índice de plasticidad elevado y que están sujetos a cambios de volumen muy importantes (A-7-6).
3. Las propiedades mecánicas del suelo natural de Yencala Boggiano fueron determinadas a través de los ensayos de Proctor Modificado y valor de soporte de California (CBR), conforme a los resultados obtenidos se llegó a concluir que el suelo en estudio es de baja resistencia.
4. Las muestras del suelo incorporando Sika Dust Seal-340 en un 2%, 8%, 14% y 20% de adición, obteniendo en los resultados de sus propiedades mecánicas, observamos que mejora las propiedades mecánicas. Además, para el valor de soporte de California (CBR) con penetración de 0.1" al 95%, se obtuvieron los siguientes resultados con 2% valores de 4,6% y 4,0%, con un 8% valores de 4,9% y 4,2%, con el 14% se obtuvo valores de 6,1%, por último, adicionando un 20% se obtuvo valores de 7,1% y 7,0%, llegando a concluir que los diferentes porcentajes del aditivo aumenta continuamente su resistencia del suelo cohesivo.
5. Por último, se concluye que el 20% de Sika Dust Seal-340 incorporado en el suelo cohesivo, mejoró notoriamente las propiedades mecánicas

de la muestra de suelo en estado natural, considerándolo así el porcentaje idóneo para lograr estabilizar el suelo.

#### **4.2. Recomendaciones**

1. Se sugiere que para estudios similares a la investigación presentada se realice un levantamiento topográfico detallado con la estación total dado que es un instrumento mucho más completo, además de asegurarse que los instrumentos topográficos a utilizarse estén bien calibrados.
2. Se recomienda hacer la adición de diferentes porcentajes de Sika Dust Seal-340 en suelos arcillosos, con el propósito de tener una base de datos como referencia para la evaluación de la influencia que presenta la adición frente a sus propiedades mecánicas de este tipo de suelo.
3. Se sugiere realizar nuevas investigaciones aplicando el uso de otros aditivos que mejoren su estabilidad del suelo en trochas carrozables o vías no pavimentadas.
4. Además, se aconseja realizar un presupuesto de acuerdo a los porcentajes utilizados y también un análisis de impacto ambiental de la utilización de este producto Sika Dust Seal-340 frente a la estabilización de suelos.
5. Para posteriores investigaciones, también se sugiere innovar en nuevos materiales como agentes estabilizadores que permitan la mejora de las propiedades mecánicas en trochas carrozables o vías no pavimentadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acta bioethica. (2008). INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EN BIOÉTICA. SUGERENCIAS PARA EL DESARROLLO DE UN PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVA INTERDISCIPLINARIA. *Acta bioethica*, 14(1), 97-105. <https://doi.org/dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2008000100013>
- Agrela, F., & et al. (2020). Feasible use of cathode ray tube glass (CRT) and recycled aggregates as unbound and cement-treated granular materials for road sub-bases. *Materials*, 13(3), 748. <https://doi.org/10.3390/ma13030748>
- Al-Ansari, N., & et al. (2019). A comparative evaluation of cement and by-product petrit T in soil stabilization. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(23), 20. <https://doi.org/10.3390/app9235238>
- Al-Jabban, W., & et al. (2019). Briefing: Common laboratory procedures to prepare and cure stabilised soil specimens: A short review. *Geotechnical Research*, 7(1), 3-10. <https://doi.org/10.1680/jgere.19.00035>
- Angulo, D., & Rojas, H. (2016). *Ensayos De Fiabilidad Con Aditivo Proes Para La Estabilización Del Suelo En El AA. HH El Milagro, 2016*. Universidad Científica Del Perú. Iquitos - Loreto: Universidad Científica Del Perú. Retrieved 17 de Mayo de 2020, from <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/142/ANGULO-ROJAS-1-Ensayo-Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ASTM D1557-12e1. (2012). *Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))*. West Conshohocken: ASTM International. <https://doi.org/10.1520 / D1557-12E01>
- ASTM D1883-16. (2016). *Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils*. West Conshohocken: ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D1883-16>
- ASTM D2487-17e1. (2017). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. West Conshohocken: ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D2487-17E01>
- ASTM D3282-15. (2015). *Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes*. West Conshohocken: ASTM International. <https://doi.org/10.1520 / D3282-15>
- Astonitas, Y. (2018). *MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SOLECAPE – CRUZ DE MEDIANIA – PANAMERICANA NORTE, DISTRITO DE MOCHUMÍ - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE – REGION LAMBAYEQUE - 2018*. Universidad César Vallejo. Chiclayo - Perú: Universidad César Vallejo. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/UCV/27770/4/Astonitas\\_MY.pdf](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/UCV/27770/4/Astonitas_MY.pdf)

- Atahu, M., & et al. (2019). Strength and compressibility behaviors of expansive soil treated with coffee husk ash. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 11(2), 337-348. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.11.004>
- Bautista, J. (2018). *DISEÑO DEL PAVIMENTO BICAPA DE LA CARRETERA ENTRE PALO BLANCO Y ALTO PERÚ, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD - MOTUPE*. Universidad César Vallejo. Chiclayo - Perú: Universidad César Vallejo. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/16755/bautista\\_vj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/16755/bautista_vj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Becerra, A., & Herrera, A. (2019). *ESTABILIZACIÓN DE ARCILLAS, ARENAS Y AFIRMADOS, EMPLEANDO LOS CEMENTOS PACASMAYO VÍAFORTE, MOCHICA Y QHUNA; LAMBAYEQUE. 2018*. Universidad Señor de Sipán. Pimentel - Perú: Universidad Señor de Sipán. Retrieved 17 de Mayo de 2020, from <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/735763>
- Bhat, A., & et al. (2019). Stabilization of locally available soil using CNSA and glass industry waste. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(3), 4245-4249. <https://doi.org/10.35940/ijrte.C5151.098319>
- Bonifacio, W., & Sánchez, J. (2015). *ESTABILIZACIÓN QUÍMICA EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS USANDO CLORURO DE MAGNESIO, CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE*. Universidad Señor de Sipán. Pimentel - Perú: Universidad Señor de Sipán. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3947/TESIS-BONIFACIO-SANCHEZ-FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bozyigit, I., & et al. (2019). Utilization of a vinyl based copolymer for improvement of a kaolin type clay. *E3S Web of Conferences*, 92(11016), 5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199211016>
- Cabezas, R., & Cataldo, C. (2019). Influence of chemical stabilization method and its effective additive concentration (EAC) in non-pavement roads. A study in andesite-based soils. *Cogent Engineering*, 6(1), 17. <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1592658>
- Cahyadi, H., & Puspasari, N. (2020). The Use of Salt as Clay Soil Stabilization Agent in Central Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 469(012097), 10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/469/1/012097>
- Campos, G., & Lule, N. (2012). LA OBSERVACIÓN, UN MÉTODO PARA EL ESTUDIO DE LA REALIDAD. *Revista Xihmai*, 7(13), 45-60. Retrieved 29 de Mayo de 2020, from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3979972.pdf>
- Carolina, A. (2017). *Optimización de Mezclas de Suelo Cemento y Espesores del Estrato de Reemplazo con Limos Inorgánicos para Cimentaciones Superficiales*. Bucaramanga: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Retrieved 20 de Mayo de 2020, from <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/36735/1/169800.pdf>
- Casafranca, M., & Pahuachón, M. (2014). Factores que limitan la competitividad de las asociaciones de productores quinua orgánica. *Ciencias Empresariales de la Universidad de San Martín de*

- Porres, 6(1), 40-52. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from <http://www.sme.usmp.edu.pe/index.php/sme/article/view/68/59>
- Cay, A., & et al. (2014). Characterization and swelling performance of physically stabilized electrospun poly(vinyl alcohol)/chitosan nanofibres. *European Polymer Journal*, 61, 253-262. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.10.017>
- Chang, E., & et al. (2020). Improvement of physical, mechanical and strength behavior of cohesive soils with natural pozzolana and brick dust. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 758(1), 6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/758/1/012038>
- Chavarri, M., & Narro, S. (2016). Mejoramiento de la trocha carrozable de los centros Poblados de Chota, Cruz de Mayo, Sangallpampa alta y baja, Distrito de Agallpampa –Otuzco –La Libertad. *Innovación en Ingeniería 2016*, 2(1), 6. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/INNOVACION/article/view/1016>
- Chávez, A. (2021). “SILICATO DE SODIO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA TROCHA LA MENTA Km 00+000 - GARABATO Km 1+430 DISTRITO DE LAS LOMAS-PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA”. Piura: Universidad Nacional de Piura. Retrieved 19 de Noviembre de 2021, from <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2704?show=full>
- Chinchay, L. (2018). *Influencia Del Aditivo Sika Dust Seal Como Agente Estabilizador De Suelos En La Trocha Carrozable Tramo La Serma – Tambillo – Jaén , Cajamarca*. Ubiversidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca - Perú: Ubiversidad Nacional de Cajamarca. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2547?show=full>
- Coronado, O. (2020). Estabilización De Suelos Granulares No Cohesivos De Lambayeque Aplicando Bacterias Calcificantes. *TZHOECOEN*, 12(1), 15. <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1250>
- Corral, Y. (2009). VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS. *REVISTA CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN*, 19(33), 20. Retrieved 29 de Mayo de 2020, from <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>
- Cuisinier, O., & et al. (Octubre de 2020). Mechanical properties and microstructure of soils treated with a vinyl-based copolymer. *E3S Web of Conferences*, 195(06009), 5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202019506009>
- Ezreig, A., & et al. (mayo de 2022). Hydrophobic Effect of Soil Stabilization for a Sustainable Subgrade Soil Improvement. *Materials*, 15(9), 17. <https://doi.org/10.3390/ma15093087>
- Faray, & Rahayu, W. (2020). Durability and strength improvement of clayshale using various stabilized materials. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 426(1), 11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012028>
- Farhandasi, R., & Syahril, S. (2020). Effect of palm shell ash and phosphoric acid chemical solution on subgrade material towards CBR value. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 732(1), 7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/732/1/012015>

- Farooq, A., & et al. (2019). Stabilisation of dredged soil for road pavement. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(12), 4976 - 4981. <https://doi.org/10.35940/ijitee.L3744.1081219>
- Fernández, H. (2017). *Efecto Del Aditivo Terrazyme En La Estabilización De Suelos Arcillosos De Subrasante En La zona De Expansión De La Ciudad De Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC\\_6a595718307bbaccde22d3871de8dd93](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_6a595718307bbaccde22d3871de8dd93)
- Flores, J. (2018). *Efectos de la incorporación de caucho en granos en la carpeta asfáltica de la trocha carrozable Accopampa - Santa Ana, Lucanas, Ayacucho, 2018*. Universidad César Vallejo. Lima - Perú: Universidad César Vallejo. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/28182/B\\_Flores\\_PJR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/28182/B_Flores_PJR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hadi, N., & et al. (2019). Compaction and strength properties of road subbase infused with a latex copolymer. *World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering*, 7. <https://doi.org/10.11159/icgre19.160>
- Hanegbi, N., & Katra, I. (2020). A Clay-Based Geopolymer in Loess Soil Stabilization. *Applied Sciences*, 10(7), 7. <https://doi.org/10.3390/app10072608>
- Harichane, K., & et al. (2018). Assessment of sulphates effect on the classification of soil–lime–natural pozzolana mixtures based on the Unified Soil Classification System (USCS). *International Journal of Geotechnical Engineering*, 12(3), 293-301. <https://doi.org/10.1080/19386362.2016.1275429>
- Heštera, H. (2020). Analysis of pedological factors and USCS in the contact area of Đakovo loess plateau and dilj gora, Croatia. *Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik*, 35(1), 13-22. <https://doi.org/10.17794/rgn.2020.1.2>
- Ikeagwuani, C., & Nwonu, D. (2019). Emerging trends in expansive soil stabilisation: A review. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 11(2), 423-440. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.08.013>
- Indiramma, P., & et al. (2019). Utilization of fly ash and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment - An experimental study. *Materials Today: Proceedings*, 22(3), 694-700. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.09.147>
- Ismail, K. (2015). Effect of percentage of low plastic fines on the unsaturated shear strength of compacted gravel soil. *Ain Shams Engineering Journal*, 6(1), 413-419. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2014.10.012>
- Kamaruddin, F., & et al. (2020). Improvement of marine clay soil using lime and alkaline activation stabilized with inclusion of treated coir fibre. *Applied Sciences*, 10(6), 16. <https://doi.org/10.3390/app10062129>

- Kuttah, D. (2019). Strong correlation between the laboratory dynamic CBR and the compaction characteristics of sandy soil. *International Journal of Geo-Engineering*, 10(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40703-019-0102-x>
- Law, C., & et al. (2018). Strength characteristics of artificial organic soils stabilized with copolymer stabilizer. *MATEC Web of Conferences*, 169(01010), 9. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816901010>
- Lei, H., & et al. (2020). Stabilization Effect of Anionic Polyacrylamide on Marine Clay Treated with Lime. *International Journal of Geomechanics*, 20(6), 04020050. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GM.1943-5622.0001680](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GM.1943-5622.0001680)
- Mina, E., & et al. (2019). Utilization of steel slag and fly ash in soil stabilization and their effect to california bearing ratio (CBR) value. (Case study: Kp. Kadusentar road Medong village Mekarjaya Subdistrict Pandeglang District). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 673(1), 8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012034>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). "MANUAL DE CARRETERAS" SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. Lima - Perú: MTC. Retrieved 20 de Mayo de 2020, from [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima - Perú: VMCS. Retrieved 20 de Mayo de 2020.
- Moncayo, M., & et al. (2017). Parámetros para la construcción de un modelo matemático para simular el comportamiento dinámico del suelo debajo de la universidad de Guayaquil - Ecuador. *Ingeniería*, 21(1), 31-40. Retrieved 20 de Mayo de 2020, from <https://www.redalyc.org/pdf/467/46752305003.pdf>
- Monteza, Y., & Segura, J. (2019). *Diseño de infraestructura vial para mejorar la serviciabilidad vehicular carretera Distrito Pacora – Sector Paleria km 0+000 al 15+644.00 – Lambayeque 2019*. Universidad César Vallejo. Chiclayo - Perú: Universidad César Vallejo. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39699>
- MTC. (2008). *Manual Para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima - Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Retrieved 28 de Marzo de 2022.
- Munsibay, M. (2019). *Análisis de los proyectos de inversión pública del distrito de Sanagorán, provincia de Sanchez Carrión departamento de La Libertad*. Universidad César Vallejo. Lima - Perú: Universidad César Vallejo. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/36453/Munsibay\\_MMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/36453/Munsibay_MMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Nematzadeh, M., & et all. (2017). Investigating laboratory parameters of the resistance of different mixtures of soil – lime – fume using the curing and administrative method. *Case Studies in Construction Materials*, 7, 263-279. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2017.08.002>

- Nesterenko, D. (2018). *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú*. Universidad de Piura. Lima - Perú: Universidad de Piura. Retrieved 17 de Mayo de 2020, from [http://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE\\_fe0fc1c33c2b74604437b87c50747ff0](http://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_fe0fc1c33c2b74604437b87c50747ff0)
- Nujid, M., & et al. (2019). Correlation between california bearing ratio (CBR) with plasticity index of marine stabilizes soil with cockle shell powder. *Journal of Physics: Conference Series*, 1349(1), 8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1349/1/012036>
- Oblitas, C. (2018). *DISEÑO GEOMETRICO APLICANDO EL SOFTWARE AUTODESK: VEHICLE TRACKING EN LA TROCHA CARROZABLE LAMBAYEQUE – CHORNANCAP (0+000 KM – 8+000 KM)*. Universidad César Vallejo. Chiclayo - Perú: Universidad César Vallejo. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/35913>
- Oden, N., & Al-Rkaby, A. (junio de 2022). Strength, Durability, and Microstructures characterization of sustainable geopolymers improved clayey soil. *Case Studies in Construction Materials*, 16(e00988), 16. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00988>
- Orozco, J. (2018). El Marco Metodológico en la investigación cualitativa. Experiencia de un trabajo de tesis doctoral. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 7(27), 9. <https://doi.org/dx.doi.org/10.5377/farem.v0i27.7055>
- Panchenko, S., & et al. (2019). Soil stabilization with modern TM MAPEI materials in reconstruction of buildings and structures. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 708(1), 8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/708/1/012066>
- Paotong, P., & et al. (2020). Use of natural rubber latex (NRL) in improving properties of reclaimed asphalt pavement (RAP). *Engineering Journal*, 24(2), 53-62. <https://doi.org/10.4186/ej.2020.24.2.53>
- Putri, E., & et al. (2020). Stabilization of Rimbo Panjang peat soil using lightweight materials mixed with cement as subgrade for road pavement. *International Journal of GEOMATE*, 18(66), 30-36. <https://doi.org/10.21660/2020.66.9180>
- Quiroz, A. (2020). *Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Retrieved 17 de Mayo de 2020, from <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8363>
- Ramdas, V., & et al. (2019). Establishing miniaturised structural testing techniques to enable high-throughput screening of microorganisms and microbial components for unpaved road stabilisation application. *Journal of Advanced Research*, 21, 151-159. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.11.002>
- Respati, R., & Cahyadi, H. (2020). The Correlation between Cone End Resistance (qc) and California Bearing Ratio (CBR) of Land in Banjarbaru. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 469(1), 1-9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/469/1/012095>

- Rojas, W. (2019). *Ensayo de Geelong modificado para la evaluación de la erosión por lluvia a nivel de afirmado, tratado con cemento, cal y emulsión en la carretera departamental HV 109, Huancavelica 2018*. Huancayo, Perú: Universidad Continental. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5495>
- Sahoo, S., & Prasad Singh, S. (2022). Strength and durability properties of expansive soil treated with geopolymer and conventional stabilizers. *Construction and Building Materials*, 328(127078). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127078>
- Sarli, J., & et al. (2020). Stabilizing Geotechnical Properties of Loess Soil by Mixing Recycled Polyester Fiber and Nano-SiO<sub>2</sub>. *Geotechnical and Geological Engineering*, 38(2), 1151-1163. <https://doi.org/10.1007 / s10706-019-01078-7>
- Segura, W. (2019). *Implicancia de la transitabilidad en la zona alto andina del distrito de Salas en el desarrollo económico de sus productores agrarios*. Universidad César Vallejo. Chiclayo -Perú: Universidad César Vallejo. Retrieved 16 de Mayo de 2020, from [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/36831/Segura\\_SWE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/36831/Segura_SWE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sika Perú S.A.C. (2021). *Hoja Técnica Sika® Dust seal-340 PE*. Lima - Perú: Sika Perú S.A.C. Retrieved 23 de Mayo de 2021, from <https://per.sika.com/dms/getdocument.get/5639241a-46fa-372f-927b-6917b3899940/HT-Sika%20Dust%20Seal.pdf>
- Sulla, D. (2018). *Evaluación De La Aplicación Del Polímero Sika Dust Seal PE En Caminos No Pavimentados, Intersección Av. San Luis y Cuadra 1 - Palian - huancayo 2017*. Universidad Peruana Los Andes. Huancayo - Perú: Universidad Peruana Los Andes. 18
- Tan, E., Zahran, E., & Tan, S. (1 de julio de 2022). Testing the Strengths of Sandstone Aggregates Stabilized with Cement and Styrene-Butadiene Latex Copolymer for Road Subbase Applications. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 34(7), 04022147. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0004250](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004250)
- Voottipruex, P., Meepon, I., Teerawattanasuk, C., & Sramoon, W. (Febrero de 2022). Stabilization of Soft Clay Using Perlite Geopolymer Activated by Sodium Hydroxide. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, 8(1). <https://doi.org/10.1007/s40891-022-00350-w>
- Wilson, G. (1983). Interpretation sheets for engineering classifications in soil surveys. *Canadian Journal of Soil Science*, 63(4), 679-689. <https://doi.org/10.4141/cjss83-069>
- Zaika, Y., & Suryo, E. (2020). The durability of lime and rice husk ash improved expansive soil. *International Journal of GEOMATE*, 18(54), 171-178. <https://doi.org/10.21660/2020.65.5539>

# ANEXOS

## Anexo 1. Resolución del proyecto de investigación

### FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO RESOLUCIÓN N°1400-2020/FIAU-USS

Pimentel, 24 de julio de 2020

#### VISTO:

El Acta de reunión N°015-HDSD- 2021, de fecha 7 de julio de 2020 del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERIA CIVIL, para la ejecución de la Tesis: “ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE”, presentado por el(los) tesista(s) GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN, del Programa de estudios INGENIERIA CIVIL, y;

#### CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo 48° que a letra dice: "La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas.";

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 21° señala: "Los temas de trabajo de investigación, trabajo académico y tesis son aprobados por el Comité de Investigación y derivados a la facultad o Escuela de Posgrado, según corresponda, para la emisión de la resolución respectiva. El periodo de vigencia de los mismos será de dos años, a partir de su aprobación. En caso un tema perdiera vigencia, el Comité de Investigación evaluará la ampliación de la misma.

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 24° señala: La tesis es un estudio que debe denotar rigurosidad metodológica, originalidad, relevancia social, utilidad teórica y/o práctica en el ámbito de la escuela profesional. Para el grado de doctor se requiere una tesis de máxima rigurosidad académica y de carácter original. Es individual para la obtención de un grado; es individual o en pares para obtener un título profesional. Asimismo, en su artículo 25° señala: "El tema debe responder a alguna de las líneas de investigación institucionales de la USS S.A.C."

Que, en el Acta de reunión N°015-HDSD- 2021 de fecha 7 de julio de 2020, del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERIA CIVIL, se indica entre los acuerdos la aprobación del Proyecto de tesis denominado "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE" de la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN en condición de estudiante, del Programa de estudios INGENIERIA CIVIL.

Estando a lo expuesto, y en uso de las atribuciones conferidas y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

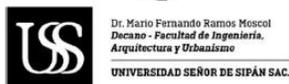
#### SE RESUELVE:

**ARTÍCULO 1°:** APROBAR, el Proyecto de Tesis denominado "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE", perteneciente a la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN, del Programa de estudios INGENIERIA CIVIL.

**ARTÍCULO 2°:** ESTABLECER, que la inscripción del Título de Proyecto de tesis se realice a partir de emitida la presente resolución y tendrá una vigencia de dos (02) años.

**ARTÍCULO 3°:** DEJAR SIN EFECTO, toda Resolución emitida por la Facultad que se oponga a la presente Resolución.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Cc: Interesado, Archivo

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS Y VARIABLES	METODOLOGÍA
	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar el suelo cohesivo incorporando el aditivo Sika Dust Seal-340 en la trocha carrozable Yencala Boggiano - Lambayeque.</p>	<p><b>Antecedentes</b></p> <p>Al-Ansari et all. (2019) Sulla (2018) Chinchay (2018) Fernández (2017)</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El uso del aditivo Sika Dust Seal-340 incrementa las propiedades físicas - Mecánicas logrando estabilizar el suelo de la trocha carrozable Yencala Boggiano.</p>	<p><b>Método de Investigación</b></p> <p>La investigación es de tipo experimental.</p>
<p>¿Cómo influye el aditivo Sika Dust Seal-340 en la estabilización del suelo de la trocha carrozable Yencala Boggiano - Lambayeque?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el levantamiento topográfico de la trocha carrozable Yencala Boggiano.</li> <li>- Identificar las características geotécnicas del suelo cohesivo de la trocha carrozable Yencala Boggiano.</li> <li>- Analizar las propiedades mecánicas de la estabilización del suelo cohesivo incorporando el aditivo Sika Dust Seal-340 en la trocha carrozable Yencala Boggiano.</li> <li>- Proponer el porcentaje de incorporación de aditivo Sika</li> </ul>	<p><b>Teorías relacionadas al tema</b></p> <p>Estabilización de Suelos. Clasificación de Suelos. Ensayos de las Propiedades Mecánicas del Suelo. Aditivo Sika Dust Seal-340.</p>	<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Estabilización de suelos cohesivos.</p> <p><b>Variable independiente</b></p> <p>Aditivo</p>	<p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>El diseño de la investigación es experimental, la cual la variable independiente (Sika Dust Seal-340) será usada en como estabilizador del suelo en estudio para observar los cambios que produce en las propiedades mecánicas (Variable dependiente).</p> <p><b>Población:</b> La población está conectada por dos rutas LA-664, LA-665 y un camino de 2.253 km desde Lambayeque</p>

Dust Seal-340 en suelos cohesivos en la trocha carrozable Yencala Boggiano.

con una superficie de rodadura de trocha carrozable.

**Muestra:** Se realizó 5 calicatas en un tramo de 2.253 km de estudio desde Lambayeque hasta Yencala Boggiano.

---

**Fuente:** Elaboración Propia

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

<b>Instrumentos de Recolección de datos</b>	
<b>Gabinete</b>	Laptop
	Manual de carreteras no pavimentadas de MTC
	Bibliografía (artículos, tesis, revistas científicas)
	Software: AutoCAD Civil 3D, Word, Power Point, Excel.
<b>Campo</b>	Cámara fotográfica
	Estación Total
	Prismas
	Jalones
	Wincha
	Calicatas
<b>Laboratorio</b>	Balanzas
	Horno
	Bandejas
	Espátulas
	Tamices
	Moldes (Proctor modificado y valor de soporte de California (CBR))
<b>Formatos</b>	Formato de ensayo granulométrico
	Formato de ensayo de contenido de humedad
	Formato de ensayo de límites de Atterberg
	Formato de ensayo de Proctor modificado
	Formato de ensayo de valor de soporte de California (CBR)

**Fuente:** Elaboración Propia

#### Anexo 4. Panel fotográfico

##### **Figura 24**

*Extracción de las calicatas a una profundidad de 1.50 m*



Fuente: Elaboración propia

##### **Figura 25**

*Muestras para el contenido de humedad*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 26**  
*Ensayo de análisis granulométrico*



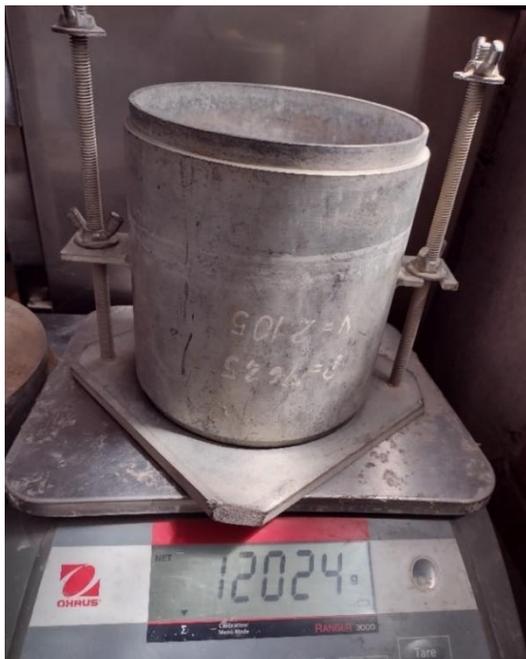
Fuente: Elaboración propia

**Figura 27**  
*Preparando la muestra para el ensayo valor de soporte de California (CBR)*



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 28**  
*Tomando datos del molde*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 29**  
*Ensayo de valor de soporte de California (CBR)*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 30**  
*Sumergiendo los especímenes*



**Fuente:** Elaboración propia

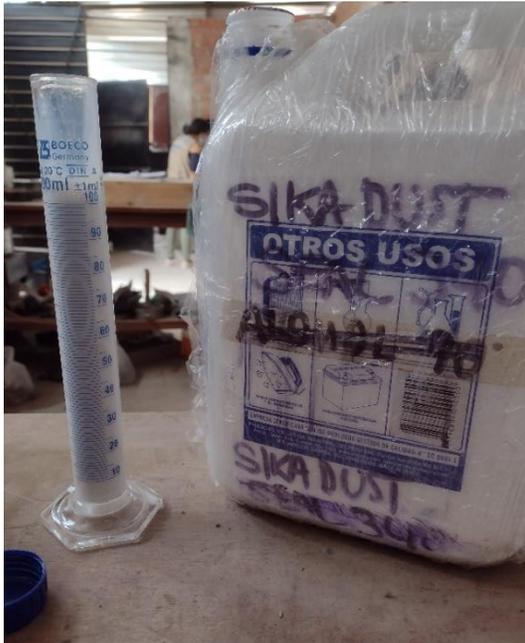
**Figura 31**  
*Tomando registro de deformímetro*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 32**

*Incorporando a la muestra el aditivo Sika Dust Seal-340*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 33**

*Ensayo de penetración a la muestra con aditivo Sika Dust Seal-340*



Fuente: Elaboración propia

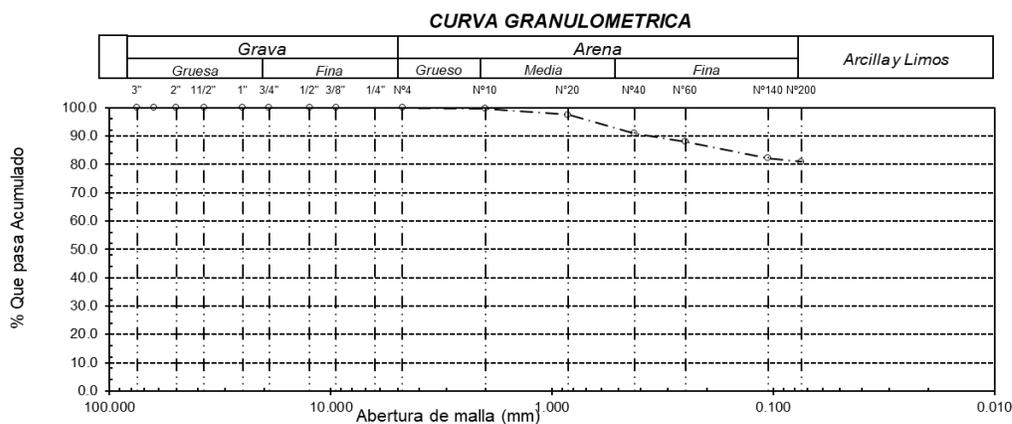
Anexo 5. Ensayos de Mecánica de Suelos – Suelo Natural

**Tabla 9.**  
Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-01

Análisis granulométrico por tamizado			
N° tamiz	Abertura	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	19,000	0,0	100,0
3/4"	25,000	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	100,0
N° 4	4,750	0,0	100,0
N° 10	2,000	0,3	99,7
N° 20	0,850	2,5	97,5
N° 40	0,425	9,1	90,9
N° 60	0,250	11,9	88,1
N° 140	0,106	17,8	82,2
N° 200	0,075	19,1	80,9

Fuente: Elaboración propia

**Figura 34**  
Curva granulométrica para calicata: C-01



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.**  
Límites de Atterberg para calicata C-01

Análisis granulométrico por tamizado		
Límite líquido (LL)	%	61,47
Límite plástico (LP)	%	26,74
índice plástico (IP)	%	34,72

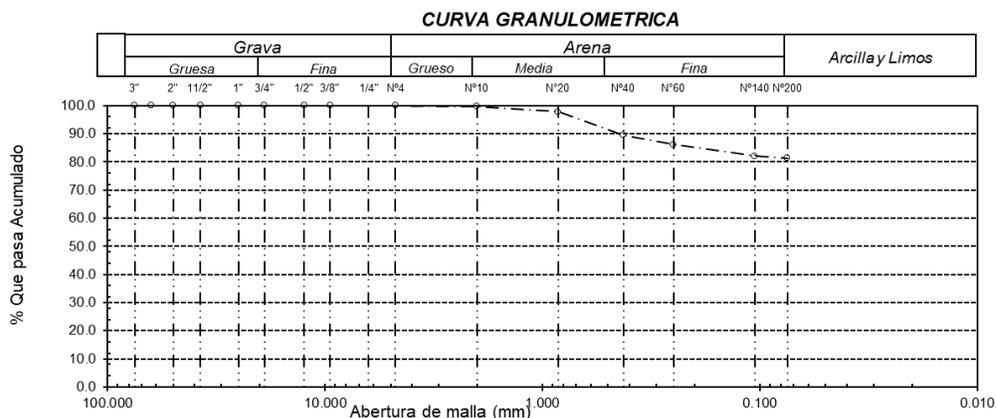
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.**  
Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-02

Nº tamiz	Abertura	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	19,000	0,0	100,0
3/4"	25,000	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	100,0
Nº 4	4,750	0,0	100,0
Nº 10	2,000	0,3	99,7
Nº 20	0,850	2,1	97,9
Nº 40	0,425	9,8	90,2
Nº 60	0,250	12,8	87,2
Nº 140	0,106	17,9	82,1
Nº 200	0,075	18,8	81,2

Fuente: Elaboración propia

**Figura 35**  
Curva granulométrica para calicata: C-02



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.**  
Límites de Atterberg para calicata C-02

Análisis granulométrico por tamizado		
Límite líquido (LL)	%	61,76
Límite plástico (LP)	%	26,36
índice plástico (IP)	%	35,40

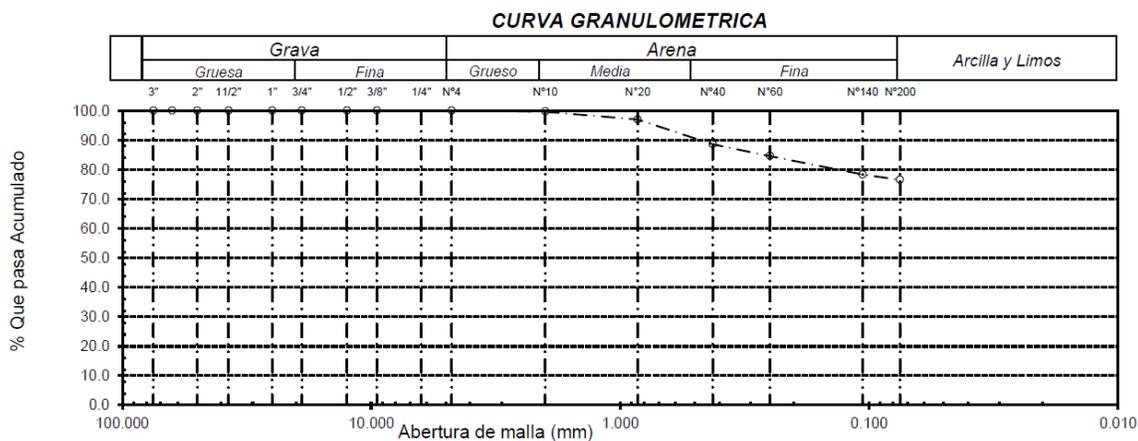
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13.**  
Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-03

Análisis granulométrico por tamizado			
N° tamiz	Abertura	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	19,000	0,0	100,0
3/4"	25,000	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	100,0
N° 4	4,750	0,0	100,0
N° 10	2,000	0,3	99,7
N° 20	0,850	3,0	97,0
N° 40	0,425	11,4	88,6
N° 60	0,250	15,4	84,6
N° 140	0,106	21,7	78,3
N° 200	0,075	23,5	76,5

Fuente: Elaboración propia

**Figura 36**  
Curva granulométrica para calicata: C-03



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14.**  
*Límites de Atterberg para calicata C-03*

<b>Análisis granulométrico por tamizado</b>		
Límite líquido (LL)	%	61,39
Límite plástico (LP)	%	26,47
índice plástico (IP)	%	34,92

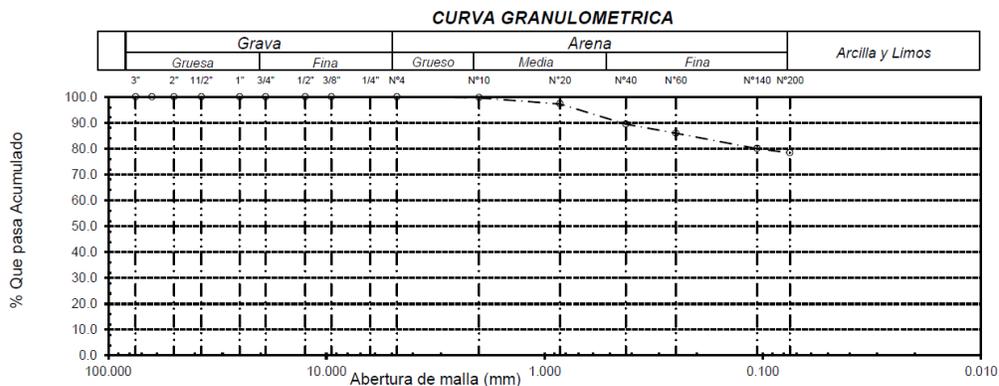
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15.**  
*Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-04*

N° tamiz	Abertura	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	19,000	0,0	100,0
3/4"	25,000	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	100,0
N° 4	4,750	0,0	100,0
N° 10	2,000	0,3	99,7
N° 20	0,850	2,7	97,3
N° 40	0,425	10,5	89,5
N° 60	0,250	14,1	85,9
N° 140	0,106	20,0	80,0
N° 200	0,075	21,6	78,4

Fuente: Elaboración propia

**Figura 37**  
*Curva granulométrica para calicata: C-04*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16.**  
*Límites de Atterberg para calicata C-04*

<b>Análisis granulométrico por tamizado</b>		
Límite líquido (LL)	%	61,45
Límite plástico (LP)	%	26,28
índice plástico (IP)	%	35,17

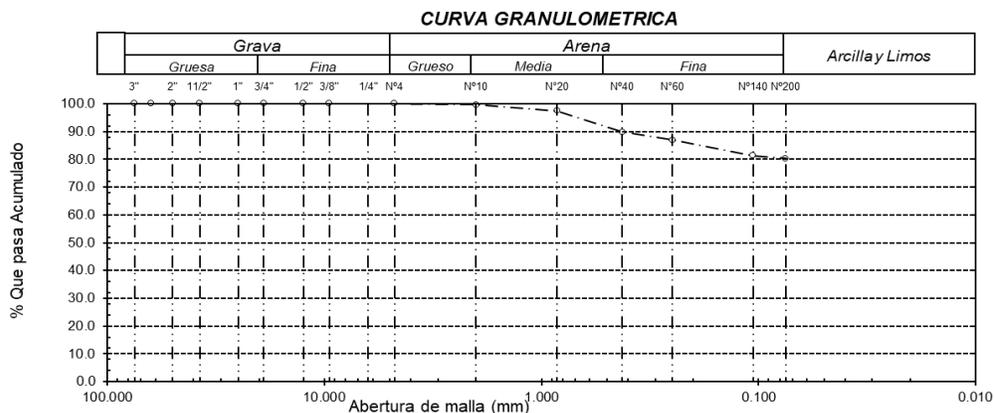
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17.**  
*Análisis granulométrico por tamizado para calicata C-05*

<b>Análisis granulométrico por tamizado</b>			
N° tamiz	Abertura	% Acumulados	
		Retenido	Pasante
3"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	19,000	0,0	100,0
3/4"	25,000	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,0	100,0
N° 4	4,750	0,0	100,0
N° 10	2,000	0,3	99,7
N° 20	0,850	2,5	97,5
N° 40	0,425	10,1	89,9
N° 60	0,250	13,0	87,0
N° 140	0,106	18,6	81,4
N° 200	0,075	19,7	80,3

Fuente: Elaboración propia

**Figura 38**  
*Curva granulométrica para calicata: C-05*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18.**

*Límites de Atterberg para calicata C-05*

<b>Análisis granulométrico por tamizado</b>		
Límite líquido (LL)	%	61,72
Límite plástico (LP)	%	27,33
índice plástico (IP)	%	34,38

**Fuente:** Elaboración propia

Anexo 6. Ensayo de Proctor Modificado

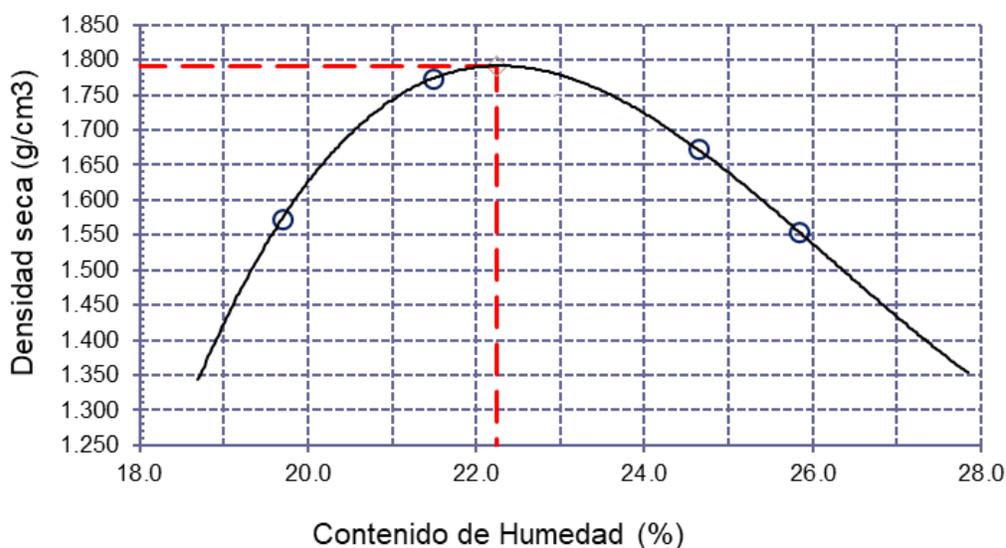
**Tabla 19.**  
*Relación densidad-humedad para calicata C-02*

<b>Compactación de suelos (Proctor)</b>		
Características del molde	Peso (kg)	6,156
	Volumen (cm <sup>3</sup> )	2136
Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> )		1,792
Contenido óptimo de humedad (%)		22,25

Fuente: Elaboración propia

**Figura 39**  
*Relación densidad-humedad para la calicata: C-02*

**GRAFICO DEL PROCTOR**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20.**  
*Relación densidad-humedad para calicata C-04*

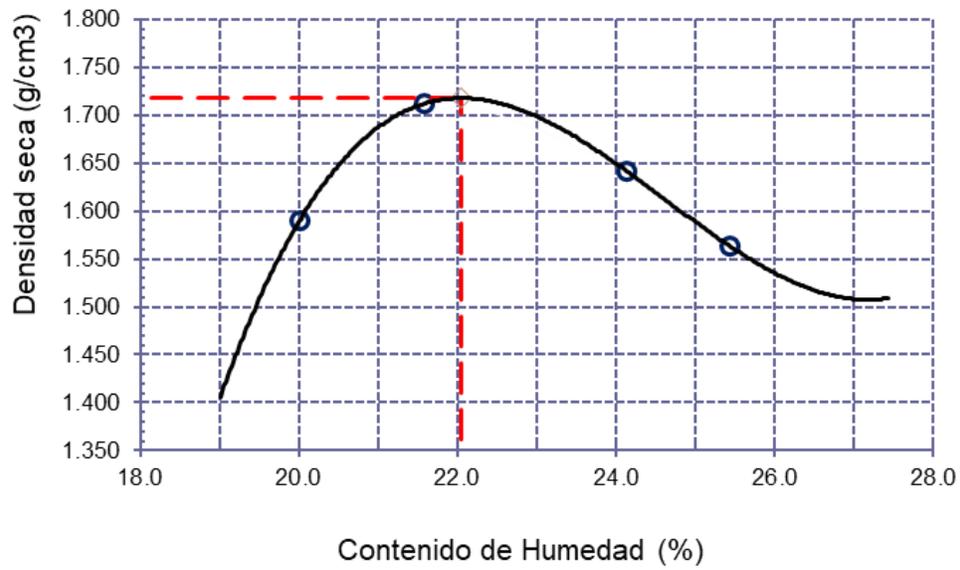
<b>Compactación de suelos (Proctor)</b>		
Características del molde	Peso (kg)	6,156
	Volumen (cm <sup>3</sup> )	2136
Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> )		1,718
Contenido óptimo de humedad (%)		22,04

Fuente: Elaboración propia

**Figura 40**

*Relación densidad-humedad para la calicata: C-04*

**GRAFICO DEL PROCTOR**

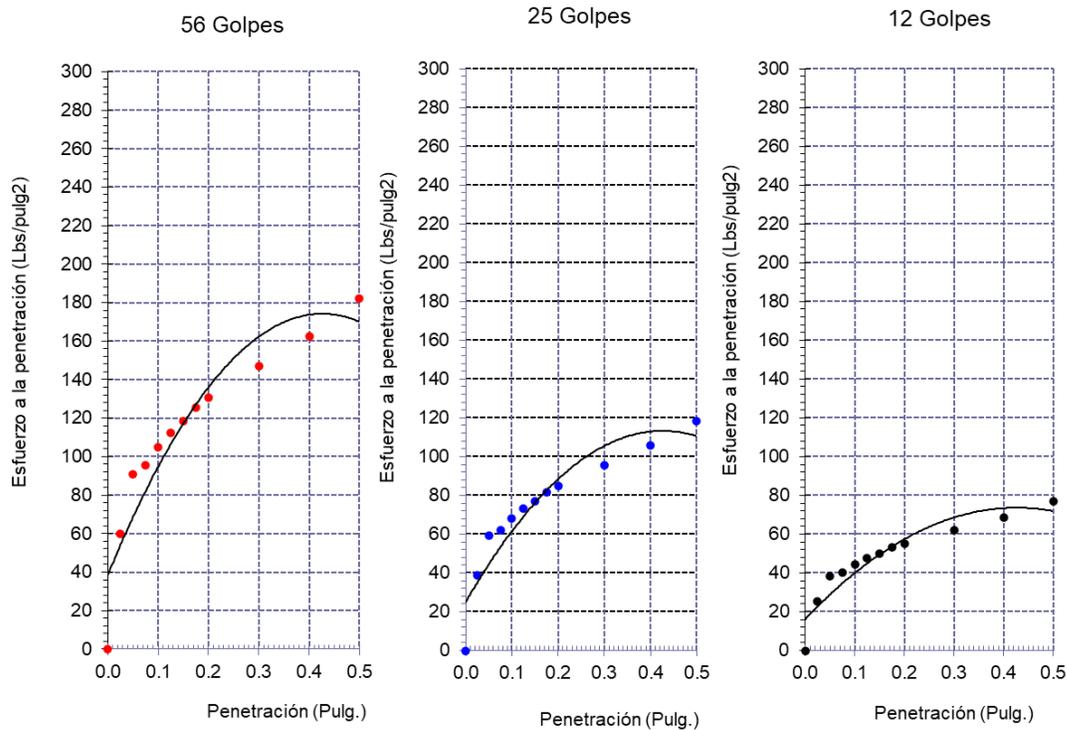


**Fuente:** Elaboración propia

Anexo 7. Ensayo de valor de soporte de California (CBR)

**Figura 41**

Diagrama de penetración para muestra de calicata C-02 (muestra natural)



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21.**

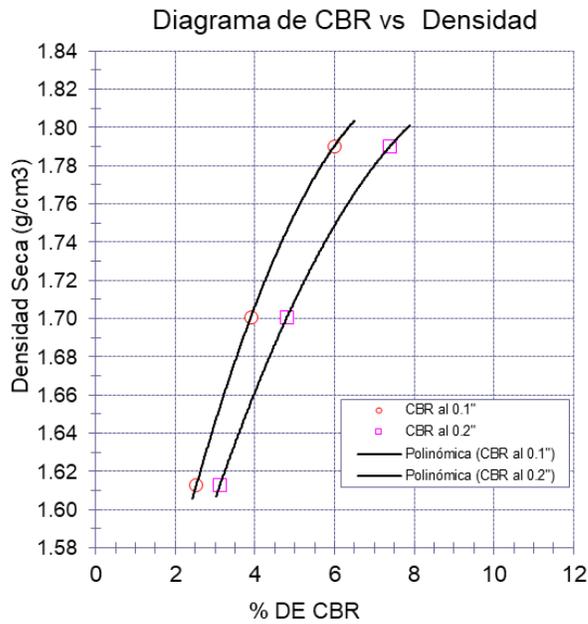
Resultados de ensayo valor de soporte de California (CBR) para calicata C-02 (muestra natural)

Resultados de ensayo valor de soporte de California (CBR)			
Penetración	% de Máxima densidad seca (MDS)	Densidad máxima seca (g/cm <sup>3</sup> )	Índice de valor de soporte de California (CBR) (%)
0.1 pulg	100%	1,790	6,0
	95%	1,701	3,9
0.2 pulg	100%	1,613	7,4
	95%		4,8

Fuente: elaboración propia

**Figura 42**

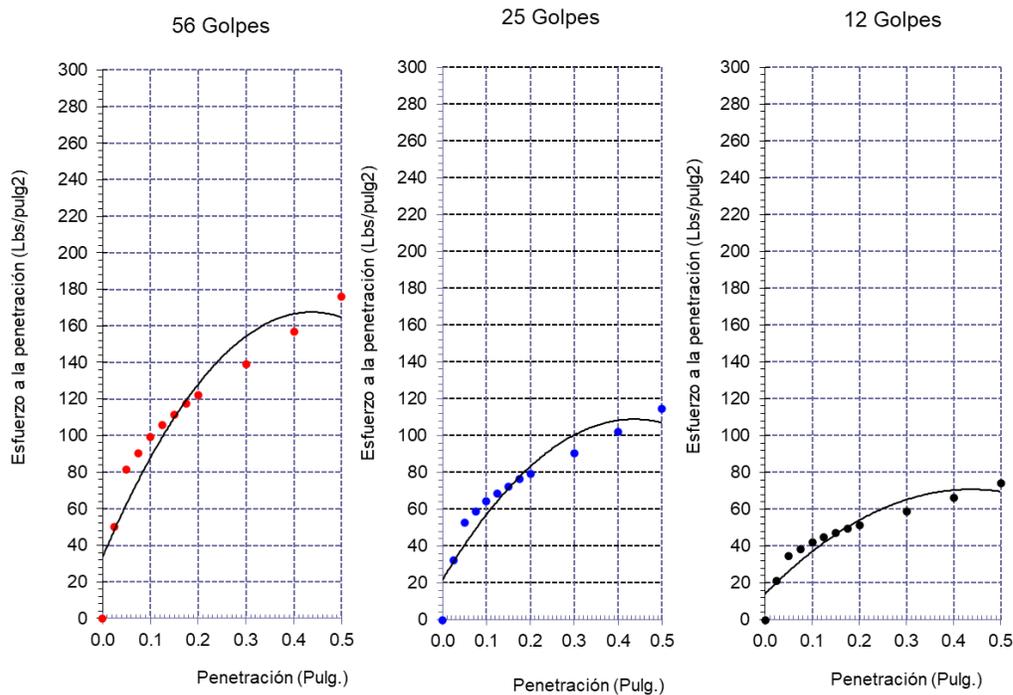
Diagrama de densidad-índice de valor de soporte de California (CBR) para la calicata C-02 (muestra natural)



Fuente: elaboración propia

**Figura 43**

Diagrama de penetración para muestra de calicata C-04 (muestra natural)



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22.**

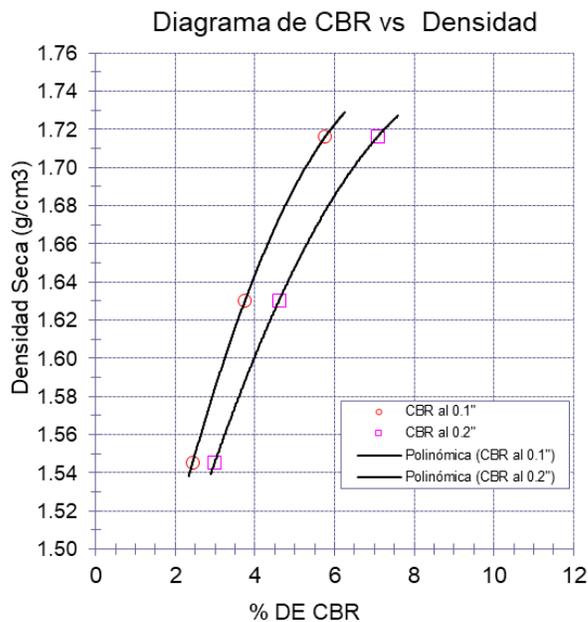
*Resultados de ensayo valor de soporte de California (CBR) para calicata C-04 (muestra natural)*

<b>Resultados de ensayo valor de soporte de California (CBR)</b>			
<b>Penetración</b>	<b>% de Máxima densidad seca (MDS)</b>	<b>Densidad máxima seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Índice de valor de soporte de California (CBR) (%)</b>
<b>0.1 pulg</b>	100%	1,716	5,8
	95%	1,630	3,8
<b>0.2 pulg</b>	100%	1,546	7,1
	95%		4,6

Fuente: elaboración propia

**Figura 44**

*Diagrama de densidad-índice de valor de soporte de California (CBR) para la calicata C-04 (muestra natural)*



Fuente: elaboración propia

Anexo 8. Suelo Natural incorporando Sika Dust Seal-340

**Tabla 23.**

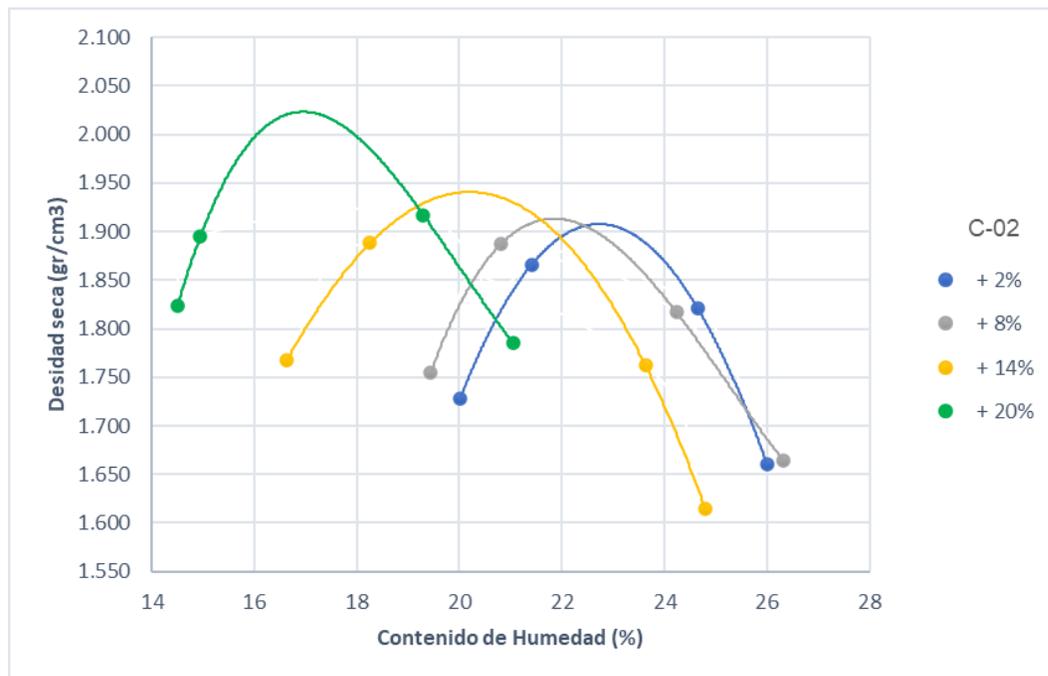
*Relación densidad-humedad para calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340*

Calicata 2	Máxima densidad seca (MDS)				Óptimo contenido de humedad (OCH)			
+ 2%	1.728	1,866	1,821	1,660	20,01	21,41	24,65	26,00
+ 8%	1,755	1,887	1,817	1,664	19,44	20,81	24,23	26,32
+ 14%	1,767	1,888	1,762	1,614	16,63	18,26	23,63	24,80
+ 20%	1,823	1,895	1,917	1,785	14,50	14,95	19,30	21,06

Fuente: Elaboración propia

**Figura 45**

*Relación densidad-humedad para la calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24.**

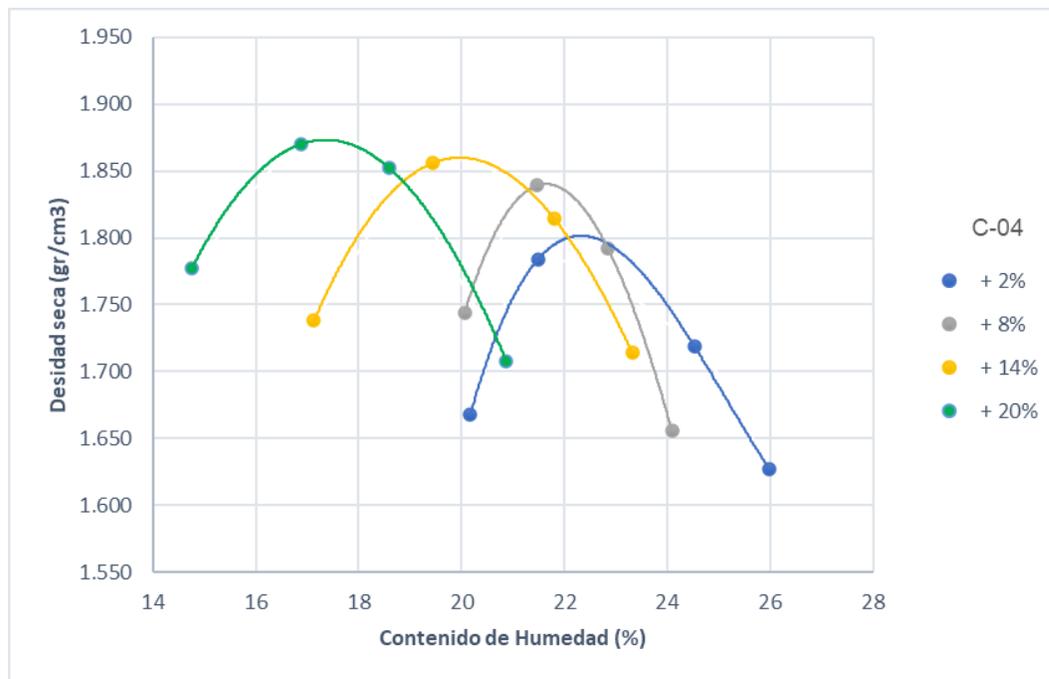
*Relación densidad-humedad para calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340*

Calicata 4	Máxima densidad seca (MDS)				Óptimo contenido de humedad (OCH)			
+ 2%	1,668	1,784	1,719	1,627	20,17	21,49	24,53	25,99
+ 8%	1,744	1,839	1,792	1,656	20,06	21,47	22,85	24,09
+ 14%	1,738	1,856	1,814	1,714	17,13	19,45	21,81	23,32
+ 20%	1,777	1,870	1,852	1,708	14,75	16,88	18,60	20,87

Fuente: Elaboración propia

**Figura 46**

*Relación densidad-humedad para la calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25.**

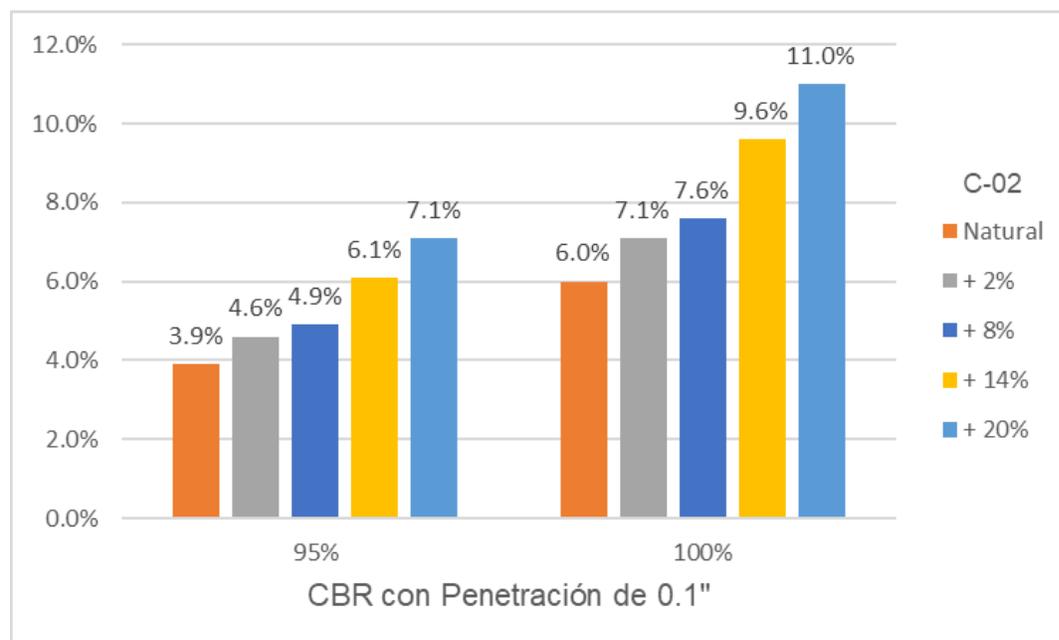
Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340

C-02	0.1"	
	95%	100%
Natural	3,9%	6,0%
+ 2%	4,6%	7,1%
+ 8%	4,9%	7,6%
+ 14%	6,1%	9,6%
+ 20%	7,1%	11,0%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 47**

Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para la calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26.**

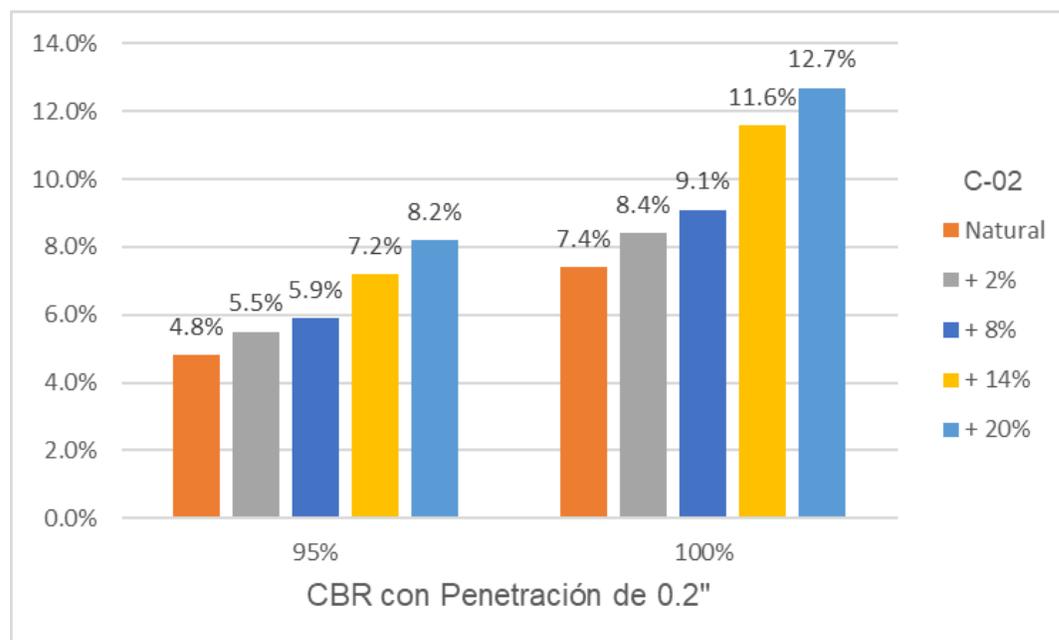
Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340

C-02	0.2"	
	95%	100%
Natural	4,8%	7,4%
+ 2%	5,5%	8,4%
+ 8%	5,9%	9,1%
+ 14%	7,2%	11,6%
+ 20%	8,2%	12,7%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 48**

Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para la calicata C-02 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27.**

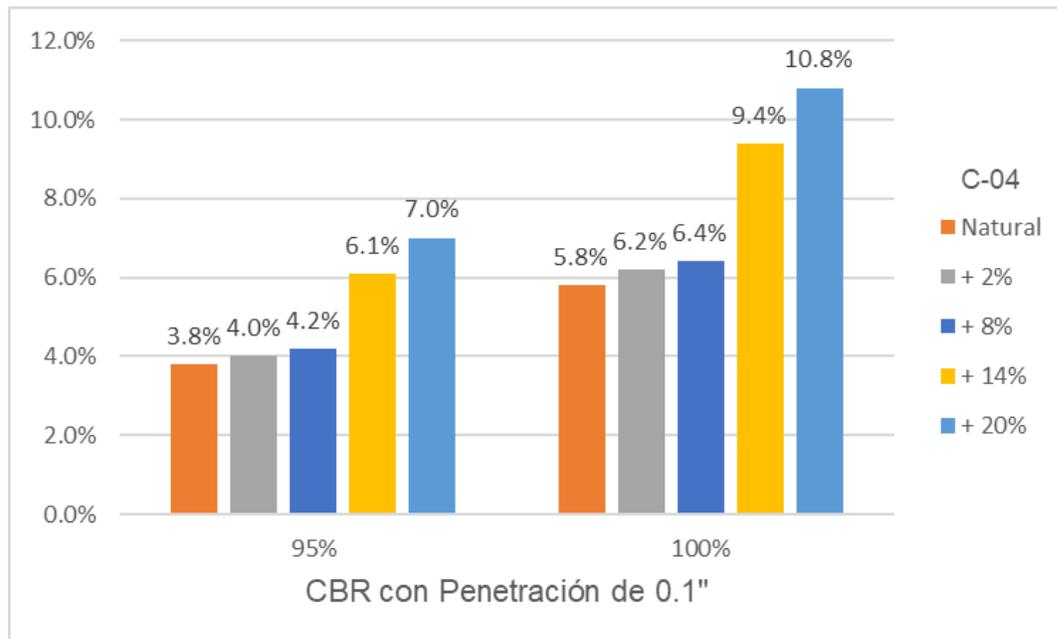
*Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340*

C-04	0.1"	
	95%	100%
Natural	3,8%	5,8%
+ 2%	4,0%	6,2%
+ 8%	4,2%	6,4%
+ 14%	6,1%	9,4%
+ 20%	7,0%	10,8%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 49**

*Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.1" al 95% y 100% para la calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28.**

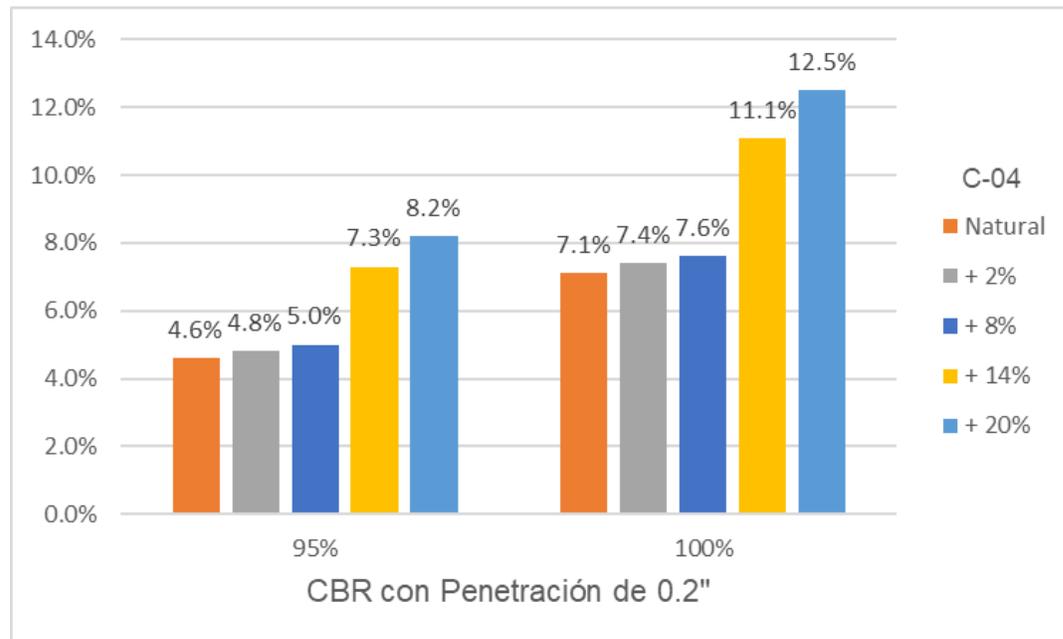
Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340

C-04	0.2"	
	95%	100%
Natural	4,6%	7,1%
+ 2%	4,8%	7,4%
+ 8%	5,0%	7,6%
+ 14%	7,3%	11,1%
+ 20%	8,2%	12,5%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 50**

Resultados de valor de soporte de California (CBR) con penetración al 0.2" al 95% y 100% para la calicata C-04 incorporando aditivo Sika Dust Seal-340



Fuente: Elaboración propia

# Anexo 9. Informes de Laboratorio del estudio de Mecánica de Suelos



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chidayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 26 de Octubre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Muestra : Estrato 2

Trocha Carrozable: YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa	Requerimiento Granulométrico	
3"	75.000	0.0	100.0		Límite líquido (LL) 61.45 (%)
2"	50.000	0.0	100.0		Límite Plástico (LP) 26.28 (%)
1 1/2"	37.500	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) 35.17 (%)
1"	25.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.0	100.0		
3/8"	9.500	0.0	100.0		
Nº 4	4.750	0.0	100.0		
Nº 10	2.000	0.3	99.7		
Nº 20	0.850	2.7	97.3		
Nº 40	0.425	10.5	89.5		
Nº 60	0.250	14.1	85.9		
Nº 140	0.106	20.0	80.0		
Nº 200	0.075	21.6	78.4		
Distribución granulométrica					
% Grava	G.G. %	0.0		0.0	Clasificación (S.U.C.S.) CH
	G.F. %	0.0			
	A.G. %	0.3			
% Arena	A.M. %	10.2		21.6	Descripción del suelo Arcilla de alta plasticidad con arena
	A.F. %	11.1			
	A.S. %	78.4			
% Arcilla y Limo				78.4	Clasificación (AASHTO) A-7-6 (16)
Total				100.0	Descripción MALO
Contenido de Humedad				29.93	

**Observaciones:**

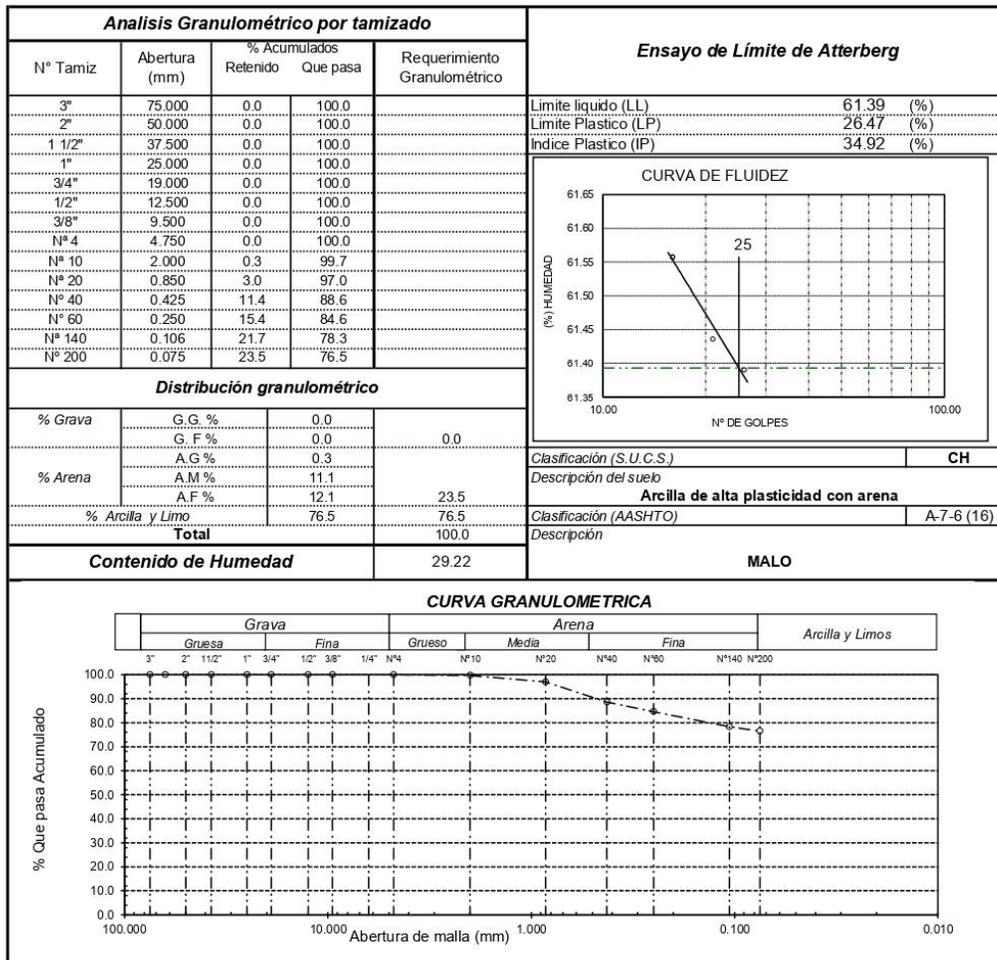
- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el Solicitante.



Solicitante : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 26 de Octubre del 2020  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Muestra : Estrato 2

Trocha Carrozable: YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el Solicitante.



**LEMS W&C EIRL**

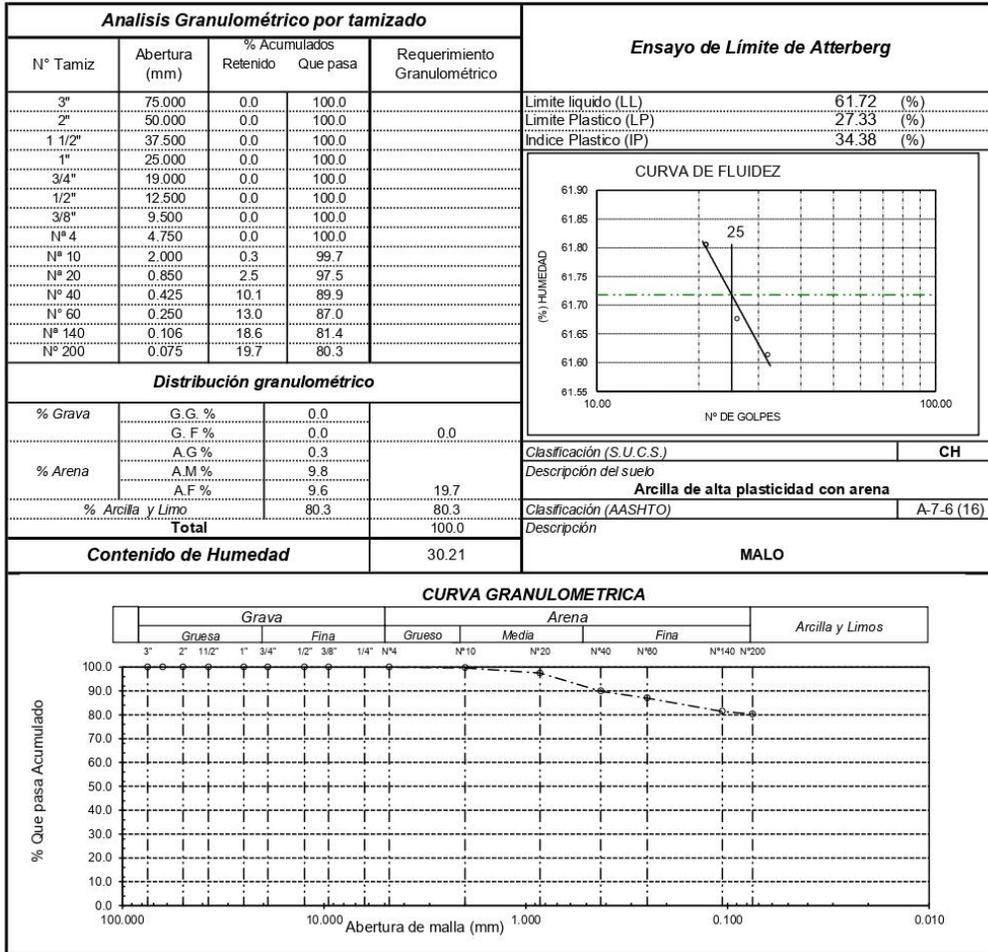
RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chidayo - Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceir@gmail.com

Solicitante : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 26 de Octubre del 2020  
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
: N.T.P. 399.131  
: N.T.P. 339.127: 1998

Muestra : Estrato 2

Trocha Carrozable: YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE



Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el Solicitante.



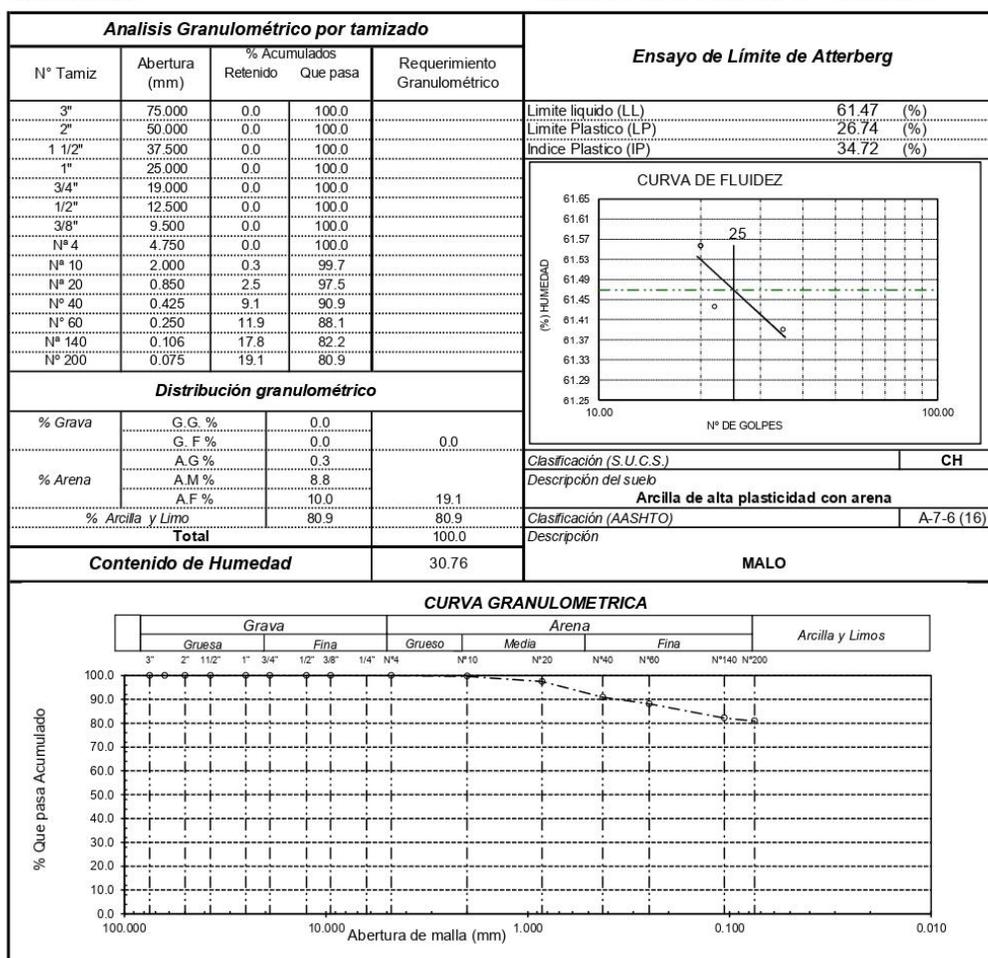
Solicitante : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 26 de Octubre del 2020

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Muestra : Estrato 2

Trocha Carrozable: YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE



Observaciones:  
 - Muestreo, ensayo e identificación realizado por el Solicitante.



**LEMS W&C EIRL**

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chidayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

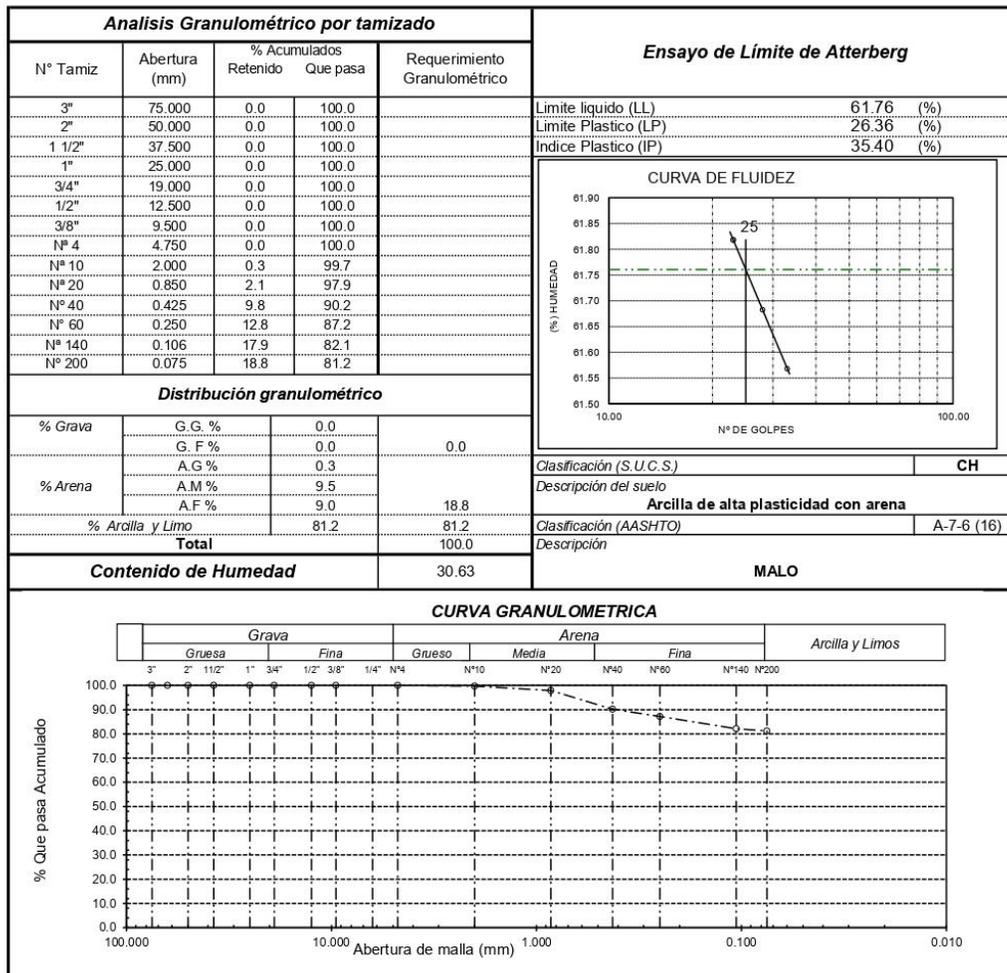
Solicitante : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 26 de Octubre del 2020

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1998

Muestra : Estrato 2

Trocha Carrozable: YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE



**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

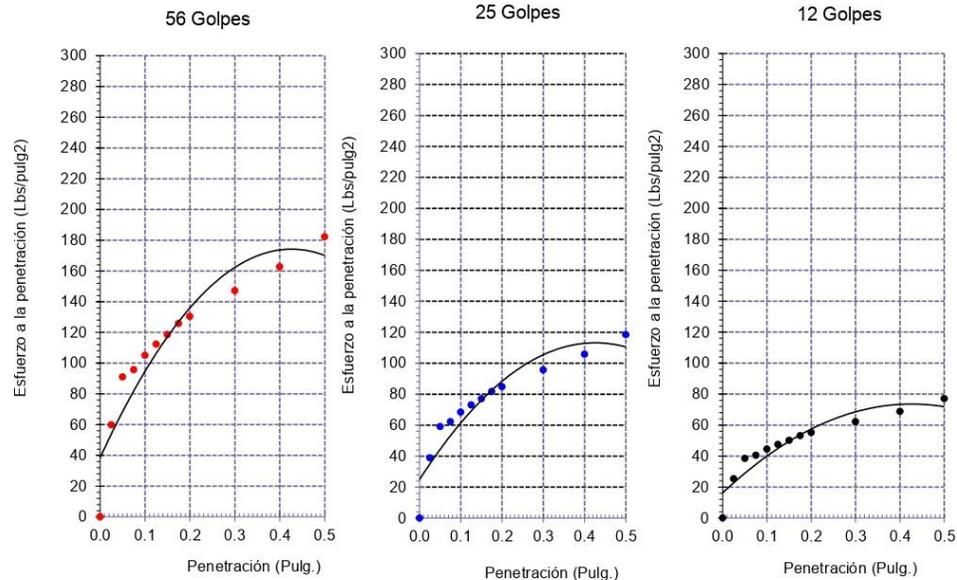
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
0  
Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 05 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ESPECIALISTA DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
0  
Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 05 de Noviembre del 2020  
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

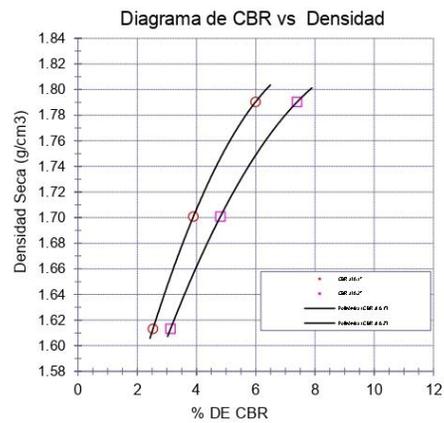
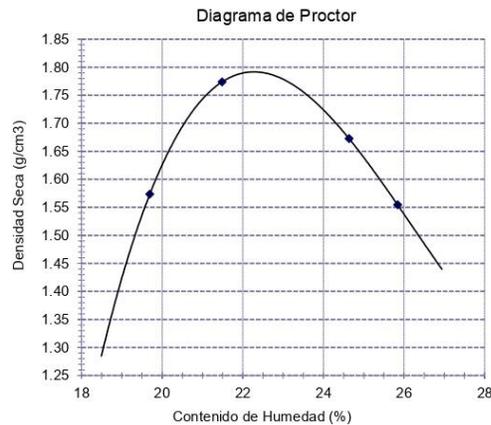
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.792 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	22.25 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.0	8.68	1.790	0.1"	100	6.0
02	25	3.9	6.24	1.701	0.1"	95	3.9
03	12	2.5	13.49	1.613	0.2"	100	7.4
					0.2"	95	4.8



OBSERVACIONES :

- Muestreo, Identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

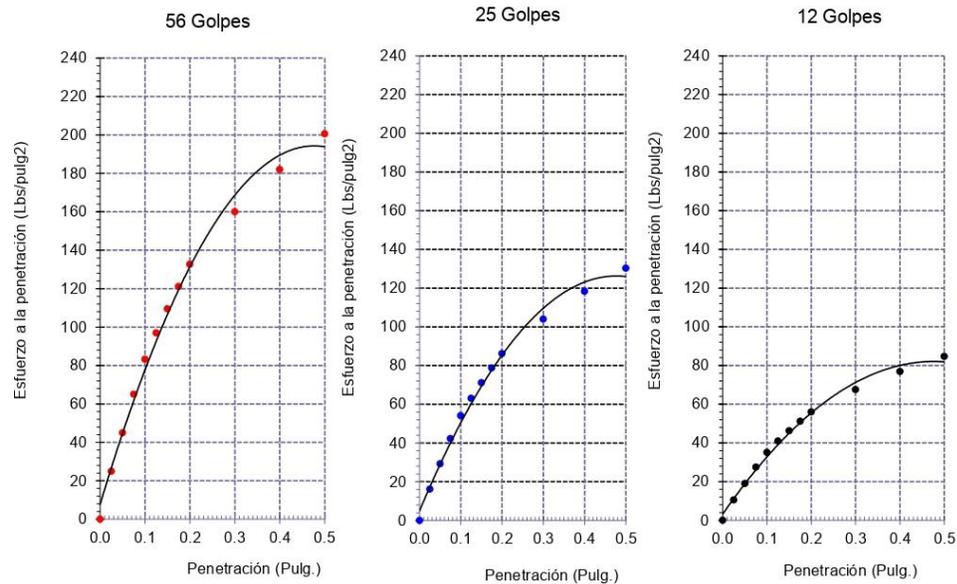
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el Solicitante.



LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 20 de Noviembre del 2020  
 Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

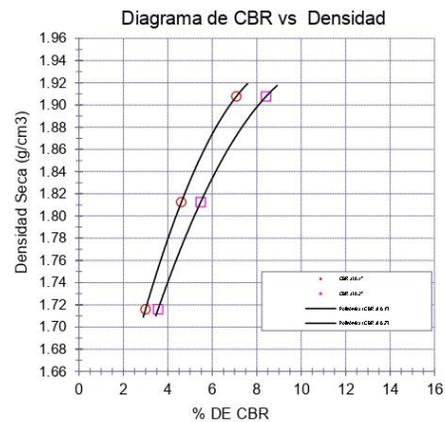
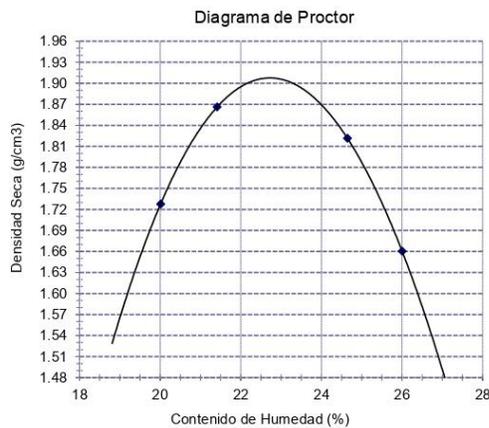
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.908 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	22.74 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.1	7.49	1.908	0.1"	100	7.1
02	25	4.6	9.11	1.812	0.1"	95	4.6
03	12	3.0	17.74	1.716	0.2"	100	8.4
					0.2"	95	5.5



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el Solicitante.

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

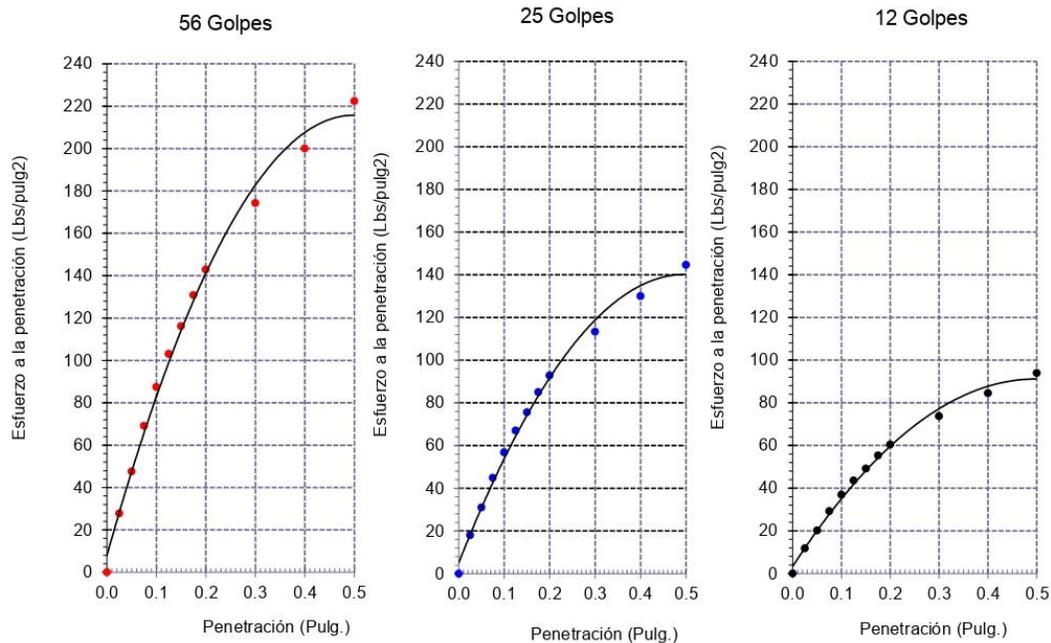
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

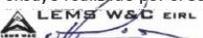
Calicata: C - 2

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el Solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

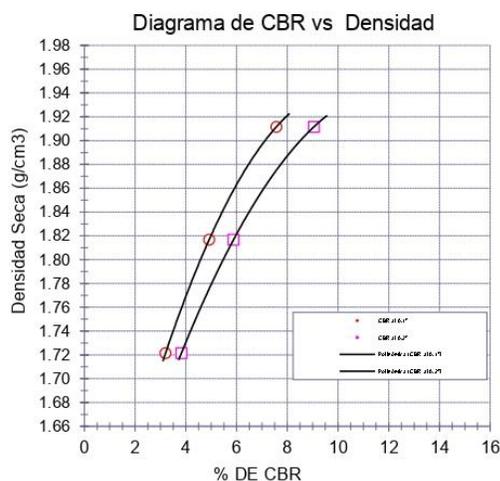
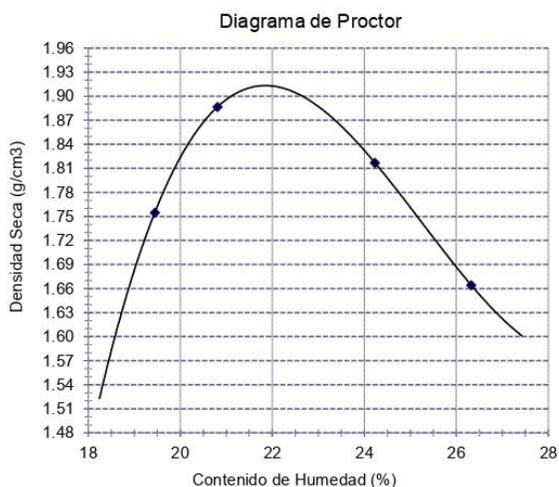
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

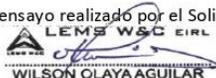
Máxima densidad seca	1.913 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	21.87 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.6	6.92	1.912	0.1"	100	7.6
02	25	4.9	8.21	1.817	0.1"	95	4.9
03	12	3.2	16.90	1.722	0.2"	100	9.1
					0.2"	95	5.9



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, Identificación y ensayo realizado por el Solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

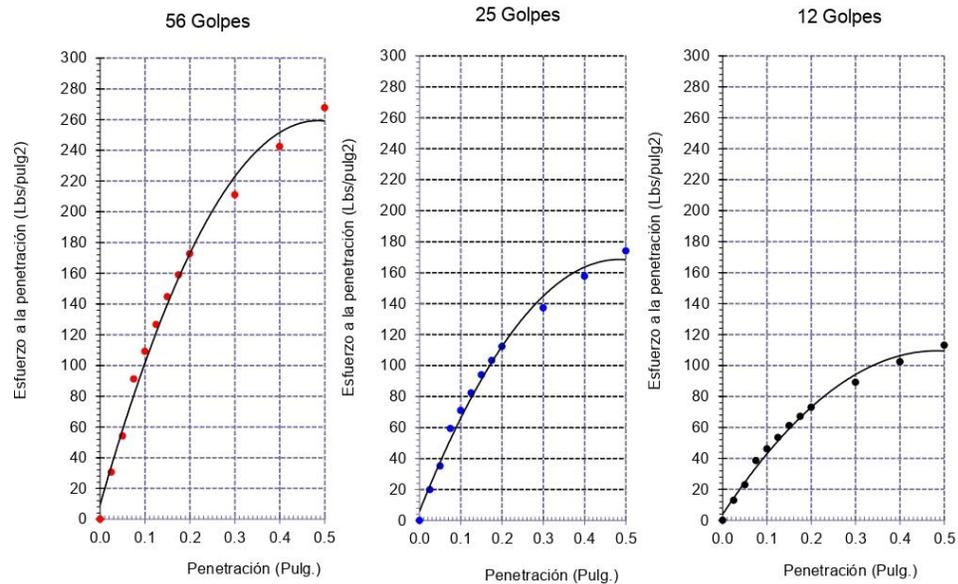
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

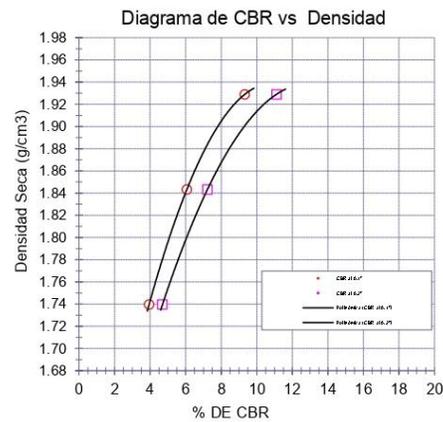
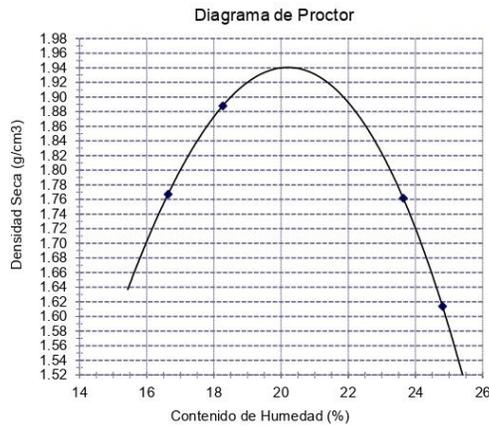
**Identificación de la muestra:**

Calicata: C - 2

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.940 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	20.13 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	9.3	6.32	1.929	0.1"	100	9.6
02	25	6.1	7.33	1.843	0.1"	95	6.1
03	12	3.9	17.90	1.740	0.2"	100	11.6
					0.2"	95	7.2



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

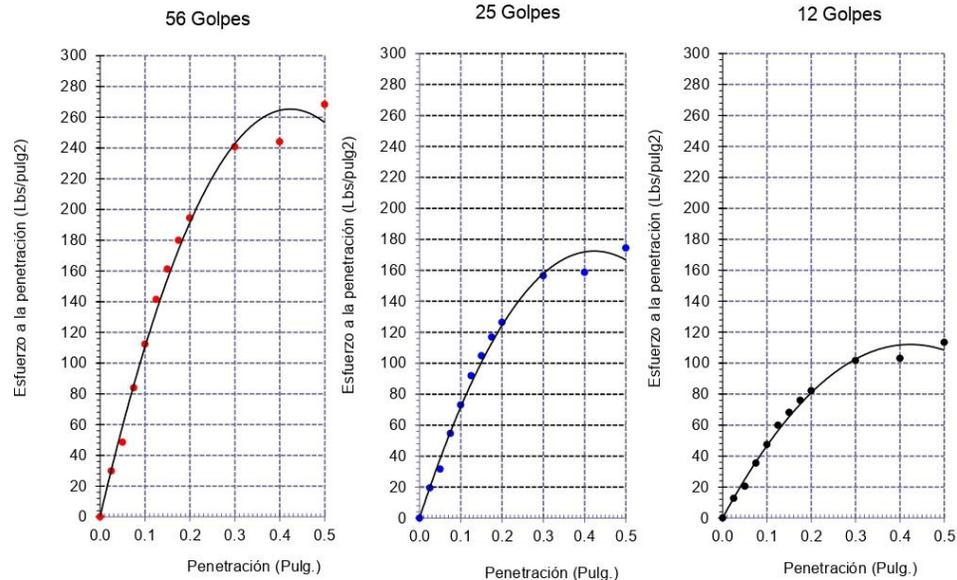
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
0  
Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Peralas**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
0  
Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 20 de Noviembre del 2020  
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

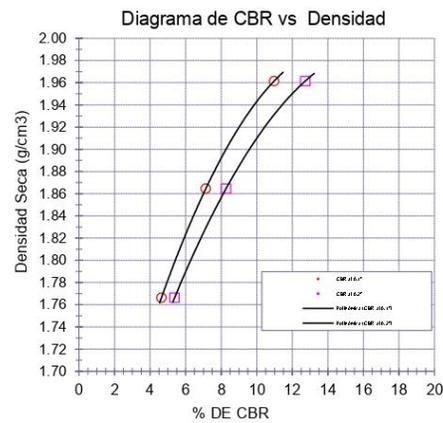
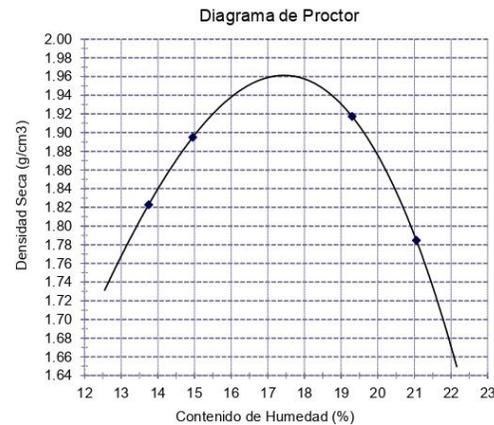
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.961 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	17.44 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	11.0	4.04	1.962	0.1"	100	11.0
02	25	7.1	6.51	1.865	0.1"	95	7.1
03	12	4.6	9.59	1.766	0.2"	100	12.7
					0.2"	95	8.2



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

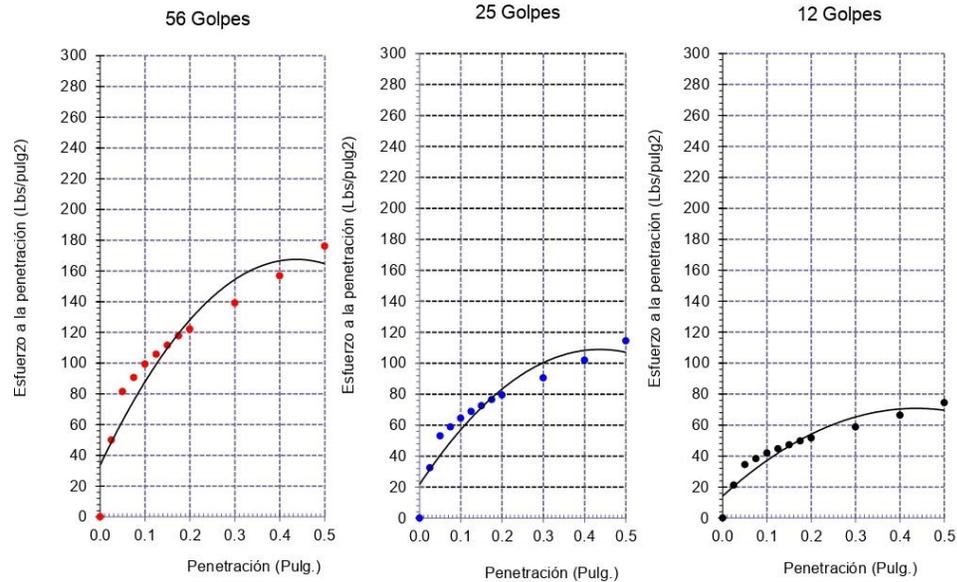
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
0  
Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 05 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON CLAYÁ AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
0  
Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 05 de Noviembre del 2020  
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

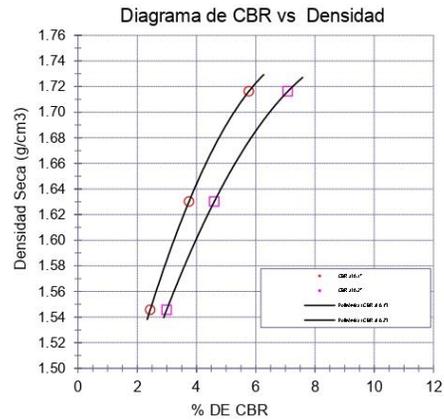
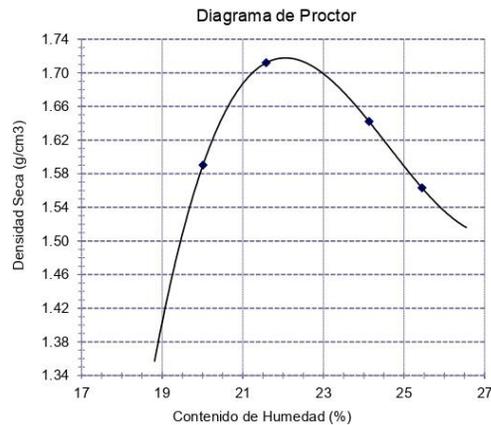
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.718 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	22.04 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	5.8	8.76	1.716	0.1"	100	5.8
02	25	3.7	7.11	1.630	0.1"	95	3.8
03	12	2.4	13.71	1.546	0.2"	100	7.1
					0.2"	95	4.6



OBSERVACIONES :

- Muestreo, Identificación y ensayo realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

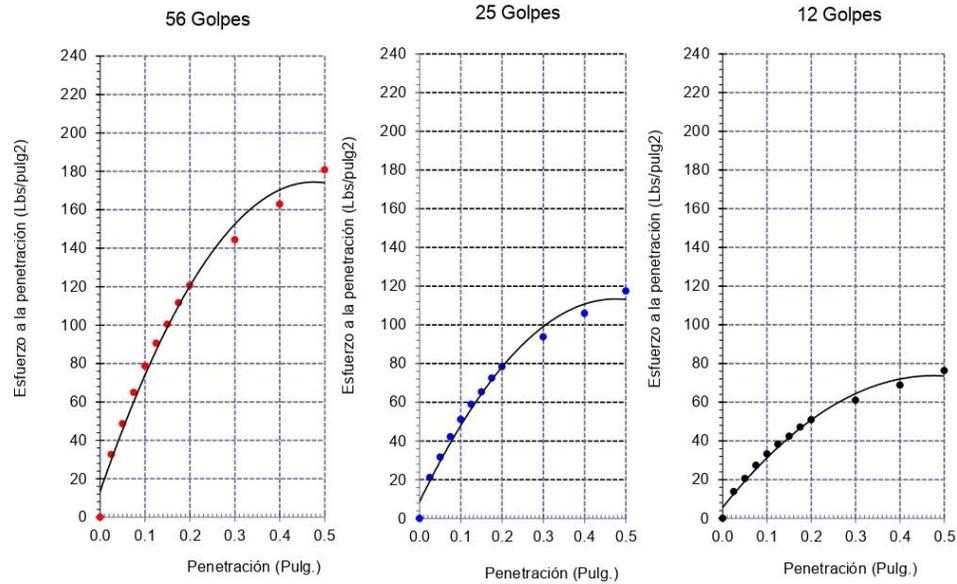
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el Solicitante.



LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

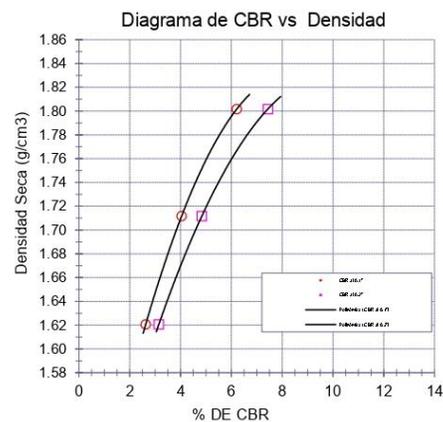
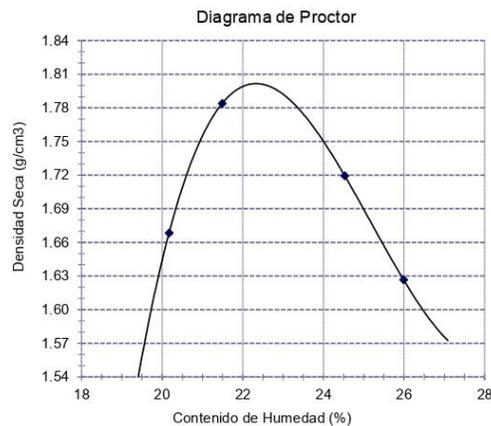
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.802 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	22.34 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.2	7.55	1.802	0.1"	100	6.2
02	25	4.0	9.07	1.712	0.1"	95	4.0
03	12	2.6	17.85	1.621	0.2"	100	7.4
					0.2"	95	4.8



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el Solicitante.

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

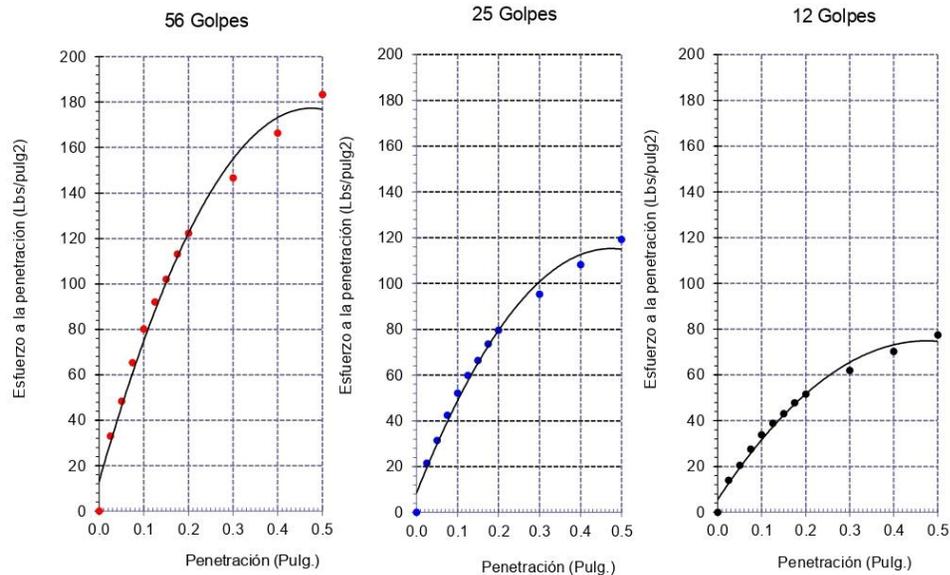
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el Solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

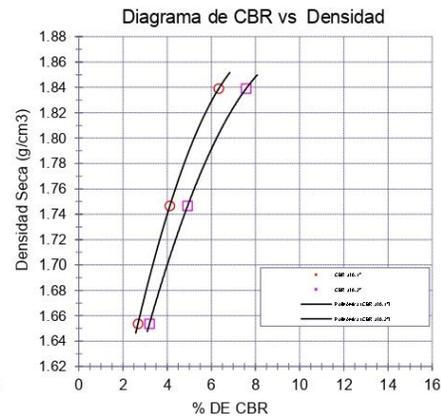
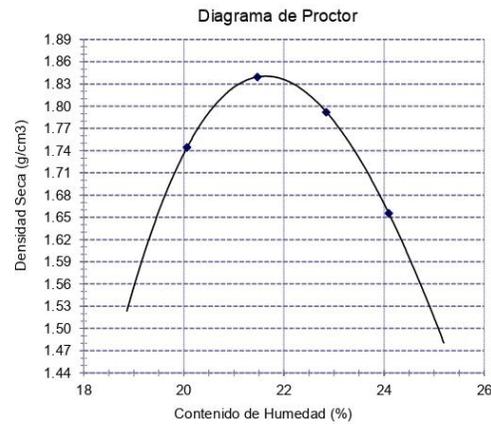
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

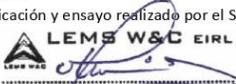
Máxima densidad seca	1.840 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	21.61 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.3	6.92	1.839	0.1"	100	6.4
02	25	4.1	8.21	1.747	0.1"	95	4.2
03	12	2.7	16.90	1.654	0.2"	100	7.6
					0.2"	95	5.0



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el Solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

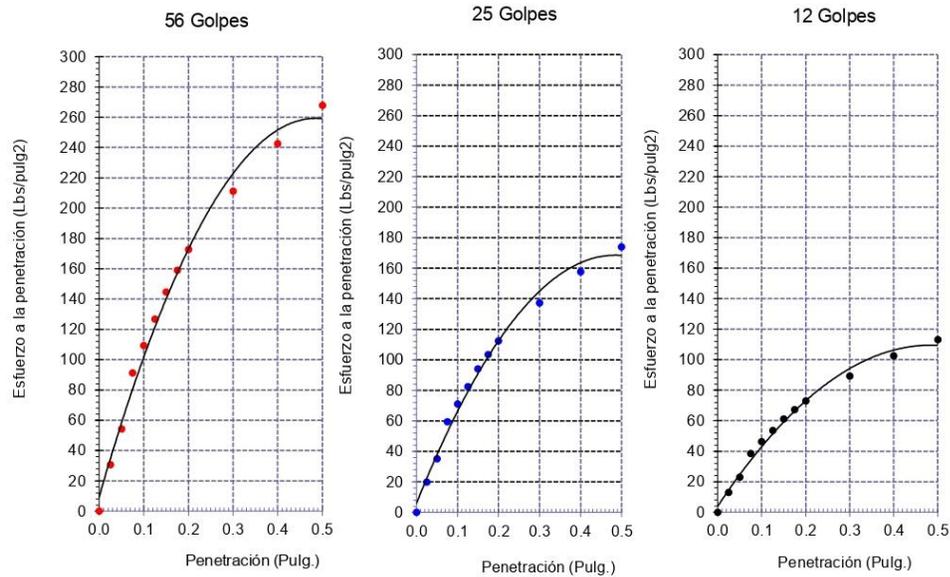
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

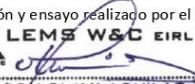
Calicata: C - 4

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

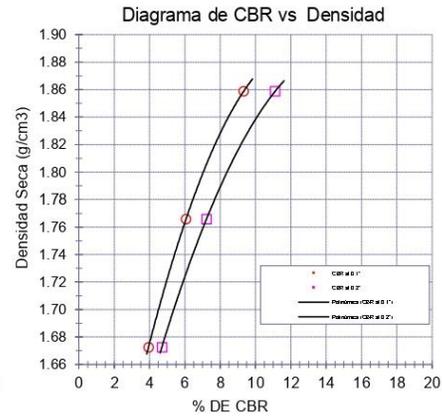
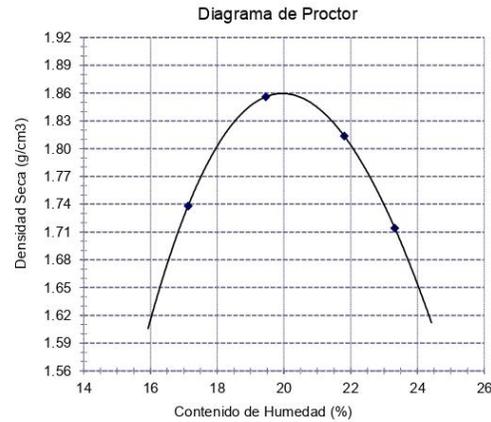
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.860 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	19.93 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	9.3	6.32	1.859	0.1"	100	9.4
02	25	6.1	7.33	1.766	0.1"	95	6.1
03	12	3.9	17.90	1.673	0.2"	100	11.1
					0.2"	95	7.3



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

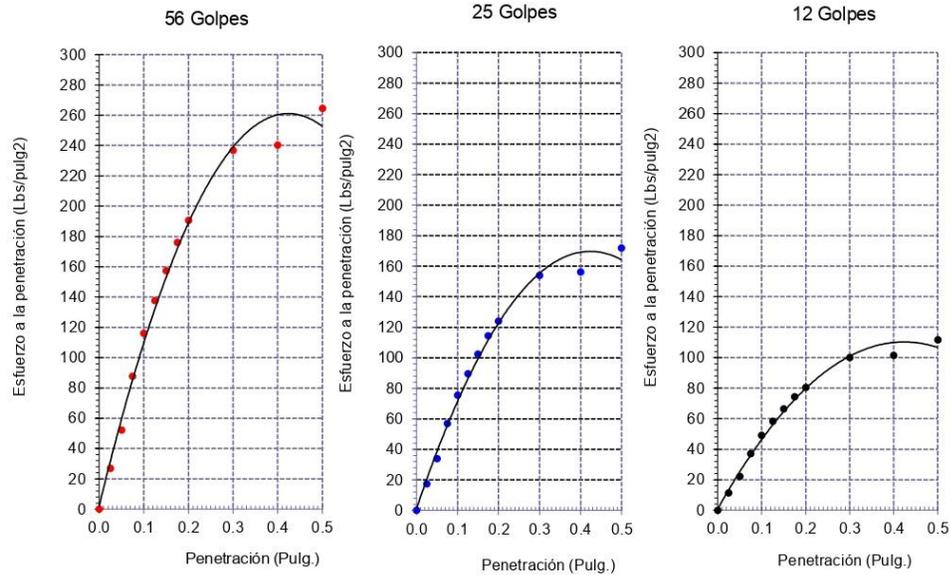
Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el Solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : GUERRERO SANTISTEBAN KEVIN JORDAN  
 Proyecto / Obra : Tesis "ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Dist.Lambayeque, Prov. Lambayeque, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de recepción : 20 de Noviembre del 2020

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

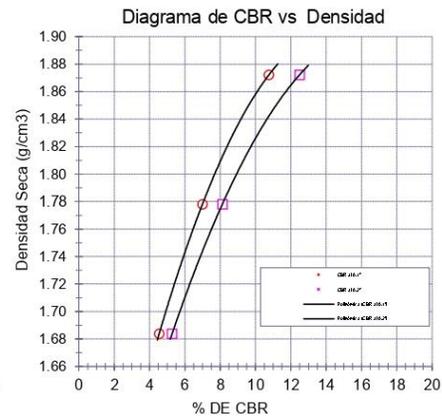
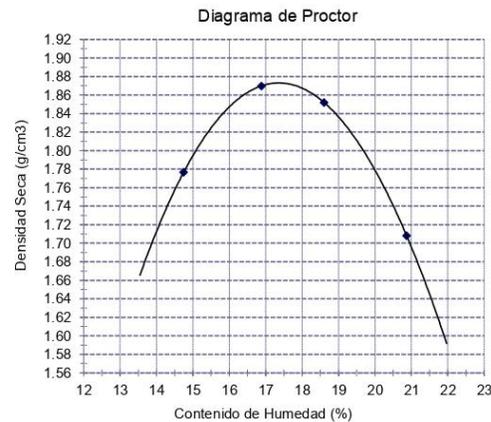
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.873 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	17.39 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.8	4.04	1.872	0.1"	100	10.8
02	25	7.0	6.51	1.778	0.1"	95	7.0
03	12	4.5	9.59	1.684	0.2"	100	12.5
					0.2"	95	8.2



OBSERVACIONES :

- Muestreo, Identificación y ensayo realizado por el Solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**FORMATO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE  
INVESTIGACIÓN**

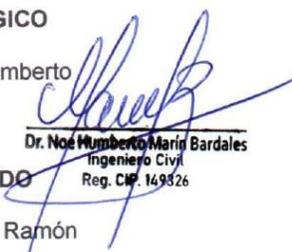
**(Formatos de recolección de datos)**

**AUTOR**

Bach: Guerrero Santisteban Kevin Jordan.

**ASESOR METODOLÓGICO**

Dr. Marín Bardales Noe Humberto

  
Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 169326

**TUTOR DE CONTENIDO**

MBA. Patazca Rojas Pedro Ramón

**Pimentel - Perú**

2022

## Solicitud

Estimado (a) señor (a): Dr. Marín Bardales Noe Humberto.

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento anexo, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación: **Formatos de recopilación de datos de laboratorio**, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **"Estabilización de suelo cohesivo incorporando aditivo sika Dust seal en la trocha carrozable Yencala Boggiano - Lambayeque."**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de este trabajo de investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



-----  
DNI: 72072294

Guerrero Santisteban Kevin Jordan.

GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: ...Noe Humberto Marin Bardales.....

Centro laboral: .....Universidad señor de Sipán .....

Título profesional: .....Ingeniero Civil.....

Grado: .....Doctor.....Mención: .....Ciencias e Ingeniería.....

Institución donde lo obtuvo: .....Universidad Nacional de Trujillo.....

Otros estudios: .....

2. Instrucciones

Estimado(a) especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tienes que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N° 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa(x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Juicio de experto

INDICADORES	CATEGORIA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)				X	
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X

  
Dr. Noe Humberto Marin Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 149326

ESPECÍFICOS:

A continuación, se le presentan los indicadores en forma de preguntas o propuestas para que usted los evalúe marcando con un aspa (x) en "A" si está de ACUERDO o en "D" si está en DESACUERDO, SI ESTÁ EN DESACUERDO POR FAVOR ESPECIFIQUE SUS SUGERENCIAS

N°	6. DETALLE DE LOS ITEMS DEL INSTRUMENTO	ALTERNATIVAS
01	Considera: <b>Ensayo de granulometría - Límites</b> Totalmente en desacuerdo 1- En desacuerdo 2- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 3- De acuerdo 4- Totalmente de acuerdo	A ( 4 ) D ( ) SUGERENCIAS: Ninguna Conforme con lo diseñado
02	Considera: <b>Ensayo contenido de humedad y sales.</b> Totalmente en desacuerdo 1. En desacuerdo 2. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 3. De acuerdo 4. Totalmente de acuerdo	A ( 4 ) D ( ) SUGERENCIAS: Ninguna
03	Considera: <b>Ensayo de peso específico</b> Totalmente en desacuerdo 1- En desacuerdo 2- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 3- De acuerdo 4- Totalmente de acuerdo	A ( 4 ) D ( ) SUGERENCIAS: Ninguna

Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 149326

8.	Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)				X	
9.	Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)				X	
10.	Los ítems del instrumento, son coherentes en términos de cantidad(extensión)				X	
11.	Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado(inocuidad)					X
12.	Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13.	Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14.	Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15.	Estructura técnica básica del instrumento (organización)					X
<b>Puntaje parcial</b>					16	55
<b>Puntaje total</b>					71	

Nota: Índice de validación del juicio de experto (Ivje) = [puntaje obtenido / 75] x 100 = **94.67%**

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

Conforme con lo desarrollado por el investigador, responde a los objetivos específicos.

Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 149326

**6. Constancia de Juicio de experto**

El que suscribe, **Marín Bardales Noe Humberto**.... identificado con DNI. N°: **44613170** certifico  
que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el tesista

1 **Guerrero Santisteban Kevin Jordan**, en la investigación denominada:

**Estabilización de suelo cohesivo incorporando aditivo sika Dust seal en la trocha carrozable  
Yencala Boggiano - Lambayeque**



Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 149226

Anexos

Nº 1: Instrumento de investigación



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

1.	NOMBRE DEL JUEZ	Marin Bardales Noe Humberto
2.	PROFESIÓN	Ingeniero civil
	ESPECIALIDAD	
	GRADO ACADÉMICO	Doctor
	EXPERIENCIA PROFESIONAL (AÑOS)	
	CARGO	Docente tiempo parcial
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: EFECTO DE LA ADICIÓN DE VIDRIO PULVERIZADO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS EN SUBRASANTE.		
3.	DATOS DEL TESISTA	
3.1	NOMBRES Y APELLIDOS	Kevin Jordan Guerrero Santisteban
3.2	ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería civil
4.	INSTRUMENTO EVALUADO	1. Entrevista ( ) 2. Cuestionario ( ) 3. Lista de Cotejo (X) 4. Diario de campo (X)
5.	OBJETIVOS DEL INSTRUMENTO	GENERAL: Recopilar información de datos de los ensayos aplicados en laboratorio.

  
Dr. Noe Humberto Marin Bardales  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 149326

04	Considera: <b>Ensayo de peso unitario</b> Totalmente en desacuerdo 1- En desacuerdo 2- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 3- De acuerdo 4- Totalmente de acuerdo	A(4) D( ) SUGERENCIAS: <i>Ninguna</i>
05	Considera: <b>Ensayo de Proctor modificado</b> Totalmente en desacuerdo 1- En desacuerdo 2- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 3- De acuerdo 4- Totalmente de acuerdo	A(4) D( ) SUGERENCIAS: <i>Ninguna</i>
06	Considera: <b>Ensayo de CBR</b> Totalmente en desacuerdo 1- En desacuerdo 2- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 3- De acuerdo 4- Totalmente de acuerdo	A(4) D( ) SUGERENCIAS: <i>Ninguna</i>
07	Considera: <b>Perfil de excavación</b> Totalmente en desacuerdo 1- En desacuerdo 2- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 3- De acuerdo 4- Totalmente de acuerdo	A(4) D( ) SUGERENCIAS: <i>Ninguna</i>
08	Considera: <b>Ensayo de permeabilidad</b> Totalmente en desacuerdo 1- En desacuerdo	A(4) D( ) SUGERENCIAS: <i>Ninguna</i>


Dr. Noe Humberto Marín Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 149326

	2- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	.....
	3- De acuerdo	.....
	4- Totalmente de acuerdo	
09	Considera: <b>Conteo IMDA</b> Totalmente en desacuerdo 1- En desacuerdo 2- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 3- De acuerdo 4- Totalmente de acuerdo	A(4) D( ) SUGERENCIAS: <i>Ninguna</i> ..... ..... .....

<b>PROMEDIO OBTENIDO:</b>	A(4) D( )
<b>7. COMENTARIOS GENERALES</b>	
<i>Conforme con lo desarrollado</i>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>	
<i>Ninguna, conforme con lo desarrollado</i>	



  
 Dr. Noe Humberto Marin Bardales  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 149326

## Anexo 11. Planos en Planta y Perfil Longitudinal de la trocha carrozable




TESIS: <b>"ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE"</b>		
PLANO: <b>PLANO EN PLANTA</b>		
UBICACIÓN: LOCALIDAD : LAMBAYEQUE DISTRITO : LAMBAYEQUE PROVINCIA : LAMBAYEQUE REGIÓN : LAMBAYEQUE	TESISISTA: GUERRERO SANTISTEBAN, KEVIN JORDAN ESCUELA: INGENIERÍA CIVIL ESCALA: 1:2500	LÁMINA: <b>P-01</b> FECHA: OCTUBRE - 2021


Perfil longitudinal -0+020.00 - 1+000.00



Perfil longitudinal 1+040.00 - 2+320.00



ALINEAMIENTO 1+040.00 1+050.00 1+100.00 1+150.00 1+200.00 1+250.00 1+300.00 1+350.00 1+400.00 1+450.00 1+500.00 1+550.00 1+600.00 1+650.00 1+700.00 1+750.00 1+800.00 1+850.00 1+900.00 1+950.00 2+000.00 2+050.00 2+100.00 2+150.00 2+200.00 2+250.00 2+300.00 2+320.00



TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO COHESIVO INCORPORANDO ADITIVO SIKA DUST SEAL EN LA TROCHA CARROZABLE YENCALA BOGGIANO - LAMBAYEQUE"			
AUTOR: UBICACION:	REGISTRO: LOCALIDAD : LAMBAYEQUE DISTRITO : LAMBAYEQUE PROVINCIA : LAMBAYEQUE REGION : LAMBAYEQUE	INGENIERO: KEVIN JORDAN ESCUELA: INGENIERIA CIVIL ESCALA: 1:2000 FECHA: OCTUBRE - 2021	LAMINA: PL-02