



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca - 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTORES:

Ocas Flores, José Wilmer (ORCID: 0000-0002-4704-5092)

Saavedra Ruiz, María Deni (ORCID: 0000-0003-3860-4443)

ASESOR:

Dr. Atilio Rubén, López Carranza (ORCID: 0000-0002-3631-2001)

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por brindarme la fortaleza física y espiritual, para lograr mis objetivos propuestos, a mi querida familia por su anhelada motivación, sin ellos nada hubiera sido posible.

Ocas Flores José Wilmer.

Esta tesis va dedicada especialmente a Dios y luego a mis padres y esposo por la confianza y sacrificio que hicieron apoyándome incondicionalmente con mis estudios, a mi asesor por su confianza y apoyo para poder lograr esta meta tan importante para mí.

María Deni Saavedra Ruíz.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios todo poderoso por fortalecerme, con mi salud y formación académica, a mis padres por su infinito apoyo, su esfuerzo y dedicación para apoyarme a culminar con mi carrera universitaria, a mis hermanos por sus alientos durante las etapas de mi formación profesional.

Ocas Flores José Wilmer.

Agradezco a Dios por darme vida y salud también agradezco a mis familiares (padres, esposo y hermanos(as)) por apoyarme a culminar mis estudios. Asimismo, agradezco a la universidad por darme la gran oportunidad de pertenecer a su gran familia y a mi asesor por su gran apoyo y guiarme en esta etapa de mi formación profesional.

María Deni Saavedra Ruíz

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Índice de contenidos	3
Índice de tablas	1
Índice de figuras	4
I. INTRODUCCIÓN	8
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA	32
3.1 Tipo y diseño de Investigación	32
3.2 Variables y operacionalización	35
3.3 Población, muestra y muestreo	40
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	44
3.5. Procedimientos	44
3.6 Método de Análisis de Datos	79
3.7 Aspectos éticos	80
IV. RESULTADO.....	81
V. DISCUSIÓN.....	110
VI. CONCLUSIONES	115
VII. RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
ANEXOS	125
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA	125
ANEXO 2. ACTAS.....	127
ANEXO 3. RED VIAL NACIONAL DEL PERU	129
ANEXO 4: RED VIAL DE CAJAMARCA.....	130
ANEXO 5. PANEL FOTOGRAFICO DE CALICATAS, ENSAYOS Y OTROS.	131
ANEXO 6: PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS.	147
ANEXO 7: PLANO DE PERFIL ESTRATIGRAFICO	148
ANEXO 8. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	149

ANEXO 9. FICHA TÉCNICA DE MEGASOIL..... 249

Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones técnicas y parámetros de estabilizadores.....	27
Tabla 2. Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y su aplicación según región.....	28
Tabla 3. Clasificación de los polímeros.....	29
Tabla 4. Diseño de investigación experimental.....	33
Tabla 5 Matriz de operacionalización de variables.....	39
Tabla 6. Coordenadas de calicatas.....	45
Tabla 7. Vista de exploración de primera calicata (C-1) correspondiente al km 20+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.....	46
Tabla 8 Vista de exploración de primera calicata (C-2) correspondiente al km 21+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.....	46
Tabla 9. Vista de exploración de primera calicata (C-3) correspondiente al km 22+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.....	47
Tabla 10. Vista de exploración de primera calicata (C-4) correspondiente al km 23+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.....	47
Tabla 11. Vista de exploración de primera calicata (C-5) correspondiente al km 24+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.....	48
Tabla 12. Vista de exploración de primera calicata (C-6) correspondiente al km 25+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.....	48
Tabla 13. Relación de ensayos de mecánica de suelos.....	54
Tabla 14. Vista de secado de la muestra en el horno por 48 horas.....	56
Tabla 15 Vista del aditivo aceite sulfonado (Proes).....	58
Tabla 16. Pasos de realización de ensayos de Limites de Atterberg.....	62
Tabla 17. Método A, B y C del Proctor modificado.....	65
Tabla 18. Secado de muestras para determinar la cantidad de agua.....	67
Tabla 19. Proceso de elaboración del ensayo de CBR.....	70
Tabla 20. Ensayos de CBR con aditivo químico (Aceite Sulfonado).....	74
Tabla 21. Ensayos de CBR con aditivo químico (Polímeros).....	75
Tabla 22. Ensayos de CBR con aditivo Natural (Agave Azul).....	76

Tabla 23. <i>Ensayos de CBR con aditivo natural (Penca de Tuna).</i>	77
Tabla 24. <i>Saturación y Penetración de CBR con aditivos.</i>	78
Tabla 25. <i>Resumen de ensayos de humedad en estado natural</i>	81
Tabla 26. <i>Resumen de ensayos de granulometría en estado natural</i>	82
Tabla 27. <i>Resumen de ensayos de límites de atterberg en estado natural</i>	86
Tabla 28. <i>Resumen de ensayos de proctor modificado en suelo natural</i>	90
Tabla 29. <i>Resumen de ensayos de CBR en estado natural</i>	95
Tabla 30. <i>Características físicas del suelo en estado natural</i>	95
Tabla 31. <i>Características mecánicas del suelo en estado natural</i>	96
Tabla 32. <i>Descripción del tipo de suelos</i>	96
Tabla 33. <i>Resumen de ensayo Proctor modificado de la muestra con la incorporación de ceniza de agave azul más cemento.</i>	97
Tabla 34. <i>Resumen de ensayo proctor modificado de la muestra con la incorporación de mucilago de penca de tuna más cemento.</i>	98
Tabla 35. <i>Resumen de ensayo proctor modificado de la muestra con la incorporación de polímero (Megasoil) más cemento.</i>	98
Tabla 36. <i>Resumen de ensayo Proctor modificado de la muestra con la incorporación de aceite sulfonado (Proes) más cemento.</i>	99
Tabla 37. <i>Resumen de ensayo de CBR al 95% – 100% de compactación del suelo con la incorporación de aceite sulfonado + cemento.</i>	99
Tabla 38. <i>Resumen del ensayo de CBR al 95% – 100% de compactación del suelo con la incorporación del aditivo químico polímero en polvo seco (MEGASOILD). + cemento.</i>	100
Tabla 39. <i>Resumen de ensayo de CBR al 95% – 100% de compactación del suelo con la incorporación del aditivo natural agave azul + cemento.</i>	100
Tabla 40. <i>Resumen del ensayo de CBR al 95% – 100% de compactación del suelo con la incorporación del aditivo natural agave azul + cemento.</i>	101
Tabla 41. <i>Requerimientos Físico-Químicos Mínimos de la Calidad del Agua</i>	101
Tabla 42. <i>Resultados de pH en los suelos</i>	102
Tabla 43. <i>Datos de CBR menores a 6%, mejorados con polímeros.</i>	106
Tabla 44. <i>Datos del CBR después del mejoramiento.</i>	107

Tabla 45. <i>Comparación de resultados de proctor modificado de la muestra con la incorporación de aditivos.</i>	107
Tabla 46. <i>Comparación de resultados de relación de soporte California – California Bearing Ratio (CBR) de 0.1” al 95% de la MDS de la muestra con la incorporación de aditivos.</i>	108
Tabla 47. <i>Comparación de Resultados CBR al 0.1” al 95%</i>	115
Tabla 48. <i>Comparación de Resultados CBR al 0.1” al 95%</i>	116

Índice de figuras

Figura 1. Partes de pavimento	25
Figura 2. Técnicas de estabilización de suelos	26
Figura 3. Proceso de dosificación de aditivo Proes.	30
Figura 4. Población.....	41
Figura 5. Muestra.....	42
Figura 6. Vista de punto inicial del tramo de la muestra KM 0+000. Cajamarca – Chetilla.	43
Figura 7. Vista del fin del tramo de la muestra KM 25+000. Cajamarca – Chetilla.	43
Figura 8. Planta de penca de tuna (Nopal).....	49
Figura 9. Vista de corte de la penca de una.....	50
Figura 10. Vista de obtención del mucilago de tuna	51
Figura 11. Vista del secado de agave azul (Agave Americano)	51
Figura 12. Vista del Proceso del quemado del agave para obtener la ceniza.	52
Figura 13. Vista de la ceniza obtenida de Agave Azul	52
Figura 14. Vista del aditivo polímero en polvo seco (Megasoil)	53
Figura 15. Vista del aditivo aceite sulfonado (Proes).....	54
Figura 16. Gráfica de Límites líquido calicata C-1, km 20+000.....	83
Figura 17. Gráfica de Límites líquido calicata C-2, km 21+000.....	83
Figura 18. Gráfica de Límites líquido calicata C-3, km 22+000.....	84
Figura 19. Gráfica de Límites líquido calicata C-4, km 23+000.....	84
Figura 20. Gráfica de Límites líquido calicata C-5, km 24+000.....	85
Figura 21. Gráfica de Límites líquido calicata C-6, km 25+000.....	86
Figura 22. Grafica de Curva de compactación (C-1, km 20+000).	87
Figura 23. Grafica de Curva de compactación (C-2, km 21+000).	88
Figura 24. Grafica de Curva de compactación (C-3, km 22+000).	88
Figura 25. Grafica de Curva de compactación (C-4, km 23+000).	89
Figura 26. Gráfica de Curva de compactación (C-5, km 24+000)	89

<i>Figura 27. Gráfica de Curva de compactación (C-6, km 25+000)</i>	90
<i>Figura 28. Gráfica de Curva de CBR (C-1, km 20+000)</i>	91
<i>Figura 29. Gráfica de Curva de CBR (C-2, km 21+000)</i>	92
<i>Figura 30. Gráfica de Curva de CBR (C-3, km 22+000)</i>	92
<i>Figura 31. Gráfica de Curva de CBR (C-4, km 23+000)</i>	93
<i>Figura 32. Gráfica de Curva de CBR (C-5, km 24+000)</i>	94
<i>Figura 33. Gráfica de Curva de CBR (C-6, km 25+000)</i>	94
<i>Figura 34. Gráfico de comparación de densidad seca y optimo contenido de humedad</i>	108
<i>Figura 35. Gráfico de comparación de ensayos CBR de 0.1" al 95% de los aditivos estudiados.</i> ...	109

RESUMEN

Esta investigación se realizó, con el propósito de mejorar las características fisicomecánicas de la subrasante del camino vecinal Cajamarca - Chetilla, proponiéndose como objetivo general evaluar el efecto de la estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca – 2022, para ello se realizaron 06 calicatas para la obtención de muestras del suelo en la carretera, para posteriormente, realizar los diferentes tratamientos y dosificaciones con los aditivos.

El proyecto de investigación viene a ser de tipo aplicada con un diseño cuasiexperimental y de enfoque cuantitativo, para lo cual se realizó ensayos estándares (límites de atterberg, granulometría, humedad) y especiales (CBR, Proctor Modificado). para poder determinar sus características fisicomecánicas de la subrasante del tramo en estudio, tomando como población al camino vecinal Cajamarca - Chetilla teniendo una longitud de 35.20 km, tomando como muestra al tramo entre los km 20+000 al km 25+000.

Finalmente se llega a la conclusión que el aditivo con mayor CBR fue el polímero en polvo seco (MEGASOIL), con una dosificación óptima de (0.040kg/m³ + 1.50% de cemento), del CBR de 01 pulgada al 95% dando como resultado 21.60%, en el cual se determina que el suelo con la incorporación de 0.040kg/m³ de polímero + 1.5% de cemento el CBR aumenta en 18.5% con respecto a la muestra en estado natural.

Palabras Claves: Estabilización de suelos, subrasante, polímeros, aceite sulfonado, penca de tuna y agave azul.

ABSTRACT

This research was carried out with the purpose of improving the physical-mechanical characteristics of the subgrade of the Cajamarca - Chetilla neighborhood road, with the general objective of evaluating the effect of soil stabilization through chemicals (Sulfunated Oil and Polymers) and natural ones (Agave Azul and Penca de Tuna), Cajamarca – 2022, for which 06 test pits were made to obtain soil samples on the road, to later carry out the different treatments and dosages with the additives.

The research project is of an applied type with a quasi-experimental design and a quantitative approach, for which standard tests (Atterberg limits, granulometry, humidity) and special tests (CBR, Modified Proctor) were carried out. in order to determine its physical-mechanical characteristics of the subgrade of the section under study, taking as population the Cajamarca - Chetilla local road having a length of 35.20 km, taking as a sample the section between km 20 + 000 to km 25 + 000.

Finally, it is concluded that the additive with the highest CBR was the polymer in dry powder (MEGASOIL), with an optimal dosage of (0.040kg/m³ + 1.50% of cement), of the CBR of 01 inch at 95%, resulting in 21.60%, in which it is determined that the soil with the incorporation of 0.040kg/m³ of polymer + 1.5% of cement increases the CBR by 18.5% with respect to the sample in its natural state.

Keywords: Soil stabilization, subgrade, polymers, sulfonated oil, prickly pear and blue agave.

I. INTRODUCCIÓN

El MTC, por intermedio de Provías Nacional, en el año 2021 llegó a incorporar más de 239 km de carreteras ya pavimentadas a la Red Vial Nacional, recolectando 22,623 km en total de carreteras asfaltadas, un promedio de 83.7% de la Red Vial Nacional. En el 2021, su inversión alcanzó S/ 3400 millones, el cual significa una recuperación en la ejecución de obras de un 20% aproximadamente respecto al 2020, en este periodo fue afectado por la Covid-19. Pero a pesar de las circunstancias, Asimismo, se realizó trabajos de mejoramientos y rehabilitaciones en novecientos kilómetros. (Plataforma digital única del estado peruano, 2022).

Bull (2003) señala que las redes viales son esenciales para llegar a todas partes que conforman un territorio, pero éstas suelen desgastarse lo que complica la conexión que deberían tener entre sí.

El crecimiento poblacional es incontrolable; en el Perú, en el 2021 se contó con más de treinta y tres millones treinta y cinco mil trescientos cuatro habitantes, de los cuales el 66.1% entre 15 y 59 años de edad, los cuales están caracterizados por pertenecer en su mayoría a la población económicamente activa del territorio nacional y que por las actividades que desempeñan, se ven obligados a movilizarse mediante vehículos; por ello es indispensable contar con un servicio de transitabilidad vehicular óptimo que los respalde y resguarde en su recorrido. INEI, (2019).

A nivel regional, en caminos vecinales si bien es cierto el mejoramiento de los suelos depende las características que conserva el camino, el programa al desarrollo vial es por parte de las autoridades dentro su competitividad, utilizando estabilizadores con insumos que puedan brindar estabilidad, sobre todo la eficiencia necesaria que implique ahorro en los costos.

Además, en muchos lugares de la región los caminos vecinales, se encuentran en muy malas condiciones (altamente dañados), provocando así un tránsito inconfortable, que

repercute en la salud de los conductores y pasajeros, lo cual ocasiona accidentes; es por eso que, como propuesta de solución ante esta problemática habitual, se planteó evaluar el suelo del camino vecinal del tramo Cajamarca - Chetilla y para mejorar la subrasante del suelo existente se empleará estabilizadores químicos y naturales de la zona con el propósito de mejorar la características fisicomecánicas de la subrasante sin necesidad de emplear material de préstamo ya que muchas ocasiones es un problema encontrar canteras con los requisitos estipulados por la norma del MTC (E.G 2013).

Atarama (2015) precisa que los gastos económicos que requiere la construcción de redes viales, del mismo modo su mantenimiento rutinario a la construcción en proyectos factibles en zonas con baja afluencia vehicular. En respuesta a este problema, actualmente se usa la tecnología para realizar las habilitaciones de los caminos y tenga una buena transitabilidad a bajo costo, como la utilización de soluciones básicas (aditivos).

La utilización estabilizadores naturales (Agave Azul y Penca de Tuna) sería una alternativa de solución para problemas de estabilización de suelos arcillosos, donde en construcciones tradicionales se realiza el cambio con agregados selectos los cuales son compactados, para logra estabilizar suelos arcillosos o de baja capacidad portante. Además, estos estabilizadores naturales que abundan en la zona, ya que siendo utilizados ayudan a optimizar costos y que benefician y aportan de manera positiva para este tipo de problemas.

El proyecto de investigación, centra su atención en el camino vecinal, Cajamarca - Chetilla, ubicada en la Provincia de Cajamarca, vía de gran importancia para el desarrollo de actividades económico-sociales de los centros poblados y localidades que se conectan a esta vía, la cual actualmente se encuentra como trocha carrozable, siendo esto una realidad en diferentes distritos de región Cajamarca; esta problemática genera una necesidad realizar algún mejoramiento mediante la ingeniería que en dicho lugar requiere en su infraestructura. Esto beneficiará de alguna manera en forma económica

y social a los centros poblados y localidades aledañas, así como en aumento de sus actividades comerciales, de comunicación, turismo, seguridad en el transporte y otros factores que son beneficiosos, así como de su desarrollo en estas localidades. El cual tiene la finalidad de tener una mayor visión sobre el proyecto a investigar se ha formulado el siguiente problema general ¿De qué manera Influye los estabilizadores de suelos mediante químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna) con las 4 muestras por aditivo con una adición de cemento en la subrasante Cajamarca - 2022? con los siguientes problemas específicos: a) ¿Cuál es la dosificación óptima de los estabilizadores de suelos mediante químicos y naturales con las 4 dosificaciones, Aceite sulfunado (0.35lts/m³ con una adición de cemento al 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%), Polímeros (0.040kg/m³ con adición de cemento de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%), Agave azul (2%, 4%, 6% y 8%) y Penca de Tuna (2.5%, 4.00%, 6.50% y 8.00%) Cajamarca-2022? b) ¿De qué manera el uso de los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) influyen en el diseño del espesor del pavimento Cajamarca-2022?, c) ¿Cuál de los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) influye en el resultado de la capacidad de soporte (mayor CBR) del diseño de pavimentos Cajamarca-2022?

El objetivo general del proyecto de investigación es evaluar el efecto de la estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca -2022; los objetivos específicos son: a) Determinar la dosificación óptima de los estabilizadores de suelos mediante químicos y naturales con las 4 muestras por aditivo que se realizaran en laboratorio, Aceite sulfunado (0.35lts/m³ con una adición de cemento al 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%), Polímeros (0.040kg/m³ con adición de cemento de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%), Agave azul (2%, 4%, 6% y 8%) y Penca de Tuna (2.50%, 4.00%, 6.50% y 8.00%) Cajamarca-2022, b) Definir si el uso de los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) influyen en el diseño del espesor del pavimento Cajamarca-2022, c)

Evaluar y comparar los resultados de la capacidad portante (mayor CBR) los estabilizadores químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) usados en el tramo Cajamarca-2022.

El proyecto de investigación se sustenta en una justificación teórica debido a que se incorpora conocimiento científico sobre las propiedades del suelo, los cuales contribuyen a la investigación. De igual forma, se conoce que los estabilizadores con aditivos (químicos y naturales) empleados en el rubro de la construcción, esto se debe a que posee características para mejorar las propiedades del suelo (físico mecánicas). Para la estabilización de un suelo se requiere materiales como el cemento, aditivos químicos (Aceite Sulfonado y polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), materiales que ayudan a mejorar sus características físico-mecánicas de suelos blandos.

También se detalla una justificación metodológica ya que este proyecto tubo la finalidad de realizar el estabilizado del suelo de la subrasante a nivel de CBR, con la dosificación adecuada que beneficiara con el espesor del pavimento al momento de realizar el diseño, para un mejoramiento de suelos adecuado en dicha zona. Para ello se realizaran pruebas en laboratorio realizando Ensayos estándares (Humedad natural, granulometría, límites de atterberg) y especiales (Proctor y CBR) del suelo natural y con la adición de estabilizadores utilizando aditivos químicos y naturales: Aceite sulfonado (0.35lts/m³ con una adición de cemento al 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%), Polímeros (0.040kg/m³ con adición de cemento de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%), Agave azul (2%, 4%, 6% y 8%) y Penca de Tuna (2.5%, 4.00%, 6.5% y 8.0%), posteriormente a los ensayos en laboratorio se realizara un análisis y comparación para obtener una dosificación optima y llegaremos a las conclusiones con el aditivo que presente el resultado con el más alto a nivel de CBR, además las mejores condiciones técnicas y económicas que beneficiaran a las comunidades, este informe de investigación será de gran aporte y servirá como guía para investigadores y lectores que tengan interés en desarrollar algún trabajo similar.

El proyecto de investigación comprende una justificación práctica debido a que se pretenderá hacer demostraciones de manera eficaz e innovadora al utilizar aditivos para mejorar el suelo de la subrasante del camino vecinal tramo Cajamarca – Chetilla, mediante aditivos químicos (Aceite sulfunado y polímeros) y naturales (Agave azul y penca de Tuna), los cuales aportan con el mejoramiento de sus propiedades Fisicomecánicas del suelo, Del mismo modo, se aprovecharían estos recursos naturales de la zona (Agave Azul, penca de tuna), que al mismo tiempo ayudan a disminuir los impactos ambientales al igual que los aditivos químicos no son contaminantes para el medio ambiente.

Finalmente, la investigación presenta una justificación socioeconómica ya que el mejoramiento del suelo de la subrasante del camino vecinal tramo Cajamarca – Chetilla, mediante aditivos químicos y naturales, genera un crecimiento social ya que para el desarrollo y bienestar de cualquier región o país dependiendo de sus vías de comunicación, caminos vecinales y carreteras para poder transportarse con sus productos a los mercados, de esta mantenerse comunicados y enlazados entre comunidades.

Asimismo, la presente investigación permite conocer si las propiedades mecánicas de la infraestructura vial a implementar con la correcta aplicación y administración de los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna) son mejores que las características fisicomecánicas del suelo original. De esta manera se podrá conocer la importancia que pueda tener los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), serán considerados para futuros proyectos y que se denota el valor agregado como buena alternativa y eficiente en los resultados de la correcta administración. Los resultados positivos tanto en sus propiedades mecánicas como en la optimización de recursos económicos y materiales, implicaría un ahorro significativo en el proyecto, siendo de esta manera beneficioso a todos en conjunto, tomando en cuenta a la

población que se beneficiaría en el desarrollo de su comunidad en las actividades que desempeñan con mayor fluidez.

Ante lo expuesto, se planteó la siguiente hipótesis general se evaluaría el efecto de la estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca -2022; con los siguientes hipótesis específicas: a) Se determinaría la dosificación óptima de los estabilizadores de suelos mediante químicos: Aceite Sulfonado (0.35lt/m³ con el 1.50% de cemento) y Polímeros con (0.040kg/m³ y 1.50 de cemento) y los naturales :Agave Azul (6%) y Penca de tuna (6.5%) Cajamarca-2022 b) Según la dosificación óptima de los estabilizadores tanto químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) influyen en el diseño del espesor del pavimento de manera que si a mayor CBR menor será el espesor del pavimento ya que se realizara un mejoramiento de suelos que beneficia al momento de realizar nuestro diseño de pavimentos Cajamarca-2022, c) Se evaluaría los resultados de la capacidad de soporte (mayor CBR) los estabilizadores químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) usados en el tramo Cajamarca-2022.

II. MARCO TEÓRICO

En el siguiente proyecto de investigación se ha procedido a la recopilación trabajos previos a nivel internacional como los siguientes:

Tauste (2020) realizó su investigación en Granada, denominado *Estudio de viabilidad del uso de polímeros reciclados para la mejora estructural de infraestructuras de transporte*, su objetivo fue el estudio de la viabilidad de la utilización de polímeros de origen reciclado como opción económica y sostenible en la mejora de la capacidad estructural en infraestructuras de transporte. Para el estudio se emplearon materiales bituminosos con propiedades estructurales mejoradas, entre ellos el polímero lineal de baja densidad (LDPE) que procede de reciclajes domésticos, así como de residuos de geomembrana (LDPE GEO) y de betunes con polvo de neumático fuera de su vida útil (PNFVU). De esa forma se realizaron las comparaciones y análisis de los materiales que se aplicaron en el estudio si aporta positivamente en las propiedades y también la factibilidad en lo económico, resultando que tiene un ahorro de forma significativa, teniendo que las dos mejores y óptimas son con la incorporación de polietileno y polvo de caucho reciclado, en un optimización en el costo de la mezcla en un 13%, por otra parte los datos de vida de fatiga de los materiales, siendo la mezcla de mayor vida útil entre el polietileno y caucho reciclado con un incremento de durabilidad de 292%. Se llega a la conclusión que, desde un punto de vista del empleo de polímeros, al ser usado en vías convencionales permite la reutilización potencial y las interacciones entre ligantes y polímeros reciclados garantizarían la estabilidad de los ligantes modificados, con contenido óptimo de polietileno en un 5% de peso ligante.

Nieto (2019) realizó el siguiente trabajo de investigación titulado, *Evaluación del empleo de aditivos con químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos de bajo volumen de tránsito*, el cual su objetivo fue determinar la garantía del aditivo B y el aditivo P adicionando estabilizadores tradicionales y estabilizadores mecánicos de tres suelos limosos de la zona sur de Chile mediante un procedimiento

específico; de tipo de investigación experimental; se evaluó aditivos químicos no tradicionales para mejorar las características de los limos con ceniza y aditivo químico; concluyendo que los elementos utilizados como los componentes tradicionales, cal viva y cemento Portland, incrementan la capacidad portante y resistencia de suelos pantanosos, determinando su efectividad teniendo el mayor valor de CBR en 59.7% para materiales granulares, así mismo se percibió ampliación del módulo y resistencia de los materiales posteriormente a la duración del tiempo de reacción de las mezclas. En el resultado se obtuvieron un Suelo Borde con 30% material granular.

Azura and Adnan (2019) in his scientific article: An Overview of Traditional and Non-Traditional Stabilizers for Soft Soils, which aims to compare the advantages and disadvantages between traditional and non-traditional stabilizers, as validity agents for soft soils. and a critical review of polymers and lignosulfonates, as a verification agent. The level of research was descriptive. The author concludes that both methods have their own advantages and disadvantages. However, the non-traditional stabilizer has more advantages than the traditional stabilizer in terms of environmental problems and in terms of engineering properties and its chemical composition, the author states that the polymer is the most outstanding stabilizer in the non-traditional casing for treatment of clay or soft soils, in this way it is stated that the polymer can give the best result either the polymer alone or combined with another stabilizer such as cement and lime.

Soltani, Deng, Taheri, and Mirzababaei (2019). Indicaron a través de un estudio para el International Journal of Pavement Engineering, titulado *Sulfonated Oil for the Stabilization of Expansive Soils* donde se enfocaron principalmente en el estudio de la influencia de un agente de aceite sulfonado que fue fabricado con el propósito de tratar un suelo altamente expansivo, cuya investigación se realizó a través de un extenso programa experimental. Se realizaron un total de 6 dosificaciones, entre ellas las siguientes: 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1, 1,25% y 2,5%. Qué pruebas se produjeron que incluyeron un edómetro de carga de hinchamiento, resistencia a la compresión no

confinada y pruebas constantes de humectación y secado. La certeza con el Aceite Sulfonado tuvo un cambio y así se modificó modificando el comportamiento mecánico del suelo para mejorar las características de expansión y resistencia. Las características de expansión y resistencia dependen directamente de la cantidad adecuada u óptima de Aceite Sulfonado. Concluyendo que la concentración óptima de Aceite Sulfonado es de 1.25, rindiendo resultados beneficiosos y mejorados en la certeza de los suelos que aumentan la resistencia y se mantienen duros bajo la influencia del humedecimiento y secado alternativamente.

Llumitasig y Siza (2017) Realizaron su trabajo de investigación *“Estudio a la compresión de adobes artesanales estabilizado con paja, estiércol, savia de penca tuna, sangre de toro y evaluación de su desempeño sísmico empleando un modelo a escala”* en la *Universidad Técnica de Ambato, Ecuador*, proponiéndose como objetivo general alcanzar la resistencia a la compresión del adobe aplicando diferentes aditivos naturales, pero uno de ellos fue como primordial la savia de penca de tuna. En la muestra que se empleó el polímero en sus adobes el cual lo vuelve impermeable frente a la lluvia. Y también influye altamente en sus dosificaciones y la forma de la obtención del producto para ello se remoja de 14 a 21 días y así poder conseguir el mayor beneficio en cuanto a sus propiedades físicas.

Ayala (2017) realizó una investigación en Zamborondón cuyo título fue *“Estabilización y control de suelos expansivos empleando polímeros”*, teniendo como objetivo general de lograr una estabilización adecuada de suelos expansivos mediante la utilización de polímeros. Se buscó suelos expansivos en territorios en el Ecuador para determinar un lugar en específico para el análisis del suelo, siendo utilizado para los ensayos de laboratorio y el porcentaje óptimo de polímeros. Determinando que la influencia del polímero fue de forma eficiente con sus propiedades físicas y mecánicas en suelos expansivos, así mismo se evidenció en los ensayos de Atterberg, límite de plasticidad el índice de plasticidad, en donde el límite líquido menguó a razón de 21.43%, 36.69%

y 30.69% respecto a las tres muestras empleadas. Concluyendo que con el valor de 1.5% de polímeros podría controlar el cambio de volumen de los suelos expansivos hasta en un 91.5%, anulando de esta manera la expansividad de los suelos y que mediante el ensayo de expansión controlada el polímero anula la presión que ejerce el suelo expansivo hasta en 94.1%, esto cuando se tiene contacto con el agua.

En la búsqueda a nivel nacional se ha encontrado los siguientes trabajos:

Luna y Quispe (2021), en su trabajo de investigación “*Fibra de Agave. A que se tratará con oxido de calcio para estabilizar suelos arcillosos en la subrasante de pavimentos en la ciudad de Cusco*”, proponiéndose como objetivo de determinar la aportación de la fibra del agave y el óxido en los suelos arcillosos, realizando ensayos especiales, para ellos se hicieron 3 calicatas para la obtención de las muestras de suelo, para los diferentes tratamientos y dosificaciones con oxido de calcio. El método de investigación es de carácter científico. Su proyecto fue de tipo aplicada con un diseño de carácter experimental ya que se realizaron diferentes tratamientos del suelo con el fin de encontrar el % óptimo de Agave Americana y Oxido de Calcio para estabilizar suelos expansivos en la subrasante de pavimentos. La población fue tomada al suelo de la calle Pachacútec en la provincia de Cusco, en la muestra utilizaron 55 ensayos de muestras de suelo con agave americana tratadas con oxido de calcio. Finalmente se concluye, que las fibras de agave tratada con oxido de calcio tiene resultados positivos para estabilizar suelos arcillosos

Sánchez (2021), En su presente trabajo de investigación titulado “*Incorporación de mucilago de tuna para mejorar las características de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021*”, tuvo como objetivo evaluar el efecto que causaría el mucilago de tuna en las características de la subrasante en la calle Nieto - Miranda, para poder alcanzar el objetivo, se procedió mezclar el mucílago con la penca de tuna en 4 dosificaciones como indica la norma, se usó el (0%, 1.5%, 3%, y 4.5%). De hicieron ensayos básicos y especiales en el suelo. Su resultado fue positivo

disminuyendo el IP, de 0.0% al 4.5% de mucilago de tuna y el aumento de la máxima densidad seca. También la humedad optima fue de 0.0% al 3.0% de mucilago de tuna. En conclusión, todos los resultados son positivos.

Efus (2020) en su investigación académica, *Estabilización química mediante el empleo de aceite sulfonado y permazyme en la carretera no pavimentada Chacco – Muruncancha, del Distrito de Quinua Provincia de Huamanga*, tuvo como objetivo de estudiar el efecto de la estabilización química empleando aditivo químico aceite sulfonado y permazyme en caminos vecinales. Su investigación fue de tipo aplicada, tomando como muestra a la carretera sin pavimentar Chacco – Muruncancha, ubicada en el distrito Quinua provincia de Huamanga – Ayacucho. Los resultados señalaron que para un CBR de suelo natural más la adición del aditivo aceite sulfonado (0.04 lt/m³, 0.07 lt/m³, 0.09 lt/m³), el CBR tiene como resultado (49.60%, 55.90%, 60.30%). Asimismo, el ensayo de Proctor modificado aumentó en cuanto a la muestra patrón con una MDS de (2gr/cm³), asimismo el contenido de humedad Optimo de (6.5%), al incorporarse con Aceite sulfonado con la siguiente dosificación (0.04lt/m³, 0.07lt/m³, 0.09 lt/m³) de esta manera lográndose obtener una Máxima densidad seca de (2.014 gr/cm³), (2.007gr/cm³), (2.018gr/cm³) y un contenido Optimo de humedad de 6.80%, 7.20%, 7.00% respectivamente. Concluyendo que al adicionar aceite sulfonado con la dosificación antes mencionada aumento significativamente el CRB en comparación con la muestra patrón en 17.0%, aumentando satisfactoriamente la resistencia del suelo.

Chávez (2018) realizo el siguiente trabajo de investigación *Estudio comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos para caminos vecinales - 2018*, proponiéndose el siguiente objetivo general, evaluar de qué forma el aditivo Proes y CONSOLID influye en el mejoramiento de suelos realizados para el camino de bajo volumen de tránsito, Cedro Pampa – Villa Rica, para el tramo km 0+750.00 al km 1+750.00 en el distrito de Villa Rica provincia de Oxapampa, los cuales se obtuvieron mediante 2 calicatas con una profundidad a 1.5 m, de manera intercalada, con las siguientes dosificaciones con estabilizador Proes con 0.30l/m³ para

50.0 kg/m³ de cemento portland y 0.35l/m³ para 50Kg/m³ de cemento portland, mientras que, el aditivo estabilizador Consolid 444 y Solidry, a dosificaciones de Consolid 444 al 0.0045% y Solidry de 1.50% y Consolid 444 al 0.0045% y Solidry al 2.0% del componente a utilizar, todo esto para la estabilización del suelo Arcilloso 70% y un suelo Granular 30%. El resultado obtenido de los ensayos de CBR evidenciaron mejoras de las características del suelo al hacer uso del estabilizador químico Proes, incrementando la capacidad portante (CBR) a un 95.00% de 45.70%, a comparación con el estabilizador CONSOLID obteniendo un (CBR) al 95.00% de 36.20%.

Nesterenko (2018) Realizo el proyecto de investigación *Desempeños de suelos estabilizados con polímeros en Perú*, con el objetivo de proponer un procedimiento para las estabilizaciones de suelos haciendo uso de polímeros poliácridamida de acuerdo a las normas técnicas peruanas, asimismo, determinar sus parámetros estructurales respectivos. La investigación se desarrolló su proceso en lugares con distintos tipos de equipos para su ejecución y distinto rendimiento constructivo, los cuales se realizaron en: Chiclayo, Cajamarca, Pasco, Huánuco y Pucallpa. Ejecutándose ensayos en diferentes laboratorios de las ciudades mencionadas en los cuales se realizó ensayos granulométricos, límites de atterberg, clasificaciones de suelos, contenido de humedad – MDS y CBR. cuyos resultados señalan que se observó que el CBR de los suelos estabilizados estuvieron por encima de 20% en comparación con la muestra patrón, asimismo, aumento la MDS de las muestras de suelos estabilizados en comparación con el suelo en estado natural obteniéndose un incremento de 2%. Concluyendo que al hacer uso de polímero poliácridamida es considerado de manera alternativa para estabilizar suelos con arcillosos con deficientes características de resistencia, es decir un índice de CBR < 30%.

Mendizabal (2018) en su proyecto de investigación, *Adición del Mucílago de Penca de Tuna para Estabilización Suelos Arcillosos, Chilca*, teniendo como problema de investigación, ¿Cuáles son los efectos de la subrasante al adicionar mucílago de penca de tuna para estabilizar suelos arcillosos del Jr. La Unión, Chilca-Huancayo, ¿2018?,

proponiéndose como objetivo, “determinar el efecto de la subrasante al incorporar mucílago de penca de tuna para estabilización de suelos”, teniendo como hipótesis, “los efectos en la subrasante por la incorporación de mucílago de penca de tuna para estabilización de un suelo arcilloso”, serán aceptables por el Manual del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). Su investigación es de método científico, con un tipo de investigación aplicada con un nivel descriptivo – explicativo y de diseño experimental. Tomando como población al Jr. La Unión del distrito de Chilca, de provincia Huancayo comprendida a once cuadras, tomando como la muestra no probabilística las cuadras N ° 10 y N ° 11 del Jirón la Unión. El autor llevo a la conclusión que al adicionar mucílago de penca de tuna al suelo con la dosificación antes mencionada estabilizaría a suelos arcillosos para Jirón la Unión, de esta manera, el suelo mejoraría sus características para ser aceptable y poder ser utilizado como subrasante según el manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

En la búsqueda a nivel local se ha encontrado los siguientes trabajos:

Pérez y Troyes (2021), realizaron la investigación *Efectos del estabilizador iónico y cal en la capacidad portante del suelo para la Prolongación avenida la Agricultura Chota*. Con el objetivo general de determinar sus efectos del estabilizador químico con cal, para en la capacidad portante del suelo de la prolongación la avenida agricultura de Chota. Cuya investigación es de tipo aplicada, con un diseño experimental de nivel cuantitativo, ya que los investigadores manipularon la variable independiente, la cual se manejó libremente para identificar la influencia en la variable dependiente, trabajándose con distintas dosificaciones, identificando la proporción óptima del aditivo químico a emplearse, en el cual plantean 5 tipos de dosificación que se realizaron en las muestras obtenidas, cuyas combinaciones de las dosificaciones con el estabilizador químico en 0.30 l/m³ + 3.0%, 4.0%, 5.0% y 6.0% de cal, para su evaluación, aplicación y análisis se emplearon la técnica de observación directa y análisis de datos estadísticos. Los autores concluyen que la aplicación del estabilizador iónico y cal mejora significativamente sus

características de suelos arcillosos contemplando de esta manera su estabilización, con una dosificación óptima de $0.30 \text{ l/m}^3 + 4\%$ cal hidratada, de la cual se obtiene un CBR de 12.13%, observándose un aumento de 17% a la capacidad portante, transformando un suelo con una subrasante con características óptimas.

Estrada y Pintado (2019) En su proyecto de investigación capacidad portante (CBR) en suelo del sector IX de Cajamarca, con incorporación de 2.0%, 4.0% y 6.0% de cal hidratada, 4.0%, 6.0% y 8.0% de cemento portland tipo I y 4.0%, 8.0% y 12.0% de cloruro de sodio, los autores proponiéndose como objetivo general de determinar el índice de soporte California Bearing Ratio (CBR) del suelo en el sector IX de la ciudad de Cajamarca, cuya investigación según el propósito fue de carácter aplicada, con un diseño cuasi experimental, Los autores concluyeron que con la adición de 2.0%, 4.0% y 6.0% de la cal hidratada, los resultados obtenidos fueron de 9.05%, 11.15% y 10.50% respectivamente, al adicionar cloruro de sodio en 4.0%, 8.0% y 12.0% se obtuvo un (CBR) de 4.8%, 5.1%, y 5.1%, respectivamente, con adición de cemento portland tipo I y 4.00%, 6.00%, 8.00%, se obtuvo un de CBR, de 7.00%, 7.70%, 7.70% respectivamente, los cuales influyen significativamente aumentando la capacidad de soporte (CBR) del suelo, determinando que el (CBR) aumento en un 200% en relación con la muestra en estado natural.

Salazar (2019) en su trabajo de investigación *Influencia de la adición del polímero megasoil con los porcentajes de 2.0%, 4.0%, 6.0% en el CBR del material de cantera para afirmados*, Proponiéndose como objetivo evaluar de qué manera la adición de polímero en polvo seco soluble al agua, con agregado de cantera para afirmados, influye en la capacidad portante de la subrasante de la carretera a Bambamarca-Cajamarca. La muestra de investigación fue tomada de la cantera Bazán, que se encuentra ubicada en el kilómetro 03+500, de la carretera Cajamarca-Bambamarca. Para su análisis de sus propiedades físico -mecánicas del suelo extraído, los ensayos realizados fueron se análisis granulométrico, abrasión, compactación, límites de atterberg y CBR. Dentro

estos ensayos se tomaron como muestra (0.5% de polímero en polvo seco), una muestra con 2% del polímero, otra muestra con 4% y una última con 6% de dicho polímero. Los resultados obtenidos que se evidenciaron señalan que la muestra patrón se obtuvo un CBR con un 72%, para la muestra con incorporación de 2% del polímero en polvo seco un CBR de 86%, asimismo, para la muestra con incorporación de 4% se obtuvo un CBR de 98%, mientras que para la muestra con incorporación de 6% de polímero en polvo seco se obtuvo un CBR de 105%. Concluyendo que el aditivo utilizado (polímero en polvo seco soluble al agua de Marca Megasoil) influye satisfactoriamente con la resistencia mecánica del suelo.

Fernández (2017), En su tesis, Efectos del aditivo Terrazyme para estabilización de suelos arcillosos de subrasante en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca, con el objetivo de determinar el efecto del aditivo terrazyme para estabilizar suelos arcillosos para subrasante en la zona sureste del distrito de Cajamarca-Huacariz. La metodología es de carácter inductiva, descriptiva y experimental, de carácter inductivo por que se realizó las observaciones, análisis de datos y sus clasificaciones de las muestras del suelo, Cuya metodología fue experimental por que se manipulo una variable no comprobada, se analizó las muestras de suelos en diferentes dosificaciones con aditivo terrazyme, obteniendo un 119% de aceptación del aditivo para mejorar las características del suelo. En su investigación se logró determinar la influencia que se obtiene al estabilizar suelos arcillosos con el aditivo Terrazyme con las siguientes dosis de 10, 20, 30, 40 y 60 ml, por m³ de muestra de suelo, en la zona sur-este de la expansión Huacariz - Cajamarca mejora las características de manera significativamente. Por último, cuya investigación concluye que con la adición del aditivo terrazyme incrementa de manera significativa las propiedades mecánicas del suelo en un 19%, en la ciudad de Cajamarca.

La infraestructura de la red vial a nivel nacional del Perú se encarga el Ministerio de Transporte y Comunicaciones por medio de Provias Nacional, que busca ampliar y mejorar el acceso a la red nacional y comunidades nativas, que paralelamente

comprende el acceso a la comunicación y comercio con mayor fluidez en beneficio del Perú con los demás países colindantes. En el año 2020 se logró pavimentar el 84% de la red nacional, y durante el año 2021 el MTC busca conseguir la pavimentación del 86% de la red vial a nivel nacional, así mismo en su Plan Estratégico Sectorial Multianual 2018-2024 mediante Resolución Ministerial 1029-2018 MTC/01 se proyectan a culminar al año 2030 el logro del 100% de vías pavimentadas con asfalto y/o con solución básica.

Con respecto al trabajo de investigación se analizará el suelo del tramo Cajamarca-Chetilla para mejorar las propiedades fisicomecánicas de la subrasante mediante soluciones básicas: Aditivos químicos (aceite sulfonado y polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), que previamente serán evaluados en un laboratorio de suelos y de esta manera verificar la estabilidad del suelo, no obstante, el suelo no establece las mejores condiciones y requisitos como la resistencia y durabilidad que se requieren para iniciar la construcción con las características requeridas.

Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, el suelo en mención viene a ser el acoplamiento de partículas sólidas que son a consecuencias de la desintegración física y química de alguna roca. Así mismo siguiendo en la temática del suelo la Sociedad Americana de Ingeniería Civil define al suelo como el acopio de sedimentos y partículas sólidas sin consolidar, que se han venido desintegrándose con el transcurso del tiempo de forma física y química de rocas.

Según Crespo (2004, p. 58) los suelos se encuentran divididos en dos grupos como los suelos en la cual su origen se da por la descomposición de las rocas, es decir suelos inorgánicos, y los suelos de origen orgánico. De esta manera los tipos de suelos están conformados de acuerdo con el tamaño de sus partículas:

- Gravas: son aquellas acumuladas de fragmentos de rocas que están entre 75 mm a 4.75 mm de forma redondeada y que ocupan grandes extensiones.
- Arenas: son aquellas de granos finos las cuales se encuentran entre 4.75 mm a 0.0075 mm.

- Limos: son aquellos de baja o casi nula plasticidad, dicha plasticidad según Crespo (2004) es aquella propiedad que tienen los suelos de para tener que deformarse, que pueden ser de limo inorgánico producido en las canteras (es un suelo con ciertas características utilizado como fuente de materiales) y que se encuentran los 0.075 mm a 0.005 mm.
- Arcillas: Son aquellos suelos que tienen las características de volverse plástica si son mezcladas con agua y el tamaño de sus partículas son menores de 0.005 mm.

Con respecto a la estabilización de suelos se han ido empleando la mezcla con algún componente químico u orgánico (aditivos químicos y naturales) que implica optimización de recursos y tiempo de manera eficiente conlleva a obtener los requisitos indispensables que se requieren, así como los diferentes tipos de pavimentos que se emplean según las necesidades y estudio previo de la estructura vial mencionada. Así mismo al mejorar de las características fisicomecánicas de suelos se realiza con fines de pavimentación, según lo afirma el Colegio de Ingenieros del Perú (2021) y los criterios que se utiliza en la estabilización de suelos, consideran los siguientes: tipo de suelo (AASHTO), límite líquido, índice de plasticidad, contenido de materia orgánico, sulfatos, Ph, abrasión, durabilidad, clima (Precipitación pluvial) y costo.

Como lo menciona la Universidad de Buenos Aires (s.f.) los pavimentos se encuentran formados por capas de manera decreciente, que se encuentran compuestas por carpeta de rodamiento, pudiendo ser afirmados, asfaltadas o de concreto, base y sub-base, siendo todo esto sobre la subrasante. Las capas en mención distribuyen tensiones que provienen de la parte superior de la estructura, reduciendo a valores admisibles hacia las capas inferiores y debiendo ser resistentes por sí mismas, evitando daños con el transcurso del tiempo. En la figura 1 se muestran las partes que conforman un pavimento.

Figura 1. Partes de pavimento



Fuente: Elaboración propia 2022

La subrasante, siendo la capa inferior de la estructura del pavimento comprende características físicas relacionadas con el tipo de agregado a emplear y propiedades físicas como granulometría, clasificación de suelos y relación humedad-densidad.

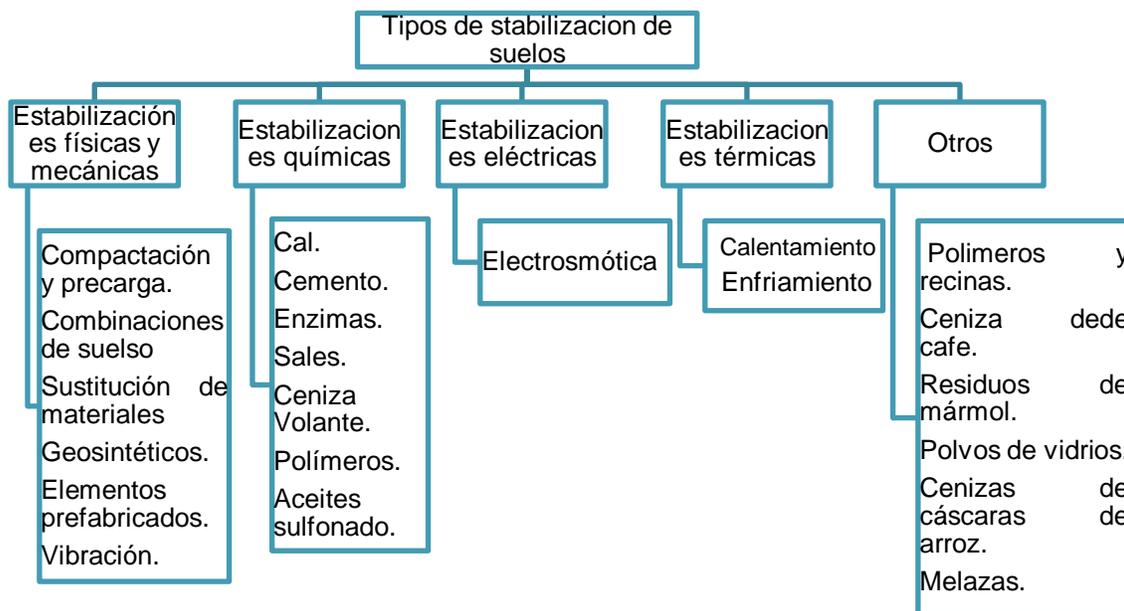
Los pavimentos requieren de ciertas evaluaciones como la evaluación estructural que se encuentran divididos en dos grupos, ensayos destructivos y ensayos no destructivos. Según Llosa (2006) los ensayos destructivos toman diversas técnicas de empleo entre ellas las calicatas, que muestra la estructura de las capas internas del suelo, pudiendo realizar ensayos de densidad “in situ”. De esta manera se logra obtener las características de manera real de los materiales que lo componen al pavimento, las cuales se garantizan su clasificación en un laboratorio de suelos, logrando recaudar información como espesor mínimo de las capas que lo conforman, contenidos de humedad, causas de deterioro de capas, densidad de las capas que lo componen. Los ensayos no destructivos se hacen mediante cargas denominadas deflexiones para obtener las características de la estructura, entre ellas las técnicas conocidas de la Viga Benkelman y mediante un deflectómetro de impacto.

El mejoramiento o estabilización de suelo según afirma Castro (2017) es referente a la manipulación de las propiedades fisicomecánicas del suelo mediante diferentes procedimientos con intervención de la mano hombre.

Para diseñar pavimentos se toma en consideración a ciertos cálculos que según la Universidad de Buenos Aires (s.f.) se considera las estructuras de ingeniería para analizar la cargas que soportaría el pavimento, con el fin de determinar de la resistencia de los materiales que se dispone. Dicho diseño comprende aspectos como el diseño de las mezclas y/o materiales y el diseño estructural o dimensionamiento del pavimento. Cuyos factores que interfiere en el cálculo del espesor son: tráfico considerándose las cargas por eje y su frecuencia de circulación, resistencia de los materiales, drenaje, vida útil para lograr realizar el diseño del pavimento.

Según Ravines (2010) la estabilización de suelos en caminos vecinales de bajo volumen de tránsito, se considera el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo como son estabilidad volumétrica, capacidad portante, permeabilidad, etc.

Figura 2. *Técnicas de estabilización de suelos*



Fuente: Castro (2017)

El presente trabajo de investigación a través de soluciones básicas se tomará en cuenta que dicha denominación se encuentra en el manual de Soluciones Básicas en carreteras

No Pavimentadas, cuya directiva aprobada mediante RESOLUCIÓN DIRECTORAL. N°-003-2015-MTC/14 fue por el ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015). Si bien es cierto que las soluciones básicas no requieren el empleo de equipos especializados como en los ensayos de laboratorio y como en la ejecución del proyecto, son técnicas opcionales que influyen en el factor técnico, ambiental y sobre todo lo económico, que implica la aplicación de estabilizadores de suelos con aditivos químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna), recubrimientos bituminosos y entre otras aplicaciones, con la finalidad que los caminos vecinales, tengan mayor vida duración y brinden confiabilidad para los transportistas, siendo implementadas en algunos casos en las redes vecinales, departamentales y nacional. De esta manera en la siguiente tabla 1 se muestran las especificaciones técnicas como los estabilizadores por emplear, así como los parámetros mínimos y/o máximos que deben cumplir los suelos estabilizados en el diseño como en la misma ejecución del proyecto.

Tabla 1. *Especificaciones técnicas y parámetros de estabilizadores*

SUELO ESTABILIZADO	PARÁMETROS
Cemento Portland	<ol style="list-style-type: none"> Resistencia a compresión simple = 1.8 MPa mín. (MTC E 1103). Humedecido-secado (MTC E 1104) <ul style="list-style-type: none"> Suelo tipo A-1; A-2-4; A-2-5; A-3 = 14% de pérdidas máximas. Suelo de tipo A-2; A-2-7; A-4; A-5 = 10% de pérdidas máximas. Para suelo A-6; A-7 = 7% de pérdidas máximas
Emulsiones Asfálticas	<ol style="list-style-type: none"> Estabilidad Marshall = 230Kg mín. (MTC E 504) Pérdidas de estabilidad después de saturación = 50% máximo. Porcentaje de trabajabilidad y recubrimiento de la mezcla estará entre 50% y 100%.
Cal	<ol style="list-style-type: none"> CBR' = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) Expansión ≤ 0.5%.
Sales	<ol style="list-style-type: none"> CBR' igual al 100% mín., CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132).

Estabilizadores químicos

(aceite sulfonado, ionizantes, polímeros, enzimas, etc.)

1. CBR' = 100% mín. (MTC E 115, MTC E 132)

2. Expansión ≤ 0.50%.

(¹) CBR correspondiente a la penetración de 0.1'

Fuente: MTC (2015)

Según la directiva anteriormente mencionada como documento único en el Perú, se ha adecuado en el ámbito nacional, porque tiene diferentes tipos de suelos según la región en donde se diseñe y ejecute la obra, además se toma en cuenta las condiciones climáticas y los tipos de agregados que se encuentran disponibles en la zona, siendo así que se detalla en la tabla siguiente tabla.

Tabla 2. *Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y su aplicación según región.*

ZONA	TIPO DE SUELO	ESTABILIZADORES PARA SUELOS
Costa (Alt: hasta 500 msnm)	Suelo granular, de baja o nula plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	<ul style="list-style-type: none"> - Sales. - Cemento Portland, Cenizas volcánicas, Puzolanas. - Emulsiones asfálticas - Productos químicos (aceite sulfonado, ionizadores, polímeros, enzimas, etc)
Sierra (Alt: entre 500 y 4800 msnm)	Suelo granular, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	<ul style="list-style-type: none"> - Cemento Portland, Cenizas volcánicas, Puzolanas. - Emulsiones asfálticas. - Productos químicos (aceite sulfonado, ionizadores, polímeros, enzimas, etc)
Ceja de selva y selva alta (Alt: entre 400 y 1000 msnm)	Suelo granular, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	<ul style="list-style-type: none"> - Cemento Portland, Cenizas volcánicas, Puzolanas. - Emulsiones asfálticas. - Cal. - Estabilizadores químicos (aceite sulfonado, ionizantes, polímero, enzimas, etc)
Selva baja (Altitud: menor a 400 msnm)	Suelo limo-arcilloso, arcilla, arcilla arenosa y arena predominantemente fina (Clasificación AASHTO: A-2-4 A-3, A-6, A-7)	<ul style="list-style-type: none"> - Cemento Portland, Cenizas volcánicas, Puzolanas. - Emulsiones asfálticas - Cal.

- estabilizadores químicos (aceite sulfonado, ionizantes, polímeros, enzimas, etc)

Fuente: MTC (2015)

Con respecto a la propuesta del presente trabajo de investigación a través de polímeros y otros aditivos químicos, son componentes formados por la unión de miles de moléculas muy pequeñas denominados monómeros, que por sus diversas características se clasifica de la siguiente forma según Montejo (2002).

Tabla 3. *Clasificación de los polímeros*

Termo-Endurecibles	Termo – Plásticos	
	Plastómeros	Elastómeros
Resinas Epoxi	Polietileno (PE)	S.B.R. (estireno-bitadieno)
Poliuretanos	Polipropileno (PP)	Caucho Natural: (Isopreno)
Poliésteres	E.V.A. (etileno-acetato de vinilo)	Caucho Artificial: Neopreno
	P.V.C. (policloruro de vinilo)	S.B.S. (estireno-butadieno-estireno)

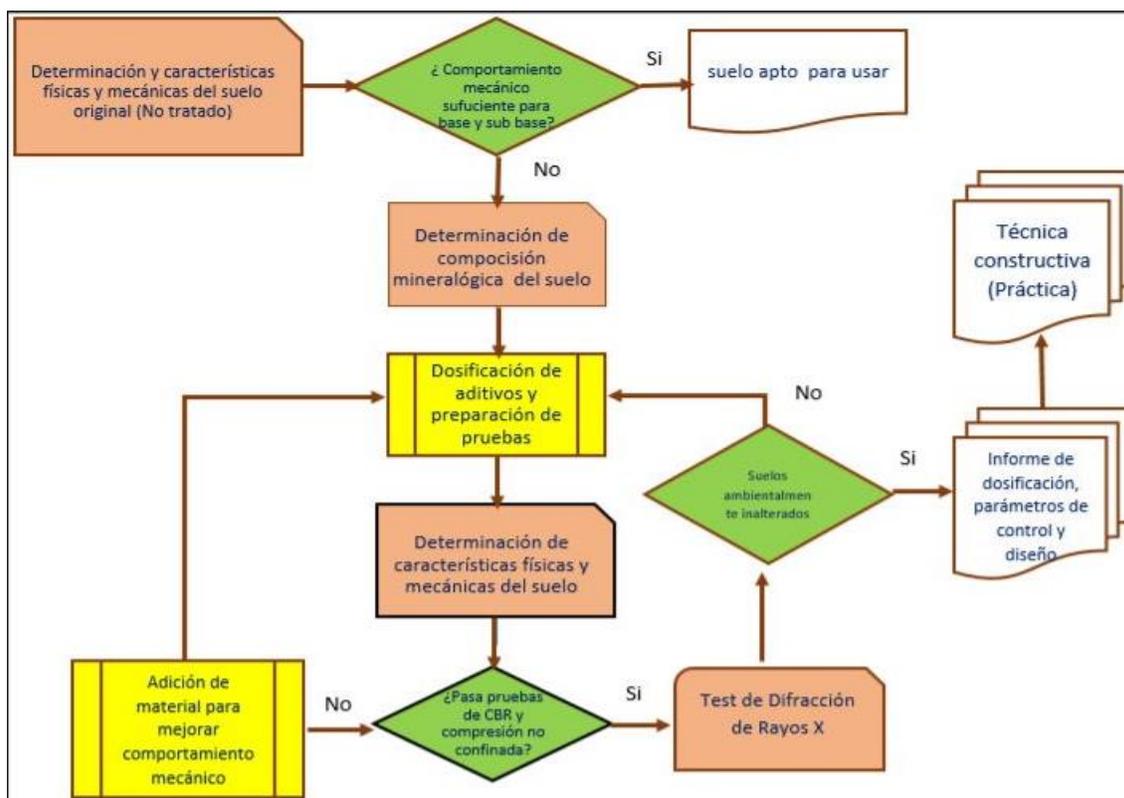
Fuente: Montejo (2002)

Los polímeros son considerados de mayor trabajabilidad en los suelos que estén estabilizados y/o mejorando, esto en el proceso constructivo y sostenible, siendo considerado según Andrews y Duffy (2008). Por otro lado, Georgees et al. (2017) cree que los polímeros son materiales no tradicionales que aumentan la densidad al máximo, así como su resistencia a la compresión no confinada. De esta manera los polímeros son utilizados para estabilizar, suelos blandos por ser más eficaces y de una manera más trabajable al comparar con los estabilizadores convencionales, pero en el MTC no se tiene definido los procedimientos constructivos para estabilización con polímeros en Perú, por lo que los fabricantes de polímeros presentan procedimientos constructivos en cambio en otros países, tal es el caso de Australia.

Los estabilizadores considerados en el presente trabajo serán aditivos químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), siendo estos en forma de diminutas partículas que son solubles en el agua.

El aceite sulfunado, que mediante su nombre comercial es Proes. Según Proestech (2010) manifiesta que sus componentes del Proes ayudan con la mejora de las características estructurales del suelo natural. Al realizar el análisis de suelos e informe de dosis, dichas estabilizaciones se realizan mediante el agregado de dosis correctas del aditivo líquido Proes que es diluidos en agua, siendo de esta una manera lograr la mezcla homogénea, y de compactar aproximadamente a un 95% de la máxima densidad seca compactada (D.M.C.S.) del espesor de la base, así mismo la dosificación de los aditivos quedaran definidos por los diseños de la ingeniería.

Figura 3. *Proceso de dosificación de aditivo Proes.*



Fuente: Proestech Perú

La comparación entre tecnología Proes de suelos y las pavimentaciones tradicionales, se denota las ventajas mecánicas de los suelos estabilizados que adquieren múltiples beneficios económicos con mencionada tecnología, optimizando material. Las consideraciones técnicas de la ficha técnica según Proes son:

- Asegurar la homogeneidad y composición adecuada en el suelo a mejorar de acuerdo con estudios y especificaciones de Proes.
- Agregar aditivo químico al suelo como cemento u otro componente considerable.
- El aditivo Proes se emplearán con dosificaciones de 0.30 a 0.35 lt/m³ de suelo mejorado a través de un camión aljibe.

Según Luna y Quispe (2021) el uso de Agave americana tratada con el óxido de calcio desde la perspectiva ambiental y social mejoraría su calidad de vida de los comuneros que habitan en el entorno del proyecto, de igual forma al emplear fibras naturales de Agave Americana ayuda en la preservación del entorno ambiental ya que son más amigables con el medio ambiente. Asimismo, se dejaría de realizar sobre explotación de canteras ya que se aprovecharía el suelo existente de la subrasante.

Según Sánchez (2021) el mucilago de nopal o penca de tuna en un componente viscoso, el cual ayuda con la mejora de las características de cohesión, cuyo método se ha venido utilizando desde tiempos muy antiguos, en los diversos tipos de construcción, una de sus cualidades es que, al imponerse el mucílago en bajas cantidades de dilución, no presenta inconvenientes con el proceso de incorporación a la mezcla de materiales. De esta manera el mucilago de tuna es una solución líquida la cual presenta un componente viscoso, que se obtiene por la extracción del mucilago de la penca de tuna, en forma de agua, el mucilago se diluye y se obtiene una disminución en su viscosidad.

III. METOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de Investigación

Tipo de investigación

El proyecto investigación que se desarrollara, es de tipo aplicada, debido a que se lograr fomentar nuevos conocimientos de aplicación directa que ayude a resolver un problema de la sociedad, como es la estabilización de suelos Cajamarca-Chetilla 2022.

Diseño de investigación

El estudio adoptará un diseño cuasiexperimental, porque se pretenderá analizar las variables y la manipulación de las mismas, siendo indispensable la variable independiente para interpretar sus repercusiones sobre la o las variables dependientes. Es por este motivo que, el diseño cuasiexperimental será el método empleado para la investigación, en vista que se empleará la manipulación de variables para poder analizar la influencia que presenta una con respecto a la otra y siendo observado en la realidad. (Nel, 2010).

Tabla 4. *Diseño de investigación experimental*

01 Grupo Experimental (G.E)	X1 (Aceite Sulfunado 0.35lt/m3 C.A.)	O1 (Cemento al 0.5%)	X1 (Aceite Sulfunado 0.35lt/m3 C.A.)	O2 (Cemento al 1.00%)	X1 (Aceite Sulfunado 0.35lt/m3 C.A.)	O3 (Cemento al 1.00%)	X1 (Aceite Sulfunado 0.35lt/m3 C.A.)	O4 (Cemento al 2.00%)
02 Grupo Experimental (G.E)	X2 (Polímeros 0.040kg/m3 de C.B.)	O1 (Cemento al 0.5%)	X2 (Polímeros 0.040kg/m3 de C.B.)	O2 (Cemento al 1.00%)	X2 (Polímeros 0.040kg/m3 de C.B.)	O3 (Cemento al 1.00%)	X2 (Polímeros 0.040kg/m3 de C.B.)	O4 (Cemento al 2.00%)
03 Grupo Experimental (G.E)	X3 (Agave Azul 2.00% de C.C.)	O1 (Cemento al 1.00%)	X4 (Agave Azul 4.00% de C.C.)	O2 (Cemento al 1.00%)	X5 (Agave Azul 6.00% de C.C.)	O3 (Cemento al 1.00%)	X6 (Agave Azul 8.00% de C.C.)	O4 (Cemento al 1.00%)
04 Grupo Experimental (G.E)	X7 (Penca de Tuna adición de 2.50% de C.D.)	O1 (Cemento al 1.00%)	X8 (Penca de Tuna adición de 4.00% de C.D.)	O2 (Cemento al 1.00%)	X9 (Penca de Tuna adición de 6.50% de C.D.)	O3 (Cemento al 1.00%)	X10 (Penca de Tuna con adición de 8.00% de C.D.)	O4 (Cemento al 1.00%)

Fuente: Elab. propia

Donde:

G.E: Grupo experimental

C.A: Aceite Sulfonado

C.B: Polímeros

C.C: Agave Azul

C.D: Penca de Tuna

X1: (Aceite Sulfonado 0.35lt/m3).

X2: (Polímeros 0.040kg/m3 de C.B.).

O1: Cemento al 0.5%)

O2: Cemento al 1.0%)

O3: Cemento al 1.5%)

O4: Cemento al 2.0%)

X3: (Penca de Tuna adición de 2.50%

X4: (Penca de Tuna adición de 4.00%

X5: (Penca de Tuna adición de 6.50%

X6: (Penca de Tuna adición de 8.00%

X7: (Agave Azul 2%

X8: (Agave Azul 4%

X9: (Agave Azul 6%

X10: (Agave Azul 8%

O1: Cemento al 1.00%)

Enfoque de investigación

En el presente estudio de investigación tendrá un enfoque cuantitativo, debido a que se centrará en el estudio de los sucesos observables dentro del contexto, así como siendo dispuestos a ser cuantificados, mediante los análisis estadísticos de los datos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Ello implica, el análisis y estudio del suelo del camino vecinal Cajamarca – Chetilla en su estado natural y con la incorporación de aditivos químicos y naturales.

Nivel de la investigación

El proyecto de investigación se presenta un nivel explicativo, debido que se pretende buscar que los aditivos químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), impacten en el mejoramiento de suelos y en el análisis del camino vecinal Cajamarca – Chetilla.

3.2 Variables y operacionalización

Variables Independientes: Aceite Sulfonado, Polímeros, Penca Azul y Penca de Tuna

Según Villasis y Miranda (2016, p. 306) las variables independientes, denominadas también variables predictoras, se debe tomar en cuenta que se intenta establecer la correlación como mínimo entre dos variables.

La operacionalización de la variable independiente se presentará de la siguiente manera:

- **Definición conceptual:**

Aceite Sulfonado: Según la Ficha técnica PROES (Aceite Sulfonado) es un aditivo que se utiliza en la estabilización de suelos y en la trata de la misma en su estado natural, que es transformado en una base impermeable, siendo resistente con CBR mayor a 100%, teniendo proceso como:

- El suelo en su estado natural con baja plasticidad.
- El aditivo PROES interviene por ionización que decreta las partículas del suelo.
- El aditivo sólido permite la unificación de las partículas.

Polímeros: Según la ficha técnica de MEGASOIL es soluble en agua, y utilizado en suelos plásticos y no plásticos, así mismo se puede emplear en suelos naturales compuesta por piedras partidas y suelos orgánicos considerado altamente expansivos.

Penca Azul: La penca de azul o Agaves americanas son plantas perpetuas que manifiestan sus raíces duras y fibrosas, presentan tallos cortos y alargados, así mismo sus hojas presentan una espina, creciendo en forma de cono sobrelapadas. (contreras y Gutiérrez, 2015).

Penca de Tuna: La tuna es una planta que contiene fibras de forma alargada y gruesa, crece superficialmente y es útil para la conservación de los suelos. Presenta gran adaptación a las condiciones del suelo y del tipo de clima que normalmente vive. (Granados y Castañeda, 2000).

- **Definición operacional:**

Aceite Sulfonado: Es un aditivo químico, y según el nivel CBR, se utiliza para mejorar el comportamiento de las propiedades mecánicas del suelo.

Polímeros: Son aditivos que se utiliza según el nivel CBR, para mejorar el comportamiento y obtener mejores características mecánicas del suelo.

Penca Azul: Son aditivos naturales que según el nivel CBR se utilizan para lograr el mejoramiento de las características mecánicas del suelo.

Penca de Tuna: Son aditivos naturales que según el nivel CBR se emplean para lograr un mejoramiento de las características mecánicas del suelo.

Dimensiones

La dimensión correspondiente a las variables independientes: Aceite Sulfonado, Polímeros, Penca Azul y Penca de Tuna, será Propiedades físico mecánico.

- **Indicadores:**

Los indicadores que se usarán para la variable independiente Aceite Sulfonado, Polímeros, Penca Azul y Penca de Tuna para la dimensión Propiedades mecanicofísicas los indicadores serán:

- CBR

- **Escala de medición:**

Este atributo para la variable será de conocimiento, y según Villasís y Miranda (2016, p. 309) citaron que la escala de razón puede ser cuantitativas continuas o infinitas. Presentan carencia de ceros en la medición, esto indica que otorga la posibilidad de separarlas, podría tomar el valor 0 como absoluto.

- CBR (%)

Variable Dependiente (Estabilización de suelos)

Según Espinoza (2018, p. 44) son aquellas que se van a ver modificadas por el efecto de las variables independientes, de esta manera, constituyen los efectos o consecuencias que dan origen a los resultados de la investigación. Para la variable dependiente se realizará la siguiente operacionalización:

- **Definición conceptual**

Estabilización de Suelos: Son técnicas que se emplean para el mejoramiento de la subrasante utilizando aditivos químicos o componentes naturales, para mejorar la resistencia a nivel de CBR. Junco del pino y Tejada (2011, p. 4.)

- **Definición operacional**

Con respecto al proyecto de investigación, se desarrollarán estudios con fines de pavimentación, debido a que, con ayuda de los estabilizadores, se busca mejorar la resistencia a nivel de CBR. Asimismo, se suministrará en diferentes porcentajes, la incorporación de estabilizadores para así realizar las pruebas correspondientes y siguiendo el reglamento del MTC (2016).

- **Dimensiones:**

Propiedades físicas y mecánicas del suelo.

- **Indicadores:**

- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- CBR

- **Escala de medición:**

- Límites de atterberg (%)
- Proctor modificado (%)
- CBR (%)

Tabla 5 *Matriz de operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Aceite Sulfunado, Polímero, Agave Azul y Penca de Tuna	Son componentes químicos en líquido, en polvo y Plantas naturales de la zona usados para estabilización de suelos naturales.	Son aditivos que se utilizan en la obtención del mejoramiento de los suelos, así como de sus propiedades mecánicas de las mismas.	Dosificación	CBR	Intervalo (%)
Estabilización de suelos	Son técnicas que se emplean para el mejoramiento de la subrasante utilizando aditivos químicos o componentes naturales, para mejorar la resistencia a Nivel de CBR. Junco del pino y Tejada (2011, p. 4.)	Es la modernización para mejorar un camino específico mediante proyectos de ingeniería.	Propiedades Fisicomecánicas	Proctor modificado CBR	Intervalo (%)

Fuente: Elab. propia

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

En un proyecto de investigación, la población la constituye un conjunto de unidades de análisis las cuales son de materia de estudio, quienes muestran alguna particularidad o características frecuentes que puedan ser información relevante por parte del investigador (Nel, 2010; Hernández, Fernández y Batista, 2010).

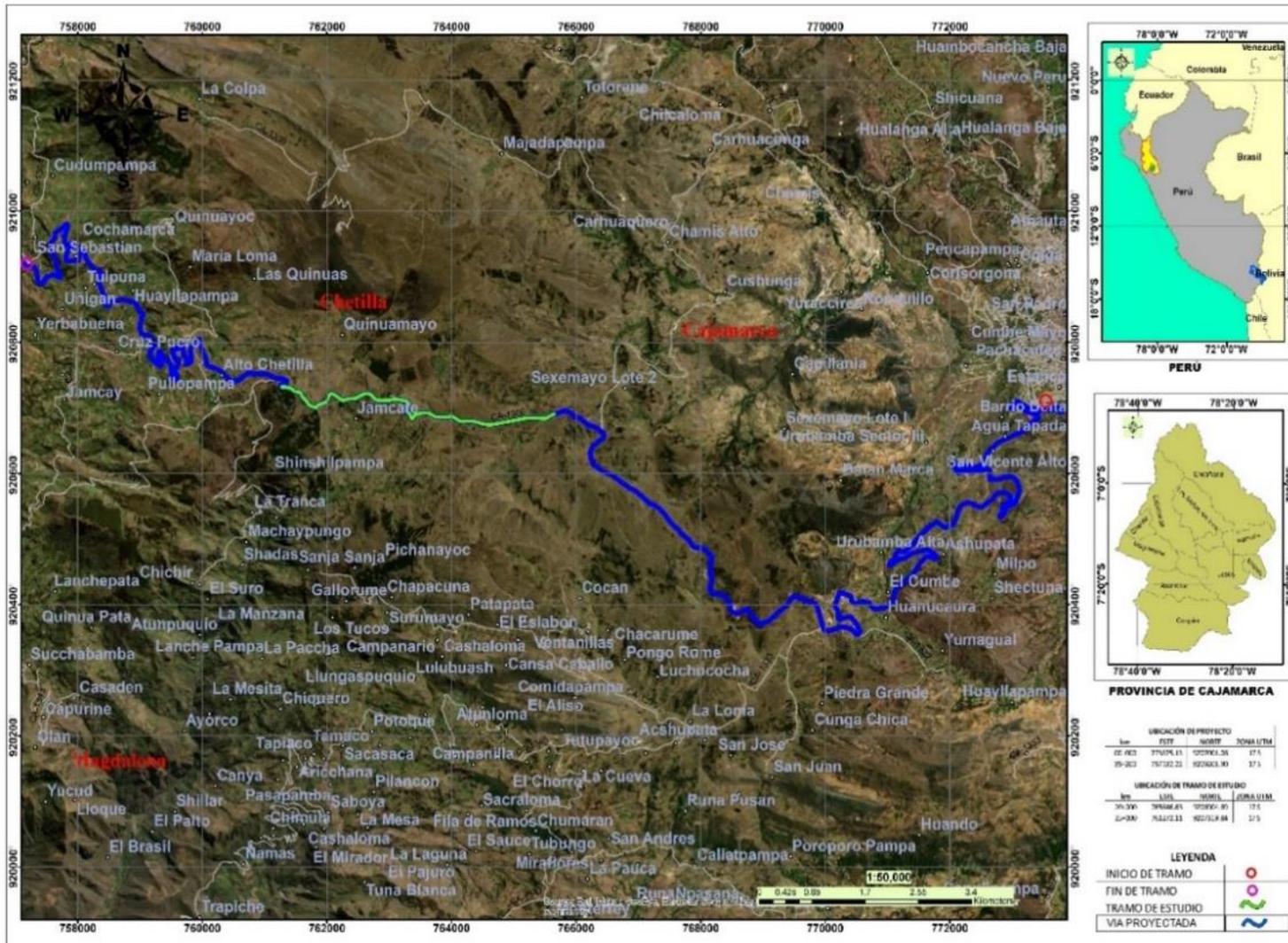
El universo en estudio se realizará en el tramo que inicia desde el distrito de Cajamarca hasta el distrito de Chetilla, cuyo recorrido inicia en el km 00+000 y finaliza en el km 35+200.00, teniendo una longitud de 35.200 km. (Figura 4)

3.3.2 Muestra

La muestra de una investigación científica se precisa como parte de un grupo de la población y que se recolectarán los datos de interés, así mismo debe definirse o establecerse con exactitud. Estos datos de la muestra serán representativos para la población (Nel, 2010; Hernández, Fernández y Batista, 2010).

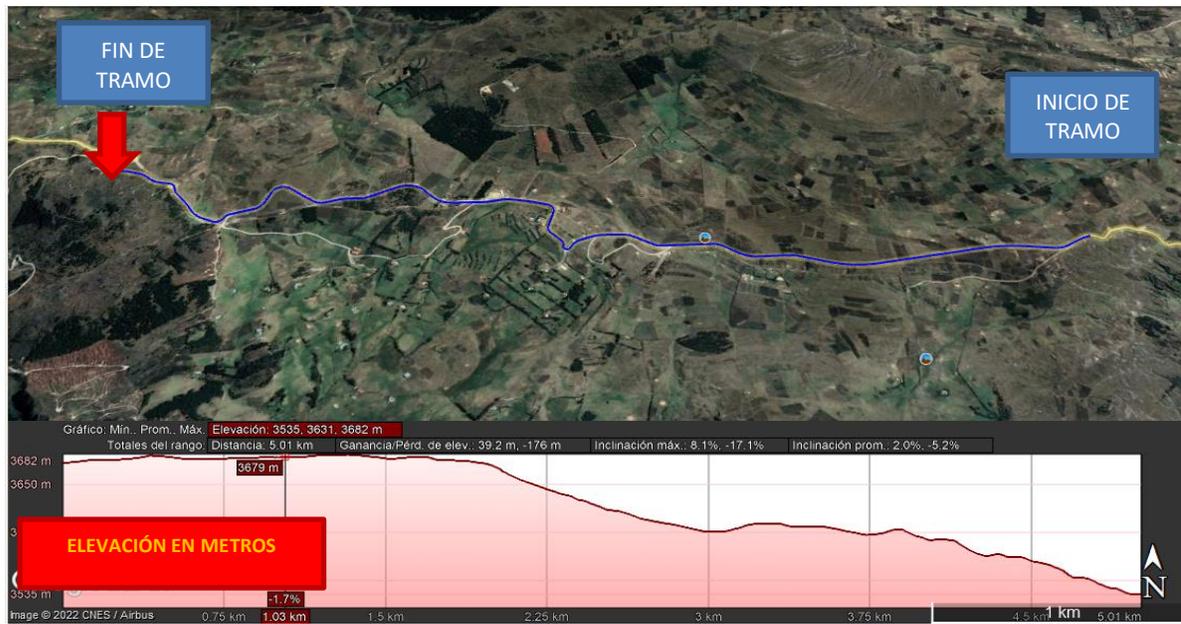
La muestra está conformada por el tramo comprendido del kilómetro 20+000 al km 25+000 como se aprecia en las figuras 5 y 6.

Figura 4. Población



Fuente: Elaboración propia 2022

Figura 5. Muestra



Fuente: Elaboración propia 2022.

Figura 6. Vista de punto inicial del tramo de la muestra KM 0+000. Cajamarca – Chetilla.



Fuente: Elaboración propia 2022.

Figura 7. Vista del fin del tramo de la muestra KM 25+000. Cajamarca – Chetilla.



Fuente: Elaboración propia 2022

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Esta investigación utilizará información de fuente primaria, por lo que se obtuvieron datos originales obtenidos del mismo lugar de estudio, sin ningún trabajo de organización y análisis previo (Nel, 2010; Hernández, Fernández y Batista, 2010).

La recolección y obtención de datos que se utilizará será mediante la observación directa, que según Hernández, Fernández y Batista (2010) se entiende como un registro visual de la situación problemática en tiempo real, consignando todos los acontecimientos de acuerdo con un esquema previamente analizado.

De esta manera los instrumentos que se emplearán serán:

- Calicatas.
- CBR.
- Análisis granulométrico.
- Proctor modificado.
- Límites de Atterberg.

3.5. Procedimientos

Para obtener las muestras se realizará trabajo en campo con la excavación de las calicatas de 1.50m como mínimo y como lo estipula el reglamento del (MTC 2014) Sección suelos y pavimentos, las calicatas se realizarán cada 1km para los ensayos estándares y especiales, Se realizará la excavación manualmente a cielo abierto, posteriormente se volverá a rellenar la calicata para evitar accidentes.

3.5.1. Fase 1: Pre campo

Se utilizaron los formatos del laboratorio, para ensayos estándares (Humedad Natural; Granulometría y Límites de Atterberg) y Especiales (Proctor Modificado y CBR).

3.5.2. Fase 2: Campo

a) Recolección de las muestras en Campo (Calicatas)

Las muestras que se tomó del tramo Cajamarca – Chetilla desde el km 20+000 al 25+000, provincia de Cajamarca, región Cajamarca. La cantidad de calicatas se determinó según la norma MTC 2014, donde se menciona que se realizará las calicatas para ensayos especiales cada 1km.

En el siguiente cuadro se detallará el número de calicatas realizadas. Para panel fotográfico (Ver Anexo).

Tabla 6. *Coordenadas de calicatas*

CALICATA	Coordenas UTM WGS 84		DATOS DE LA VÍA		DATOS DE LAS EXPLORACIONES		
	NORTE (Y)	ESTE (X)	LADO	PROGRESIVA	Estrato	Muestra	Profundidad
C - 01	9206904	765650	Izquierdo	Km 20+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m
C - 02	9206749	764679	Derecho	Km 21+000	E - 01	M - 01	0.00 – 1.50m
C - 03	9206881	763705	Derecho	Km 22+000	E - 01	M - 01	0.00 – 1.50m
C - 04	9207116	762972	Derecho	Km 23+000	E - 01	M - 01	0.00 – 1.50m
C - 05	9207318	761279	Izquierdo	Km 24+000	E - 01	M - 01	0.00 – 1.50m
C - 06	9207210	762059	Derecho	Km 25+000	E - 01	M - 01	0.0 – 1.50m

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 7. Vista de exploración de primera calicata (C-1) correspondiente al km 20+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.



FOTO 1 - KM 20+000:

Vista panorámica de la primera calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado izquierdo.



FOTO 2 - KM 20+000:

La calicata C-1 tiene 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco se presenció napa freática. Material de color pardo oscuro

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 8 Vista de exploración de la segunda calicata (C-2) correspondiente al km 21+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.



FOTO 3 - KM 21+000:

Vista panorámica de la segunda calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado derecho.



FOTO 4 - KM 21+000:

La calicata C-2 de 1.50m de profundidad, no presenta de gravas, tampoco se presenció napa freática. Material de color gris claro.

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 9. Vista de exploración de tercera calicata (C-3) correspondiente al km 22+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.



FOTO 5 - KM 22+000:

Vista panorámica de la tercera calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado derecho.



FOTO 6 - KM 22+000:

La calicata C-3 tiene 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco hay presencia napa freática. Material de color cobrizo.

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 10. Vista de exploración de la cuarta calicata (C-4) correspondiente al km 23+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.



FOTO 7 - KM 23+000:

Vista panorámica de la cuarta calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado Derecho.



FOTO 8 - KM 23+000:

La calicata C-4 de 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco se presencia napa freática. Material de color pardo amarillento,

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 11. *Vista de exploración de la quinta calicata (C-5) correspondiente al km 24+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.*



FOTO 9 - KM 24+000:

Vista panorámica de la quinta calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado Izquierdo.

FOTO 10 - KM 24+000:

La calicata C-5 tiene 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco hay presencia de napa freática. Material de color pardo claro.

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 12. *Vista de exploración de la sexta calicata (C-6) correspondiente al km 25+000 del tramo Cajamarca-Chetilla.*



FOTO 11 - KM 25+000:

Vista panorámica de la sexta calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado Derecho.

FOTO 12 - KM 25+000:

La calicata C-6 tiene 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco se presencia de napa freática. Material de color pardo oscuro,

Fuente: Elaboración propia 2022

b) Para obtener el mucílago de Penca de Tuna y la ceniza de Agave Azul.

❖ **Equipos**

Cuchillos

Baldes

Chalecos

Guantes.

Cepillo.

❖ **Obtención del (Mucilago).**

Para cortar la penca de tuna se utilizó un cuchillo, unos guantes para evitar accidentarse con las espinas y protegerse las manos.



Figura 8. *Planta de penca de tuna (Nopal)*

Se quitaron las espinas de las hojas de las pencas de tuna, para dicho fin se utilizó un cuchillo y guantes para protegerse. Después se cortó en pequeños pedazos para luego sumergir en agua. Según Quintana & Vera se necesita un 1/6 del peso de agua para determinar la cantidad de penca (Quintana & Vera, 2017).



Figura 9. *Vista de corte de la penca de una*

Después de 18 días se extrajo el mucílago, se separó con un colador de metal y luego se almaceno en un recipiente adecuado.



Figura 10. Vista de obtención del mucilago de tuna

Procedimiento Para la Obtención de ceniza de Agave Azul:

Con el uso de un cuchillo de cortó las hojas del agave azul para ponerlo a secar. Después de unos días ya estuvo seca lista para quemar y obtener la ceniza.



Figura 11. Vista del secado de agave azul (*Agave Americano*)

Se obtuvo la ceniza del agave azul en cual se utilizará como aditivo natural para la estabilización de suelos.



Figura 12. Vista del Proceso del quemado del agave para obtener la ceniza.



Figura 13. Vista de la ceniza obtenida de Agave Azul

c) Obtención Aceite Sulfonado (PROES) y Polímeros en polvo seco (MEGASOIL).

- ❖ Procedimiento Para la Obtención de Polímero (MEGASOIL).
Se realizó la compra respectiva de la cantidad adecuada.



Figura 14. *Vista del aditivo polímero en polvo seco (Megasoil)*

- ❖ Procedimiento Para la Obtención del Aceite Sulfonado (PROES).
Se realizó la compra respectiva de la cantidad adecuada.



Figura 15. Vista del aditivo aceite sulfonado (Proes)

3.5.3. Trabajos desarrollados en laboratorio

Los trabajos de laboratorio se ejecutaron a cada muestra de suelos obtenidas en campo, de acuerdo a lo establecido en el manual de ensayos de materiales 2016 dado por el MTC. En la Tabla 13 se muestran los ensayos que se emplearán y sometidas a las muestras obtenidas en la etapa de campo.

Tabla 13. *Relación de ensayos de mecánica de suelos*

Ensayos	ASTM	MTC	Propósito
Análisis granulométrico de suelos por tamizado.	D 422	E 107	Establecer las características de los componentes del suelo.
Contenido de humedad del suelo.	D 2216	E 108	Establecer la humedad del suelo.
Límite líquido (tamiz N° 40)	D 4318	E 110	Encontrar en el límite líquido el contenido de agua.

Ensayos	ASTM	MTC	Propósito
Limite plástico e IP (tamiz N° 40)	D 4318	E 111	Encontrar en el límite plástico el contenido de agua, también el índice de plasticidad.
Compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada, 2700 kN-m/m ³ , 56000pie-lbf/pie ³	D 1557	E 115	Establecer la correlación entre el contenido de agua y peso unitario de los suelos (curva de compactación).
CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en laboratorio.	D 1883	E 132	Establecer la capacidad de soporte de la capa subrasante.
Tipo de clasificación	ASTM	MTC	Propósito
Categorización de suelos para propósitos de ingeniería (SUCS)	D 2487	.-	Clasificación del suelo
Categorización de suelos para el uso en vías de transporte (AASHTO)	D 3282	.-	Clasificación del suelo

Nota. Elaboración propia 2022

a. Ensayos estándares

En cuanto a los ensayos que se ejecutarán, se definirán los objetivos de cada uno. Se establecerán los ensayos físicos que establecen los índices y las propiedades del suelo.

- **Humedad Natural (MTC E-108):** Determina la cantidad de agua que se encuentra presente, mostrándola como una porción de lo que pesa entre el peso del material seco. Es relativo el valor que presenta, ya que depende de los acontecimientos atmosféricos que pueden ser cambiantes. De esta manera es indispensable ejecutar el ensayo y proceder con los demás procedimientos casi inmediatamente, evitando distorsiones al momento de realizar los respectivos cálculos.

Tabla 14. Vista de secado de la muestra en el horno por 48 horas



Ensayo de humedad natural bajo la normativa MTC E-108, el cual, permite conocer el contenido de humedad de una muestra.

Fuente: Elaboración propia 2022

Formula.

$$W\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

Donde:

W% = Contenido de humedad.

Ph = Peso Húmedo.

Ps = Peso Seco.

- **Análisis granulométrico por tamizado (MTC E-107):** En la granulometría se logra distribuir los diferentes componentes del suelo de acuerdo al tamaño y a través del tamizado de hasta con diámetro de 0.074 mm o el material que pasa del agregado por mallas. El análisis de la granulométrica determina una curva granulométrica, donde se grafica la apertura del tamiz versos porcentaje en peso acumulado que

pasa o que se queda retenido el mismo, de acuerdo con el uso que se quiera dar a los agregados.

El análisis granulométrico establece visualmente la distribución de los tamaños de las partículas que componen el suelo, este proceso se realiza mediante tamizado por mallas de distintas medidas.

- **Normas**

NTP 339.128 | MTC E-107 | ASTM D-422

- **Equipos**

- 2 balanzas, con sensibilidad de 0.01g y 0.1%.
- Tamices de malla cuadrada:
- 3" (75,000mm); 2" (50,800mm); 1 ½" (38,100mm); 1" (25,400mm); ¾" (19,000mm); ⅜" (9,500mm); N° 4 (4,760mm); N° 10 (2,000mm); N° 20 (0,840mm); N° 40 (0,425mm); N° 60 (0,260mm); N° 140 (0,106mm); N° 200 (0,075mm).
- Embaces para manejo y secado de muestras.
- Brocha y cepillo para limpiar mallas de los tamices.

- **Procedimiento**

- ✓ Sobre una superficie horizontal limpia, se realizó el cuarteo de las muestras, mezclando y separando repitiendo esta operación por tres veces consecutivas, extendiendo cuidadosamente se separó en cuatro (04) partes relativamente iguales al material, separando dos partes en forma diagonal para volver a mezclar y repetir el proceso, hasta obtener la muestra necesaria para el ensayo.
- ✓ Se realizó el pasado de las muestras secadas al aire libre, tomando este valor como peso total de la muestra.
- ✓ Se realizó el lavado de la muestra en el tamiz # 200, con la suficiente agua, para luego ser secada y pesada, tomando nota de los valores obtenidos después de

este proceso. Se realizó el tamizado de forma manual agitando los tamices de izquierda a derecha, posteriormente se anotaron los pesos retenidos en cada malla.

Cálculos

El porcentaje en cada tamiz retenido es calculado con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} * 100$$

✓ Se calculará el % pasa, con la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Pasa} = 100 \% - \% \text{ Retenido acumulado}$$

Tabla 15 Vista del aditivo aceite sulfonado (Proes)



Ensayo granulométrico por tamizado bajo la normativa MTC E-204, el cual, permite conocer la distribución del tamaño de las partículas en una muestra de agregado.

Fuente: Elaboración propia 2022

- **Límite líquido (MTC E-110), límite plástico e índice de plasticidad (MTC E-111):** la plasticidad presente depende de las arcillas que contiene el material que pasa el tamiz # 200, el cual actúa como ligante. El material es manipulado por 03 estados definidos: estado líquido, estado plástico y estado seco. Si la muestra presenta cierta cantidad de humedad y se encuentre húmedo sin ser posibilitado de ser moldeado, se establece que se encuentra en un estado semilíquido, y luego mientras que se va inhibiendo el agua, se logra obtener el momento en el cual el suelo, dejar de estar húmedo, inmediatamente adquiere una consistencia que permite moldearlo o hacerlo manipulable, de esta manera se denomina el estado plástico. Al suscitar en la inhibición del agua, el material pierde su trabajabilidad y se cuarteo sin ser posibilitado de ser moldeado, en este suceso se conoce como estado semi seco. Al estado obtenido del semilíquido al plástico se denomina como Límite Líquido (LL), y la humedad obtenida que pasa del estado plástico al semi seco se denomina Límite Plástico

Normas

NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 110.

Equipos

- Aparato Casagrande (para limite Liquido)
- Acanalador
- Calibrador
- Recipientes o pesas filtro
- Una balanza con sensibilidad de 0.01g.
- Estufa
- Horno eléctrico
- Tamiz # 40

Procedimiento

- ✓ Se realizó la obtención de la muestra seca que pasa por el tamiz #40.
- ✓ La muestra se coloca en un depósito y se mezcla en su totalidad uniformemente con 15ml a 20ml de agua destilada, se maza y se taja con una espátula de forma repetida, agregando agua de 1 a 3 ml y mezclando totalmente de manera uniforme por cada aumento de agua destilada.

calculo.

Se calcula la humedad en porcentaje (%), aproximándolo a un número entero. Se elabora la curva de fluidez que está definida como la relación entre el contenido de humedad y el número de golpes del aparato de Casagrande, en papel semilogarítmico. Colocando el contenido de humedad en la escala aritmética (ordenadas) y el número de golpes en la escala logarítmica (abscisas), trazando la curva de flujo como una línea recta promedio que pasa tan cerca como sea posible de los tres puntos dibujados.

Formula.

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Pseco horno}} \times 100$$

Límite plástico

El LP se presenta cuando un suelo pasa del estado plástico a estado semisólido, representándose como el contenido de humedad donde el suelo se agrieta al formar un rollito de 3.18mm de diámetro.

Normas

NTP 339.129 | ASTM D 4318; MTC E 110; E 111 LL, LP e IP.

Equipos

- Espátula
- Recipiente apropiado
- Balanza con aprox. a 0.01g.
- Horno y/o estufa.
- Tamiz de 426 mm (Nº4).
- Recipientes apropiados para determinación de humedades
- Superficie de rodadura. (vidrio).

Procedimiento

- ✓ Se realizo la obtención de la muestra seca que pasa por el tamiz #40.
- ✓ Se formar una esfera con la muestra previamente amasada con agua destilada, se toma muestras suficientes para elaborar cilindros de 3.2mm de diámetro aproximadamente con los dedos, hasta que estos se desmoronen o resquebrajen.
- ✓ Se toma una muestra y se coloca en un recipiente adecuado con el cual se determinará la humedad.
- ✓ Se pesa la muestra recogida con lo cual se obtiene el peso del suelo húmedo, se coloca en el horno, pasado el tiempo se secado se pesa y se obtiene el peso de la muestra seca.
- ✓ El proceso se repite 2 veces.

Cálculos

- ✓ Se obtiene el valor del límite plástico con la fórmula descrita a continuación:

$$LP = \frac{Phum - Pseco}{Pseco} * 100$$

LP = Limite Plástico

Phum = Peso de Suelo Húmedo

Pseco = peso del suelo seco.

- ✓ El valor del Índice Plástico (IP) se obtiene de la diferencia del Limite Líquido (LL) y el Limite Plástico (LP)

$$IP = \text{Límite líquido} - \text{Límite plástico.}$$

Tabla 16. Pasos de realización de ensayos de Límites de Atterberg



Ensayo de consistencia bajo las normativas MTC E-110 y MTC E-111, los cuales, permiten conocer el contenido de agua para los estados líquido, plástico e semisólido de una muestra de agregado.

Fuente: Elaboración propia 2022

b. Ensayos especiales

Define las propiedades mecánicas del suelo permitiendo determinar la resistencia o comportamiento a las solicitadas en las cargas.

- **Proctor modificado (MTC E-115):** Permite establecer la óptima cantidad de humedad de suelo se da mediante el ensayo Proctor, obteniendo la máxima densidad seca al aplicar una energía de compactación determinada. El ensayo se realiza previamente a la utilización del agregado sobre el terreno, para obtener el

máximo contenido de humedad. En el momento de la compactación, se analiza los efectos que ejerce en el proceso todo el contenido que estuvo presente al inicio el agua del suelo, luego el valor es indispensable en la compactación obtenida. Ante esto se observa que, ante la tendencia del crecimiento de la humedad desde valores bajos, se obtienen mayores pesos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, a pesar de esto, la tendencia no se mantiene continuamente, siendo cambiante al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos se reducen, obteniendo menores compactaciones en la muestra patrón. De esta manera, para un suelo determinado y que se emplee el procedimiento descrito, se presenta una humedad denominada como óptima, la cual origina la mayor densidad seca que puede obtenerse con un cierto procedimiento de compactación. A mínimas proporciones de agua, en los suelos finos y de tipo de suelo arcilloso, el agua se encuentra en forma capilar generando compresiones entre las partículas que lo componen al suelo, con la tendencia de formar grumos difícilmente desintegrables que dificultan la compactación. Ante la maximización del contenido de agua, disminuye la tensión capilar en el agua, generando que la misma energía de compactación obtenga mejores resultados. Si se excede el contenido de agua libre, al punto de abastecer casi los vacíos del suelo, no se podrá obtener una buena compactación, resultando que no se puede movilizarse instantáneamente bajo los impactos del pisón.

El ensayo determinar la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación), compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).

Normas

Norma / NTP 339.141

Norma / MTC E 115 / ASTM D 1557.

Equipos y Materiales.

- Molde de 4 pulgadas(101.6mm)
- Pisón o martillo manual $4,54 \pm 0,01$ kg
- Balanza con aproximación a 1g.
- Horno de secado
- Tamiz N° 4, 3/8" y 3/4"
- Regla.
- Herramientas de mezcla.

Procedimiento

- ✓ Se seca el material a utilizar al aire libre o al horno, luego del cual se realiza el cuarteo para obtener la cantidad necesaria para el ensayo.
- ✓ Se verifica el porcentaje (%) del material retenido en la malla #4, # 3/8" y 3/4" con lo cual se determinara el método a usar (A,B y C).

Tabla 17. *Método A, B y C del Proctor modificado*

	Método A	Método B	Método C
Molde	4 pulgadas	4 pulgadas	6 pulgadas
Material	Se empleará el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4)	Se empleará el que pasa por el tamiz de 9,5 mm (3/8 pulg)	Se empleará el que pasa por el tamiz 19,0 mm (3/4 pulg)
Número de capas	5	5	5
Golpes por cada capa	25	25	56
Uso	Quando el 20 % ó menos del peso del material se retenga en el tamiz 4,75 mm (Nº 4)	Quando más del 20% del peso del material se retenga en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material este retenido en el tamiz 9,5 mm (3/8 pulg)	Quando más del 20% en peso del material se retenga en el tamiz 9,5 mm (3/8 pulg) y menos de 30% en peso este retenido en el tamiz 19,0 mm (3/4 pulg)

Fuente: MTC – 2016, Manual de Ensayo de Materiales.

- ✓ Se separan cuatro muestras de suelo con 5.9 kg al cual se agrega agua y se mezcla de manera uniforme.
- ✓ Se toma nota del peso del molde más el plato y base, se coloca el material en capas dentro del molde previamente ensamblado, se realiza la compactación en cinco (05) capas con 25 golpes por capa, se quita el collarín del molde y se enrasa mediante una regla metálica, se pesa el espécimen, molde y plato base.
- ✓ Se toma una muestra del espécimen (centro del molde) se colocan en taras de las cuales se obtendrá el contenido de humedad.
- ✓ El proceso se repite para las cuatro muestras del suelo, compactándolo a diferentes humedades.

Cálculos

- ✓ El peso volumétrico se obtiene mediante la fórmula:

$$\rho_s = \frac{\rho_m}{1 + \frac{\%W}{100}}$$

Donde:

ρ_s = Peso volumétrico seco del espécimen compactado(gr/cm³)

ρ_m = Peso volumétrico húmedo del espécimen compactado(gr/cm³) = Peso húmedo del espécimen compactado/volumen

- ✓ El contenido de humedad se determina con la formula:

$$\%W = \frac{P_{hum} - P_{seco}}{P_{seco}} * 100$$

Donde:

$\%W$ = Contenido de humedad

P_{hum} =Peso del suelo húmedo

P_{seco} =Peso del suelo seco

- ✓ Se dibuja la curva de compactación de donde se obtiene el Optimo contenido de Humedad (OCH) y la Máxima Densidad Seca.

Tabla 18. *Ensayos de proctor modificado*



Secado de muestra de 500g para obtener la cantidad de agua a usar en los ensayos, se trabajará en 3 porcentajes. Hasta conseguir el óptimo contenido de humedad.

Compactación de muestra en el molde. Para conseguir el óptimo contenido de humedad y la densidad seca que se utilizara para realizar el CBR.

Fuente: Elaboración propia 2022

- **California Bearing Ratio - CBR (MTC E-132):** El CBR es una unidad de medida con el cual se obtiene el valor relativo de soporte de un suelo y con circunstancias de densidad y humedad saturada. El CBR se emplea en proyectos de pavimentación que se complementan de curvas empíricas. Se manifiesta a través de la proporción en porcentajes, siendo el motivo de la carga unitaria que se necesita para empotrar un pistón a la equivalente profundidad en una muestra de forma como piedra triturada.

Este ensayo permite obtener un índice de resistencia del suelo designado como valor de la relación de soporte, este valor es determinado como un porcentaje (%) del esfuerzo necesario mediante el cual un pistón un penetra una profundidad de 0.1 pulg en una muestra de suelo y el esfuerzo que se requiere para hacer penetrar el pistón a la misma profundidad de 0.1 pulg.

Normas:

NTP 339.175.

MTC-E-132/ASTM-D-1883

Equipos:

- Prensa utilizada para forzar la penetración.
- Molde, de metal, cilíndrico de 6pulg.
- Disco espaciador, de metal, de forma circular.
- Pisón de compactación.
- Aparato medidor de expansión. (placa de metal y trípode).
- Pesas anulares de metal.
- Pistón de penetración.
- Diales con recorrido mínimo de 25 mm.
- Tanque con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- Horno o estufa.
- Balanza de 20kg y otra de 1000 g.
- Tamices N°4; 3/4" y 2".
- Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

Procedimiento

- ✓ Las muestras o probetas fueron preparados teniendo en consideración los datos obtenidos del Proctor Modificado para la compactación de un molde de 6 pulgadas, acercándose lo más próximo posible al Contenido óptimo de Humedad (OCH)
- ✓ Se realizo el pesado del molde más su base, luego del cual se coloca el collar, disco espaciador y su respectivo papel filtro.

- ✓ Ensamblado el molde, se prepara el espécimen por capas (05 capas) realizándose la compactación por capas, para la primera capa se compacta a 10 golpes, la segunda capa se compacta a 25 golpes y la tercera capa se compacta a 56 golpes.
- ✓ Culminado el proceso de compactación por capas, se retira el collarín y se enrasa con una regla metálica en la parte superior del molde, se gira el molde y se retirara base perfora y el disco espaciador.
- ✓ Posteriormente se pesa el molde con la muestra, con la cual se obtendrá la densidad y la humedad.
- ✓ sobre la superficie invertida se coloca la placa perforada con vástago y dos pesas de 10 libras, se monta el trípode con el dial y se toma la lectura inicial, se sumerge los especímenes en agua, permitiendo que el agua ingrese de manera libre tanto por la parte superior e inferior del espécimen.
- ✓ Se deja la muestra en agua por un periodo de 4 días o 96 horas, anotando los valores del dial cada 24 horas, trascurrido el tiempo se retira los moldes y se deja drenar por un periodo de 15 minutos aproximadamente.
- ✓ Después que la muestra ha drenado se coloca debajo de la prensa, se aplica la carga sobre el pistón de penetración con una velocidad uniforme de 1.27mm (0.05") por minuto, y se toman las lecturas de las cargas obtenidas.

Cálculos

- ✓ La fórmula para el CBR es:

:

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo patron}} * 100$$

Esfuerzo patrón (2.54mm) =70.31 kgf/cm² ó 1000 lb/pulg²

- ✓ Para verificación de expansión formula

$$\%Expansión = \frac{L2 - L1}{hm} * 100$$

L1= Lectura Inicial (mm)

L2= Lectura final (mm)

hm= Altura de la muestra en el molde (mm)

- ✓ Ingresado y realizado los cálculos se dibuja la curva colocando las presiones en las ordenadas y las penetraciones en las abscisas, y se toma el valor correspondiente a 0.1" (2.54mm) de penetración con el que se calcula el CBR.
- ✓ Se dibuja la curva de CBR vs densidad seca mediante el cual se obtendrá el valor del CBR al 95% MDS.

Tabla 19. *Proceso de elaboración del ensayo de CBR*





Ensayo de CBR bajo la normativa MTC E-132, se aprecia la separación, preparación, compactación, saturación y expansión de los especímenes moldeados para su posterior penetración en la prensa manual CBR.

Fuente: Elaboración propia 2022

- **CBR CON LOS ADITIVOS QUIMICOS Y NATURALES (MTC E-132):** El CBR es una unidad de medida con el cual se obtiene el valor relativo de soporte de un suelo y con circunstancias de densidad y humedad saturada. El CBR se emplea en proyectos de pavimentación que se complementan de curvas empíricas. Se manifiesta a través de la proporción en porcentajes, siendo el motivo de la carga unitaria que se necesita para empotrar un pistón a la equivalente profundidad en una muestra de forma como piedra triturada.

Este ensayo permite obtener un índice de resistencia del suelo designado como valor de la relación de soporte, este valor es determinado como un porcentaje (%) del esfuerzo necesario mediante el cual un pistón un penetra una profundidad de 0.1 pulg en una muestra de suelo y el esfuerzo que se requiere para hacer penetrar el pistón a la misma profundidad de 0.1 pulg.

Normas:

NTP 339.175.

MTC-E-132/ASTM-D-1883

Equipos:

- Prensa utilizada para forzar la penetración.
- Molde, de metal, cilíndrico de 6pulg.
- Disco espaciador, de metal, de forma circular.
- Pisón de compactación.
- Aparato medidor de expansión. (placa de metal y trípode).
- Pesas anulares de metal.
- Pistón de penetración.
- Diales con recorrido mínimo de 25 mm.
- Tanque con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- Horno o estufa.
- Balanza de 20kg y otra de 1000 g.
- Tamices N°4; 3/4" y 2".
- Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

Procedimiento

- ✓ Al material seleccionado (suelo natural) se agregan las dosificaciones de los estabilizadores según el siguiente detalle:
 - Suelo natural mas aceite sulfonado (0.35 lts/m³) + cemento (0.5%, 1%, 1.5% y 2%)
 - Suelo natural más Polímero en Polvo seco (0.040 kg/m³) más cemento (0.5%, 1%, 1.5% y 2%)

- Suelo natural más ceniza de Agave Azul (2%, 4%, 6% y 8%) + cemento (1%)
 - Suelo natural más mucilago de penca de tuna (2.5%, 4%, 6.5% y 8%) + cemento (1%)
-
- ✓ Las muestras o probetas fueron preparados teniendo en consideración los datos obtenidos del Proctor Modificado para la compactación de un molde de 6 pulgadas, acercándose lo más próximo posible al Contenido óptimo de Humedad (OCH).
 - ✓ Se realizo el pesado del molde más su base, luego del cual se coloca el collar, disco espaciador y su respectivo papel filtro.
 - ✓ Ensamblado el molde, se prepara el espécimen por capas (05 capas) realizándose la compactación por capas, para la primera capa se compacta a 56 golpes, la segunda capa se compacta a 25 golpes y la tercera capa se compacta a 12 golpes.
 - ✓ Culminado el proceso de compactación por capas, se retira el collarín y se enrasa con una regla metálica en la parte superior del molde, se gira el molde y se retirara base perfora y el disco espaciador.
 - ✓ Posteriormente se pesa el molde con la muestra, con la cual se obtendrá la densidad y la humedad.
 - ✓ Se deja reposar los días necesarios para cada aditivo (Aceite sulfunado y polímeros 7 días y Agave Azul y Penca de Tuna 5 días).
 - ✓ sobre la superficie invertida se coloca la placa perforada con vástago y dos pesas de 10 libras, se monta el trípode con el dial y se toma la lectura inicial, se sumerge los especímenes en agua, permitiendo que el agua ingrese de manera libre tanto por la parte superior e inferior del espécimen.
 - ✓ Se deja las muestras en agua por un periodo de 4 días o 96 horas, anotando los valores del dial cada 24 horas, trascurrido el tiempo se retira los moldes y se deja drenar por un periodo de 15 minutos aproximadamente.

Después que la muestra ha drenado se coloca debajo de la prensa, se aplica la carga sobre el pistón de penetración con una velocidad uniforme de 1.27mm (0.05") por minuto, y se toman las lecturas de las cargas obtenidas.

a) Ensayo de CBR con la adición de Aditivo químico Aceite Sulfonado (PROES).

Tabla 20. *Ensayos de CBR con aditivo químico (Aceite Sulfonado).*



Dosificaciones de prueba del material granular afirmado con CEMENTO GU y ACEITE SULFONADO, para ser curados al ambiente durante 7 días y ser saturados luego durante 4 días

Fuente: Elaboración propia 2022

b) **Ensayo de CBR con la adición de Aditivo químico Polímeros en Polvo Seco (MEGASOIL).**

Tabla 21. *Ensayos de CBR con aditivo químico (Polímeros).*



Dosificaciones de prueba del material granular afirmado con CEMENTO GU y ACEITE SULFONADO, para ser curados al ambiente durante 5 días y ser saturados luego durante 4 días.

Fuente: Elaboración propia 2022

c) Ensayo de CBR con la adición de Aditivo Natural (Agave Azul).

Tabla 22. *Ensayos de CBR con aditivo Natural (Agave Azul).*

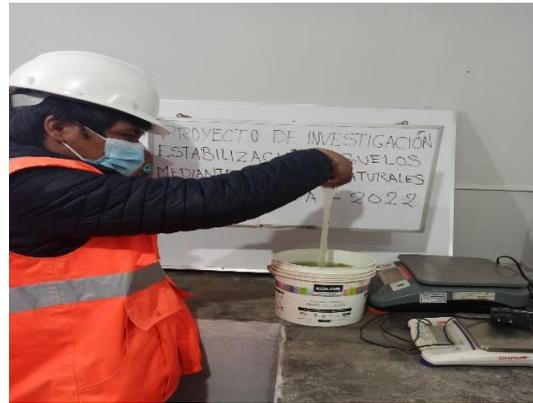


Dosificaciones de prueba del material granular afirmado con CEMENTO GU y CENIZA DE AGAVE AZUL, para ser curados al ambiente durante 5 días y ser saturados luego durante 4 días.

Fuente: Elaboración propia 2022

d) Ensayo de CBR con la adición de Aditivo Natural (Penca de Tuna).

Tabla 23. *Ensayos de CBR con aditivo natural (Penca de Tuna).*



Dosificaciones de prueba del material granular afirmado con CEMENTO GU y MUSILAGO DE PENCA DE TUNA, para ser curados al ambiente durante 5 días y ser saturados luego durante 4 días.

Fuente: Elaboración propia 2022

e) Ensayo de penetración, de especímenes saturados bajo la normativa MTCE-132, lo cual, permitió obtener mediante las lecturas registradas la capacidad de soporte CBR del material combinado con Aditivos Químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y Naturales (Agave Azul y Penca De Tuna).

Tabla 24. Saturación y Penetración de CBR con aditivos.



Ensayo de penetración, de especímenes saturados bajo la normativa MTCE-132, lo cual, permitió obtener mediante las lecturas registradas la capacidad de soporte CBR del material combinado.

Fuente: Elaboración propia 2022

Cálculos

✓ La fórmula para el valor de CBR es:

:

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo patron}} * 100$$

Esfuerzo patrón (2.54mm) =70.31 kgf/cm² ó 1000 lb/pulg²

- ✓ El cálculo de la expansión se realiza mediante la siguiente formula:

$$\%Expansión = \frac{L2 - L1}{hm} * 100$$

L1= Lectura Inicial (mm)

L2= Lectura final (mm)

hm= Altura de la muestra en el molde (mm)

- ✓ Ingresado y realizado los cálculos se dibuja la curva colocando las presiones en las ordenadas y las penetraciones en las abscisas, y se toma el valor correspondiente a 0.1" (2.54mm) de penetración con el que se calcula el CBR.
- ✓ Se dibuja la curva de CBR vs densidad seca mediante el cual se obtendrá el valor del CBR al 95% MDS.

3.5.4. Fase Gabinete

Se realizó el procesamiento de datos y las tabulaciones utilizando los formatos en Excel, ya que el Excel nos facilita realizar cálculos y también se siguió ciertos y fórmulas de la norma.

3.6 Método de Análisis de Datos

Se analizará un estudio descriptivo de los respectivos datos obtenidos realizado con el software Microsoft Excel. Asimismo, en el estudio se desarrollará diferentes tipos de ensayos donde se utilizará métodos estadísticos. Los resultados de los ensayos serán procesados y analizados en un laboratorio de suelos.

Asimismo, se realizará los ensayos con la incorporación de los estabilizadores químicos y naturales para la evaluación de la influencia de cada uno de ellos y obtener un resultado para finalmente obtener los resultados óptimos para realizar los diseños antes mencionados.

3.7 Aspectos éticos

Reyes y Rojas (2001) estiman que el cumplimiento de los principios morales fundamentales está relacionado con temas que conciernen a la investigación científica, así como de la información y el manejo en los seres humanos.

La presente investigación consideró que los aspectos éticos son fundamentales y aplicables. La obtención de los datos se producirá mediante el compromiso y honestidad que se realizó el presente trabajo, el cual solo se usará para fines académicos. Asimismo, se afirma la autenticidad de los resultados que se obtendrán en la investigación pues dicho trabajo no ha sido realizado con anterioridad en la academia, por ello no se considerará la posibilidad de plagio.

Por otro lado, los trabajos que se efectuarán en el laboratorio serán de acuerdo con diversas normativas vigentes que lo acrediten y sustenten todas las actividades y procedimientos, siendo estipulados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) Manual de Ensayo de Materiales (EM 2016), normas del American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) así mismo como las Normas técnicas peruanas (NTP).

IV. RESULTADO

a. Resultados de los ensayos de la muestra en estado natural.

Para llegar a cumplir con los objetivos propuestos del proyecto de investigación, se realizó las exploraciones geotécnicas del suelo del camino vecinal Cajamarca - Chetilla, determinando sus propiedades fisicomecánicas, de los suelos de fundación de las muestras obtenidas de 6 calicatas realizadas a 1.50m de profundidad, las cuales se realizaron en pozo a cielo abierto en cada kilómetro del tramo de muestra designado.

Se efectuaron ensayos estándares (granulometría, límites de atterberg, humedad) y especiales (CBR y Proctor modificado) del suelo en estado natural para tomarse como diseño patrón, los cuales se están detallando en las siguientes tablas.

✚ **Resumen de ensayos de suelos en estado natural:** Ensayos de humedad natural ver en ANEXO N° 08.

Tabla 25. *Resumen de ensayos de humedad en estado natural*

RESUMEN DE HUMEDAD NATURAL					
Calicata	Progresiva	Estrato	Muestra	Profundidad	Humedad. Natural. (%)
C - 01	20+000	E - 01	M - 01	0.00 – 1.50m	10.6
C - 02	21+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	32.4
C - 03	22+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	21.1
C - 04	23+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	30
C - 05	24+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	17
C - 06	25+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	18

Fuente: Elaboración propia 2022

✚ Análisis granulométrico: Ensayos de humedad natural ver en ANEXO N° 08

Se logro realizar el análisis granulométrico para llegar a obtener los tamaños de las partículas de las muestras obtenidas de cada calicata, del tramo en estudio del camino vecinal Cajamarca – Chetilla.

Tabla 26. *Resumen de ensayos de granulometría en estado natural*

RESUMEN ENSAYO DE GRANULOMETRÍA								
Calicata	Progresiva	Estrato	Muestra	Profundidad	%	%	SUCS	AASHTO
					Retenido Tamiz N° 04	Retenido Tamiz N° 200		
C - 01	20+000	E - 01	M - 01	0.00 – 1.50m	26.1	75.9	SM	A - 2 - 4 (0)
C - 02	21+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	3.2	50.8	SM	A – 4 (0)
C - 03	22+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	66.4	91.6	GP - GM	A - 2 - 7 (0)
C - 04	23+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	9.9	71.1	SM	A - 2 - 7(0)
C - 05	24+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	28.2	71.8	SM	A - 2 - 4 (0)
C - 06	25+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	4	80.4	SM	A - 1 - b (0)

Fuente: Elaboración propia 2022

ENSAYOS DE LIMITES DE ATTERBERG: Se realizaron ensayos de límites de Atterberg para analizar las propiedades fisicomecánicas del suelo en estado natural ver en ANEXO.08

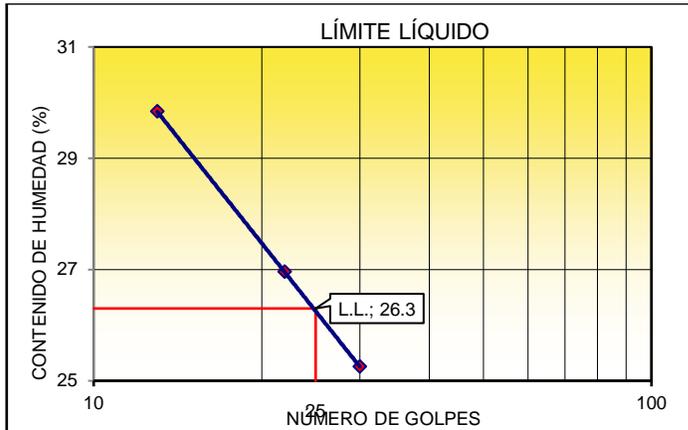
Límite líquido: Se ejecutaron los ensayos para obtener los resultados del límite líquido de las muestras obtenidas del tramo en estudio.

Límite Plástico: Se ejecutaron los ensayos con el único fin de determinar el límite plástico de las muestras obtenidas del tramo en estudio, obteniendo los siguientes resultados.

Índice de plasticidad

Se logro determinar el índice de plasticidad del suelo del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, para ver la clasificación

Figura 16. Gráfica de Límites líquido calicata C-1, km 20+000



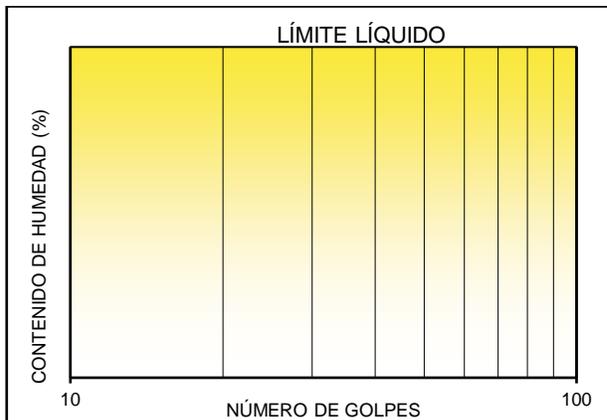
COARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LL:	26.3%
LP:	N.P.
IP:	N.P.

Fuente: Elaboración propia 2022

Siendo el límite líquido, el contenido de agua, que se expresa en porcentaje, el cual delimita la transición entre el estado líquido y plástico, se aprecia en la figura 17, los resultados de la muestra se llegan a determinar el límite líquido de la muestra de la calicata C-1 es 23.3%,

según los ensayos realizados la calicata C-1 no tiene límite plástico, en la cual no tiene un índice de plasticidad determinado.

Figura 17. Gráfica de Límites líquido calicata C-2, km 21+000

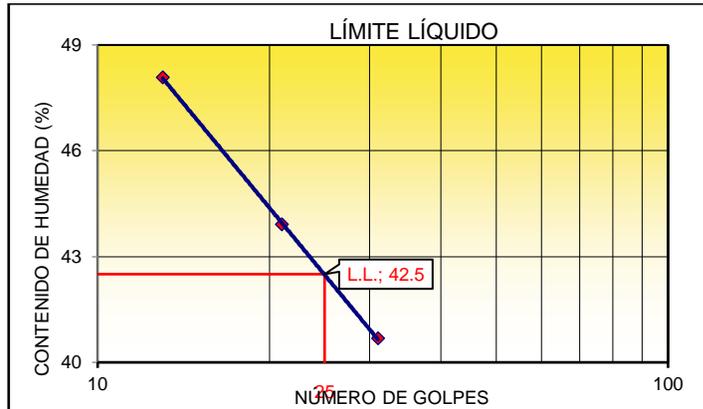


CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LL:	N.P.
LP:	N.P.
IP:	N.P.

Fuente: Elaboración propia 2022

Según los ensayos elaborados a la muestra que se obtuvo de la calicata C-2 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca - Chetilla, no presenta límite líquido, ni límite plástico por lo cual no se logró determinar el índice de plasticidad.

Figura 18. Gráfica de Límites líquido calicata C-3, km 22+000

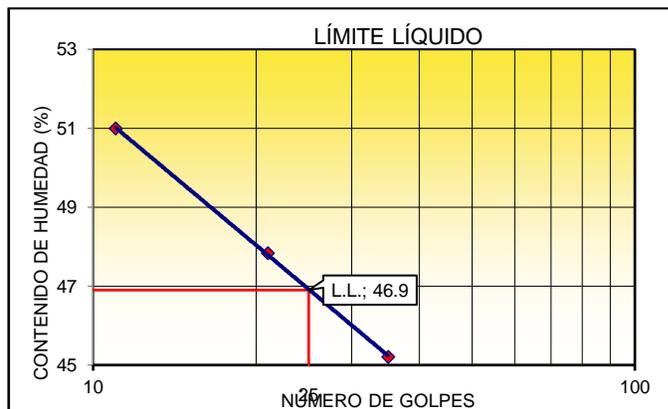


CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LL:	42.5%
LP:	29.3%
IP:	13.2%

Fuente: Elaboración propia 2022

Según el ensayo realizado a la muestra de la calicata C-3 es 42.5%, presenta un límite plástico de 29.3%, en el cual se determina un índice de plasticidad de 13.2%. (Plasticidad media), clasificándose como un suelo arcilloso, según las clasificaciones de suelos según el índice de plasticidad que se encuentra establecido en el manual del Ministerio de Transportes y comunicaciones MTC (2014).

Figura 19. Gráfica de Límites líquido calicata C-4, km 23+000

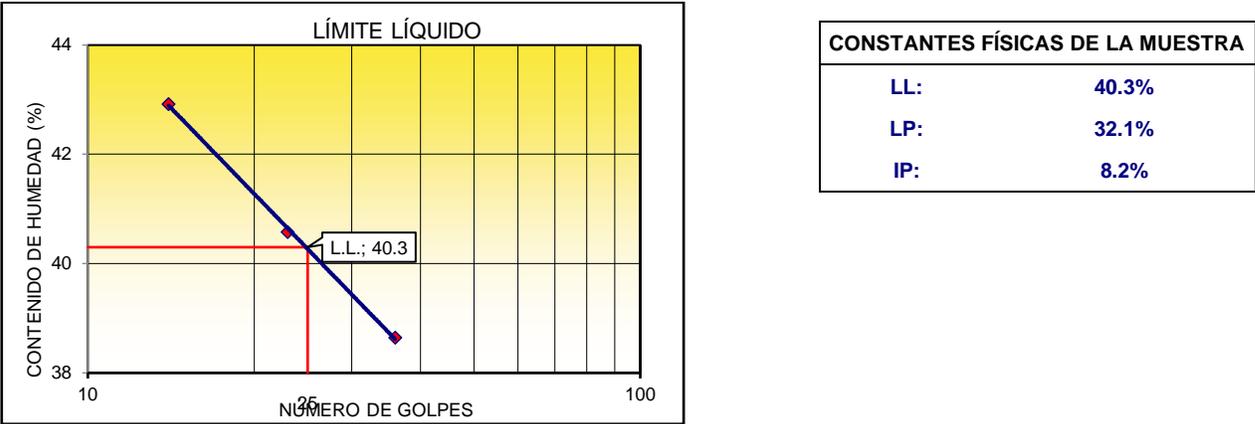


CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LL:	46.9%
LP:	33.4%
I.P:	13.5%

Fuente: Elaboración propia 2022

Según el ensayo realizado el límite líquido del suelo natural de la muestra obtenida de la calicata C-4 es 46.9%, presentando un límite plástico de 33.4%, en el cual se determina un índice de plasticidad de 13.5%. (Plasticidad media), clasificándose como un suelo arcilloso, según la clasificación de suelos establecidos en el manual de carreteras del Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC 2014)

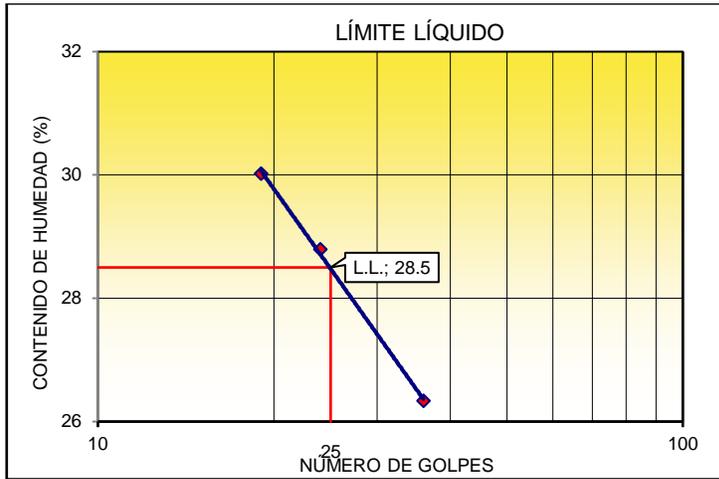
Figura 20. Gráfica de Límites líquido calicata C-5, km 24+000.



Fuente: Elaboración propia 2022

Respecto a los ensayos realizados de límite líquido del suelo de la calicata C-5 es 40.3%, presentando un límite plástico de 32.1%, en el cual se determina un índice de plasticidad de 8.2%. considerándose una plasticidad media, el cual se está clasificando como un suelo arcilloso según la clasificación de suelos que está establecido por el MTC 2014, Manual de carreteras del ministerio de Transportes y comunicaciones, sección suelos y pavimentos.

Figura 21. Gráfica de Límite líquido calicata C-6, km 25+000



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LL.	28.5%
LP.	N.P.
IP	N.P.

Fuente: Elaboración propia 2022

Según el ensayo realizado al suelo de la calicata C-6 presenta un límite líquido de 28.5%, en la cual no contiene plasticidad, por lo tanto, cuenta con un índice de plasticidad nulo.

Tabla 27. Resumen de ensayos de límites de atterberg en estado natural

TABLA DE RESUMEN DE LIMITES DE ATTERBERG							
Calicata	Progresiva	Estrato	Muestra	Profundidad	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P (%)
C - 01	20+000	E - 01	M - 01	0.00 – 1.50m	26.3	N.P	N.P
C - 02	21+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	N.P	N.P	N.P
C - 03	22+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	42.5	29.3	13.2
C - 04	23+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	46.9	33.4	13.5
C - 05	24+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	40.3	32.1	8.2
C - 06	25+000	E - 01	M - 01	0.00 - 1.50m	28.5	N.P	N.P

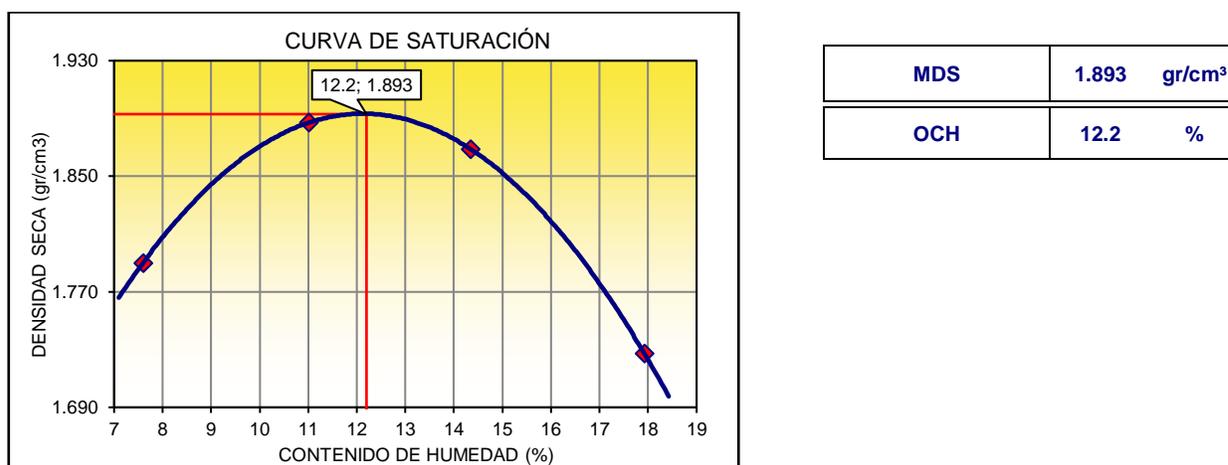
Fuente: Elaboración propia 2022

Proctor modificado: Ensayos de Proctor Modificado ver en ANEXO N° 08

Se realizó el ensayo para llegar a obtener el óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca, de las muestras obtenidas del tramo en estudio, obteniendo los siguientes resultados.

Según los análisis realizados a la muestra obtenida de la calicata, C-1 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, su óptimo contenido de humedad es de 12.2% y su máxima densidad seca es de 1.893gr/cm³.

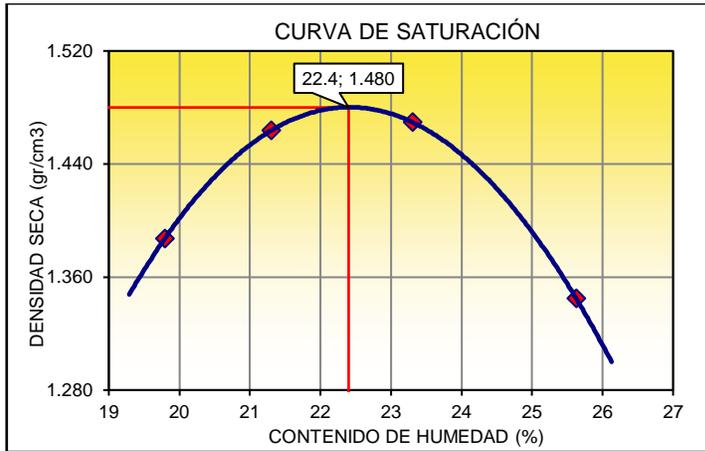
Figura 22. Grafica de Curva de compactación (C-1, km 20+000).



Fuente: Elaboración propia 2022

Según los ensayos realizados del suelo para la calicata, C-2 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, el óptimo contenido de humedad es de 22.4%, con una máxima densidad seca es de 1.48gr/cm³.

Figura 23. Grafica de Curva de compactación (C-2, km 21+000).



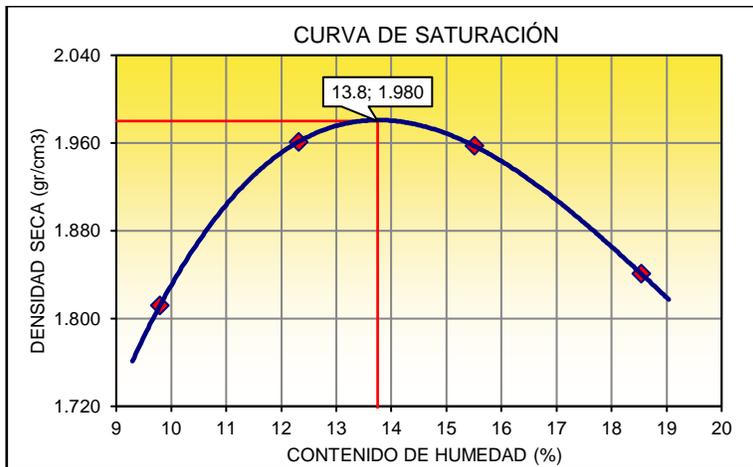
MDS	1.480	gr/cm³
------------	--------------	---------------

OCH	22.4	%
------------	-------------	----------

Fuente: Elaboración propia 2022

Según el ensayo realizado del suelo de las muestras obtenidas de la calicata, C-3 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, el óptimo contenido de humedad es de 13.8% y su máxima densidad seca es de 1.8gr/cm3.

Figura 24. Grafica de Curva de compactación (C-3, km 22+000).

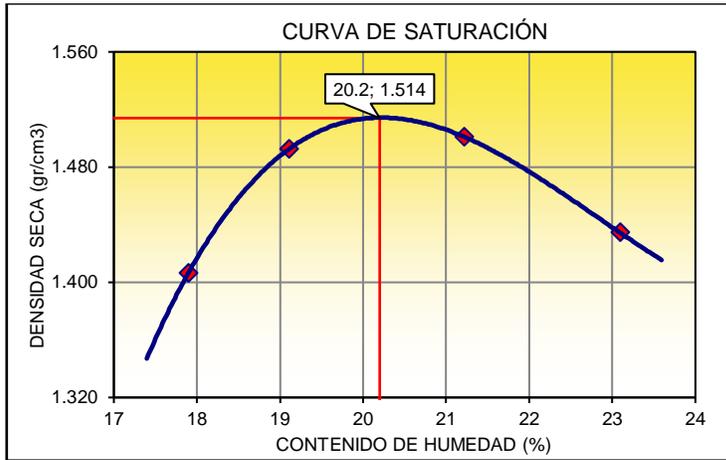


MDS	1.980	gr/cm³
------------	--------------	---------------

OCH	13.8	%
------------	-------------	----------

Fuente: Elaboración propia 2022

Figura 25. Gráfica de Curva de compactación (C-4, km 23+000).

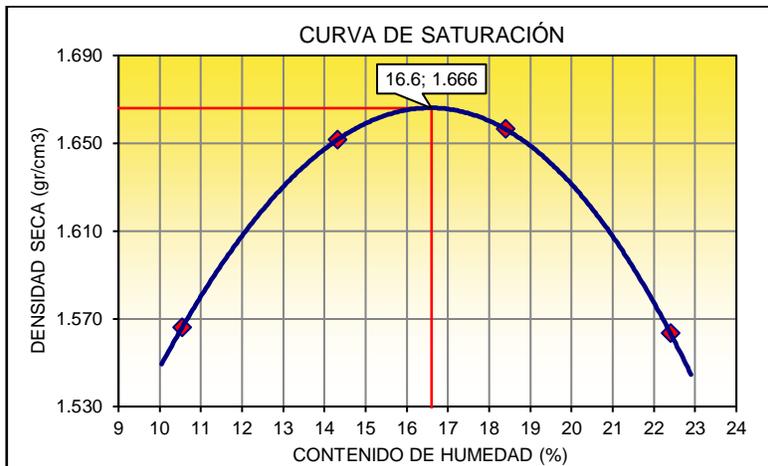


MDS	1.514 gr/cm³
OCH	20.2 %

Fuente: Elaboración propia 2022

Según los ensayos realizados del suelo de las muestras obtenidas de la calicata, C-4 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, el óptimo contenido de humedad es de 20.2% y su máxima densidad seca es de 1.514gr/cm³.

Figura 26. Gráfica de Curva de compactación (C-5, km 24+000)

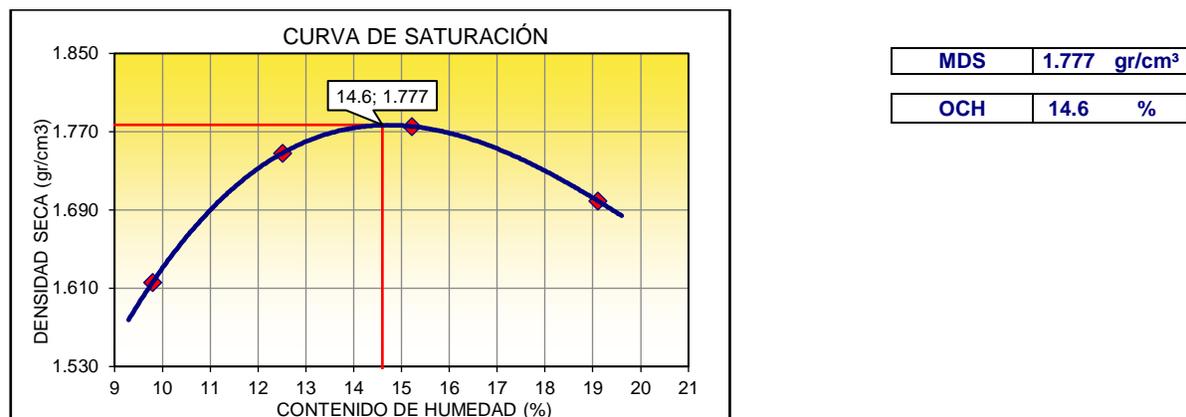


MDS	1.666 gr/cm³
OCH	16.6 %

Fuente: Elaboración propia 2022

Según los ensayos realizados del suelo de las muestras obtenidas de la calicata, C-5 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, el óptimo contenido de humedad es de 16.6% y su máxima densidad seca es de 1.666gr/cm³.

Figura 27. Gráfica de Curva de compactación (C-6, km 25+000)



Fuente: Elaboración propia 2022

Según el ensayo realizado del suelo de las muestras obtenidas de la calicata, C-6 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, el óptimo contenido de humedad es de 14.6% y su máxima densidad seca es de 1.777gr/cm³.

Tabla 28. Resumen de ensayos de proctor modificado en suelo natural

RESUMEN DE ENSAYO PROCTO MODIFICADO					
Calicata	Progresiva	Muestra	Profundidad	Óptimo de humedad (%)	Máxima densidad Seca (gr/cm ³)
C - 01	KM 20+000	M - 01	0.00 -1.50m	12.2	1.893
C - 02	KM 21+000	M - 01	0.00 -1.50m	22.4	1.480
C - 03	KM 22+000	M - 01	0.00 -1.50m	13.8	1.980
C - 04	KM 23+000	M - 01	0.00 -1.50m	20.2	1.514
C - 05	KM 24+000	M - 01	0.00 -1.50m	16.6	1.666
C - 06	KM 25+000	M - 01	0.00 -1.50m	14.6	1.777

Fuente: Elaboración propia 2022.

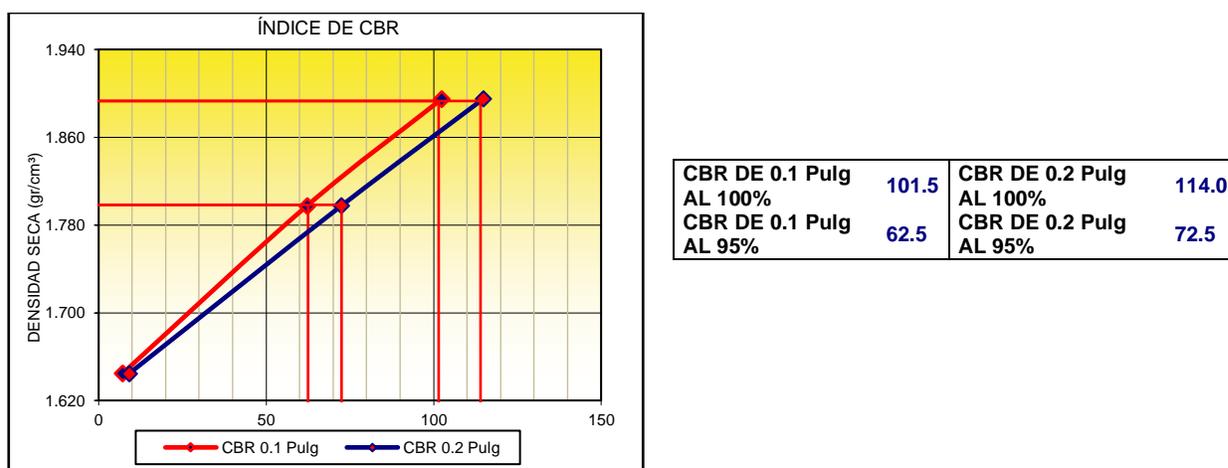
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR): Ensayo de CBR, ver en ANEXO N° 08

Se ejecuto el ensayo de California Bearing Ratio (CBR), para llegar a determinar un índice de capacidad portante del suelo en estado natural.

Ensayo CBR. calicata C-1, km 20+000.

Según el ensayo realizado a las muestras de la calicata C-1 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, presentando una expansión de 0.22% para 55 golpes, 0.38% para 26 golpes y de 0.54% para 12 golpes.

Figura 28. Grafica de Curva de CBR (C-1, km 20+000)

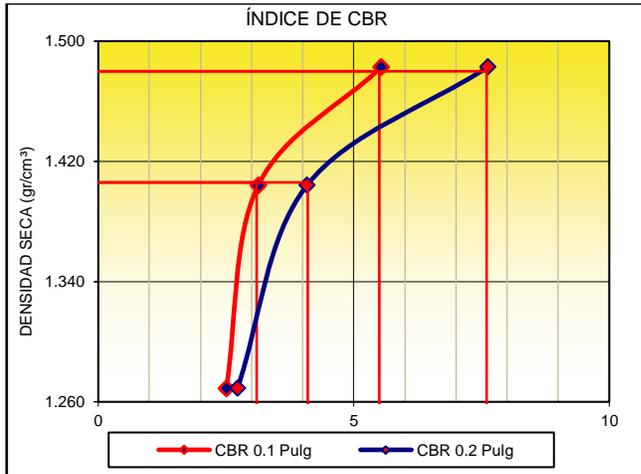


Fuente: Elaboración propia 2022

Ensayo (CBR) calicata C-2, km 21+000

Según el ensayo realizado a las muestras de la calicata C-2 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, presentando una expansión de 5.06% para 55 golpes, 5.38% para 26 golpes y de 5.66% para 12 golpes.

Figura 29. Grafica de Curva de CBR (C-2, km 21+000)



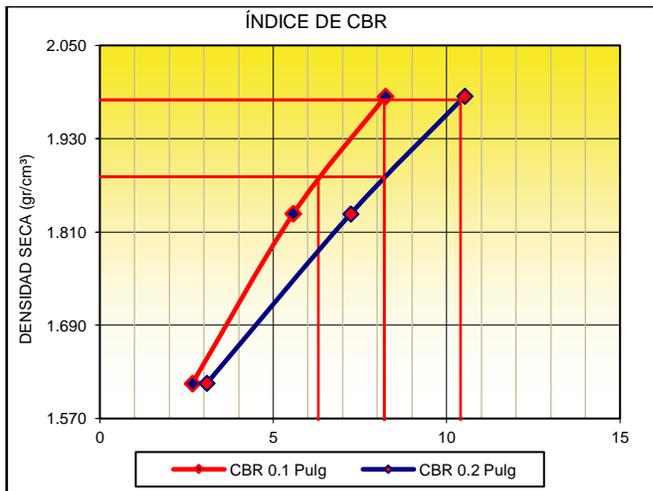
CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	5.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	7.6
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	3.1	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	4.1

Fuente: Elaboración propia 2022

Ensayo (CBR) calicata C-3, km 22+000

Según el ensayo realizado a las muestras de la calicata C-3 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, presentado expansión de 1.50% para 55 golpes, 1.80% para 26 golpes y de 3.40% para 12 golpes.

Figura 30. Grafica de Curva de CBR (C-3, km 22+000)



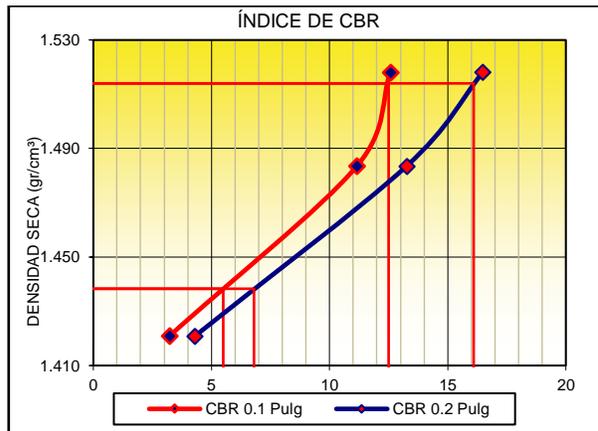
CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	8.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	10.4
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	6.3	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	8.2

Fuente: Elaboración propia 2022

Ensayo (CBR) calicata C-4, km 23+000

De acuerdo a los resultados obtenidos del ensayo a la muestra de la calicata C-4 del tramo en estudio del camino vecinal Cajamarca – Chetilla, presentando un porcentaje de expansión de 0.69% para 55 golpes, 0.95% para 26 golpes y de 1.09% para 12 golpes.

Figura 31. Grafica de Curva de CBR (C-4, km 23+000)



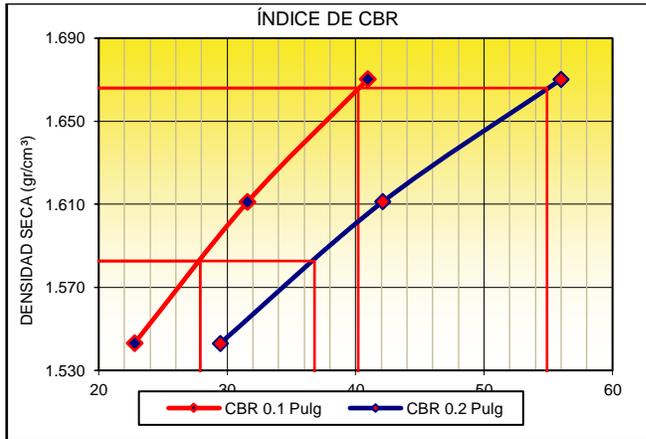
CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	12.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	16.1
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	5.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	6.8

Fuente: Elaboración propia 2022

Ensayo (CBR) calicata C-5, km 24+000

De acuerdo a los resultados obtenidos del ensayo a la muestra de la calicata C-5 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, presenta una expansión de 0.07% para 55 golpes, 0.17% para 26 golpes y de 0.36% para 12 golpes.

Figura 32. Grafica de Curva de CBR (C-5, km 24+000)



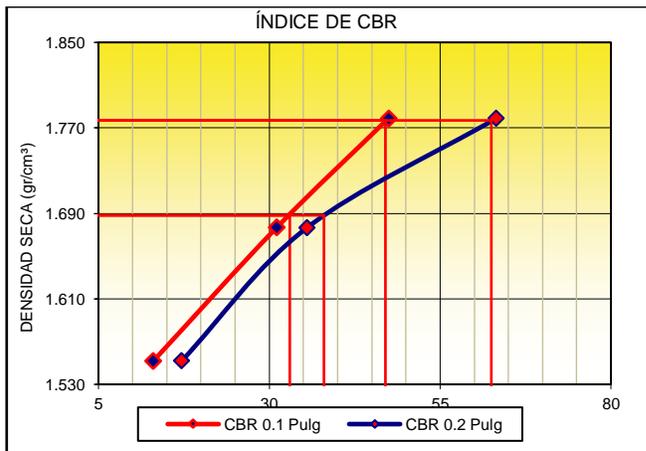
CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	40.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	54.9
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	27.9	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	36.8

Fuente: Elaboración propia 2022

Ensayo (CBR) calicata C-6, km 25+000

Según el ensayo realizado a las muestras de la calicata C-6 del tramo en estudio de la carretera Cajamarca – Chetilla, presentado expansión de 0.11% para 55 golpes, 0.17% para 26 golpes y de 0.20% para 12 golpes.

Figura 33. Grafica de Curva de CBR (C-6, km 25+000)



CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	47.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	62.5
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	33.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	38.0

Fuente: Elaboración propia 2022

Cuadro de resumen general de muestras patrón.

Con los respectivos resultados obtenidos, se tomará como muestra patrón, para su respectiva comparación con la incorporación de aditivos, los cuales se detallan a, en las siguientes tablas.

Tabla 29. *Resumen de ensayos de CBR en estado natural*

Calicata	Progresiva	Muestra	Profundidad	CBR al 95% (0.1")	CBR al 100% (0.1")	CBR al 95% (0.2")	CBR al 100% (0.2")
C - 01	KM 20+000	M - 01	0.00 -1.50m	62.5	101.5	72.5	114.0
C - 02	KM 21+000	M - 01	0.00 -1.50m	3.1	5.5	4.1	7.6
C - 03	KM 22+000	M - 01	0.00 -1.50m	6.3	8.2	8.2	10.4
C - 04	KM 23+000	M - 01	0.00 -1.50m	5.5	12.5	6.8	16.1
C - 05	KM 24+000	M - 01	0.00 -1.50m	27.9	40.2	36.8	54.9
C - 06	KM 25+000	M - 01	0.00 -1.50m	33.0	47.0	38.0	62.5

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 30. *Características físicas del suelo en estado natural*

CARACTERISTICAS FISICAS												
Calicata	Progr.	Estrato	Muestra	Prof	% Retenido Tamiz Nº 04	% Retenido Tamiz Nº 200	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P (%)	Hu m. Nat. (%)	SUCS	AASHTO
C - 01	20+000	E - 01	M - 01	1.5m	26.1	75.9	26.3	N.P	N.P	10.6	SM	A - 2 - 4 (0)
C - 02	21+000	E - 01	M - 01	1.5m	3.2	50.8	N.P	N.P	N.P	32.4	SM	A - 4 (0)
C - 03	22+000	E - 01	M - 01	1.5m	66.4	91.6	42.5	29.3	13.2	21.1	GP - GM	A - 2 - 7 (0)
C - 04	23+000	E - 01	M - 01	1.5m	9.9	71.1	46.9	33.4	13.5	30	SM	A - 2 - 7(0)
C - 05	24+000	E - 01	M - 01	1.5m	28.2	71.8	40.3	32.1	8.2	17	SM	A - 2 - 4 (0)
C - 06	25+000	E - 01	M - 01	1.5m	4.0	80.4	28.5	N.P	N.P	18	SM	A - 1 - b (0)

Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 31. *Características mecánicas del suelo en estado natural*

Calicata	Progresiva	Muestra	Prof.	Humedad optima (%)	MDS (gr/cm3)	CBR al 95% (0.1")	CBR al 100% (0.1")	CBR al 95% (0.2")	CBR al 100% (0.2")
C - 01	KM 20+000	M - 01	1.50m	12.2	1.893	62.5	101.5	72.5	114.0
C - 02	KM 21+000	M - 01	1.50m	22.4	1.480	3.1	5.5	4.1	7.6
C - 03	KM 22+000	M - 01	1.50m	13.8	1.980	6.3	8.2	8.2	10.4
C - 04	KM 23+000	M - 01	1.50m	20.2	1.514	5.5	12.5	6.8	16.1
C - 05	KM 24+000	M - 01	1.50m	16.6	1.666	27.9	40.2	36.8	54.9
C - 06	KM 25+000	M - 01	1.50m	14.6	1.777	33.0	47.0	38.0	62.5

Fuente: Elaboración propia 2022

El valor de la capacidad portante de las muestras estudiadas, para subrasante esta referido al 95% de su máxima densidad seca y a una penetración de 0.1pulg (2.54mm)

De acuerdo a las normas establecidas por el manual de carreteras: de suelos y pavimentos del ministerio de transportes y comunicaciones (MTC 2014), el suelo extraído del km 21 y km 23, está entre los rangos considerados como una subrasante insuficiente, debido a que presenta valores de CBR menores al 6%.

Tabla 32. *Descripción del tipo de suelos*

TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN TIPO DE SUELOS	%
A - 1 - b	Suelos granulares, gravas o arenas de granulometría media con un considerable porcentaje de finos	16.7%
A - 2 - 4	Suelo granular arcilloso o barroso. Arena y grava con un alto contenido de finos	33.3%
A - 2 - 7	Suelo granular arcilloso o barroso. Arena y grava con un alto índice de plasticidad.	33.3%
A - 4	Suelo limoso de arena, sedimentos y finos de baja compresión	16.7%
TOTAL		100%

Fuente: Elaboración propia 2022

Las muestras de suelo del tramo en estudiado del camino vecinal Cajamarca - Chetilla, está compuesto por 33.3% de suelo granular arcilloso o barroso, arenas y gravas con un alto contenido de finos, tiene un índice de plasticidad, 13.5%, es decir el suelo obtenido para las muestras, presenta un alto contenido de plasticidad (suelo muy arcilloso), de esta manera de acuerdo a la clasificación ASHTO es un suelo (A - 2 - 7(0)), y según SUCS tiene una clasificación SM (arena limosa), Asimismo presenta una máxima densidad seca de 1.98 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 22.4%.

De acuerdo a lo establecido ministerio de Transportes y comunicaciones, manual de carreteras: suelos y pavimentos (MTC 2014), cuando una subrasante cuente con un CBR<6%, está considerado como no apto para ser utilizado como capa de subrasante, y lo cual es propósito de estudio para la estabilización por agentes estabilizadores o por la sustitución de suelos por otros.

b. Ensayos de Suelos con la Incorporación de Aditivos para la dosificación Óptima de Cada Aditivo. Ver Anexo N°08

- **Proctor modificado para determinar de la densidad seca y el óptimo contenido de humedad óptima para cada aditivo.**

Ensayos de Proctor modificado de la muestra en estado natural con la incorporación de ceniza de Agave Azul. Ver Anexo N°08.

Tabla 33. *Resumen de ensayo Proctor modificado de la muestra con la incorporación de ceniza de agave azul más cemento.*

RESULTADOS DEL ADITIVO NATURAL (AGAVE AZUL).		
DOSIFICACIÓN	DENSIDAD SECA	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
2.00 %+ 1.00 % (cemento)	1.479	22.2
4.00 %+ 1.00 % (cemento)	1.477	22.1
6.00 %+ 1.00 % (cemento)	1.476	22.0

8.00 %+ 1.00 % (cemento)	1.475	21.9
--------------------------	-------	------

Fuente: Elaboración propia 2022

Ensayos de Proctor modificado del suelo con la incorporación de mucilago de penca de tuna. Ver Anexo N° 08

Tabla 34. *Resumen de ensayo proctor modificado de la muestra con la incorporación de mucilago de penca de tuna más cemento.*

RESULTADOS DEL ADITIVO NATURAL (PENCA DE TUNA).		
DOSIFICACIÓN	DENSIDAD SECA	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
2.50 %+ 1.00 % (cemento)	1.481	22.4
4.00 %+ 1.00 % (cemento)	1.483	22.3
6.50 %+ 1.00 % (cemento)	1.485	22.4
8.00 %+ 1.00 % (cemento)	1.488	22.3

Fuente: Elaboración propia 2022

Ensayos de Proctor modificado del suelo con la incorporación polímeros (MEGASOL). Ver Anexo N° 08

Tabla 35. *Resumen de ensayo proctor modificado de la muestra con la incorporación de polímero (Megasoil) más cemento.*

RESULTADOS DEL ADITIVO POLIMEROS (MEGASOIL)		
DOSIFICACIÓN	DENSIDAD SECA	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
0.040 kg/m ³ + 0.50 % (cemento)	1.484	22.3
0.040 kg/m ³ + 1.00 % (cemento)	1.490	22.1
0.040 lts/m ³ + 1.50 % (cemento)	1.493	22.0
0.040 lts/m ³ + 2.00 % (cemento)	1.489	22.1

Fuente: Elaboración propia 2022

Ensayos de Proctor modificado del suelo con la incorporación Aceite Sulfonado (PROES). Ver Anexo N° 08

Tabla 36. *Resumen de ensayo Proctor modificado de la muestra con la incorporación de aceite sulfonado (Proes) más cemento.*

RESULTADOS DEL ADITIVO PROES (ACEITE SULFOBADO)		
DOSIFICACIÓN	DENSIDAD SECA	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
0.35lts/m ³ + 0.50 % (cemento)	1.485	22.3
0.35lts/m ³ + 1.00 % (cemento)	1.489	22.1
0.35lts/m ³ + 1.50 % (cemento)	1.495	22.0
0.35lts/m ³ + 2.00 % (cemento)	1.488	22.1

Fuente: Elaboración propia 2022

- Ensayos de California Bearing Ratio (CBR) Adicionando Aditivos.

Relación de soporte California – California Bearing Ratio (CBR) del suelo adicionando el aditivo polímero en polvo seco (MEGASOILD). Ver Anexo N°08

Tabla 37. *Resumen de ensayo de CBR al 95% – 100% de compactación del suelo con la incorporación de aceite sulfonado + cemento.*

RESULTADOS DEL ADITIVO PROES (ACEITE SULFONADO)				
DOSIFICACIÓN	CBR DE 01" AL 95%	CBR DE 01" AL 100%	CBR DE 02" AL 95%	CBR DE 02" AL 100%
0.35lts/m ³ + 0.50 % (cemento)	5.80	7.20	7.00	9.20
0.35lts/m ³ + 1.00 % (cemento)	14.20	18.00	18.20	22.90
0.35lts/m ³ + 1.50 % (cemento)	14.90	26.70	16.20	30.10
0.35lts/m ³ + 2.00 % (cemento)	15.20	17.60	21.50	23.80

Fuente: Elab. propia

Relación de soporte California – California Bearing Ratio (CBR) del suelo adicionando el aditivo polímero en polvo seco (MEGASOILD). Ver Anexo N°08

Tabla 38. *Resumen del ensayo de CBR al 95% – 100% de compactación del suelo con la incorporación del aditivo químico polímero en polvo seco (MEGASOILD). + cemento.*

RESULTADOS DEL ADITIVO POLIMEROS (MEGASOILD)				
DOSIFICACIÓN	CBR DE 01" AL 95%	CBR DE 01" AL 100%	CBR DE 02" AL 95%	CBR DE 02" AL 100%
0.040 kg/m ³ + 0.50 % (cemento)	7.20	9.70	9.40	13.50
0.040 kg/m ³ + 1.00 % (cemento)	13.60	17.00	14.40	21.90
0.040 lts/m ³ + 1.50 % (cemento)	21.60	34.00	25.60	43.00
0.040 lts/m ³ + 2.00 % (cemento)	14.50	18.00	18.60	23.30

Fuente: Elaboración propia 2022

Relación de soporte California – California Bearing Ratio (CBR) del suelo adicionando el aditivo natural (Agave Azul) Ver Anexo N°08

Tabla 39. *Resumen de ensayo de CBR al 95% – 100% de compactación del suelo con la incorporación del aditivo natural agave azul + cemento.*

RESULTADOS DEL ADITIVO NATURAL (AGAVE AZUL).				
DOSIFICACIÓN	CBR DE 01" AL 95%	CBR DE 01" AL 100%	CBR DE 02" AL 95%	CBR DE 02" AL 100%
2.00 %+ 1.00 % (cemento)	3.40	8.30	4.60	11.50
4.00 %+ 1.00 % (cemento)	5.80	7.60	7.80	9.30
6.00 %+ 1.00 % (cemento)	13.00	16.20	16.50	20.80
8.00 %+ 1.00 % (cemento)	10.40	13.00	13.40	16.90

Fuente: Elaboración propia 2022

Relación de soporte California – California Bearing Ratio (CBR) del suelo adicionando el aditivo natural (Penca de Tuna). Ver Anexo N°08.

Tabla 40. *Resumen del ensayo de CBR al 95% – 100% de compactación del suelo con la incorporación del aditivo natural agave azul + cemento.*

RESULTADOS DEL ADITIVO NATURAL (PENCA DE TUNA).				
DOSIFICACIÓN	CBR DE 01"	CBR DE 01"	CBR DE 02"	CBR DE 02"
	AL 95%	AL 100%	AL 95%	AL 100%
2.50 %+ 1.00 % (cemento)	3.50	6.30	5.00	8.60
4.00 %+ 1.00 % (cemento)	9.80	12.20	12.60	15.80
6.50 %+ 1.00 % (cemento)	14.30	18.00	18.30	23.20
8.00 %+ 1.00 % (cemento)	7.00	15.40	8.60	17.70

Fuente: Elaboración propia 2022

- pH EN LOS SUELOS (MTC E 129)

pH significa Potencial de Hidrógeno y consiste en el logaritmo del recíproco de la concentración del ion Hidrógeno. Los valores extremos del pH son 0 y 14; y el valor medio 7 indica que la solución es neutra. Se utilizó un Ph-metro, agua destilada de pH-5.8 y material pasante por el tamiz N°10.

Tabla 41. *Requerimientos Físico-Químicos Mínimos de la Calidad del Agua*

Ensayos	Expresión	Tolerancias
pH	-	5.5 - 8.0

Fuente: *Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (Eg-2013).*

REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 339.176 (2002) - SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del valor pH en suelos y agua subterránea.

Tabla 42. Resultados de pH en los suelos

pH EN LOS SUELO						
MTC E 129; NTP 339, 176 (2002).						
MUESTR A	PROFUNDIDA D (m)	SUELO			RELACIO N: T (°C)	Suelo: 1
		LECTUR A 01	LECTUR A 02	PROMEDI O		Agua: 3
						OBSERVACIONE S:
M - 01	0.00 - 1.50	7.59	--	7.59	23.50	pH de muestra patrón

Fuente: Elaboración propia 2022

Nota: Para los polímeros, según la ficha técnica tiene pH-neutro, Aceite sulfonado varía entre 1 a 1.5 y el suelo más penca de tuna y Agave azul no excede de la tolerancia máxima 8.0 según el libro de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción. También se trabajó con libro Manual de Ensayos de Materiales del MTC-2016. Ver anexo N°08.

c. Influencia de los aditivos en el diseño del espesor del pavimento.

Se realizó el mejoramiento con los CBR menores a 6% los cuales tenemos 2 kilómetros, además de tomó el CBR más alto de los 4 aditivos el cual es el Polímero (MEDASOIL) ya se fue el aditivo que nos arrojó el resultado con los CBR de valor más alto al 95%. A más alto el CBR menor sería el espesor del pavimento. Seguidamente se tiene los siguientes resultados.

- Mejoramiento de duelos metodología ASSHTO 93 km 21+00

Ecuación básica:

$$\log W_{8.2} = Z_R * S_o + 9.36 * \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right] + 2.30 * \log M_R - 8.07}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}}$$

Cálculo del Número Estructural Requerido con subrasante Muy Pobre a Pobre
 $\leq 6\%$

Parâmetros:

$$Z_R = -0.842$$

$$S_0 = 0.45$$

$$n = 0.67$$

$$P_i = 3.80$$

$$SN = 3.7179$$

$$P_f = 2.00$$

$$|SN_1 - SN| = 0.000 < 0.01$$

$$EAL = 1140000$$

$$M_R = 8571$$

$$SN = 3.72$$

VALOR ITERATIVO:

$$y = SN_1 = 3.7179$$

Cálculo del Número Estructural Requerido del pavimento con subrasante Muy Buena $\geq 20\%$

Parâmetros:

$$Z_R = -0.842$$

$$S_0 = 0.45$$

$$n = 0.522$$

$$P_i = 3.80$$

$$SN = 2.329$$

$$P_f = 2.00$$

$$|SN_1 - SN| = 0.000 < 0.01$$

$$EAL = 1140000$$

$$M_R = 18\,257$$

$$SN = 2.33$$

VALOR ITERATIVO:

$$y = SN_1 = 3.329$$

Cálculo del espesor mínimo de subrasante mejorada

Ecuación:

$$D_4 = \frac{SN_r - SN_o}{a_4 \times m_4}$$

$$a_4 = 0.094$$

$$m_4 = 1$$

$$D_4 = 14.8 \text{ pulgadas}$$

$$D_4 = 37.6 \text{ cm}$$

$D_4 = 40.00$. espesor adoptado

- **Mejoramiento de duelos metodología ASSHTO 93 km 23+00**

Ecuación básica:

$$\text{Log } W_{8.2} = Z_R * S_o + 9.36 * \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \text{Log} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right] + 2.30 * \text{Log } M_R - 8.07$$

Cálculo del Número Estructural Requerido con subrasante Muy Pobre a Pobre
 $\leq 5\%$

Parâmetros:

$$Z_R = -0.842$$

$$S_0 = 0.45$$

$$n = 0.628$$

$$P_i = 3.80$$

$$SN = 3.245$$

$$P_f = 2.00$$

$$|SN_1 - SN| = 0.000 < 0.01$$

$$EAL = 1140000$$

$$M_R = 7607$$

$$SN = 3.24$$

VALOR ITERATIVO:

$$y = SN_1 = 3.245$$

Cálculo del Número Estructural Requerido del pavimento con subrasante Muy Buena $\geq 20\%$

Parámetros:

$$Z_R = -0.842$$

$$S_0 = 0.45$$

$$n = 0.522$$

$$P_i = 3.80$$

$$SN = 2.329$$

$$P_f = 2.00$$

$$|SN_1 - SN| = 0.000 < 0.01$$

$$EAL = 1140000$$

$$M_R = 18\ 257$$

$$SN = 2.33$$

VALOR ITERATIVO:

$$y = SN_1 = 3.329$$

Cálculo del espesor mínimo de subrasante mejorada

Ecuación:

$$D_4 = \frac{SN_r - SN_o}{a_4 \times m_4}$$

$$a_4 = 0.094$$

$$m_4 = 1$$

$$D_4 = 9.7 \text{ pulgadas}$$

$$D_4 = 24.6 \text{ cm}$$

D₄ = 25 cm espesor adoptado

- Antes del mejoramiento: Datos de CBR menores a 6% para realizar el mejoramiento con polímeros.

Tabla 43. Datos de CBR menores a 6%, mejorados con polímeros.

Progresiva	Muestra	Profundidad	Óptimo de humedad (%)	Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	CBR al 95% (0.1")	CBR al 100% (0.1")	CBR al 95% (0.2")	CBR al 100% (0.2")
KM 21+000	M – 01	0.00 -1.50m	22.4	1.48	3.1	5.5	4.1	7.6
KM 23+000	M – 01	0.00 -1.50m	20.2	1.514	5.5	12.5	6.8	16.1

Fuente: Elaboración propia 2022

- Después del mejoramiento: Toma de datos para el espesor de mejoramiento con polímeros 2 kilómetros.

Mejoramiento por baja capacidad de soporte \geq CBR \leq 6%

Tabla 44. Datos del CBR después del mejoramiento.

CALICATA	PROGRESIVA		LONG. (m)	CBR 95%	CBR MATERIAL MEJORAMIENT O	MEJORAMIENT O (m) AASHTO - MTC	ESPESOR MEJORAMIENTO ADOPTADO
TRAMO I	20+500	21+500	1000	3.1	21.6	0.40	0.40
TRAMO II	22+500	23+500	1000	5.5	21.6	0.25	0.25

Fuente: Elaboración propia 2022.

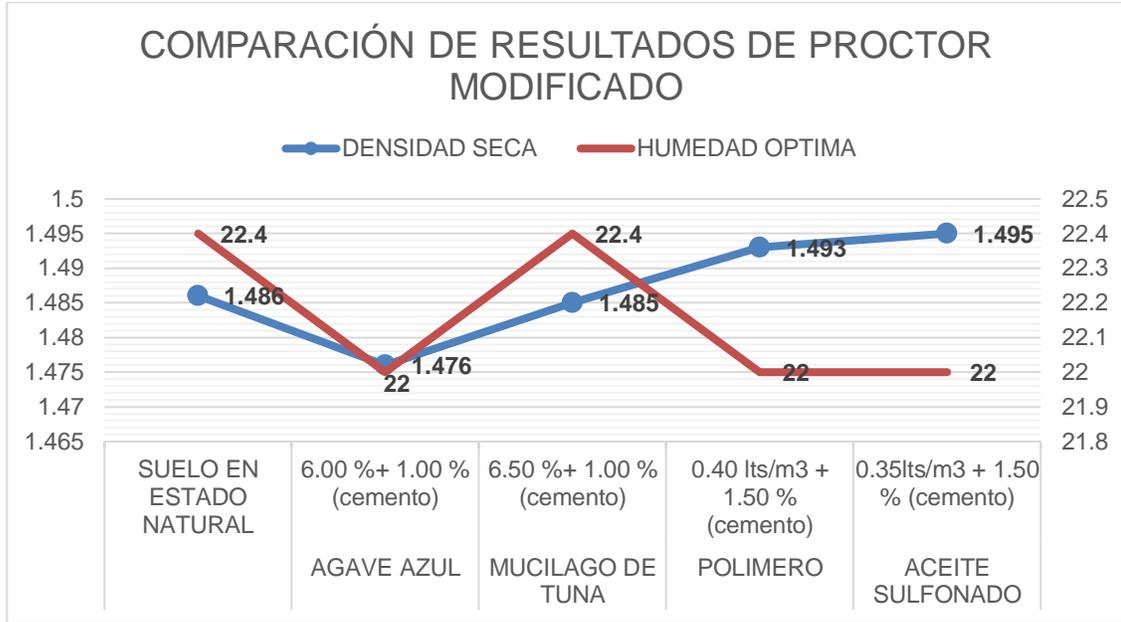
d. Comparación de Resultados de los Ensayos con la Incorporación de Aditivos.

Tabla 45. Comparación de resultados de proctor modificado de la muestra con la incorporación de aditivos.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO			
DESCRIPCION	DOSIFICACIÓN	DENSIDAD SECA	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
SUELO EN ESTADO NATURAL	-	1.486	22.4
AGAVE AZUL	6.00 %+ 1.00 % (cemento)	1.476	22.0
MUCILAGO DE TUNA	6.50 %+ 1.00 % (cemento)	1.485	22.4
POLIMERO	0.040 kg/m ³ + 1.50 % (cemento)	1.493	22.0
ACEITE SULFONADO	0.35lts/m ³ + 2.00 % (cemento)	1.495	22.0

Fuente: Elaboración propia 2022.

Figura 34. Gráfico de comparación de densidad seca y óptimo contenido de humedad



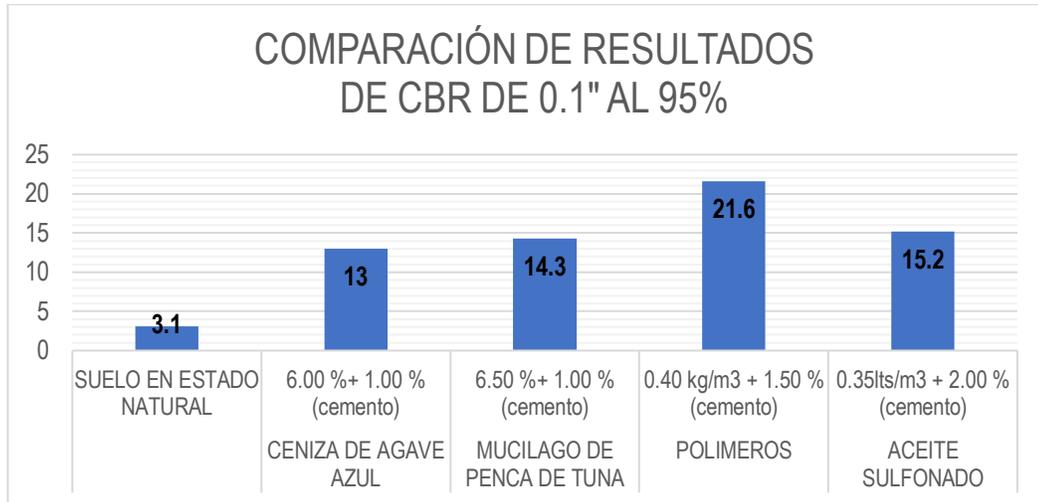
Fuente: Elaboración propia 2022

Tabla 46. Comparación de resultados de relación de soporte California – California Bearing Ratio (CBR) de 0.1" al 95% de la MDS de la muestra con la incorporación de aditivos.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE CBR DE 0.1" AL 95%		
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN ÓPTIMA	CBR DE 01" AL 95%
SUELO EN ESTADO NATURAL	-	3.1
CENIZA DE AGAVE AZUL	6.00 %+ 1.00 % (cemento)	13.00
MUCILAGO DE PENCA DE TUNA	6.50 %+ 1.00 % (cemento)	14.30
POLIMEROS	0.040 kg/m³ + 1.50 % (cemento)	21.60
ACEITE SULFONADO	0.35lts/m³ + 2.00 % (cemento)	15.20

Fuente: Elaboración propia 2022

Figura 35. Gráfico de comparación de ensayos CBR de 0.1" al 95% de los aditivos estudiados.



Fuente: Elaboración propia 2022

- Según el resultado obtenido de cada ensayo de la muestra en estado natural con la incorporación de 6% de ceniza de agave azul + 1% de cemento cuyo CBR aumenta en 9.9% con respecto a la muestra patrón.
- El suelo con la incorporación de 6.5 % de mucilago de penca de tuna + 1% de cemento el CBR aumenta en 11.2% con respecto a la muestra patrón.
- El suelo con la incorporación de 0.040kg/m³ de polímero + 1.5% de cemento el CBR aumenta en 18.5% en comparación a la muestra patrón.
- El suelo con la incorporación de 0.35lt/m³ de aceite sulfonado + 2.00% de cemento el CBR aumenta en 11.80% en comparación a la muestra patrón.
- De esta manera se evidencian los resultados de CBR de 0.1" al 95% de su MDS, según las categorías establecidas en el manual del ministerio de transportes y comunicaciones sección suelos y pavimentos MTC (2014), el suelo de la subrasante con la incorporación de estabilizadores se clasifica como una subrasante buena, por lo tanto, se considera como apto para ser usado como subrasante

V. DISCUSIÓN

- a. Con la incorporación de aditivos tanto como químicos y naturales en sus cuatro dosificaciones, los efectos que se evidencian son disminución de la expansión a si mismo el aumento del CBR, obteniendo valores superiores al 6%, siendo los más eficientes los aditivos químicos tanto el aditivo químico polímero en polvo seco (Megasoil) con una dosificación optima de 0.040kg/m³ de polímero + 1.5% de cemento y el aceite sulfonado (Proes) en su dosificación optima de 0.35lt/m³ de aceite sulfonado + 2% de cemento, de esta manera la incorporación de aditivos el suelo está considerado como apto para ser usado como subrasante según las clasificaciones de suelos del manual del Ministerio de Transportes y comunicaciones MTC (2014) de la sección suelos y pavimentos. Esto se ratifica con los resultados del bachiller Rafael Antonio Chávez Pajuelo, En su proyecto de investigación, Estudio comparativo empleando el aditivo Proes y Consolid para estabilizar suelos para caminos vecinales – 2018, El resultado obtenido de los ensayos de CBR evidenciaron mejoras de las características del suelo al hacer uso del estabilizador químico Proes, incrementando la capacidad portante (CBR) a un 95.00% de 45.70%, a comparación con el estabilizador CONSOLID obteniendo un (CBR) al 95.00% de 36.20%.

- b. Según la comparación realizadas del ensayo de capacidad portante (CBR) al 95% de su MDS, se puede evidenciar que el aditivo químico polímero en polvo seco (Megasoil) en una dosificación optima de 0.040kg/m³ de polímero + 1.5% de cemento, tiene mejor comportamiento para estabilizar suelos arcillosos, determinándose que el CBR aumenta en 18.5% con respecto a la muestra patrón, de esta manera se determina que de los cuatro aditivos estudiados, el aditivo químico polímero en polvo seco es el más eficiente para el mejoramiento de suelos de baja capacidad portante. Esto se ratifica con los resultados de

Nesterenko Cortez Darko en su proyecto de investigación que lleva como título, desempeños de suelos estabilizados con polímeros en Perú, para ello elaboro ensayos en diferentes laboratorios de las ciudades del Perú, en los cuales se realizó ensayos granulométricos, límites de atterberg, clasificación de suelos, contenido de humedad – máxima densidad seca y CBR, cuyos resultados señalan que se observó que el CBR de los suelos estabilizados estuvieron por encima de 20% en comparación con la muestra patrón, asimismo, aumento la MDS de las muestras de suelos estabilizados en comparación con el suelo en estado natural obteniéndose un incremento de 2%. Concluyendo que al hacer uso de polímero poliacrilamida es considerado de manera alternativa para estabilizar suelos con arcillosos con deficientes características de resistencia, es decir un índice de CBR < 30%.

- c. Las características fisicomecánicas del suelo incrementa el CBR en un 9.9% con la adición de 6% de ceniza + 1% de cemento, de acuerdo al manual del Ministerio de transportes y comunicaciones, sección suelos y pavimentos MTC (2014), es apto para ser utilizado como subrasante en sus 4 dosificaciones, siendo una dosificación optima 6% de ceniza de agave azul + 1% de cemento. Esto se está ratificando con el resultado de los autores Luna Baca Edwin y Quispe Herhuay Gandy en su tesis, Fibras de agave americana tratada con óxido de calcio en la estabilización de suelos arcillosos de la subrasante de pavimentos de la ciudad de Cusco, determinando como resultado, Las dosis empleadas de Agave americana tratada con óxido de calcio influyen en el índice de soporte (CBR) del suelo pantanoso, cuyo resultado obtenido del análisis de regresión lineal múltiple es igual a 0.030 el cual es menor a $\alpha=0.05$, a comparación con las demás variables independientes como las longitudes de las fibras no están influyendo en el CBR, porque el P-valor es igual 0.270, siendo mayor al nivel de correlación $\alpha=0.05$ y de la misma manera las dosificaciones de óxido de calcio no influye satisfactoriamente a 130 en el CBR ya que el P-valor es igual a 0.252 siendo

mayor a $\alpha=0.05$. Según los resultados determinados por cada 1% de dosis de Agave americana el Índice de (CBR). Va disminuyendo en un 0.130%

- d. Las características fisicomecánicas de los suelos con la incorporación del 6.5% de mucilago de penca de tuna + 1% de cemento va aumentando el índice de CBR en un 11.2%, de acuerdo al manual del Ministerio de transportes y comunicaciones, sección suelos y pavimentos MTC (2014), es apto para ser utilizado como subrasante en sus 4 dosificaciones, siendo la dosificación optima 6.5% de ceniza de agave azul + 1% de cemento. Esto se ratifica con los resultados del bachiller Sánchez Quecaño, Giovanni Mijhail (2021), en su tesis, adición del mucilago de tuna para mejorar las características de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba – Cusco, 2021, su resultado fue positivo disminuyendo el IP, del 0.0% al 4.5% de mucilago de tuna y un aumento de su MDS. También el contenido de humedad optimo fue de 0.0% al 3.0% de mucilago de tuna. En conclusión, todos los resultados son positivos.
- e. Las características fisicomecánicas de las muestras de suelo con la incorporación de 0.040kg/m³ de polímero, más la adición de cemento en sus 4 dosificaciones, obteniéndose una dosificación optima de 0.040kg/m³ de polímero + 1.5% de cemento, cuyo CBR aumenta en 18.5% con respecto a la muestra patrón. Esto se ratifica con los resultados del bachilleres; Terreros Caicedo Carmen Rosa y Ayala Avellán Génesis Gabriela, en su tesis, estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros, determinando que la influencia del polímero fue de forma eficiente con sus propiedades físicas y mecánicas en suelos expansivos, así mismo se evidenció en los ensayos de Atterberg, límite de plasticidad e índice de plasticidad, en donde cuyo límite líquido menguó a razón de 21.43%, 36.69% y 30.69% respecto a las tres muestras empleadas. Concluyendo que con el valor de 1.50% de polímeros se puede controlar el cambio volumétrico de los suelos expansivos hasta en un 91.5%, anulando de

esta manera la expansividad de los suelos y que mediante el ensayo de expansión controlada el polímero anula la presión que ejercería el suelo expansivo hasta en 94.1%, esto cuando se tiene contacto con el agua.

- f. Las características fisicomecánicas del suelo con la incorporación de 0.35lt/m³ de aceite sulfonado más la adición de cemento en, en sus 4 dosificaciones el CBR aumenta significativamente, determinándose la dosificación óptima 0.35lt/m³ de aceite sulfonado + 2% de cemento, el CBR aumenta en un 12.1% con respecto a la muestra patrón. Esto se ratifica con los resultados del bachiller, Efus Uriarte, Carol Alicia (2020), En su tesis estabilización química mediante el uso de aceite sulfonado y permazyme en la carretera no pavimentada Chacco – Muruncancha, del Distrito de Quinua Provincia de Huamanga, el CBR tiene como resultado (49.60%, 55.90%, 60.30%). Asimismo, el ensayo de Proctor modificado aumentó en cuanto a la muestra patrón con una máxima densidad seca de (2gr/cm³), asimismo la humedad optima es (6.5%), al incorporarse con Aceite sulfonado con la siguiente dosificación (0.04lt/m³, 0.07lt/m³, 0.09 lt/m³) de esta manera lográndose obtener una MDS de (2.014 gr/cm³), (2.007 gr/cm³), (2.018 gr/cm³) y un contenido Óptimo de humedad de 6.80%, 7.20%, 7.00% respectivamente. Concluyendo que al adicionar aceite sulfonado con la dosificación antes mencionada aumento significativamente el CRB en comparación con la muestra patrón en 17.0%, aumentando satisfactoriamente la resistencia del suelo.
- g. El uso de los estabilizadores tanto químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna), influyen de manera satisfactoria en el diseño del espesor del pavimento obteniéndose CBR mayores a 6% en comparación a la muestra patrón, de manera que si a mayor CBR menor será el espesor del pavimento. Por esta razón en las tablas 43 y 44 el cual para el mejoramiento del suelo se tomó el mayor CBR el cual fue el dato que menos

espesor arrojó para los dos sectores o tramos que no cumplía con el CBR mayor al 6%, por lo tanto, para el tramo 1 dio un espesor de 0.40m y para el tramo 2 nos arrojó un espesor de 0.25m como se detalla en las tablas 43 y 44. Esto se ratifica con los resultados del bachiller Nesterenko (2018), en su tesis Desempeños de suelos estabilizados con polímeros en Perú, Ejecutándose ensayos en diferentes laboratorios de las ciudades mencionadas en los cuales se realizó ensayos granulométricos, límites de atterberg, clasificaciones de suelos, contenido de humedad – MDS y CBR. cuyos resultados señalan que se observó que el CBR de los suelos estabilizados estuvieron por encima de 20% en comparación con la muestra patrón, asimismo, aumento la MDS de las muestras de suelos estabilizados en comparación con el suelo en estado natural obteniéndose un incremento de 2%. Concluyendo que al hacer uso de polímero poliacrilamida es considerado de manera alternativa para estabilizar suelos con arcillosos con deficientes características de resistencia, es decir un índice de CBR < 30%.

VI. CONCLUSIONES

1. En la evaluación del efecto que causaron al incorporar aditivos tanto químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna) al utilizar la dosificación correcta Aceite sulfonado (0.35lts/m³ + 2.00% de cemento), Polímeros (0.040kg/m³ + 1.50% de cemento), Agave azul (6% de Ceniza de Agave Azul + 1.00% de cemento), Penca de Tuna (6.5% de mucilago de Penca de Tuna + 1.00% de cemento), en éste tipo de suelo mejoran la capacidad portante aumentando el valor del CBR en comparación de la muestra patrón, por lo tanto, son aptos para poder ser utilizados como subrasante según el Manual de Carreteras del MTC.
2. Se determinó la dosificación óptima para cada aditivo en los 4 aditivos utilizados para la estabilización de suelos luego que se realizó los ensayos en laboratorio los resultados que arrojó el CBR se llegó a la conclusión que de las 4 dosificaciones por aditivo que se utilizaron se determinó una óptima para cada tipo de aditivo y son las siguientes: Aceite sulfonado **(0.35lts/m³ + 2.00% de cemento GU)**, Polímeros **(0.040kg/m³ + 1.50% de cemento GU)**, Agave azul **(6% de Ceniza de Agave Azul + 1.00% de cemento GU)**, Penca de Tuna **(6.5% de mucilago de Penca de Tuna + 1.00% de cemento GU)**.

Tabla 47. Comparación de Resultados CBR al 0.1" al 95%

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE CBR DE 0.1" AL 95%	
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN ÓPTIMA
SUELO EN ESTADO NATURAL	-
CENIZA DE AGAVE AZUL	6.00 %+ 1.00 % (cemento GU)
MUCILAGO DE PENCA DE TUNA	6.50 %+ 1.00 % (cemento GU)
POLIMEROS	0.040 kg/m ³ + 1.50 % (cemento GU)
ACEITE SULFONADO	0.35lts/m ³ + 2.00 % (cemento GU)

Fuente: Elaboración propia 2022

3. El uso de los estabilizadores tanto químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna), influyen mucho en el diseño del espesor del pavimento, de manera que si a mayor CBR menor será el espesor del pavimento ya que se realiza un mejoramiento de suelos que beneficia al momento de realizar nuestro diseño de pavimentos. Por esta razón en las tablas 43 y 44, el cual para el mejoramiento del suelo se tomó el mayor CBR el cual fue el dato que menos espesor arrojó para los dos sectores o tramos que no cumplía con el CBR mayor al 6%, por lo tanto, para el sector o tramo 1 calicata 02 dio un espesor de 0.40m y para el sector 2 o tramo 2 para la calicata 4 nos arrojó un espesor de 0.25m como indica en las tablas 43 y 44.
4. Se evaluó y se realizó la comparación los resultados de la capacidad de soporte (mayor CBR) de los estabilizadores químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) que fueron utilizados para el proyecto de investigación los cuales los resultados del aditivo con mayor **CBR fue el POLIMERO (MEGASOIL)**, con una dosificación óptima de **(0.040kg/m³ + 1.50% de cemento GU)**, dando como resultado al **01 pulgada y al 95% que es igual a 21.60%** siendo el mayor resultado de todos los aditivos y en todas las dosificaciones, el cual es el resultado que se utiliza para realizar un diseño de pavimentos, ya que el al **02 pulgadas** solo se utiliza para corroborar y verificar el **CBR** el cual ese resultado siempre tiene que ser mayor.

Tabla 48. *Comparación de Resultados CBR al 0.1" al 95%*

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE CBR DE 0.1" AL 95%		
DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN ÓPTIMA	CBR DE 01" AL 95%
CENIZA DE AGAVE AZUL	6.00 %+ 1.00 % (cemento GU)	13.00
MUCILAGO DE PENCA DE TUNA	6.50 %+ 1.00 % (cemento GU)	14.30
POLIMEROS	0.040 kg/m ³ + 1.50 % (cemento GU)	21.60
ACEITE SULFONADO	0.35lts/m ³ + 2.00 % (cemento GU)	15.20

Fuente: Elaboración propia 2022

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda ampliar y profundizar las investigaciones con los estabilizadores naturales **Penca de Tuna y Agave Azul**, en diferentes tipos de suelos para obtener resultados más precisos, pero siempre tener consideraciones de las normas vigentes para la realización de ensayos de laboratorio, para tener menores errores en los resultados
2. Se recomienda realizar más dosificaciones de los estabilizadores naturales **Penca de Tuna y Agave Azul** para tener mejores resultados y nuevas dosificaciones en diferentes tipos de suelo y expandir el uso de la ceniza del agave y el mucilago de penca de tuna ya que influyen de manera positiva estabilizando suelos, el cual se recomienda para el uso según las necesidades ya que son plantas que abundan en la mayoría de zonas del país.
3. Se recomienda que al momento de realizar el diseño del mejoramiento de un suelo en una carretera se tome el mayor CBR ya que ayuda mucho a disminuir el espesor del pavimento, porque ahora en día ya las canteras en algunos lugares ya no cuentan con suficiente potencia para abastecer en los afirmados de las carreteras.
4. Según nuestro trabajo de investigación se recomienda utilizar todos los aditivos químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y Naturales (Agave Azul y Penca de Tuna) ya que todos actúan de manera positiva para este tipo de suelo estudiado, pero los aditivos químicos tienen más seguridad de estabilizar todo tipo de suelos, sin importar la región y el clima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrews, R. & Duffy, P. (2008). *Estabilización de polímeros y gestión del mejor valor de las redes de carreteras sin sellar*. Road & Transport Research: A Journal of Australian and New Zealand Research and Practice, vol. 17, no. 3, p. 59
- Azura, z. & Adnan, Z. (2019). "An overview of traditional and non traditional stabilizer for soft soil". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 527, 012015. doi:10.1088/1757-899X/527/1/012015
- Atarama, E. (2015). *Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo Proes* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. <https://goo.su/aHVC>
- Ayala, G. (2017). *Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros. Samborondón* [Tesis de pregrado, Universidad de Especialidad Espíritu Santo]. <https://goo.su/aLAG>
- Banco de Desarrollo de América Latina (2018). *Guía de buenas prácticas para la adaptación de las carreteras al clima*. Libro de CAF. <https://goo.su/alq4>
- Bermudez, C., & Ramos, Y. (2019). *Diseño estructural del pavimento flexible para el mejoramiento de la transitabilidad en la prolongación av. Uno y la prolongación Sinchi Roca, en el centro poblado alto Trujillo, Trujillo - La Libertad* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2262>
- Bull, A. (2003). *Congestión de tránsito: el problema y cómo enfrentarlo. Cuadernos de la CEPAL*. Nº 87. <https://goo.su/9k3d>
- Bitúmenes del Perú S.A.C. (Bituper S.A.C). *Megasoil Especificaciones Técnicas*. Perú. <https://n9.cl/7258h>

- Castillo, H., & Robles, L. (2019). *Análisis estructural del pavimento flexible de las calles 02, 03 y 04, en la urbanización Los Pinos, Chimbote, Ancash – 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://goo.su/9HOE>
- Castro, A. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://goo.su/bby3>
- Chávez, R. (2018) Estudio Comparativo empleando el aditivo Proes y CONSOLID para la estabilización de suelos en caminos vecinales, 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34941>
- Contreras, K. y Gutierrez, T. (2015) Remoción de plomo de las aguas del efluente minero de Yauli La Oroya utilizando el coagulante de Maguey (Agave Americana L.) a nivel de laboratorio [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. [//hdl.handle.net/20.500.12894/3730](https://hdl.handle.net/20.500.12894/3730)
- Corros, M, Urbáez, E. y Corredor, G. (2009). *Maestría en Vías terrestres Módulo III Diseño de pavimentos I*. Manual de evaluación de pavimentos, Universidad Nacional de Ingeniería. <https://goo.su/azjP>
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limusa Noriega Editorial.
- Espinoza, E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. *Conrado*, 14 (1), 39 – 49. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000500039

- Estrada, F.J. y Pintado, J. F (2019) *capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo I y 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/22322>
- Fernández, H. W. (2017) *Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1140>
- Georgees, Romel & Hassan, Rayya & Jegatheesan, Piratheepan & Evans, Robert. (2017). *Sustainable and durable material for pavement construction*. 255-263. 10.2495/UT170221
- GRANADOS, D. y CASTAÑEDA, A. D. (2000). *El nopal, Historia, Fisiología, Genética e Importancia Frutícola* (1° ed) Edit. Trillas – México.
- Hernández, H., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación 5ta Ed*. Mc Graw Hill / Interamericana Editores
- Hidalgo, F., y Saavedra, J. (2020). *Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://goo.su/aKiM>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019, junio 21). *En el 2021 año del Bicentenario de la Independencia el Perú contará con una población de 33 millones 35 mil 304 habitantes* [Nota de Prensa] <https://n9.cl/bhjuo>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021, noviembre). *Flujo Vehicular en las unidades de peaje* [Nota de prensa] <https://n9.cl/61eu5>

- Junco del Pino, J. M. y Tejada, E. (2011) *Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de subrasante de carreteras*. Revistas de arquitectura e ingeniería, agosto 2011. vol. 5, núm. 2. <https://goo.su/bgiJ>
- Llosa, J. (2006). *Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos* [Proyecto profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://goo.su/Qhl>
- Luna, E., & Quispe, G. (2021). *Fibras de agave americana tratada con óxido de calcio en la estabilización de suelos arcillosos en la subrasante de pavimentos rígidos en la ciudad de Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. <https://goo.su/9Z4j>
- Macedo, F. (2014). *Diseño estructural del pavimento flexible, en el mejoramiento del camino vecinal Rioja-Posic, utilizando el método NAASRA, tramo del km 00+000 al 6+090, distrito y provincia de Rioja, región San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. <https://goo.su/ao59>
- Mendizabal, K (2018). *Adición del Mucílago de Penca de Tuna para Estabilizar Suelo Arcilloso, Chilca* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/775>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018*, Lima, Perú
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Plan Estratégico Sectorial Multianual PESEM 2018-2021*. Resolución Ministerial 1029-2018 MTC/01. <https://goo.su/9gTo>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020). *Plan Estratégico Institucional PEI (2020-2023)*. Resolución Ministerial 0328-2020-MTC/01. <https://goo.su/apAW>

- Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma Técnica Peruana E-050 Suelos y Cimentaciones*. Lima: Normas Legales.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma Técnica Peruana E-060 Concreto Armado*. Lima: Normas Legales.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Vivienda. (2006). *Norma Técnica Peruana E-070 Albañilería*. Lima: Normas legales.
- Montejo, F., y Otero, D. (2016). *Evaluación del comportamiento mecánico de una estructura bicapa, reforzada con geomalla biaxial, compuesta por afirmado invias sobre subrasante blanda, aplicable a vías no pavimentadas*. Pontifica Universidad Javeriana. <https://goo.su/aaeD>
- Montejo, F. A. (2002) *Ingeniería de pavimentos para carreteras (Segunda ed)*. Universidad Católica de Colombia. <https://goo.su/aF2G>
- Nel, L. (2010). *Metodología de la Investigación: Estadística Aplicada a la Investigación*. Empresa editora Macro.
- Nesterenko, Darko (2018). *Desempeños de suelos estabilizados con polímeros en Perú* [Tesis de postgrado, Universidad de Piura]. <https://goo.su/9YSe>
- Nieto, J. (2019). *Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María]. <https://goo.su/auSJ>
- LLumitasig, S, & Siza A. (2017). *Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato de Ecuador]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26585>

- Plataforma digital única del estado peruano (2022, enero 06). *Provías Nacional entregó 239 kilómetros de carreteras pavimentadas en la Red Vial Nacional* [nota de prensa]. <https://n9.cl/qg3we>
- Proes Tech Perú SAC. Ficha Técnica Proes (Aceite Sulfonado). Lima Perú. www.proestech.com
- Ravines, M. (2010). *Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. <https://goo.su/a9Cg>
- Reyez, E., y Rojas, L. (2001). *La Investigación científica y la ética del investigador*. Investigaciones educativas, 5(8), 69-70. <https://goo.su/9qlg>
- Salazar, J. (2019). *Influencia de la adicción del polímero megasoil en los porcentajes de 2%, 4%, 6% en el CBR del material de cantera para afirmados* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://goo.su/9wrG>
- Sánchez, I., y Condori, B. (2019). *Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el centro poblado de Huamamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5045>
- Sánchez, G. (2021) *Incorporación del mucilago de tuna para mejorar las propiedades de la subrasante estabilizada en la calle Nieto Miranda, Quillabamba–Cusco, 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo - Lima]. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74205>
- Pérez, F. M. y Troyes, J. F. (2021) Efecto del estabilizador iónico y cal en la capacidad portante del suelo de la Prolongación de avenida La Agricultura- Chota [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/76317>

- Senamhi (2021). *Clima/Mapa Climático del Perú*.
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Soltani, A., Deng, A., Taheri, A., & Mirzababaei, M. (2019) A sulphonated oil for stabilisation of expansive soils, *International Journal of Pavement Engineering*, 20:11, 12851298, DOI: 10.1080/10298436.2017.1408270
- Tauste, R. (2020). *Estudio de viabilidad del uso de polímeros reciclados para la mejora estructural de infraestructuras de transporte*. Granada [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <https://goo.su/aFDY>
- Universidad de Buenos Aires (s.f.) *Conceptos básicos sobre pavimentos*. Texto de la Universidad de Buenos Aires. <https://goo.su/9T5g>
- Villasís, M., y Miranda, M. (2016). The research protocol IV: study variables. *Revista Alergia México*, 63(3), 303 – 310. Doi: <https://doi.org/10.29262/ram.v63i3.199>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General		
¿De qué manera Influye los estabilizadores de suelos mediante químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna) con las 4 muestras por aditivo con una adición de cemento en la subrasante Cajamarca -2022?	Evaluar el efecto de la estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca -2022	Se evaluó el efecto de la estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca -2022	<ul style="list-style-type: none"> - Aceite sulfunado, polímeros, agave azul y penca de tuna. - Estabilización de suelos. 	Tipo: Aplicado Enfoque: Cuantitativo Diseño: Cuasiexperimental Nivel: explicativo
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos		
¿Cuál es la dosificación óptima de los estabilizadores de suelos mediante químicos y naturales con las 4 dosificaciones, Aceite sulfunado (35lts/m ³ con una adición de cemento al 0.5%, 1.00%, 1.5% y 2.00%), Polímeros (0.040kg/m ³ con adición de cemento de 0.5%, 1.00%, 1.5% y 2.00%), Agave azul (2%, 4%, 6% y 8%) y Penca de Tuna (2.5%, 4.0%, 6.5% y 8.0%) Cajamarca-2022?	Determinar la dosificación óptima de los estabilizadores de suelos mediante químicos y naturales con las con las 4 dosificaciones, Aceite sulfunado (0.35lts/m ³ con una adición de cemento al 0.5%, 1.00%, 1.5% y 2.00%), Polímeros (0.040kg/m ³ con adición de cemento de 0.5%, 1.00%, 1.5% y 2.00%), Agave azul (2%, 4%, 6% y 8%) y Penca de Tuna (2.5%, 4.0%, 6.5% y 8.0%) Cajamarca-2022	Se determinó la dosificación óptima de los estabilizadores de suelos mediante químicos: Aceite Sulfunado (0.35lt/m ³ con el 2.00% de cemento) y Polímeros con (0.040kg/m ³ y 1.50 de cemento) y los naturales: Agave Azul (6%) y Penca de tuna (6.5%) Cajamarca-2022	Población	Técnica e Instrumento de recolección de datos
			Distrito Cajamarca (km 0 + 000) – Distrito de Chetilla km (35 + 200.00)	Técnica: Observación Instrumentos: <ul style="list-style-type: none"> - Calicatas. - Ficha técnica de protocolos. - Análisis granulométrico

<p>¿De qué manera el uso de los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) influyen en el diseño del espesor del pavimento Cajamarca-2022?</p>	<p>Definir si el uso de los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) influyen en el diseño del espesor del pavimento Cajamarca-2022</p>	<p>Según la dosificación óptima de los estabilizadores tanto químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) influyen en el diseño del espesor del pavimento de manera que si a mayor CBR menor será el espesor del pavimento ya que se realiza un mejoramiento de suelos que beneficia al momento de realizar nuestro diseño de pavimentos Cajamarca-2022</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1520 94 1759 212"></td> <td data-bbox="1768 94 2053 212"> <ul style="list-style-type: none"> - Límites de Atterberg - Proctor modificado - CBR </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1520 219 1759 894" style="text-align: center;"> <p>Muestra</p> <p>Tramo comprendido del km 20+000 al km 25+000 del recorrido vecinal.</p> </td> <td data-bbox="1768 219 2053 894"></td> </tr> </table>		<ul style="list-style-type: none"> - Límites de Atterberg - Proctor modificado - CBR 	<p>Muestra</p> <p>Tramo comprendido del km 20+000 al km 25+000 del recorrido vecinal.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - Límites de Atterberg - Proctor modificado - CBR 						
<p>Muestra</p> <p>Tramo comprendido del km 20+000 al km 25+000 del recorrido vecinal.</p>							
<p>¿Cuál de los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) influye en el resultado de la capacidad de soporte (mayor CBR) del diseño de pavimentos Cajamarca-2022?</p>	<p>Evaluar los resultados de la capacidad de soporte (mayor CBR) los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) usados en el tramo Cajamarca-2022.</p>	<p>Se evaluó los resultados de la capacidad de soporte (mayor CBR) de los estabilizadores químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de tuna) usados en el tramo Cajamarca-2022. El polímero fue el aditivo con mayor CBR al 95%, cuyo valor se tomó para el mejoramiento.</p>					

ANEXO 2. ACTAS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LOPEZ CARRANZA ATILIO RUBEN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca -2022.", cuyos autores son OCAS FLORES JOSE WILMER, SAAVEDRA RUIZ MARIA DENI, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 22 de Junio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LOPEZ CARRANZA ATILIO RUBEN DNI: 32965940 ORCID 0000-0002-3631-2001	Firmado digitalmente por: ALOPEZC75 el 28-06- 2022 16:20:59

Código documento Trilce: TRI - 0309522



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, OCAS FLORES JOSE WILMER, SAAVEDRA RUIZ MARIA DENI estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfonado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca -2022.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JOSE WILMER OCAS FLORES DNI: 75071272 ORCID 0000-0002-4704-5092	Firmado digitalmente por: JOCASF el 22-06-2022 12:01:30
MARIA DENI SAAVEDRA RUIZ DNI: 47548681 ORCID 0000-0003-3860-4443	Firmado digitalmente por: MDSAAVEDRAS el 22-06- 2022 11:44:24

Código documento Trilce: TRI - 0309521



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Siendo las 08:00 horas del 25/06/2022, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "Estabilización de suelos mediante químicos (Aceite Sulfunado y Polímeros) y naturales (Agave Azul y Penca de Tuna), Cajamarca -2022.", presentado por los autores OCAS FLORES JOSE WILMER, SAAVEDRA RUIZ MARIA DENI estudiantes de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
JOSE WILMER OCAS FLORES	Mayoría

Firmado digitalmente por: COLCHADOE
el 29 Jun 2022 11:19:07

Firmado digitalmente por: SLEGENDRE el
30 Jun 2022 23:24:51

EDGAR SERAPIO ESPIRITU
COLCHADO
PRESIDENTE

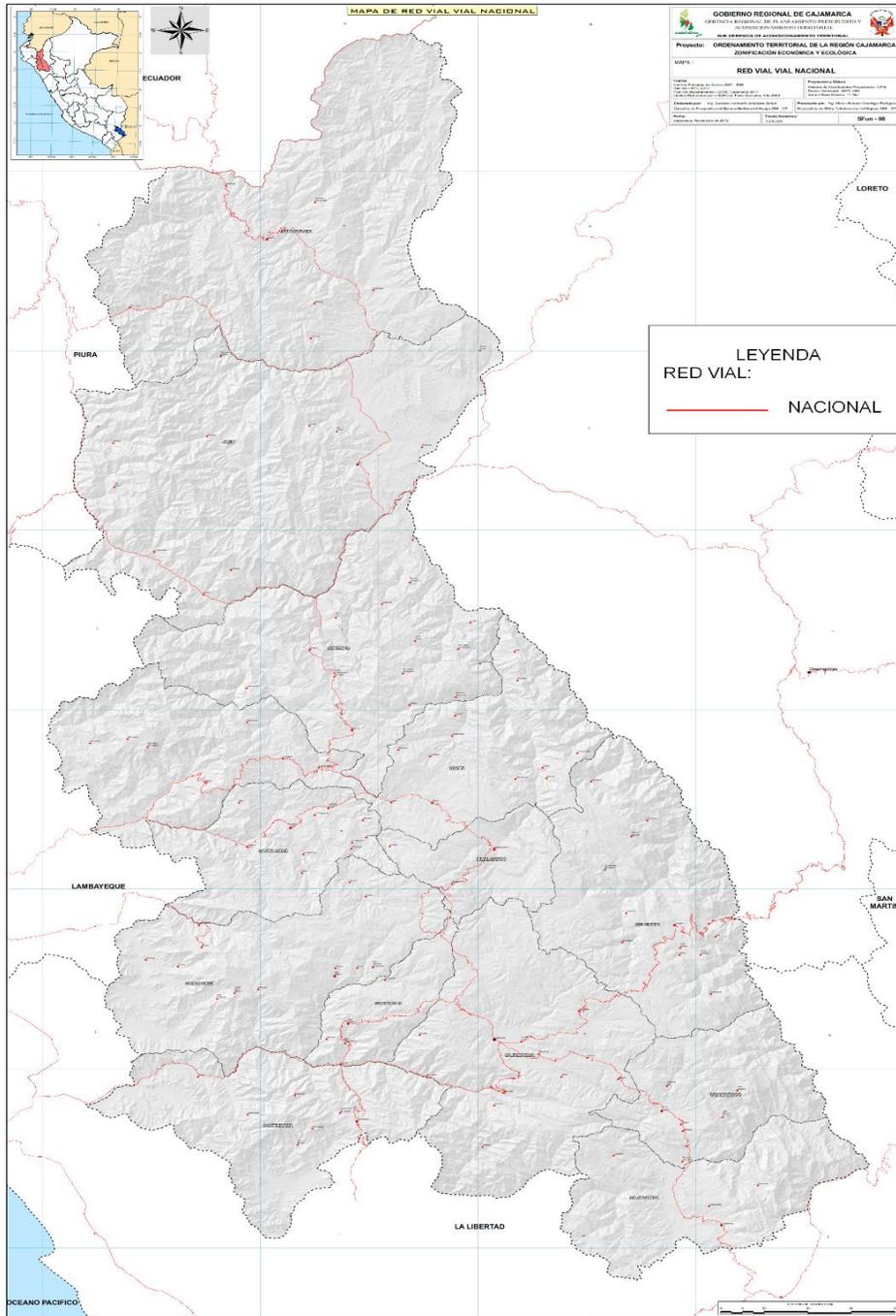
SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR
SECRETARIO

Firmado digitalmente por: ALOPEZC75 el 28
Jun 2022 16:20:56

ATILIO RUBEN LOPEZ CARRANZA
VOCAL

Código documento Trilce: TRI - 0309523

ANEXO 4: RED VIAL DE CAJAMARCA



Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca

ANEXO 5. PANEL FOTOGRÁFICO DE CALICATAS, ENSAYOS Y OTROS.

❖ EXPLORACIÓN DE SUELOS



FOTO 1 - KM 20+000:
Vista panorámica de la primera calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado izquierdo.



FOTO 2 - KM 20+000:
La calicata 01 tiene 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco se presenció napa freática. Material de color pardo oscuro



FOTO 3 - KM 21+000:
Vista panorámica de la segunda calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado derecho.



FOTO 4 - KM 21+000:
La calicata 02 de 1.50m de profundidad, no hay presencia de gravas, tampoco se presenció napa freática. Material de color gris claro.



FOTO 5 - KM 22+000:

Vista panorámica de la tercera calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado derecho.



FOTO 6 - KM 22+000:

La calicata 03 tiene 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco hay se presencié napa freática. Material de color cobrizo,



FOTO 7 - KM 23+000:

Vista panorámica de la cuarta calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado Derecho.



FOTO 8 - KM 23+000:

La calicata 04 de 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco se presencié napa freática. Material de color pardo amarillento,



FOTO 9 - KM 24+000:

Vista panorámica de la quinta calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado Izquierdo.



FOTO 10 - KM 24+000:

La calicata 05 tiene 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco hay se presencié napa freática. Material de color pardo claro.



FOTO 11 - KM 25+000:

Vista panorámica de la sexta calicata en el tramo de estudio Cajamarca – Chetilla. Al lado Derecho.



FOTO 12 - KM 25+000:

La calicata 06 tiene 1.50m de profundidad, no hay presencia de grava, tampoco se presencié napa freática. Material de color pardo oscuro,

❖ PROCESO DE ADQUISICIÓN DEL ADITIVO NATURAL MUCÍLAGO DE PENCA DE TUNA



❖ PROCESO DE ADQUISICIÓN DEL ADITIVO NATURAL AGAVE AZUL



Vista del obtención y secado del agave azul (Agave americana) para luego obtener la ceniza respectiva.

❖ ADITIVOS QUÍMICOS



Vista de obtención del aditivo polimero en polvo seco soluble en agua (Megasoil) y Aceite Sulfonado (PROES).

❖ ENSAYOS

ENSAYOS DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS EN ESTADO NATURAL



Ensayo de humedad natural bajo la normativa MTC E-108, el cual, permite conocer el contenido de humedad de una muestra.

ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA DE LAS MUESTRAS EN ESTADO NATURAL



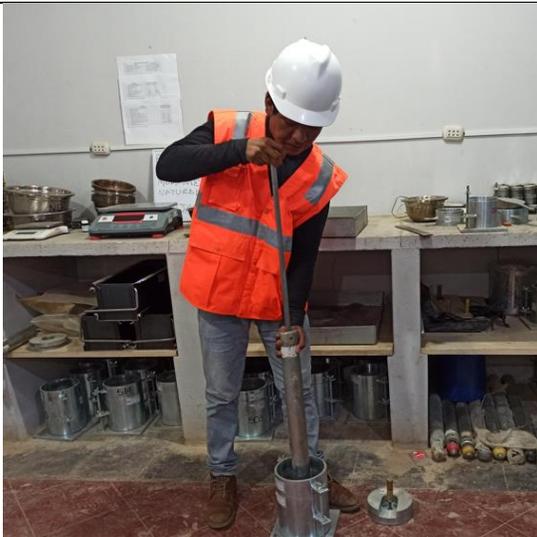
Ensayo granulométrico por tamizado bajo la normativa MTC E-204, el cual, permite conocer la distribución del tamaño de las partículas en una muestra de agregado.

ENSAYOS DE LÍMITES DE LA MUESTRA EN ESTADO NATURAL



Ensayo de consistencia bajo las normativas MTC E-110 y MTC E-111, los cuales, permiten conocer el contenido de agua para los estados líquido, plástico e semisólido de una muestra de agregado.

ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO



Secado de muestra de 500g para obtener la cantidad de agua a usar en los ensayos, se trabajará en 3 porcentajes. Hasta conseguir el óptimo contenido de humedad.

Compactación de muestra en el molde. Para conseguir el óptimo contenido de humedad y la densidad seca que se utilizara para realizar el CBR.

ENSAYOS DE CBR MUESTRA PATRON





Ensayo de CBR bajo la normativa MTC E-132, se aprecia la separación, preparación, compactación, saturación y expansión de los especímenes moldeados para su posterior penetración en la prensa manual CBR.

❖ **ENSAYOS DE CBR CON LA INCORPORACIÓN DE ADITIVOS**

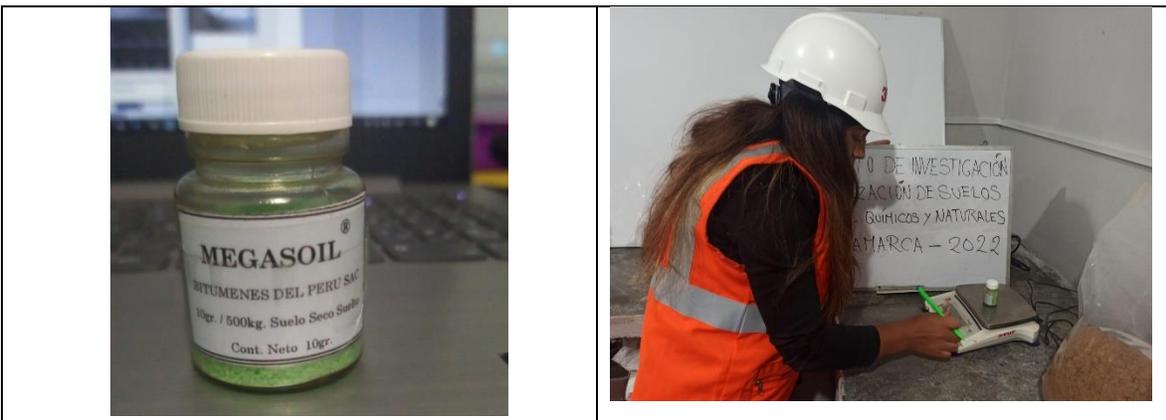
- a) **Ensayo de CBR con la adición de Aditivo químico Aceite Sulfonado (PROES).**





Dosificaciones de prueba del material granular afirmado con CEMENTO GU y ACEITE SULFONADO, para ser curados al ambiente durante 7 días y ser saturados luego durante 4 días.

b) Ensayo de CBR con la adición de Aditivo químico Polímeros en Polvo Seco (MEGASOIL).





Dosificaciones de prueba del material granular afirmado con CEMENTO GU y MEGASOIL, para ser curados al ambiente durante 7 días y ser saturados luego durante 4 días.

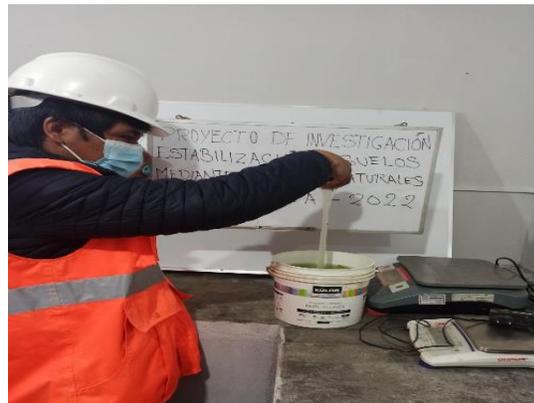
c) Ensayo de CBR con la adición de Aditivo Natural (Agave Azul).





Dosificaciones de prueba del material granular afirmado con CEMENTO GU y CENIZA DE AGAVE AZUL, para ser curados al ambiente durante 5 días y ser saturados luego durante 4 días.

d) Ensayo de CBR con la adición de Aditivo Natural (Penca de Tuna).





Dosificaciones de prueba del material granular afirmado con CEMENTO GU y MUCÍLAGO DE PENCA DE TUNA, para ser curados al ambiente durante 5 días y ser saturados luego durante 4 días.

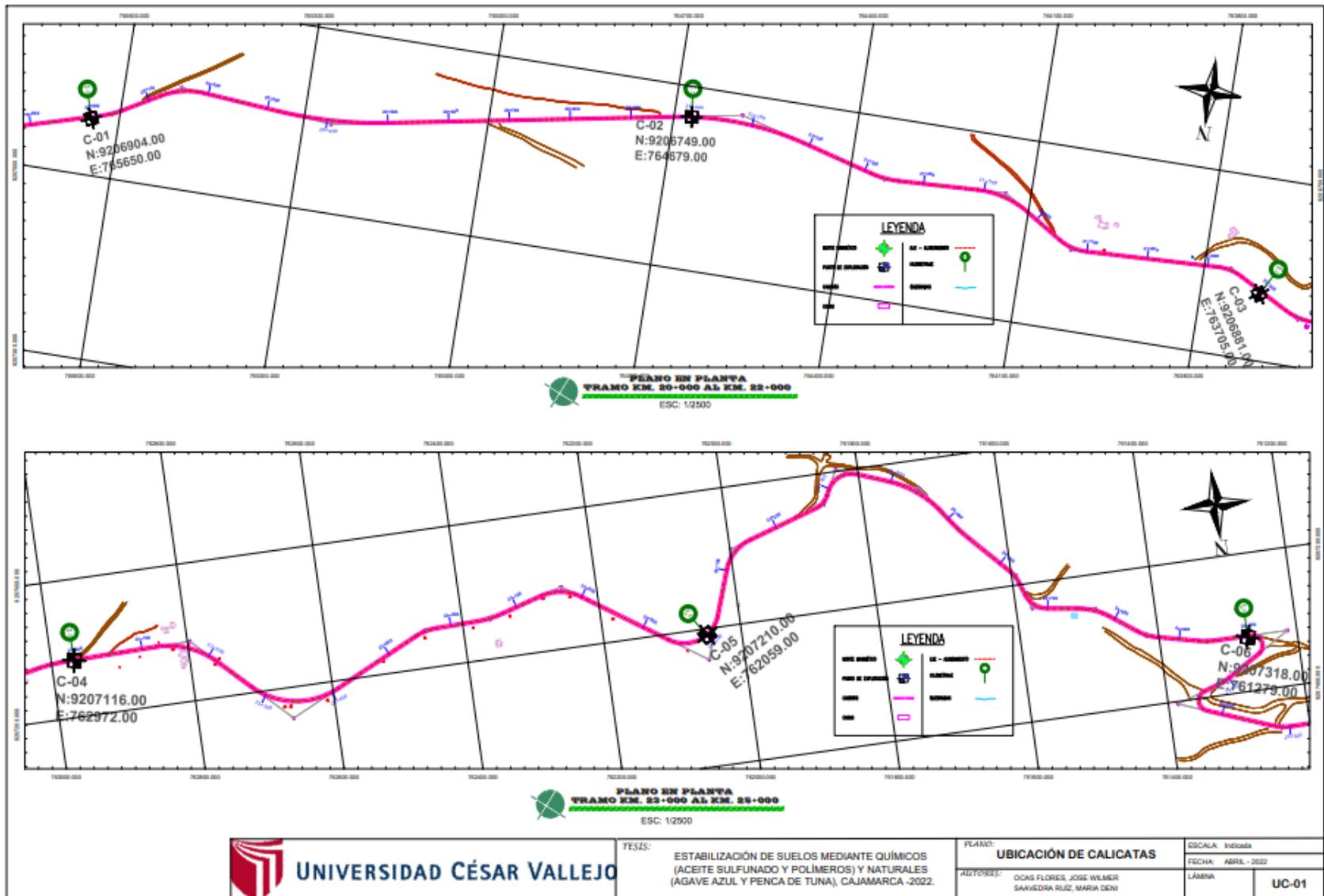
SATURACIÓN Y PENETRACIÓN DE CBR ADITIVOS.





Ensayo de penetración, de especímenes saturados bajo la normativa MTCE-132, lo cual, permitió obtener mediante las lecturas registradas la capacidad de soporte CBR del material combinado.

ANEXO 6: PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS:

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.

PLANO:

UBICACIÓN DE CALICATAS

ESCALA: Indicada

FECHA: ABRIL - 2022

AUTORES:

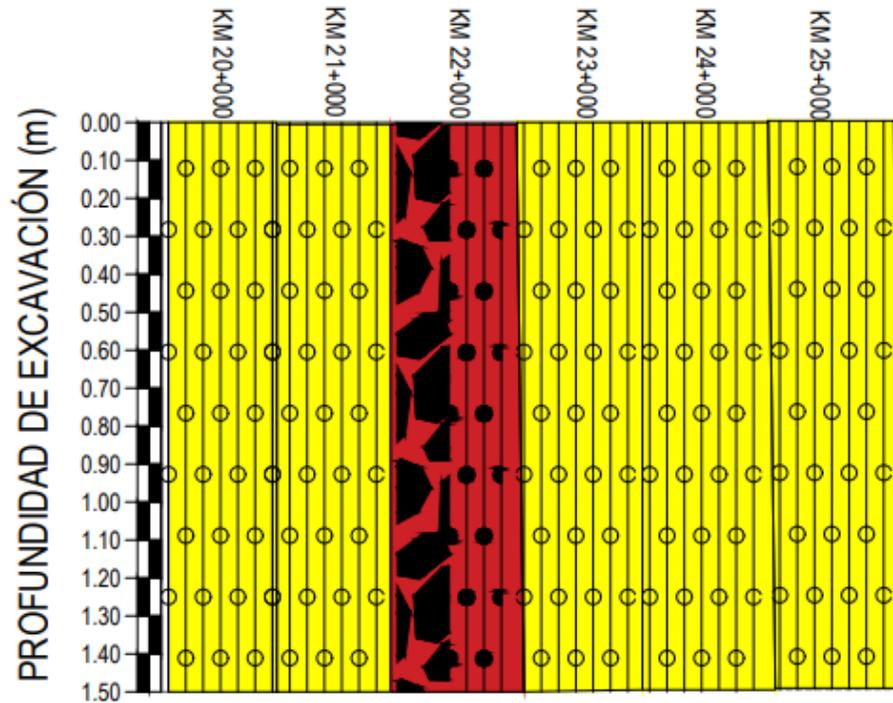
OCCAS FLORES, JOSE WILMER
SAAVEDRA RUIZ, MARIA DENI

LÁMINA

UC-01

ANEXO 7: PLANO DE PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.



PLANO KM 20+000 AL KM 25+000
ESCALA HORIZONTAL: 1:10000
ESCALA VERTICAL: 1:100

NUMERO DE CALICATA	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06
LADO	IZQ	DER	DER	DER	IZQ	DER
PROGRESIVA	KM 20+000	KM 21+000	KM 22+000	KM 23+000	KM 24+000	KM 25+000
COORDENADAS UTM WGS-84	703600E 9289304N	704670E 9290700N	705700E 9292000N	706720E 9293300N	707800E 9294700N	708790E 9296100N
COTA DE TERRENO (m.a.s.n.m.)	3671.84	3680.58	3685.12	3686.99	3682.45	3527.90
CANTIDAD DE ESTRATOS	01	01	01	01	01	01
MUESTRA	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO (%)	18.6	32.4	21.1	38.8	18.1	17.8
RETENIDO EN EL TAMIZ N° 04 (%)	26.1	3.2	66.4	9.9	28.2	4.0
RETENIDO EN EL TAMIZ N° 200 (%)	75.9	90.8	31.6	71.0	78.4	80.4
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26.3	N.P.	42.5	46.9	40.3	28.5
LÍMITE PLÁSTICO (%)	N.P.	N.P.	29.3	33.4	32.1	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	N.P.	N.P.	13.2	13.5	8.2	N.P.
CLASIFICACIÓN SUCS	SM	SM	GP-GM	SM	SM	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-2-4 (S)	A-4 (S)	A-3-7 (S)	A-3-7 (S)	A-2-4 (S)	A-2-4 (S)
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.2	22.4	13.8	20.2	16.8	14.8
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.893	1.480	1.980	1.914	1.898	1.777
CBR 0.1" AL 95%	62.5	3.6	6.3	5.5	27.9	33.0
CBR 0.1" AL 100%	101.5	5.5	8.2	12.5	40.2	47.0
CBR 0.2" AL 95%	72.5	4.8	8.2	6.8	36.8	38.0
CBR 0.2" AL 100%	114.0	7.5	10.4	16.1	54.9	62.5

LEYENDA:

-  GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA
-  ARENA LIMOSA CON O SIN GRAVA

ANEXO 8. ENSAYOS DE LABORATORIO.

ENSAYOS DE MUETRA PATRON

✓ Humedad Natural	6
✓ Granulometría	6
✓ Límites De Atterberg	6
✓ Proctor Modificado	6
✓ CBR	6

ENSAYOS CON ADITIVOS

✓ Proctor con Aditivos	16
✓ CBR con Aditivos.	16

ENSAYOS DE pH	1
---------------	---

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN	10 DE 220.
-----------------------------	------------



PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.	LADO	: IZQUIERDO
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	N° DE MUESTRAS	: 1
CALICATA	: C-01	COORD. UTM WGS 84	: 765650E - 9206904N
PROGRESIVA	: KM 20+000	FECHA DE ENSAYO	: 22/03/2022
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	N° DE TARRO	PESO SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO DE TARA (gr)	PESO DE AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE HUMEDAD
M - 01	0.00 - 1.50	13	97.64	89.56	13.64	8.08	75.92	10.6%
M - 01	0.00 - 1.50	14	84.36	77.55	13.43	6.81	64.12	10.6%

OBSERVACIONES:

La norma de ensayo para determinar el contenido de humedad natural en una muestra de suelo, establece que cuando se trabaje con muestras pequeñas cuyo valor de masas sean menores de 200 gr y que

dichas muestras, contengan partículas de grava relativamente grandes, no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C - 02 **N° DE MUESTRAS** : 1
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 22/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	N° DE TARRO	PESO SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO DE TARA (gr)	PESO DE AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE HUMEDAD
M - 01	0.00 - 1.50	1	75.81	60.52	13.39	15.29	47.13	32.4%
M - 01	0.00 - 1.50	2	78.34	62.45	13.48	15.89	48.97	32.4%

OBSERVACIONES:

La norma de ensayo para determinar el contenido de humedad natural en una muestra de suelo, establece que cuando se trabaje con muestras pequeñas cuyo valor de masas sean menores de 200 gr y que

dichas muestras, contengan partículas de grava relativamente grandes, no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282


 ANGELES m,e&c SRL
 César Hernán Angeles Quiroz
 GERENTE GENERAL


 S.R.T.
 INGENIERO CIVIL



PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.	LADO	: DERECHO
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	N° DE MUESTRAS	: 1
CALICATA	: C- 03	COORD. UTM WGS 84	: 763705E - 9206881N
PROGRESIVA	: KM 22+000	FECHA DE ENSAYO	: 22/03/2022
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	N° DE TARRO	PESO SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO DE TARA (gr)	PESO DE AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE HUMEDAD
M - 01	0.00 - 1.50	33	75.20	64.43	13.65	10.77	50.78	21.2%
M - 01	0.00 - 1.50	16	80.66	69.03	13.37	11.63	55.66	20.9%

OBSERVACIONES:

La norma de ensayo para determinar el contenido de humedad natural en una muestra de suelo, establece que cuando se trabaje con muestras pequeñas cuyo valor de masas sean menores de 200 gr y que

dichas muestras, contengan partículas de grava relativamente grandes, no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282


ANGELES m,e&c SRL
César Hernán Angeles Quiróz
GERENTE GENERAL


INGENIERO CIVIL



PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA
CALICATA : C - 04
PROGRESIVA : KM 23+000
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m
LADO : DERECHO
N° DE MUESTRAS : 1
COORD. UTM WGS 84 : 762972E - 9207116N
FECHA DE ENSAYO : 22/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS

NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	N° DE TARRO	PESO SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO DE TARA (gr)	PESO DE AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE HUMEDAD
M - 01	1.20 - 1.90	20	66.40	54.18	13.51	12.22	40.67	30.0%
M - 01	1.20 - 1.90	26	68.40	55.74	13.59	12.66	42.15	30.0%

OBSERVACIONES:

La norma de ensayo para determinar el contenido de humedad natural en una muestra de suelo, establece que cuando se trabaje con muestras pequeñas cuyo valor de masas sean menores de 200 gr y que

dichas muestras, contengan partículas de grava relativamente grandes, no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo.

GEFE DE LABORATORIO Y
GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES
DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282


ANGELES m.e&c SRL
César Hernán Angeles Quiróz
GERENTE GENERAL





PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.		
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	LADO	: IZQUIERDO
CALICATA	: C - 05	N° DE MUESTRAS	: 1
PROGRESIVA	: KM 24+000	COORD. UTM WGS 84	: 761279E - 9207318N
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	: 22.03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	N° DE TARRO	PESO SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO DE TARA (gr)	PESO DE AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE HUMEDAD
M - 01	0.00 - 1.50	28	91.40	80.13	13.58	11.27	66.55	16.9%
M - 01	0.00 - 1.50	27	94.37	82.57	13.60	11.80	68.97	17.1%

OBSERVACIONES:

La norma de ensayo para determinar el contenido de humedad natural en una muestra de suelo, establece que cuando se trabaje con muestras pequeñas cuyo valor de masas sean menores de 200 gr y que dichas muestras, contengan partículas de grava relativamente grandes, no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.	LADO : DERECHO
UBICACIÓN : CAJAMARCA	N° DE MUESTRAS : 1
CALICATA : C - 06	COORD. UTM WGS 84 : 762059E - 9207210N
PROGRESIVA : KM 25+000	FECHA DE ENSAYO : 22/03/2022
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	N° DE TARRO	PESO SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO DE TARA (gr)	PESO DE AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE HUMEDAD
M - 01	0.00 - 1.50	44	79.28	69.21	13.57	10.07	55.64	18.1%
M - 01	0.00 - 1.50	45	80.31	70.12	13.58	10.19	56.54	18.0%

OBSERVACIONES:

La norma de ensayo para determinar el contenido de humedad natural en una muestra de suelo, establece que cuando se trabaje con muestras pequeñas cuyo valor de masas sean menores de 200 gr y que

dichas muestras, contengan partículas de grava relativamente grandes, no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo.

GEFE DE LABORATORIO Y
GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES
DE AGUA
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282


ANGELES m.a&c SRL
César Hernán Angeles Quiroz
GERENTE GENERAL


INGENIERO CIVIL

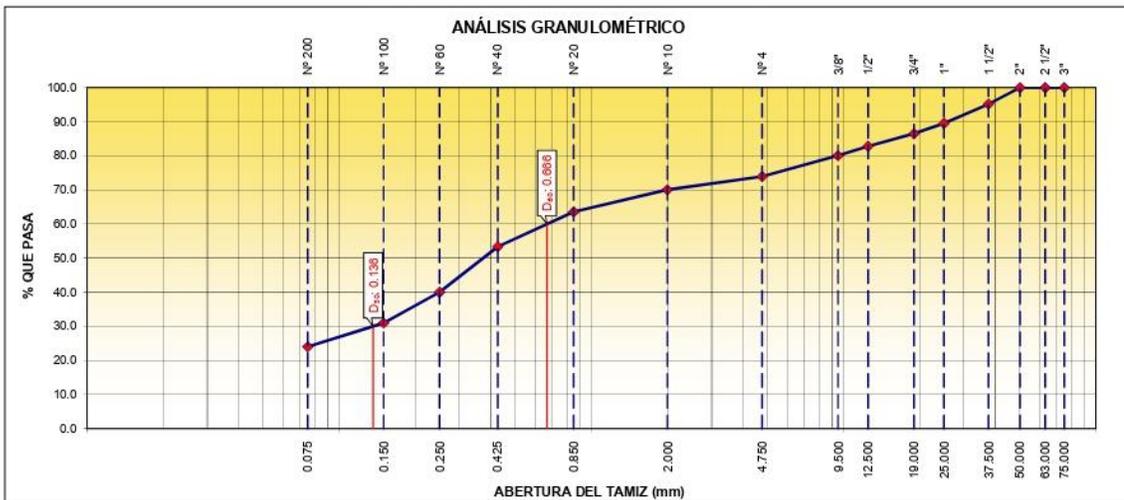


PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.
 UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : IZQUIERDO
 CALICATA : C-01 MUESTRA : M-01
 PROGRESIVA : KM 20+000 COOR. UTM WGS 84 : 765650E - 9206904N
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 29/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.128 | ASTM D 422 | MTC E 107)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO PASANTE (%)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO
3"	75.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL 10986 gr
2 1/2"	63.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO FRACCIÓN 282.00 gr
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0	TAMANO MÁXIMO 2 "
1 1/2"	37.500	531	4.8	4.8	95.2	PORC. DE GRAVA 26.1%
1"	25.000	622	5.7	10.5	89.5	PORC. DE ARENA 49.9%
3/4"	19.000	334	3.0	13.5	86.5	PORC. DE FINOS 24.1%
1/2"	12.500	398	3.6	17.2	82.8	LÍMITE LÍQUIDO 26.3%
3/8"	9.500	306	2.8	19.9	80.1	LÍMITE PLÁSTICO N.P.
N° 4	4.750	672	6.1	26.1	73.9	IND. DE PLASTICIDAD N.P.
N° 8	2.360					CLASIF. SUCS SM
N° 10	2.000	14.87	3.9	30.0	70.0	CLASIF. AASHTO A-2-4 (0)
N° 16	1.180					D ₁₀
N° 20	0.850	24.64	6.5	36.4	63.6	D ₃₀ 0.136 mm
N° 30	0.600					D ₆₀ 0.666 mm
N° 40	0.425	38.89	10.2	46.6	53.4	COEF. DE UNIF.
N° 50	0.300					COEF. DE CURV.
N° 60	0.250	50.98	13.4	60.0	40.0	MODULO DE FINEZA 2.72
N° 80	0.180					
N° 100	0.150	34.55	9.1	69.0	31.0	DESCRIPCIÓN
N° 140	0.106					
N° 200	0.075	26.34	6.9	75.9	24.1	ARENA LIMOSA CON GRAVA
FONDO		91.73	24.1	100.0		



OBSERVACIONES:

El criterio de clasificación de suelos y caracterización de los niveles de plasticidad según las disposiciones dadas por el SUCS y la AASHTO, han sido tomados de la siguiente bibliografía traducida:

Principles of Foundation Engineering, Si Seventh Edition, Braja M. Das, publicado en inglés por Cengage Learning © 2011, ISBN 13: 978-0-495-66812-1, ISBN 10: 0-495-66812-5.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282



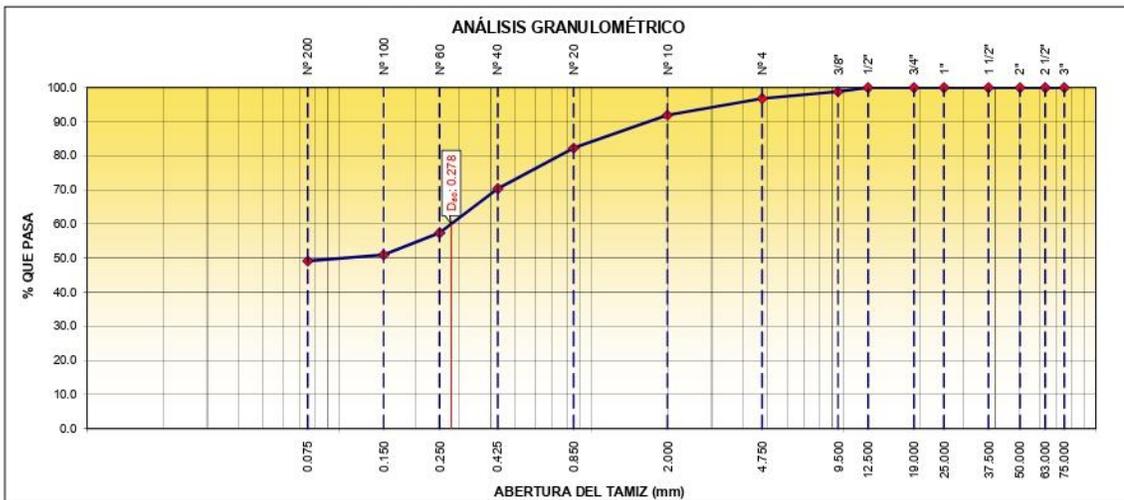


PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.
 UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
 CALICATA : C- 02 MUESTRA : M- 01
 PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 29/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.128 | ASTM D 422 | MTC E 107)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO PASANTE (%)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO
3"	75.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL 251.00 gr
2 1/2"	63.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO FRACCIÓN 243.00 gr
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0	TAMANO MÁXIMO 1/2 "
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0	PORC. DE GRAVA 3.2%
1"	25.000	0	0.0	0.0	100.0	PORC. DE ARENA 47.6%
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	PORC. DE FINOS 49.2%
1/2"	12.500	0	0.0	0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO N.P.
3/8"	9.500	3	1.2	1.2	98.8	LÍMITE PLÁSTICO N.P.
N° 4	4.750	5	2.0	3.2	96.8	IND. DE PLASTICIDAD N.P.
N° 8	2.360					CLASIF. SUCS SM
N° 10	2.000	12.31	4.9	8.1	91.9	CLASIF. AASHTO A-4 (0)
N° 16	1.180					D ₁₀
N° 20	0.850	24.12	9.6	17.7	82.3	D ₃₀
N° 30	0.600					D ₆₀ 0.278 mm
N° 40	0.425	29.94	11.9	29.6	70.4	COEF. DE UNIF. -
N° 50	0.300					COEF. DE CURV. -
N° 60	0.250	32.60	13.0	42.6	57.4	MODULO DE FINEZA 1.12
N° 80	0.180					
N° 100	0.150	16.13	6.4	49.0	51.0	DESCRIPCIÓN
N° 140	0.106					
N° 200	0.075	4.49	1.8	50.8	49.2	ARENA LIMOSA CON FINOS ORGÁNICOS
FONDO		123.41	49.2	100.0		



OBSERVACIONES:

El criterio de clasificación de suelos y caracterización de los niveles de plasticidad según las disposiciones dadas por el SUCS y la AASHTO, han sido tomados de la siguiente bibliografía traducida:

Principles of Foundation Engineering, Si Seventh Edition, Braja M. Das, publicado en inglés por Cengage Learning © 2011, ISBN 13: 978-0-495-66812-1, ISBN 10: 0-495-66812-5.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022

UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO

CALICATA : C- 03 MUESTRA : M- 01

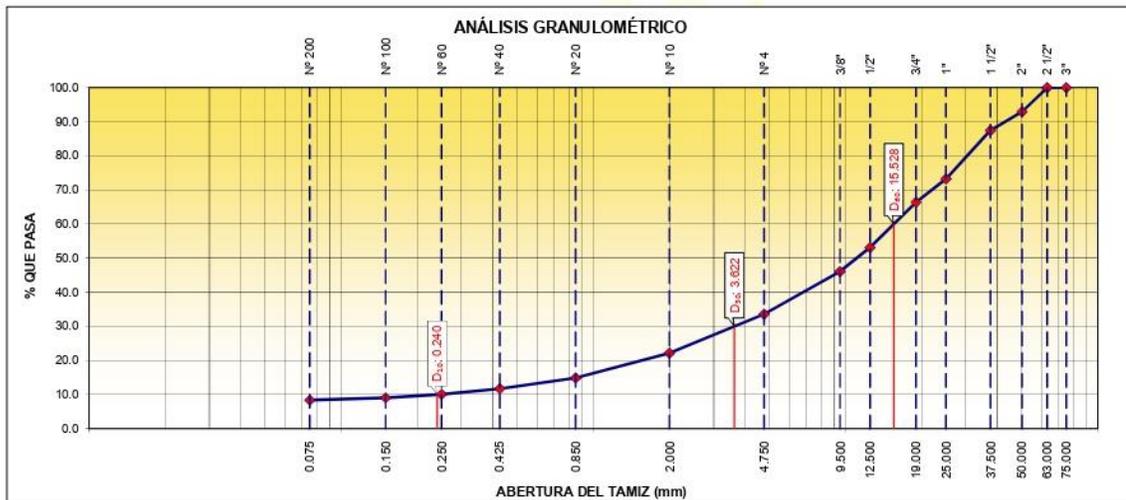
PROGRESIVA : KM 22+000 COOR. UTM WGS 84 : 763705E - 9206881N

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 29/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.128 | ASTM D 422 | MTC E 107)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO PASANTE (%)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO
3"	75.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL 13039 gr
2 1/2"	63.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO FRACCIÓN 268.27 gr
2"	50.000	925	7.1	7.1	92.9	TAMANO MÁXIMO 2 1/2 "
1 1/2"	37.500	713	5.5	12.6	87.4	PORC. DE GRAVA 66.4%
1"	25.000	1848	14.2	26.7	73.3	PORC. DE ARENA 25.2%
3/4"	19.000	894	6.9	33.6	66.4	PORC. DE FINOS 8.4%
1/2"	12.500	1734	13.3	46.9	53.1	LÍMITE LÍQUIDO 42.5%
3/8"	9.500	920	7.1	53.9	46.1	LÍMITE PLÁSTICO 29.3%
N° 4	4.750	1624	12.5	66.4	33.6	IND. DE PLASTICIDAD 13.2%
N° 8	2.360					CLASIF. SUCS GP - GM
N° 10	2.000	91.67	11.5	77.9	22.1	CLASIF. AASHTO A - 2 - 7 (0)
N° 16	1.180					D ₁₀ 0.240 mm
N° 20	0.850	58.03	7.3	85.1	14.9	D ₃₀ 3.622 mm
N° 30	0.600					D ₆₀ 15.528 mm
N° 40	0.425	25.19	3.2	88.3	11.7	COEF. DE UNIF. 64.60
N° 50	0.300					COEF. DE CURV. 3.51
N° 60	0.250	12.91	1.6	89.9	10.1	MODULO DE FINEZA 5.75
N° 80	0.180					
N° 100	0.150	8.13	1.0	90.9	9.1	DESCRIPCIÓN
N° 140	0.106					
N° 200	0.075	5.42	0.7	91.6	8.4	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO, ARENA Y FINOS ORGÁNICOS
FONDO		66.92	8.4	100.0		



OBSERVACIONES:

El criterio de clasificación de suelos y caracterización de los niveles de plasticidad según las disposiciones dadas por el SUCS y la AASHTO, han sido tomados de la siguiente bibliografía traducida:

Principles of Foundation Engineering, Si Seventh Edition, Braja M. Das, publicado en inglés por Cengage Learning © 2011, ISBN 13: 978-0-495-66812-1, ISBN 10: 0-495-66812-5.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022

UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO

CALICATA : C- 04 MUESTRA : M- 01

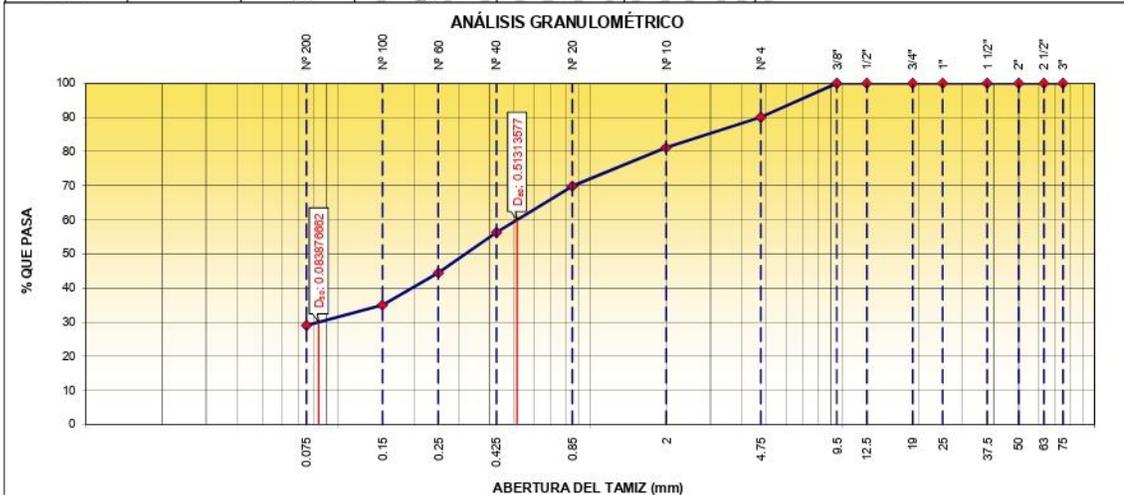
PROGRESIVA : KM 23+000 COOR. UTM WGS 84 : 762972E - 9207116N

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 FECHA DE ENSAYO : 29/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.128 | ASTM D 422 | MTC E 107)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO PASANTE (%)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
3"	75.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL	251.87 gr
2 1/2"	63.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO FRACCIÓN	226.87 gr
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0	TAMANO MÁXIMO	3/8 "
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0	PORC. DE GRAVA	9.9%
1"	25.000	0	0.0	0.0	100.0	PORC. DE ARENA	61.0%
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	PORC. DE FINOS	29.0%
1/2"	12.500	0	0.0	0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO	46.9%
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	LÍMITE PLÁSTICO	33.4%
N° 4	4.750	25	9.9	9.9	90.1	IND. DE PLASTICIDAD	13.5%
N° 8	2.360					CLASIF. SUCS	SM
N° 10	2.000	22.58	9.0	18.9	81.1	CLASIF. AASHTO	A - 2 - 7 (0)
N° 16	1.180					D ₁₀	
N° 20	0.850	28.39	11.3	30.2	69.8	D ₃₀	0.084 mm
N° 30	0.600					D ₆₀	0.513 mm
N° 40	0.425	34.03	13.5	43.7	56.3	COEF. DE UNIF.	-
N° 50	0.300					COEF. DE CURV.	-
N° 60	0.250	29.88	11.9	55.5	44.5	MODULO DE FINEZA	1.78
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	23.90	9.5	65.0	35.0	DESCRIPCIÓN	
N° 140	0.106					ARENA LIMOSA CON FINOS ORGÁNICOS	
N° 200	0.075	14.94	5.9	71.0	29.0		
FONDO		73.15	29.0	100.0			



OBSERVACIONES:

El criterio de clasificación de suelos y caracterización de los niveles de plasticidad según las disposiciones dadas por el SUCS y la AASHTO, han sido tomados de la siguiente bibliografía traducida:

Principles of Foundation Engineering, Si Seventh Edition, Braja M. Das, publicado en inglés por Cengage Learning © 2011, ISBN 13: 978-0-495-66812-1, ISBN 10: 0-495-66812-5.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282



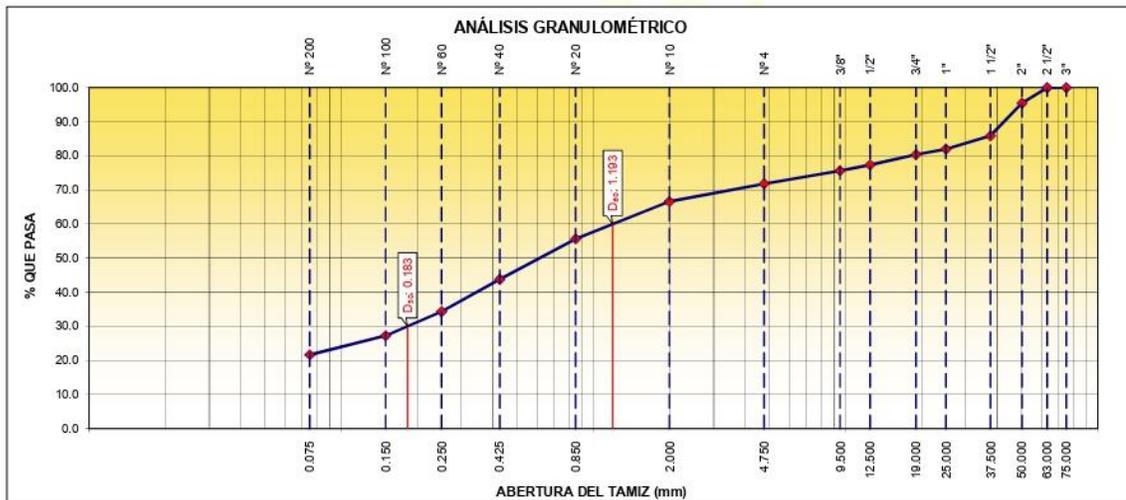


PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.
 UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : IZQUIERDO
 CALICATA : C-05 MUESTRA : M-01
 PROGRESIVA : KM 24+000 COOR. UTM WGS 84 : 762059E - 9207210N
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 30/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.128 | ASTM D 422 | MTC E 107)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO PASANTE (%)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO
3"	75.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL 12989 gr
2 1/2"	63.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO FRACCIÓN 274.80 gr
2"	50.000	595	4.6	4.6	95.4	TAMANO MÁXIMO 2 1/2 "
1 1/2"	37.500	1241	9.6	14.1	85.9	PORC. DE GRAVA 28.2%
1"	25.000	508	3.9	18.0	82.0	PORC. DE ARENA 50.2%
3/4"	19.000	208	1.6	19.6	80.4	PORC. DE FINOS 21.6%
1/2"	12.500	392	3.0	22.7	77.3	LÍMITE LÍQUIDO 40.3%
3/8"	9.500	222	1.7	24.4	75.6	LÍMITE PLÁSTICO 32.1%
N° 4	4.750	497	3.8	28.2	71.8	IND. DE PLASTICIDAD 8.2%
N° 8	2.360					CLASIF. SUCS SM
N° 10	2.000	19.81	5.2	33.4	66.6	CLASIF. AASHTO A-2-4 (0)
N° 16	1.180					D ₁₀
N° 20	0.850	41.97	11.0	44.3	55.7	D ₃₀ 0.183 mm
N° 30	0.600					D ₆₀ 1.193 mm
N° 40	0.425	45.43	11.9	56.2	43.8	COEF. DE UNIF. . . .
N° 50	0.300					COEF. DE CURV. . . .
N° 60	0.250	36.32	9.5	65.7	34.3	MODULO DE FINEZA 3.21
N° 80	0.180					
N° 100	0.150	27.04	7.1	72.8	27.2	DESCRIPCIÓN
N° 140	0.106					
N° 200	0.075	21.38	5.6	78.4	21.6	ARENA LIMOSA CON GRAVA
FONDO		82.85	21.6	100.0		



OBSERVACIONES:

El criterio de clasificación de suelos y caracterización de los niveles de plasticidad según las disposiciones dadas por el SUCS y la AASHTO, han sido tomados de la siguiente bibliografía traducida:

Principles of Foundation Engineering, Si Seventh Edition, Braja M. Das, publicado en inglés por Cengage Learning © 2011, ISBN 13: 978-0-495-66812-1, ISBN 10: 0-495-66812-5.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022

UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO

CALICATA : C- 06 MUESTRA : M- 01

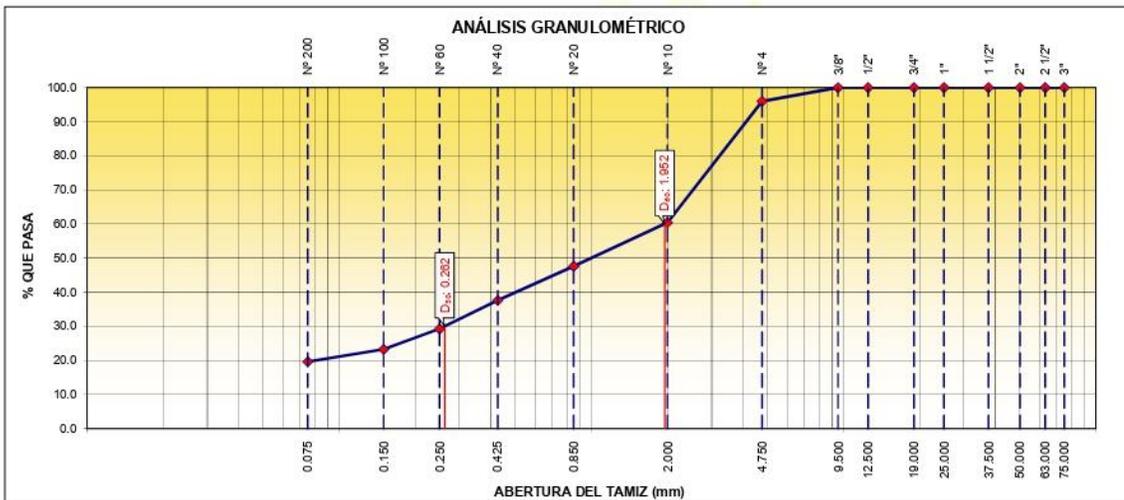
PROGRESIVA : KM 25+000 COOR. UTM WGS 84 : 761279E - 9207318N

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 30/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.128 | ASTM D 422 | MTC E 107)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO PASANTE (%)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO
3"	75.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL 274.40 gr
2 1/2"	63.000	0	0.0	0.0	100.0	PESO FRACCIÓN 263.40 gr
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0	TAMANO MÁXIMO 3/8 "
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0	PORC. DE GRAVA 4.0%
1"	25.000	0	0.0	0.0	100.0	PORC. DE ARENA 76.4%
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	PORC. DE FINOS 19.6%
1/2"	12.500	0	0.0	0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO 28.5%
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	LÍMITE PLÁSTICO N.P.
N° 4	4.750	11	4.0	4.0	96.0	IND. DE PLASTICIDAD N.P.
N° 8	2.360					CLASIF. SUCS SM
N° 10	2.000	97.77	35.6	39.6	60.4	CLASIF. AASHTO A - 1 - b (0)
N° 16	1.180					D ₁₀
N° 20	0.850	34.95	12.7	52.4	47.6	D ₃₀ 0.262 mm
N° 30	0.600					D ₆₀ 1.952 mm
N° 40	0.425	27.39	10.0	62.4	37.6	COEF. DE UNIF. . . .
N° 50	0.300					COEF. DE CURV. . . .
N° 60	0.250	22.99	8.4	70.7	29.3	MODULO DE FINEZA 2.39
N° 80	0.180					
N° 100	0.150	16.53	6.0	76.8	23.2	DESCRIPCIÓN
N° 140	0.106					
N° 200	0.075	9.92	3.6	80.4	19.6	ARENA LIMOSA
FONDO		53.85	19.6	100.0		



OBSERVACIONES:

El criterio de clasificación de suelos y caracterización de los niveles de plasticidad según las disposiciones dadas por el SUCS y la AASHTO, han sido tomados de la siguiente bibliografía traducida:

Principles of Foundation Engineering, Si Seventh Edition, Braja M. Das, publicado en inglés por Cengage Learning © 2011, ISBN 13: 978-0-495-66812-1, ISBN 10: 0-495-66812-5.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	IZQUIERDO
CALICATA	C - 01	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 20+000	COORD. UTM WGS 84	765650E - 9206904N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	30/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

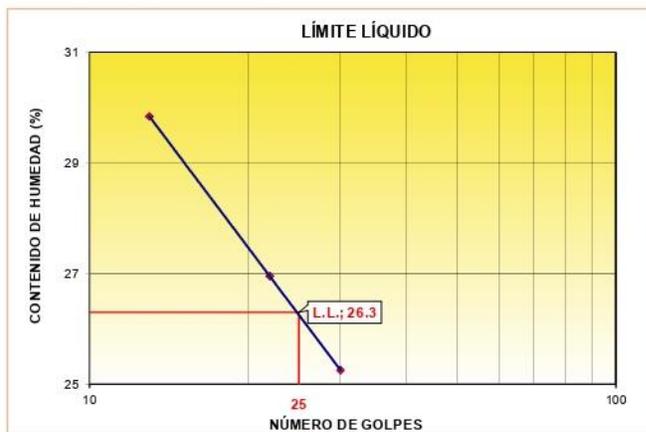
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 110)

N° DE TARA	7	8	9
PESO DE LA TARA (gr)	13.48	13.52	13.44
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	22.16	27.65	29.41
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	20.41	24.65	25.74
PESO DE AGUA (gr)	1.75	3.00	3.67
PESO DE SUELO SECO (gr)	6.93	11.13	12.30
HUMEDAD (%)	25.3%	27.0%	29.8%
N° DE GOLPES	30	22	13

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 111)

N° DE TARA	
PESO DE LA TARA (gr)	
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	
PESO DE AGUA (gr)	
PESO DE SUELO SECO (gr)	
HUMEDAD (%)	

N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO: 26.3%
 LÍMITE PLÁSTICO: N.P.
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: N.P.

OBSERVACIONES:

El ensayo de límite plástico no es posible de ser realizado a la muestra obtenida

que pasa el tamiz N° 40 de 0.425 mm.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y
 FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.

UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO

CALICATA : C - 02 MUESTRA : M - 01

PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 30/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 110)

N° DE TARA	
PESO DE LA TARA	(gr)
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA	(gr)
PESO DE SUELO SECO + TARA	(gr)
PESO DE AGUA	(gr)
PESO DE SUELO SECO	(gr)
HUMEDAD	(%)
N° DE GOLPES	

N.P.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 111)

N° DE TARA	
PESO DE LA TARA	(gr)
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA	(gr)
PESO DE SUELO SECO + TARA	(gr)
PESO DE AGUA	(gr)
PESO DE SUELO SECO	(gr)
HUMEDAD	(%)

N.P.



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO:	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO:	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	N.P.

OBSERVACIONES:

Los ensayos de límite líquido y límite plástico no son posibles de ser realizados a la

muestra obtenida que pasa el tamiz N° 40 de 0.425 mm.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y
FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282

ANGELES m.e&c SRL
César Hernán Angeles Quiróz
GERENTE GENERAL





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.
 UBICACIÓN : CAJAMARCA
 CALICATA : C - 03
 LADO : DERECHO
 MUESTRA : M - 01
 PROGRESIVA : KM 22+000
 COOR. UTM WGS 84 : 763705E - 9206881N
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m
 FECHA DE ENSAYO : 30/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS**
NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 110)

N° DE TARA		13	14	15
PESO DE LA TARA (gr)		13.64	13.43	13.45
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)		23.15	33.65	27.74
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)		20.40	27.48	23.10
PESO DE AGUA (gr)		2.75	6.17	4.64
PESO DE SUELO SECO (gr)		6.76	14.05	9.65
HUMEDAD (%)		40.7%	43.9%	48.1%
N° DE GOLPES		31	21	13

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 111)

N° DE TARA		8	9	PROMEDIO
PESO DE LA TARA (gr)		7.23	7.25	
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)		12.24	12.48	
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)		11.10	11.30	
PESO DE AGUA (gr)		1.14	1.18	
PESO DE SUELO SECO (gr)		3.87	4.05	
HUMEDAD (%)		29.5%	29.1%	29.3%

**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LÍMITE LÍQUIDO: 42.5%
 LÍMITE PLÁSTICO: 29.3%
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 13.2%

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y
 FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodrigues Tacilla
 CIP:181282

ANGELES m.e&c SRL
 César Hernán Angeles Quiróz
 GERENTE GENERAL





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.

UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO

CALICATA : C - 04 **MUESTRA** : M - 01

PROGRESIVA : KM 23+000 **COORD. UTM WGS 84** : 762972E - 9207116N

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 30/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 110)

N° DE TARA		25	26	27
PESO DE LA TARA (gr)		13.68	13.59	13.60
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)		24.15	24.90	21.18
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)		20.89	21.24	18.62
PESO DE AGUA (gr)		3.26	3.66	2.56
PESO DE SUELO SECO (gr)		7.21	7.65	5.02
HUMEDAD (%)		45.2%	47.8%	51.0%
N° DE GOLPES		35	21	11

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 111)

N° DE TARA		18	19	PROMEDIO
PESO DE LA TARA (gr)		7.25	7.25	
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)		12.36	11.48	
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)		11.08	10.42	
PESO DE AGUA (gr)		1.28	1.06	
PESO DE SUELO SECO (gr)		3.83	3.17	
HUMEDAD (%)		33.4%	33.4%	33.4%



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO: 46.9%
LÍMITE PLÁSTICO: 33.4%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 13.5%

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282

ANGELES m,e&c SRL
 César Hernán Angeles Quiróz
 GERENTE GENERAL





PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.		
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	LADO	: IZQUIERDO
CALICATA	: C - 05	MUESTRA	: M - 01
PROGRESIVA	: KM 24+000	COORD. UTM WGS 84	: 762059E - 9207210N
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	: 30/03/2022

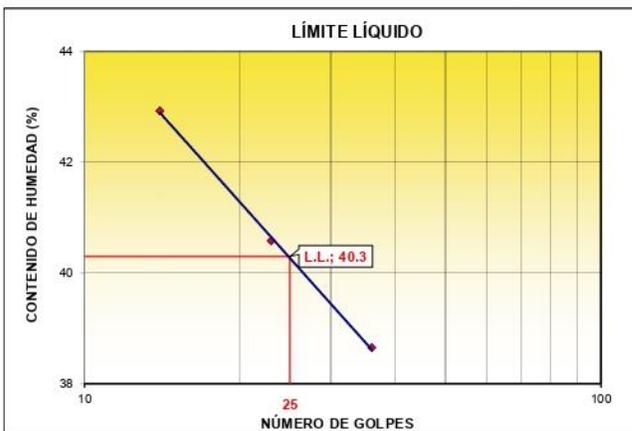
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 110)

N° DE TARA		50	49	51
PESO DE LA TARA (gr)		13.68	13.64	13.63
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)		23.33	24.31	25.55
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)		20.64	21.23	21.97
PESO DE AGUA (gr)		2.69	3.08	3.58
PESO DE SUELO SECO (gr)		6.96	7.59	8.34
HUMEDAD (%)		38.6%	40.6%	42.9%
N° DE GOLPES		36	23	14

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 111)

N° DE TARA		40	41	PROMEDIO
PESO DE LA TARA (gr)		7.18	7.21	
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)		12.28	12.32	
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)		11.04	11.08	
PESO DE AGUA (gr)		1.24	1.24	
PESO DE SUELO SECO (gr)		3.86	3.87	
HUMEDAD (%)		32.1%	32.0%	32.1%



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO: 40.3%
LÍMITE PLÁSTICO: 32.1%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 8.2%

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282

ANGELES m.e&c SRL
César Hernán Angeles Quiróz
GERENTE GENERAL





PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.		
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	LADO	: DERECHO
CALICATA	: C - 06	MUESTRA	: M - 01
PROGRESIVA	: KM 25+000	COOR. UTM WGS 84	: 761279E - 9207318N
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	: 30/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 110)

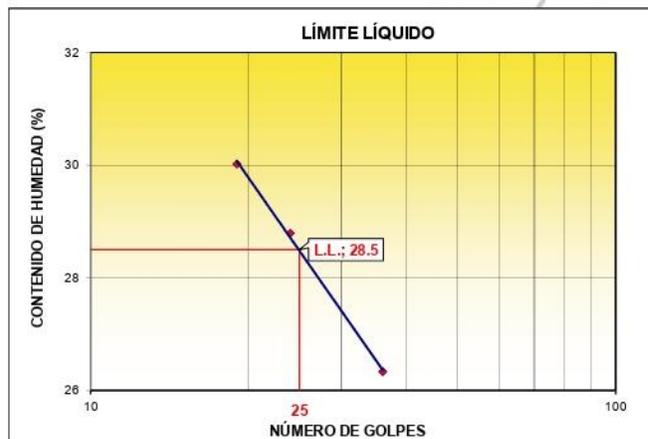
N° DE TARA		13	14	15
PESO DE LA TARA (gr)		13.64	13.43	13.45
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)		23.09	24.30	26.66
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)		21.12	21.87	23.61
PESO DE AGUA (gr)		1.97	2.43	3.05
PESO DE SUELO SECO (gr)		7.48	8.44	10.16
HUMEDAD (%)		26.3%	28.8%	30.0%
N° DE GOLPES		36	24	19

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

NORMA (NTP 339.129 | ASTM D 4318 | MTC E 111)

N° DE TARA	
PESO DE LA TARA (gr)	
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	
PESO DE AGUA (gr)	
PESO DE SUELO SECO (gr)	
HUMEDAD (%)	

ANGELES meyc S.R.L. **N.P.**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO:	28.5%
LÍMITE PLÁSTICO:	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	N.P.

OBSERVACIONES:

El ensayo de límite plástico no es posible de ser realizado a la muestra obtenida

que pasa el tamiz N° 40 de 0.425 mm.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y
FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





PROYECTO :	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN :	CAJAMARCA	LADO :	IZQUIERDO
CALICATA :	C - 01	MUESTRA :	M - 01
PROGRESIVA :	KM 20+000	COORD. UTM WGS 84 :	765650E - 9206904N
PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO :	30/03/2022

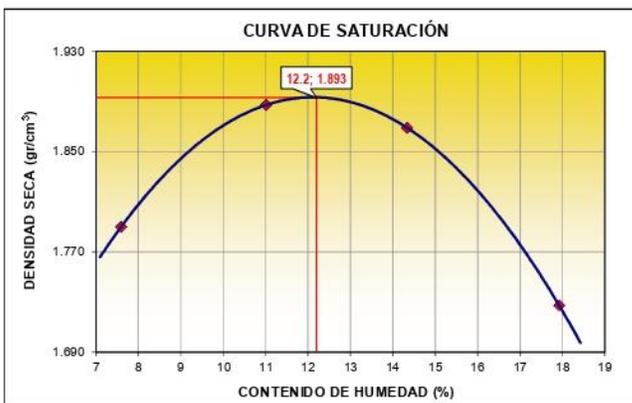
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO B			
Nº DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
Nº DE MOLDE	205	Nº DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
Nº DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3549	3706	3745	3652
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1790	1947	1986	1893
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.926	2.095	2.137	2.037
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.790	1.887	1.869	1.727

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

Nº DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	464.7	450.4	437.3	424.0
PESO DE AGUA (gr)	35.3	49.6	62.7	76.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	464.7	450.4	437.3	424.0
HUMEDAD (%)	7.6%	11.0%	14.3%	17.9%



MÁXIMA DENSIDAD SECA	1.893 gr/cm³
----------------------	--------------

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.2 %
-----------------------------	--------

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de
grava degradables en el proceso de compactación.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodrigues Tacilla
CIP: 181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	30/03/2022

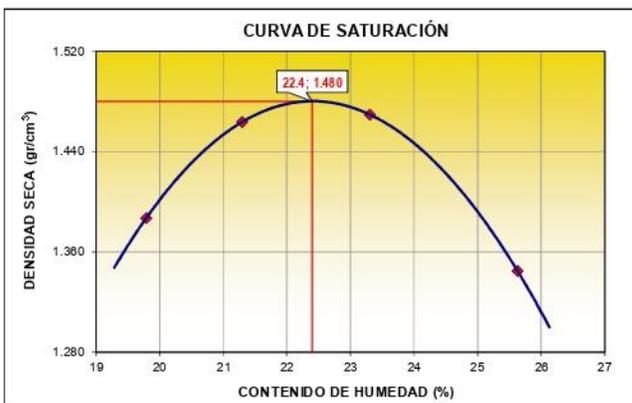
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	205	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3303	3409	3443	3329
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1544	1650	1684	1570
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.661	1.775	1.812	1.689
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.387	1.464	1.470	1.345

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.4	412.2	405.5	398.0
PESO DE AGUA (gr)	82.6	87.8	94.5	102.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.4	412.2	405.5	398.0
HUMEDAD (%)	19.8%	21.3%	23.3%	25.6%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.480 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 22.4 %

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodrigues Tacilla
CIP: 181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 03	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 22+000	COORD. UTM WGS 84	763705E - 9206881N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	30/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO C			
N° DE GOLPES POR CAPA	56 GOLPES			
N° DE MOLDE	205	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	7500	7949	8072	7906
PESO DE MOLDE (gr)	3313	3313	3313	3313
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2104.9	2104.9	2104.9	2104.9
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4187	4636	4759	4593
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.989	2.202	2.261	2.182
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.812	1.961	1.957	1.841

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	455.4	445.2	432.9	421.8
PESO DE AGUA (gr)	44.6	54.8	67.1	78.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	455.4	445.2	432.9	421.8
HUMEDAD (%)	9.8%	12.3%	15.5%	18.5%



MÁXIMA DENSIDAD SECA: 1.980 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 13.8 %

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de

grava degradables en el proceso de compactación.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodrigues Tacilla
CIP: 181282

ANGELES m.e&c SRL
César Hernán Angeles Quiróz
GERENTE GENERAL

INGENIERO CIVIL



PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 04	MUESTRA	M - 03
PROGRESIVA	KM 23+000	COORD. UTM WGS 84	762972E - 9207116N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	30/03/2022

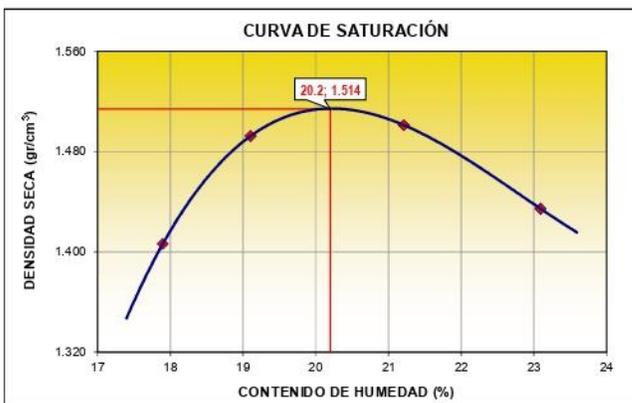
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
Nº DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
Nº DE MOLDE	205	Nº DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
Nº DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3300	3411	3450	3400
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1541	1652	1691	1641
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.658	1.778	1.820	1.766
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.406	1.492	1.501	1.434

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

Nº DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	424.1	419.8	412.5	406.2
PESO DE AGUA (gr)	75.9	80.2	87.5	93.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	424.1	419.8	412.5	406.2
HUMEDAD (%)	17.9%	19.1%	21.2%	23.1%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.514 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 20.2 %

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	IZQUIERDO
CALICATA	C - 05	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 24+000	COORD. UTM WGS 84	762059E - 9207210N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	30/03/2022

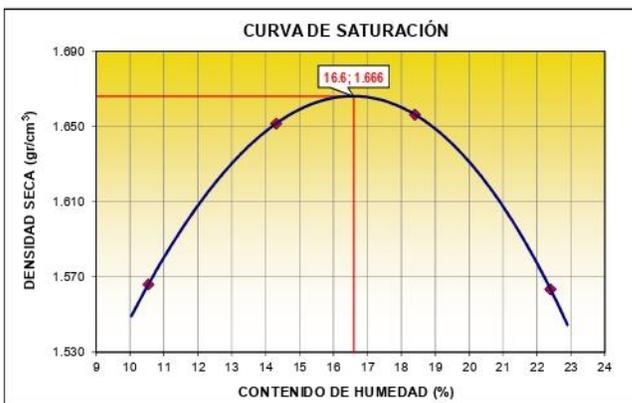
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO C			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56 GOLPES			
Nº DE MOLDE	205	Nº DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
Nº DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	6957	7287	7441	7341
PESO DE MOLDE (gr)	3313	3313	3313	3313
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2104.9	2104.9	2104.9	2104.9
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3644	3974	4128	4028
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.731	1.888	1.961	1.914
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.566	1.652	1.656	1.563

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

Nº DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	452.3	437.4	422.3	408.5
PESO DE AGUA (gr)	47.7	62.6	77.7	91.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	452.3	437.4	422.3	408.5
HUMEDAD (%)	10.5%	14.3%	18.4%	22.4%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.666 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 16.6 %

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de

grava degradables en el proceso de compactación.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodrigues Tacilla
CIP: 181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 06	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 25+000	COORD. UTM WGS 84	761279E - 9207318N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	30/03/2022

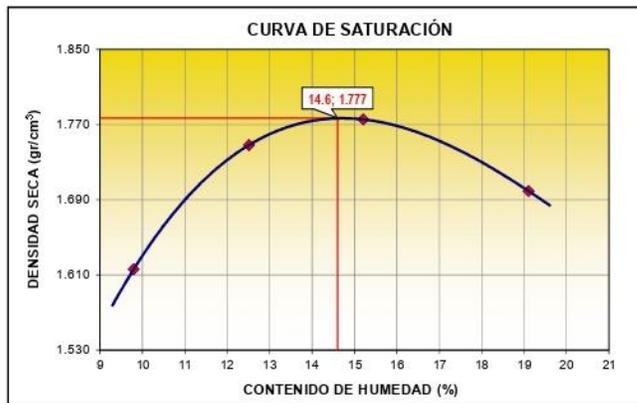
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	205	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3408	3587	3660	3640
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1649	1828	1901	1881
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.774	1.967	2.045	2.024
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.616	1.748	1.775	1.699

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	455.4	444.4	434.0	419.8
PESO DE AGUA (gr)	44.6	55.6	66.0	80.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	455.4	444.4	434.0	419.8
HUMEDAD (%)	9.8%	12.5%	15.2%	19.1%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.777 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 14.6 %

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodrigues Tacilla
CIP: 181282





PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA-2022.		
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	LADO	: IZQUIERDO
CALICATA	: C - 01	MUESTRA	: M - 01
PROGRESIVA	: KM 20+000	COORD. UTM WGS 84	: 765650E - 9206904N
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	: 3/10/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.2		208		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	219		221		220	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12764	12872	12385	12790	12324	12826
PESO DE MOLDE (gr)	8292	8292	8307	8307	8616	8616
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2114.3	2114.3	2117.3	2117.3	2123.4	2123.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4472	4580	4278	4483	3908	4210
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2.115	2.166	2.020	2.117	1.840	1.983
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.895	1.894	1.797	1.893	1.845	1.852

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	447.9	437.1	444.8	425.8	446.8	416.7
PESO DE AGUA (gr)	32.1	62.9	33.2	74.2	33.2	83.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	447.9	437.1	444.8	425.8	446.8	416.7
HUMEDAD (%)	11.6%	14.4%	12.4%	17.4%	11.9%	20.0%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN		mm	%		mm	%		mm	%
01/04/2022	0	24	13	0.28	0.22	32	0.43	0.34	34	0.66	0.52
02/04/2022	24	48	13	0.28	0.22	33	0.46	0.36	35	0.69	0.54
03/04/2022	48	72	13	0.28	0.22	34	0.48	0.38	35	0.69	0.54
04/04/2022	72	96	13	0.28	0.22	34	0.48	0.38	35	0.69	0.54

**PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		69.1	3.5	96.9	4.9	22.1	1.1
1.270	1 min.		162.6	8.3	271.9	13.8	34.3	2.8
1.905	1 min. 30 seg.		340.8	27.5	469.4	23.9	82.3	4.2
2.540	2 min.	70.31	931.1	47.4	708.1	36.1	105.0	5.3
3.810	3 min.	1639.3	1639.3	83.5	1159.9	58.9	140.3	7.1
5.080	4 min.	105.36	2111.9	107.6	1438.3	75.3	195.0	9.5
6.350	5 min.	2493.6	2493.6	127.1	1626.2	82.8	215.4	11.0
7.620	6 min.	2707.6	2707.6	137.9	1739.7	89.8	236.3	13.1
8.890	7 min.	2838.5	2838.5	144.6	1871.0	95.3	275.0	14.0
10.160	8 min.	2938.4	2938.4	149.7	1933.6	99.5	304.4	15.5
12.700	10 min.	3115.0	3115.0	158.6	2121.0	108.0	330.3	17.8
15.240	12 min.	3227.4	3227.4	164.4	2238.1	115.0	394.1	19.6

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de grava degradables en el proceso de compactación.

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiroz
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282

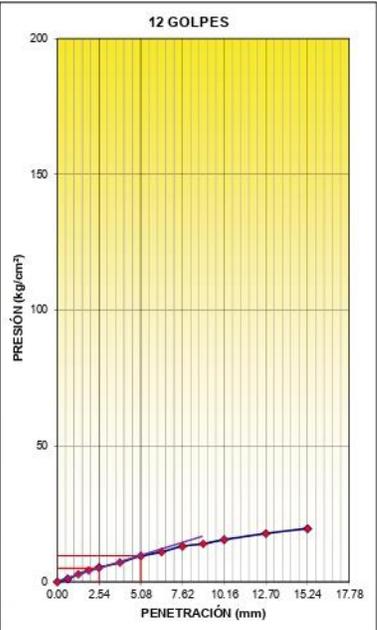
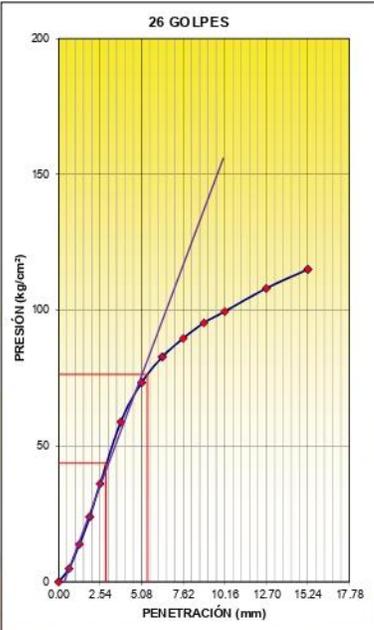
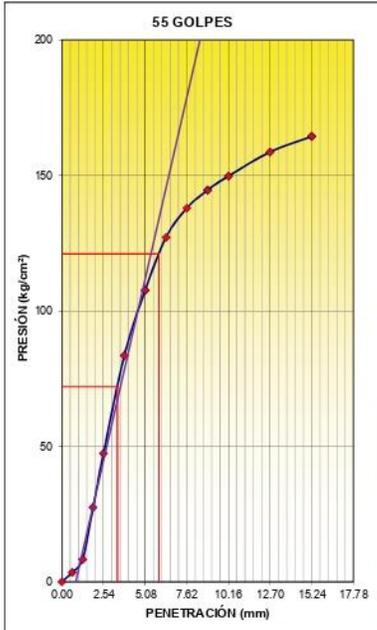




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA
CALICATA : C-01
PROGRESIVA : KM 20+000
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m
LADO : IZQUIERDO
MUESTRA : M-01
COORD. UTM WGS 84 : 765650E - 9206904N
FECHA DE ENSAYO : 05/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

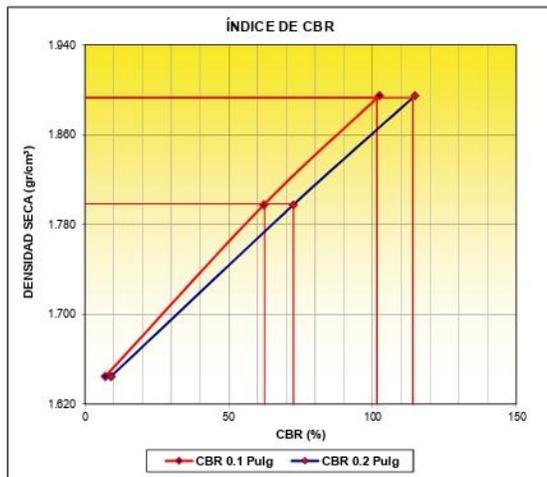
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 102.4%
 CBR AL 0.2" : 114.7%

CBR AL 0.1" : 62.2%
 CBR AL 0.2" : 72.4%

CBR AL 0.1" : 7.1%
 CBR AL 0.2" : 9.1%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.893 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.2 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.798 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	101.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	114.0
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	62.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	72.5

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de grava degradables en el proceso de compactación.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.		
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	LADO	: DERECHO
CALICATA	: C-02	MUESTRA	: M-01
PROGRESIVA	: KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	: 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	: 3/10/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.2		208		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	230		231		224	
N° DE GOLPES POR CAPA	53		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12405	12576	12039	12390	11710	12130
PESO DE MOLDE (gr)	8608	8608	8427	8427	8438	8438
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2098.9	2098.9	2104.9	2104.9	2098.9	2098.9
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3797	3968	3612	3963	3272	3692
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.809	1.891	1.716	1.883	1.559	1.759
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.483	1.484	1.464	1.467	1.269	1.267

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.8	392.5	409.1	373.7	407.0	360.0
PESO DE AGUA (gr)	90.2	107.5	90.9	126.3	93.0	140.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.8	392.5	409.1	373.7	407.0	360.0
HUMEDAD (%)	22.0%	27.4%	22.2%	33.8%	22.9%	38.9%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
01/04/2022	0	24	242	5.59	4.40	271	5.82	4.58	317	6.45	5.68			
02/04/2022	24	48	251	5.82	4.58	286	6.20	4.88	326	6.88	5.26			
03/04/2022	48	72	263	6.12	4.82	300	6.55	5.16	335	6.91	5.44			
04/04/2022	72	96	275	6.43	5.06	311	6.83	5.38	346	7.19	5.66			

**PENETRACIÓN
 PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		15.2	0.8	10.5	0.5	12.5	0.6
1.270	1 min.		32.0	1.6	21.5	1.1	21.9	1.1
1.905	1 min. 30 seg.		51.1	2.6	34.9	1.8	30.1	1.5
2.540	2 min.	70.31	68.3	3.5	46.1	2.3	36.1	1.8
3.810	3 min.		112.7	5.7	64.2	3.3	46.3	2.4
5.080	4 min.	105.36	154.1	7.8	82.7	4.2	55.8	2.8
6.350	5 min.		189.5	9.7	99.5	5.1	62.1	3.2
7.620	6 min.		217.1	11.1	113.8	5.8	71.3	3.6
8.890	7 min.		245.0	12.5	124.0	6.3	76.4	3.9
10.160	8 min.		288.1	13.7	134.3	6.8	84.1	4.3
12.700	10 min.		310.7	15.8	149.8	7.6	95.7	4.9
15.240	12 min.		347.2	17.7	161.5	8.2	105.0	5.3

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282

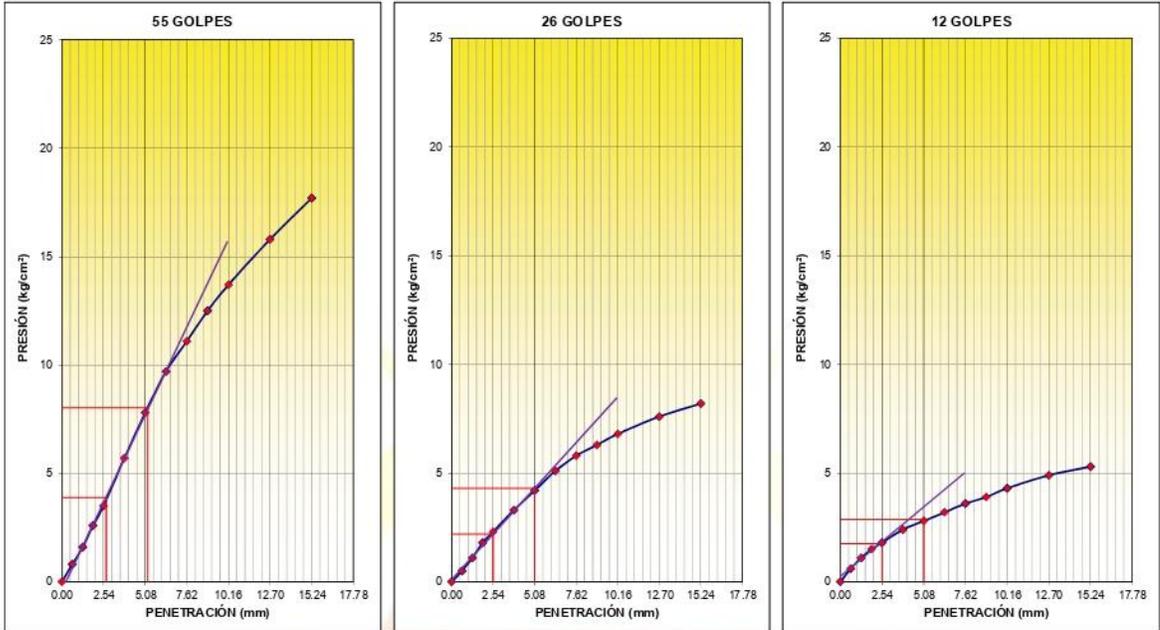




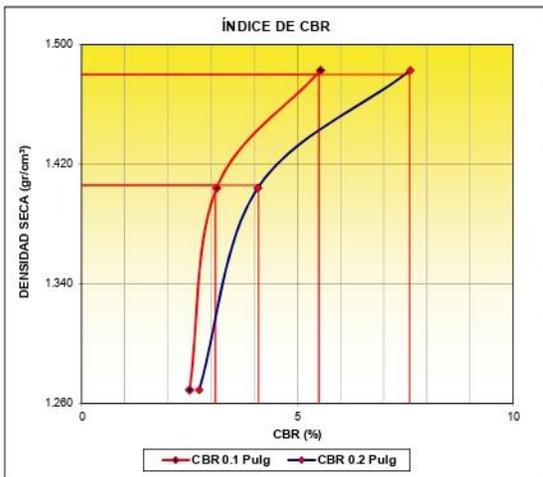
PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.	LADO	: DERECHO
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	MUESTRA	: M-01
CALICATA	: C-02	COORD. UTM WGS 84	: 764679E - 9206749N
PROGRESIVA	: KM 21+000	FECHA DE ENSAYO	: 05/04/2022
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 5.5%	CBR AL 0.1" : 3.1%	CBR AL 0.1" : 2.5%
CBR AL 0.2" : 7.6%	CBR AL 0.2" : 4.1%	CBR AL 0.2" : 2.7%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100%	: 1.480 gr/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 22.4 %
MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95%	: 1.406 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	5.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	7.6
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	3.1	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	4.1

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.		
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	LADO	: DERECHO
CALICATA	: C-03	MUESTRA	: M-01
PROGRESIVA	: KM 22+000	COORD. UTM WGS 84	: 763703E - 9206881N
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	: 3/10/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS							
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA			
	6.2		208		203			
N° DE MOLDE DE ENSAYO	231		232		225			
N° DE GOLPES POR CAPA	53		26		12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR		SATURADA		SIN SATURAR		SATURADA	
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	13180	13374	13043	13288	12350	12696		
PESO DE MOLDE (gr)	8427	8427	8663	8663	8318	8518		
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2104.9	2104.9	2098.9	2098.9	2092.8	2092.8		
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4753	4947	4382	4625	3832	4138		
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2.258	2.336	2.088	2.204	1.831	1.977		
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.984	1.983	1.833	1.835	1.615	1.606		

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	439.4	421.9	439.0	416.4	441.0	406.2
PESO DE AGUA (gr)	60.6	78.1	61.0	83.6	39.0	93.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	439.4	421.9	439.0	416.4	441.0	406.2
HUMEDAD (%)	13.8%	18.3%	13.9%	20.1%	13.4%	23.1%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
	INICIO	FIN	0	26	%	26	mm	%	7	mm	%	7	mm	%
01/04/2022	0	24	74	1.88	1.88	105	2.01	1.58	127	3.65	2.40			
02/04/2022	24	48	74	1.88	1.88	110	2.13	1.66	130	3.83	2.88			
03/04/2022	48	72	75	1.91	1.50	114	2.24	1.76	161	3.91	3.68			
04/04/2022	72	96	75	1.91	1.50	116	2.29	1.80	177	4.32	3.40			

**PENETRACIÓN
 PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		20.1	1.0	21.5	1.1	8.6	0.4
1.270	1 min.		43.3	2.2	39.8	2.0	16.5	0.8
1.905	1 min. 30 seg.		80.6	4.1	38.4	3.0	28.3	1.5
2.540	2 min.	70.31	112.6	5.7	79.0	4.0	37.0	1.9
3.810	3 min.		173.8	8.9	113.3	5.9	32.9	2.7
5.080	4 min.	105.38	215.6	11.0	146.7	7.5	64.3	3.3
6.350	5 min.		246.3	12.5	178.3	9.1	77.5	3.9
7.620	6 min.		299.4	13.7	198.3	10.1	87.1	4.4
8.890	7 min.		283.6	14.4	212.6	10.8	94.4	4.8
10.160	8 min.		295.8	15.1	224.7	11.4	100.5	5.1
12.700	10 min.		311.4	15.9	249.2	12.6	110.7	5.6
15.240	12 min.		320.4	16.3	264.8	13.5	115.9	5.9

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de grava degradables en el proceso de compactación.

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282

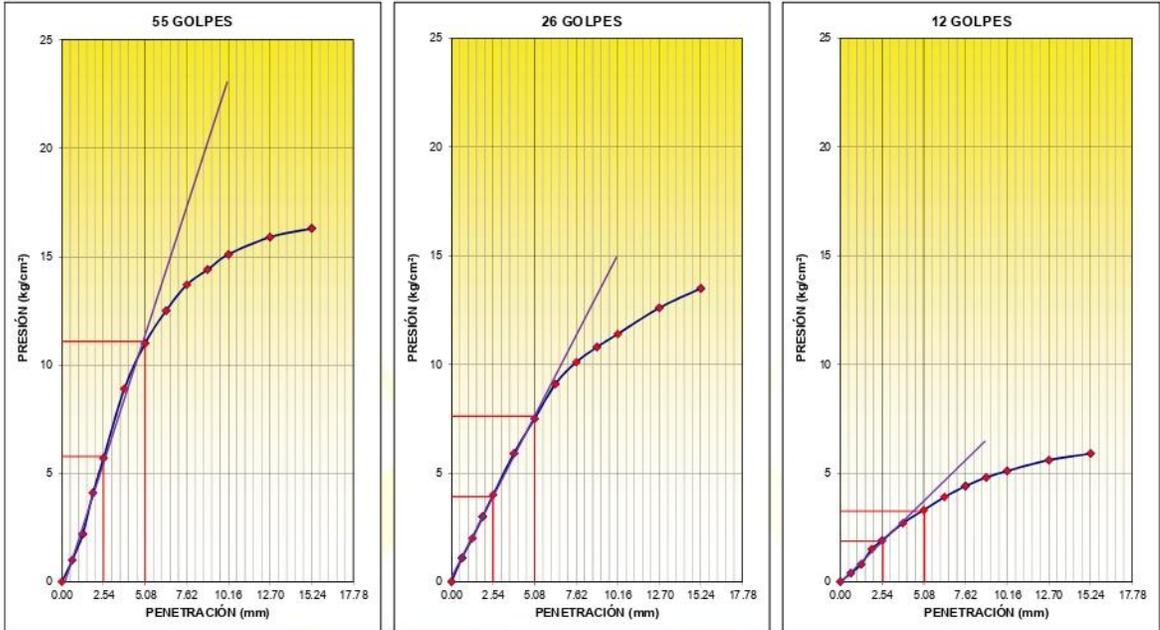




PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.	LADO	: DERECHO
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	MUESTRA	: M-01
CALICATA	: C-03	COORD. UTM WGS 84	: 763705E - 9206881N
PROGRESIVA	: KM 22+000	FECHA DE ENSAYO	: 05/04/2022
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

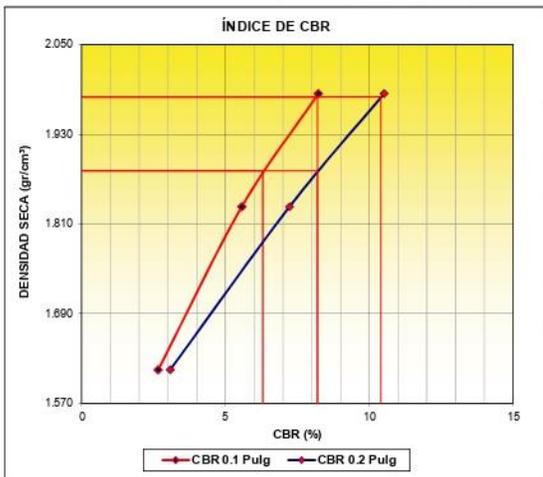
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1": 8.2%
 CBR AL 0.2": 10.5%

CBR AL 0.1": 5.6%
 CBR AL 0.2": 7.2%

CBR AL 0.1": 2.7%
 CBR AL 0.2": 3.1%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.980 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.8 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.881 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	8.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	10.4
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	6.3	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	8.2

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de grava degradables en el proceso de compactación.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-04 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 23+000 COOR. UTM WGS 84 : 762972E - 9207116N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 3/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.2		208		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	226		229		222	
N° DE GOLPES POR CAPA	53		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	1261	1237	1204	1214	1184	1222
PESO DE MOLDE (gr)	837	837	838	838	824	824
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2093.8	2093.8	2094.3	2094.3	2120.4	2120.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3824	4020	3736	4076	3630	4078
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.825	1.918	1.784	1.946	1.712	1.923
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.518	1.523	1.484	1.489	1.421	1.418

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	416.0	397.1	413.8	382.6	415.0	368.7
PESO DE AGUA (gr)	84.0	102.9	84.2	117.4	85.0	131.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	416.0	397.1	413.8	382.6	415.0	368.7
HUMEDAD (%)	20.2%	25.9%	20.3%	30.7%	20.5%	35.6%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	415	mm	%	494	mm	%	421	mm	%	421	mm	%
01/04/2022	0	24	496	0.81	0.84	579	0.85	0.87	347	1.28	0.99			
02/04/2022	24	48	300	0.85	0.87	600	1.06	0.83	357	1.38	1.67			
03/04/2022	48	72	301	0.88	0.88	607	1.13	0.89	339	1.38	1.69			
04/04/2022	72	96	302	0.87	0.89	615	1.21	0.85	360	1.39	1.69			

PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		29.6	1.5	22.9	1.2	7.9	0.4
1.270	1 min.		77.4	3.9	60.3	3.1	16.5	0.8
1.905	1 min. 30 seg.		124.6	6.3	101.6	5.2	28.3	1.5
2.540	2 min.	70.31	171.2	8.7	143.6	7.4	39.4	2.0
3.810	3 min.	232.6	232.6	12.9	217.2	11.1	63.7	3.2
5.080	4 min.	105.38	334.7	17.0	270.1	13.8	85.4	4.3
6.350	5 min.	390.4	390.4	19.9	312.0	13.9	107.6	5.5
7.620	6 min.	421.0	421.0	21.4	336.2	17.1	130.2	6.6
8.890	7 min.	441.4	441.4	22.5	356.4	18.2	142.8	7.3
10.160	8 min.	432.9	432.9	23.1	370.6	18.9	138.4	8.1
12.700	10 min.	462.7	462.7	23.8	390.1	19.9	153.4	9.3
15.240	12 min.	468.3	468.3	23.9	400.1	20.4	200.8	10.2

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282

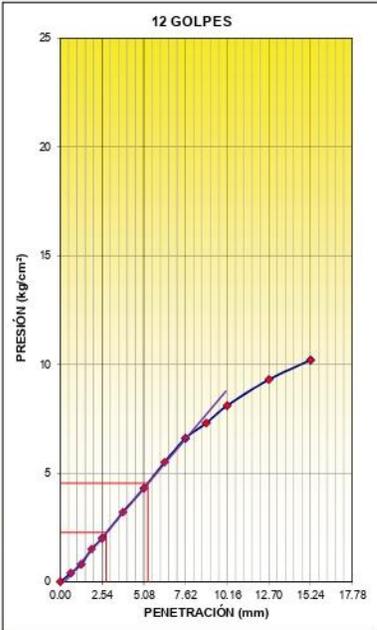
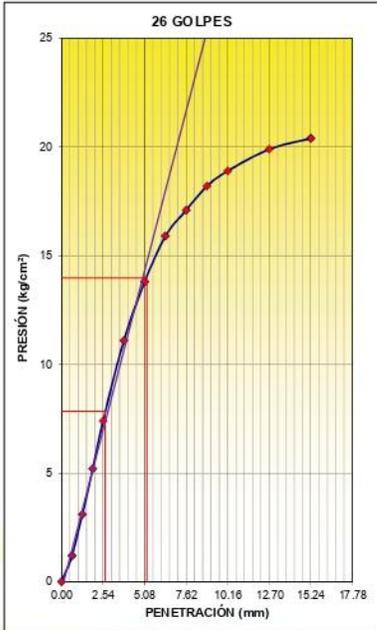
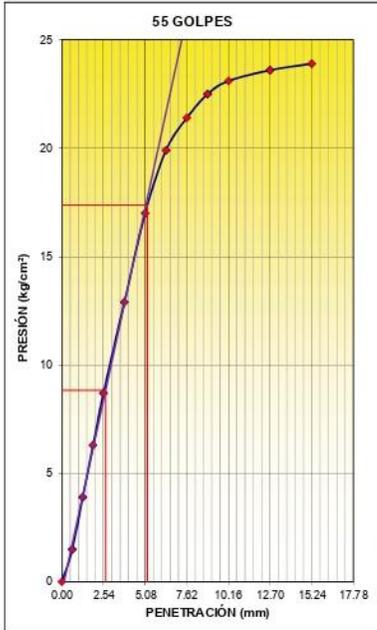




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C - 04 **MUESTRA** : M - 01
PROGRESIVA : KM 23+000 **COORD. UTM WGS 84** : 762972E - 9207116N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 05/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

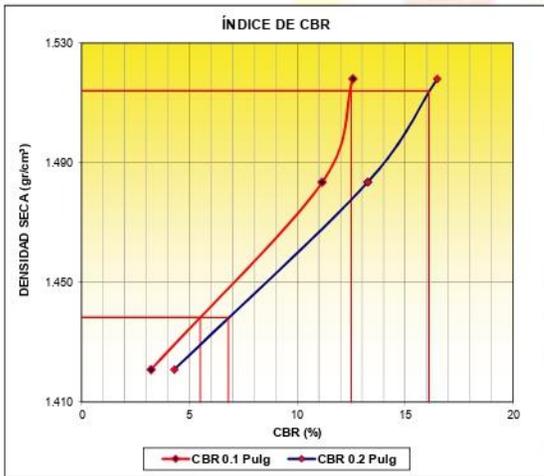
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 12.6%
 CBR AL 0.2" : 16.5%

CBR AL 0.1" : 11.2%
 CBR AL 0.2" : 13.3%

CBR AL 0.1" : 3.2%
 CBR AL 0.2" : 4.3%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.514 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 20.2 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.438 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	12.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	16.1
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	5.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	6.8

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.		
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	LADO	: IZQUIERDO
CALICATA	: C - 05	MUESTRA	: M - 01
PROGRESIVA	: KM 24+000	COORD. UTM WGS 84	: 762059E - 9207210N
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	: 31/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.2		208		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	209		210		211	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	1289	12425	12180	12282	12397	12576
PESO DE MOLDE (gr)	8316	8316	8241	8241	8622	8622
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2098.9	2098.9	2097.3	2097.3	2094.3	2094.3
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4073	4109	3939	4041	3775	3954
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.941	1.958	1.878	1.927	1.803	1.888
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.870	1.815	1.811	1.500	1.543	1.477

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	430.3	412.5	428.9	404.9	428.0	391.2
PESO DE AGUA (gr)	69.7	87.5	71.1	95.1	72.0	108.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	430.3	412.5	428.9	404.9	428.0	391.2
HUMEDAD (%)	16.2%	21.2%	16.6%	23.5%	16.8%	27.8%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
01/04/2022	0	24	310	0.07	0.06	395	0.21	0.17	823	0.41	0.32			
02/04/2022	24	48	318	0.68	0.66	417	0.22	0.17	866	0.43	0.34			
03/04/2022	48	72	319	0.69	0.67	417	0.22	0.17	868	0.45	0.35			
04/04/2022	72	96	319	0.69	0.67	417	0.22	0.17	869	0.46	0.36			

**PENETRACIÓN
 PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		54.0	2.8	24.4	1.2	18.9	1.0
1.270	1 min.		113.4	5.8	61.4	3.1	30.3	2.0
1.905	1 min. 30 seg.		202.1	10.3	123.0	6.4	59.0	4.8
2.540	2 min.	70.31	342.9	17.5	212.6	10.8	170.7	8.7
3.810	3 min.	622.5	622.5	31.7	404.2	20.6	343.9	17.5
5.080	4 min.	105.38	948.4	48.3	617.1	31.4	502.1	25.0
6.350	5 min.		1236.2	63.0	866.4	44.1	644.1	32.8
7.620	6 min.		1437.5	73.2	1102.4	56.1	772.5	39.3
8.890	7 min.		1572.9	80.1	1309.2	66.7	888.0	44.2
10.160	8 min.		1670.0	85.1	1471.2	74.9	929.6	47.3
12.700	10 min.		1806.0	92.0	1672.7	83.2	1006.4	51.3
15.240	12 min.		1903.8	97.0	1788.3	91.1	1061.6	54.1

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de grava degradables en el proceso de compactación.

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282

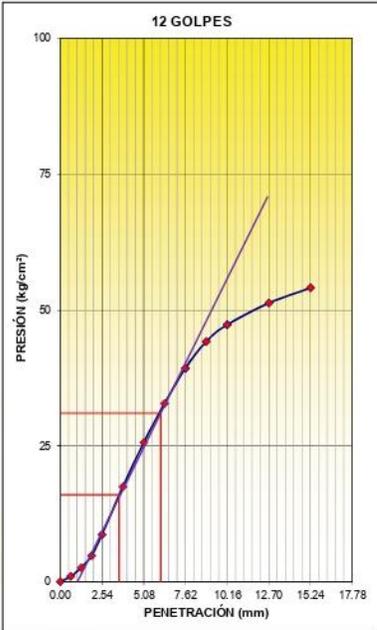
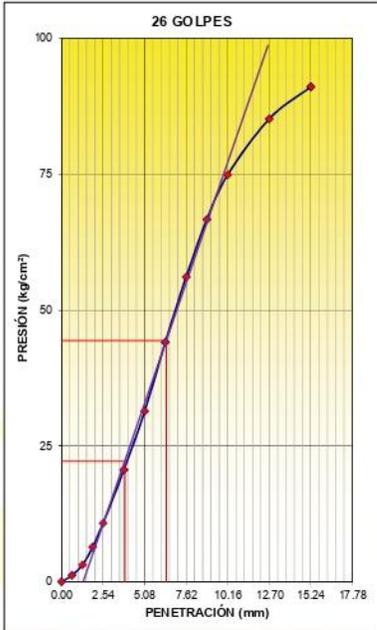
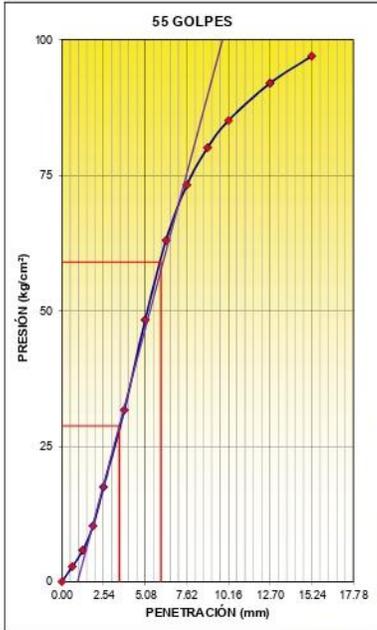




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : IZQUIERDO
CALICATA : C - 05 **MUESTRA** : M - 01
PROGRESIVA : KM 24+000 **COORD. UTM WGS 84** : 762059E - 9207210N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 05/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

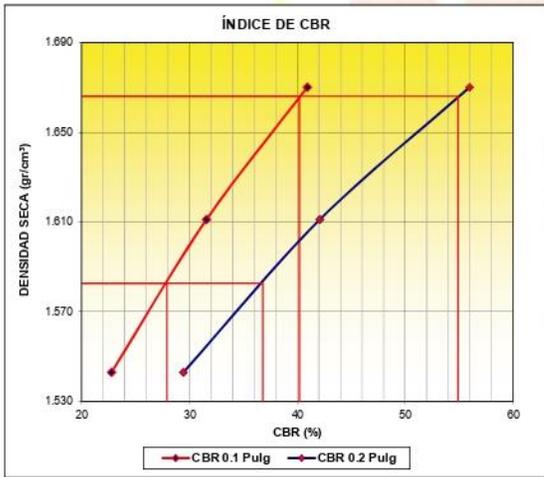
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 40.9%
 CBR AL 0.2" : 56.0%

CBR AL 0.1" : 31.6%
 CBR AL 0.2" : 42.1%

CBR AL 0.1" : 22.8%
 CBR AL 0.2" : 29.4%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.666 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.6 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.583 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	40.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	54.9
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	27.9	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	36.8

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de grava degradables en el proceso de compactación.

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA-2022.		
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	LADO	: DERECHO
CALICATA	: C-06	MUESTRA	: M-01
PROGRESIVA	: KM 23+000	COORD. UTM WGS 84	: 761279E - 9207318N
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	: 3/03/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.2		208		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	212		213		214	
N° DE GOLPES POR CAPA	53		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	13018	13195	12305	12332	12017	12341
PESO DE MOLDE (gr)	8783	8783	8288	8288	8320	8320
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2072.7	2072.7	2094.3	2094.3	2083.1	2083.1
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	4233	4410	4017	4264	3697	4021
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2.042	2.128	1.918	2.036	1.773	1.928
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.779	1.782	1.676	1.672	1.552	1.557

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	435.3	418.8	437.0	410.3	437.6	403.8
PESO DE AGUA (gr)	64.3	81.2	63.0	89.3	62.4	96.2
PESO DE SUELO SECO (gr)	435.3	418.8	437.0	410.3	437.6	403.8
HUMEDAD (%)	14.8%	19.4%	14.4%	21.8%	14.3%	23.8%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
01/04/2022	0	24	423	0.12	0.09	527	0.20	0.16	67	0.22	0.17			
02/04/2022	24	48	437	0.12	0.09	527	0.20	0.16	68	0.23	0.18			
03/04/2022	48	72	436	0.13	0.10	529	0.22	0.17	68	0.23	0.18			
04/04/2022	72	96	439	0.14	0.11	529	0.22	0.17	70	0.25	0.20			

**PENETRACIÓN
 PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		103.0	5.2	90.0	4.6	44.9	2.3
1.270	1 min.		217.2	11.1	183.4	9.3	90.2	4.6
1.905	1 min. 30 seg.		379.4	19.3	302.8	13.4	136.3	6.8
2.540	2 min.	70.31	346.4	27.8	424.4	21.6	185.1	9.4
3.810	3 min.		883.2	45.0	607.7	30.9	272.4	13.9
5.080	4 min.	105.36	1208.4	61.5	728.7	37.1	330.9	17.8
6.350	5 min.		1494.0	76.1	804.3	41.0	405.3	20.6
7.620	6 min.		1680.9	85.6	863.6	44.1	447.6	22.8
8.890	7 min.		1793.3	91.3	904.8	46.1	488.4	24.9
10.160	8 min.		1890.2	98.3	929.4	47.3	527.9	26.9
12.700	10 min.		2043.0	104.0	937.1	48.7	580.9	29.6
15.240	12 min.		2177.0	110.9	968.4	49.3	617.1	31.4

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282

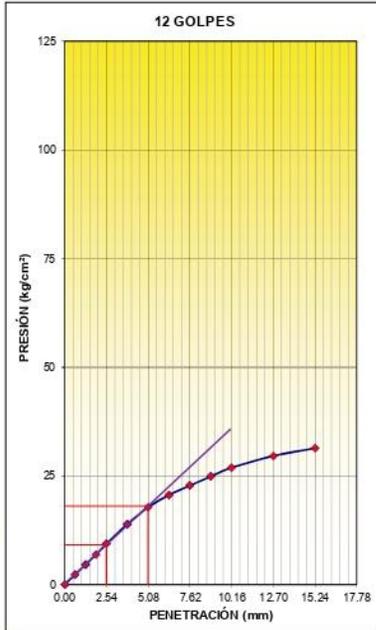
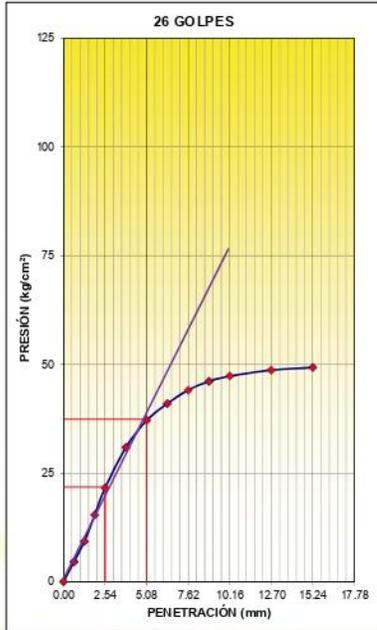
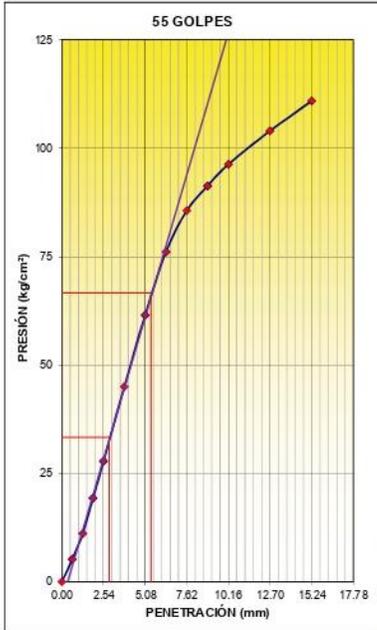




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA
LADO : DERECHO
CALICATA : C-06
MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 25+000
COORD. UTM WGS 84 : 761279E - 9207318N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m
FECHA DE ENSAYO : 05/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

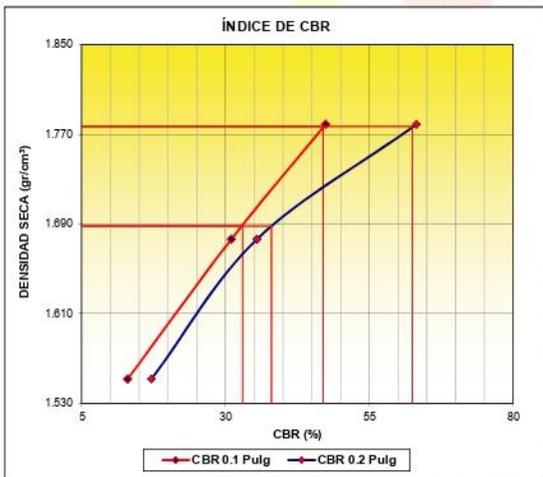
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 47.4%
 CBR AL 0.2" : 63.2%

CBR AL 0.1" : 31.0%
 CBR AL 0.2" : 35.5%

CBR AL 0.1" : 13.0%
 CBR AL 0.2" : 17.2%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.777 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.6 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.688 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	47.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	62.5
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	33.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	38.0

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





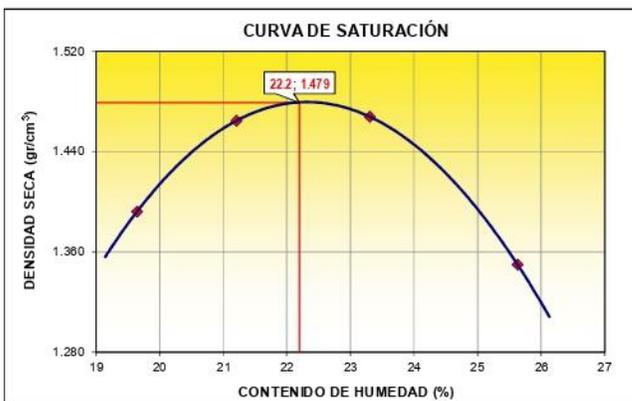
PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m	FECHA DE ENSAYO	01/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS**MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS**
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	205	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3307	3409	3441	3335
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1548	1650	1682	1576
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.666	1.775	1.810	1.696
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.392	1.465	1.468	1.350

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.9	412.5	405.5	398.0
PESO DE AGUA (gr)	82.1	87.5	94.5	102.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.9	412.5	405.5	398.0
HUMEDAD (%)	19.6%	21.2%	23.3%	25.6%

MÁXIMA DENSIDAD SECA **1.479 gr/cm³**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **22.2 %**

OBSERVACIONES:

2.00 % de ceniza de agave azul + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

ANGELES m.e.&c SRL
César Hernán Angeles Quiróz
GERENTE GENERAL





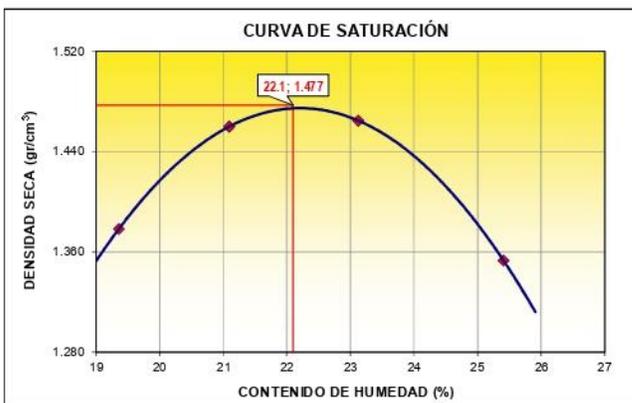
PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m	FECHA DE ENSAYO	01/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS**MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS**
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	206	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3288	3402	3435	3336
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1529	1643	1676	1577
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.645	1.768	1.803	1.697
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.378	1.460	1.465	1.353

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	418.9	412.9	406.1	398.7
PESO DE AGUA (gr)	81.1	87.1	93.9	101.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	418.9	412.9	406.1	398.7
HUMEDAD (%)	19.4%	21.1%	23.1%	25.4%

MÁXIMA DENSIDAD SECA **1.477 gr/cm³**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **22.1 %**

OBSERVACIONES:

4.00 % de ceniza de agave azul + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





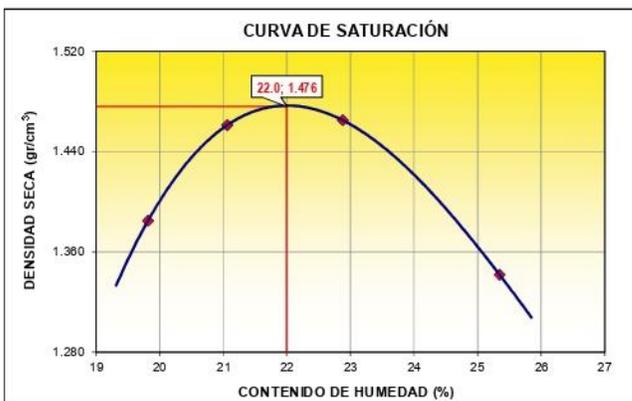
PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m	FECHA DE ENSAYO	01/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS**MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS**
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	207	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3301	3403	3432	3322
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1542	1644	1673	1563
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.659	1.769	1.800	1.682
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.385	1.461	1.465	1.342

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.3	413.0	406.9	398.9
PESO DE AGUA (gr)	82.7	87.0	93.1	101.1
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.3	413.0	406.9	398.9
HUMEDAD (%)	19.8%	21.1%	22.9%	25.3%

MÁXIMA DENSIDAD SECA **1.476 gr/cm³**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **22.0 %**

OBSERVACIONES:

6.00 % de ceniza de agave azul + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153

ANGELES m.e&c SRL
César Hernán Angeles Quiróz
GERENTE GENERAL

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA
S.R.L.
SEGUNDO RODRIGUEZ TACILLA
INGENIERO CIVIL



PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50 m	FECHA DE ENSAYO	01/04/2022

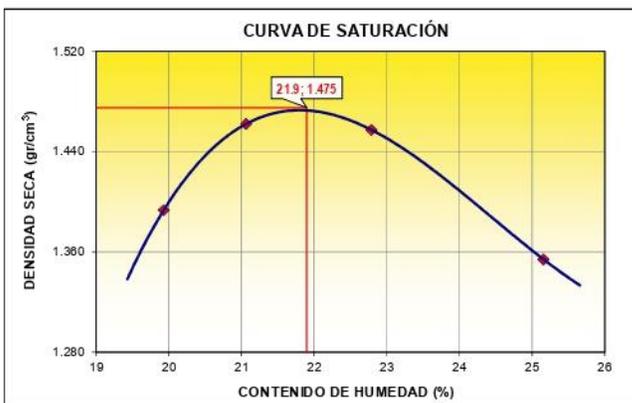
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	208	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3312	3404	3422	3334
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1553	1645	1663	1575
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.671	1.770	1.789	1.695
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.393	1.462	1.457	1.354

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	416.9	413.0	407.2	399.5
PESO DE AGUA (gr)	83.1	87.0	92.8	100.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	416.9	413.0	407.2	399.5
HUMEDAD (%)	19.9%	21.1%	22.8%	25.2%



MÁXIMA DENSIDAD SECA	1.475 gr/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	21.9 %

OBSERVACIONES:

8.00 % de ceniza de agave azul + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153

ANGELES m.e&c SRL
César Hernán Angeles Quiróz
GERENTE GENERAL

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

SEGUNDO RODRIGUEZ TACILLA
INGENIERO CIVIL



PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.

UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO

CALICATA : C - 02 MUESTRA : M - 01

PROGRESVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 01/04/2022

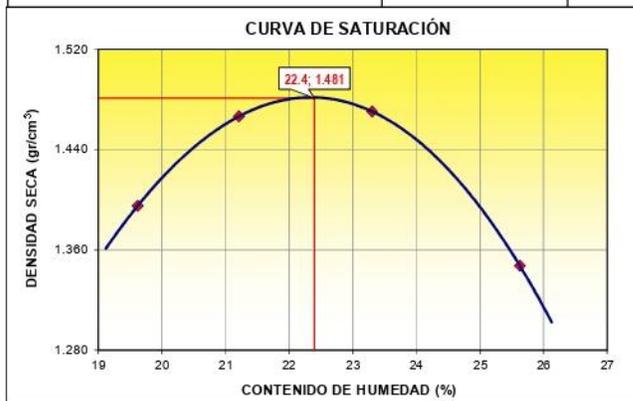
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN		MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA		25 GOLPES			
N° DE MOLDE	205	N° DE CAPAS POR MUESTRA			5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3310	3411	3444	3332	
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759	
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4	
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1551	1652	1685	1573	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.669	1.778	1.813	1.693	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.395	1.466	1.470	1.347	

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	418.0	412.5	405.5	398.0
PESO DE AGUA (gr)	82.0	87.5	94.5	102.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	418.0	412.5	405.5	398.0
HUMEDAD (%)	19.6%	21.2%	23.3%	25.6%



MÁXIMA DENSIDAD SECA	1.481 gr/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	22.4 %

OBSERVACIONES:

2.00 % de musilago de Penca de Tuna + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	01/04/2022

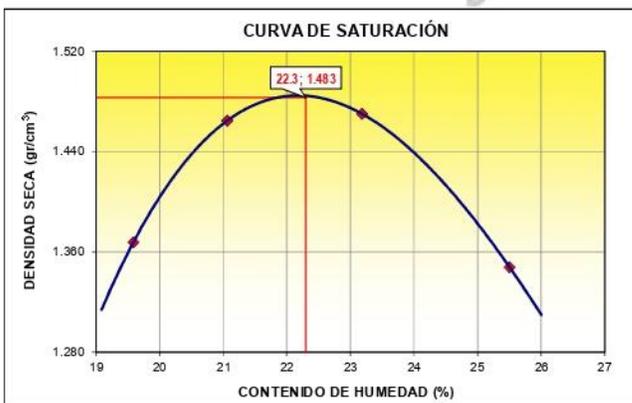
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	206	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3279	3407	3442	3331
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1520	1648	1683	1572
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.636	1.773	1.811	1.691
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.368	1.465	1.470	1.348

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	418.1	413.0	405.9	398.4
PESO DE AGUA (gr)	81.9	87.0	94.1	101.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	418.1	413.0	405.9	398.4
HUMEDAD (%)	19.6%	21.1%	23.2%	25.5%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.483 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 22.3 %

OBSERVACIONES:

4.00 % de masillago de Penca de Tuna + 1.00% de cemento.

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	01/04/2022

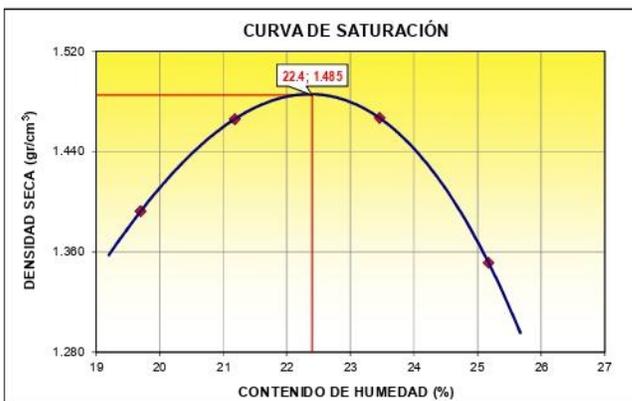
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	207	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3308	3410	3442	3331
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1549	1651	1683	1572
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.667	1.776	1.811	1.691
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.392	1.466	1.467	1.351

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.7	412.6	405.0	399.5
PESO DE AGUA (gr)	82.3	87.4	95.0	100.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.7	412.6	405.0	399.5
HUMEDAD (%)	19.7%	21.2%	23.5%	25.2%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.485 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 22.4 %

OBSERVACIONES:

6.00 % de masillado de Penca de Tuna + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





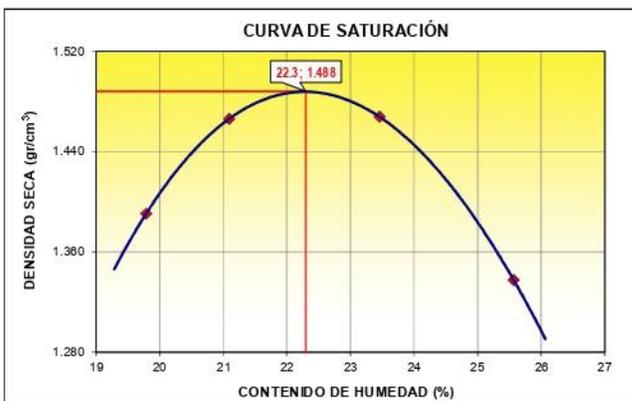
PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	01/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS**MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS**
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	208	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3307	3409	3443	3320
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1548	1650	1684	1561
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.666	1.775	1.812	1.680
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.390	1.466	1.468	1.338

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.4	412.9	405.0	398.2
PESO DE AGUA (gr)	82.6	87.1	95.0	101.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.4	412.9	405.0	398.2
HUMEDAD (%)	19.8%	21.1%	23.5%	25.6%

MÁXIMA DENSIDAD SECA **1.488 gr/cm³**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **22.3 %**

OBSERVACIONES:

8.00 % de masillado de Penca de Tuna + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





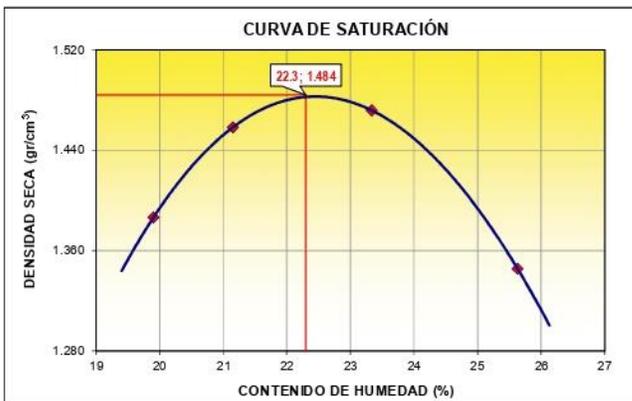
PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	02/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS**MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS**
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
Nº DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
Nº DE MOLDE	205	Nº DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
Nº DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3304	3401	3446	3330
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1545	1642	1687	1571
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.662	1.767	1.815	1.690
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.386	1.458	1.472	1.346

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

Nº DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.0	412.7	406.4	398.0
PESO DE AGUA (gr)	83.0	87.3	94.6	102.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.0	412.7	406.4	398.0
HUMEDAD (%)	19.9%	21.2%	23.3%	25.6%

MÁXIMA DENSIDAD SECA **1.484 gr/cm³**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **22.3 %**

OBSERVACIONES:

0.040kg/m3 de Megasoil + 0.50 de cemento

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	02/04/2022

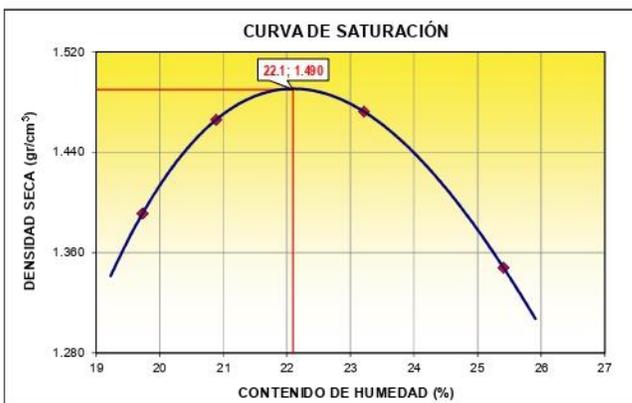
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	206	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3307	3406	3445	3330
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1548	1647	1686	1571
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.666	1.772	1.814	1.690
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.391	1.466	1.472	1.348

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.6	413.6	405.8	398.7
PESO DE AGUA (gr)	82.4	86.4	94.2	101.3
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.6	413.6	405.8	398.7
HUMEDAD (%)	19.7%	20.9%	23.2%	25.4%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.490 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 22.1 %

OBSERVACIONES:

0.040kg/m3 de Megasol + 1.00 de cemento

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153

ANGELES m,e&c SRL
César-Hernán Angeles Quiróz
GERENTE GENERAL

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

SEGUNDO RODRIGUEZ TACILLA
S.R.L.
INGENIERO CIVIL



PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	02/04/2022

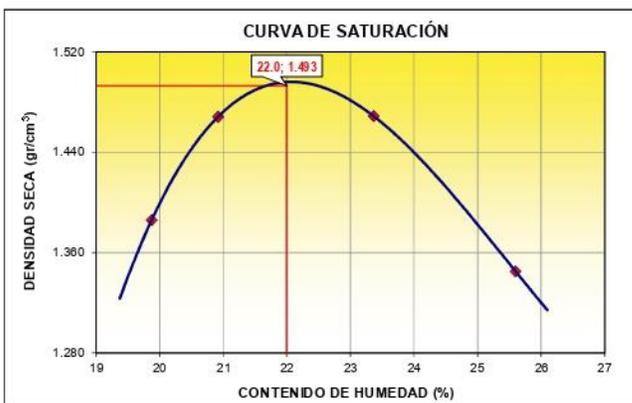
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
Nº DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
Nº DE MOLDE	207	Nº DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
Nº DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3303	3409	3443	3329
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1544	1650	1684	1570
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.661	1.775	1.812	1.689
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.386	1.468	1.469	1.345

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

Nº DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.1	413.5	405.3	398.1
PESO DE AGUA (gr)	82.9	86.5	94.7	101.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.1	413.5	405.3	398.1
HUMEDAD (%)	19.9%	20.9%	23.4%	25.6%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.493 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 22.0 %

OBSERVACIONES:

0.040kg/m3 de Megasoil + 1.50 de cemento

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





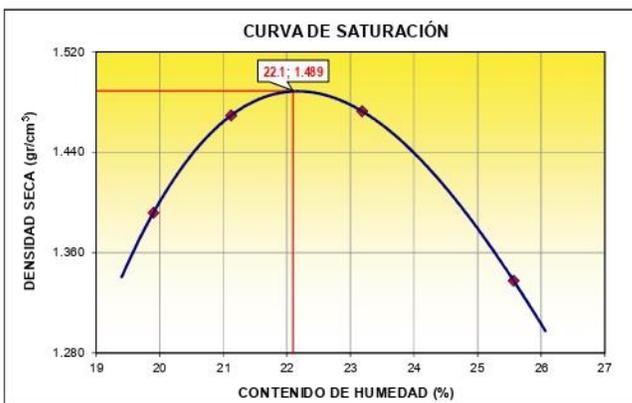
PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	02/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS**MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS**
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	208	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3310	3413	3445	3320
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1551	1654	1686	1561
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.669	1.780	1.814	1.680
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.392	1.469	1.473	1.338

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.0	412.8	405.9	398.2
PESO DE AGUA (gr)	83.0	87.2	94.1	101.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.0	412.8	405.9	398.2
HUMEDAD (%)	19.9%	21.1%	23.2%	25.6%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.489 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 22.1 %

OBSERVACIONES:

0.040kg/m3 de Megasoil + 2.00 de cemento

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





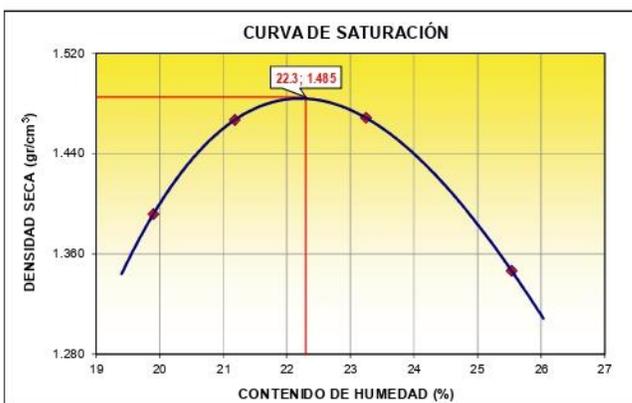
PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	02/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS**MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS**
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	205	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3310	3411	3441	3330
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1551	1652	1682	1571
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.669	1.778	1.810	1.690
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.392	1.467	1.468	1.347

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.0	412.6	405.7	398.3
PESO DE AGUA (gr)	83.0	87.4	94.3	101.7
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.0	412.6	405.7	398.3
HUMEDAD (%)	19.9%	21.2%	23.2%	25.5%

MÁXIMA DENSIDAD SECA **1.485 gr/cm³**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **22.3 %**

OBSERVACIONES:

0.35lt/m3 de Aceite Sulfonado + 0.50 de cemento

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	02/04/2022

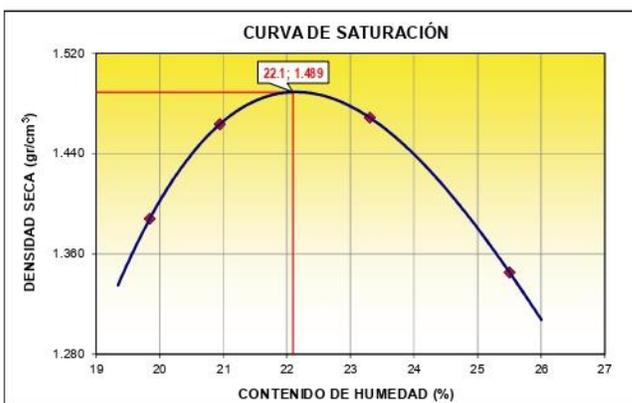
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	205	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3305	3404	3442	3328
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1546	1645	1683	1569
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.663	1.770	1.811	1.688
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.388	1.463	1.469	1.345

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.2	413.4	405.5	398.4
PESO DE AGUA (gr)	82.8	86.6	94.5	101.6
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.2	413.4	405.5	398.4
HUMEDAD (%)	19.8%	20.9%	23.3%	25.5%



MÁXIMA DENSIDAD SECA: 1.489 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD: 22.1 %

OBSERVACIONES:

0.35lt/m3 de Aceite Sulfonado + 1.00 de cemento

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	02/04/2022

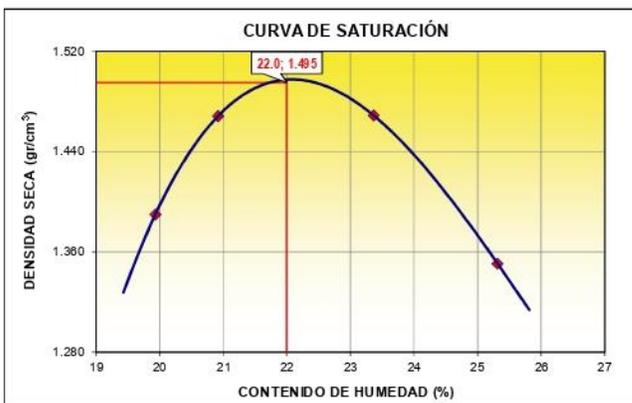
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	205	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3308	3409	3443	3332
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1549	1650	1684	1573
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.667	1.775	1.812	1.693
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.390	1.468	1.469	1.351

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	416.9	413.5	405.3	399.0
PESO DE AGUA (gr)	83.1	86.5	94.7	101.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	416.9	413.5	405.3	399.0
HUMEDAD (%)	19.9%	20.9%	23.4%	25.3%



MÁXIMA DENSIDAD SECA **1.495 gr/cm³**

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **22.0 %**

OBSERVACIONES:

0.35lt/m3 de Aceite Sulfonado + 1.50 de cemento

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





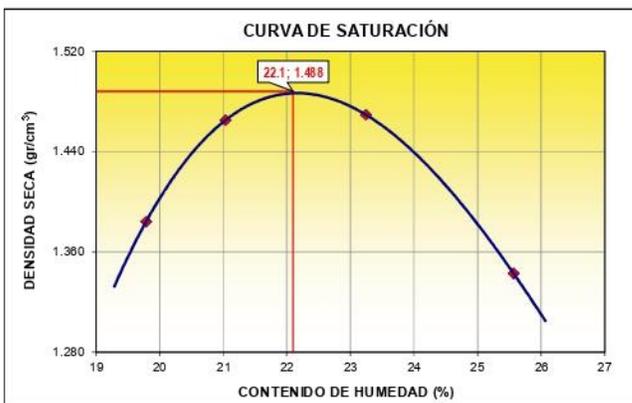
PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.		
UBICACIÓN	CAJAMARCA	LADO	DERECHO
CALICATA	C - 02	MUESTRA	M - 01
PROGRESIVA	KM 21+000	COORD. UTM WGS 84	764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD	0.00 - 1.50m	FECHA DE ENSAYO	02/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS**MÉTODO DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.141 | ASTM D 1557 | MTC E 115)**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MÉTODO A			
N° DE GOLPES POR CAPA	25 GOLPES			
N° DE MOLDE	205	N° DE CAPAS POR MUESTRA		5 CAPAS
N° DE MUESTRA DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	3300	3407	3442	3326
PESO DE MOLDE (gr)	1759	1759	1759	1759
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	929.4	929.4	929.4	929.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	1541	1648	1683	1567
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.658	1.773	1.811	1.686
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.384	1.465	1.469	1.343

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)**

N° DE TARA	1	2	3	4
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	500.0	500.0	500.0	500.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	417.4	413.1	405.7	398.2
PESO DE AGUA (gr)	82.6	86.9	94.3	101.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	417.4	413.1	405.7	398.2
HUMEDAD (%)	19.8%	21.0%	23.2%	25.6%



MÁXIMA DENSIDAD SECA 1.488 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD 22.1 %

OBSERVACIONES:

0.35lt/m3 de Aceite Sulfonado + 2.00 de cemento

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS
Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WIGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 03/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS							
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA			
	6.1		210		203			
N° DE MOLDE DE ENSAYO	218		227		228			
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR		SATURADA		SIN SATURAR		SATURADA	
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12050	12222	12185	12327	11784	12210		
PESO DE MOLDE (gr)	8194	8194	8561	8561	8495			
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2135.6	2135.6	2120.0	2120.0	2117.0	2117.0		
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3856	4028	3624	3966	3289	3715		
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.806	1.886	1.709	1.871	1.554	1.755		
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.478	1.480	1.401	1.400	1.260	1.265		

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.2	392.3	409.9	374.2	407.3	360.5
PESO DE AGUA (gr)	90.8	107.7	90.1	125.8	92.7	139.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.2	392.3	409.9	374.2	407.3	360.5
HUMEDAD (%)	22.2%	27.5%	22.0%	33.8%	22.8%	38.7%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	34	mm	%	17	mm	%	22	mm	%	34	mm	%
09/04/2020	0	24	90	1.42	1.12	105	2.24	1.76	122	2.54	2.00			
10/04/2020	24	48	108	1.88	1.48	132	2.92	2.30	130	3.25	2.50			
11/04/2020	48	72	111	1.90	1.54	134	2.97	2.34	132	3.30	2.60			
12/04/2020	72	96	112	1.98	1.56	135	3.00	2.36	133	3.33	2.62			

**PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		11.6	0.6	9.9	0.5	9.5	0.4
1.270	1 min.		26.7	1.4	21.4	1.1	19.3	1.0
1.905	1 min. 30 seg.		48.2	2.5	33.6	1.7	31.3	1.6
2.540	2 min.	70.31	77.0	3.9	45.6	2.3	43.3	2.2
3.810	3 min.		152.3	7.8	67.6	3.4	65.1	3.3
5.080	4 min.	105.36	213.3	10.9	91.8	4.7	80.4	4.1
6.350	5 min.		267.0	13.6	109.1	5.6	95.4	4.9
7.620	6 min.		307.4	15.7	127.4	6.5	107.1	5.5
8.890	7 min.		349.3	17.8	141.0	7.2	113.5	5.8
10.160	8 min.		380.9	19.4	153.7	7.8	122.8	6.3
12.700	10 min.		431.4	22.0	171.9	8.8	134.2	6.8
15.240	12 min.		473.9	24.1	187.5	9.5	141.1	7.2

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282

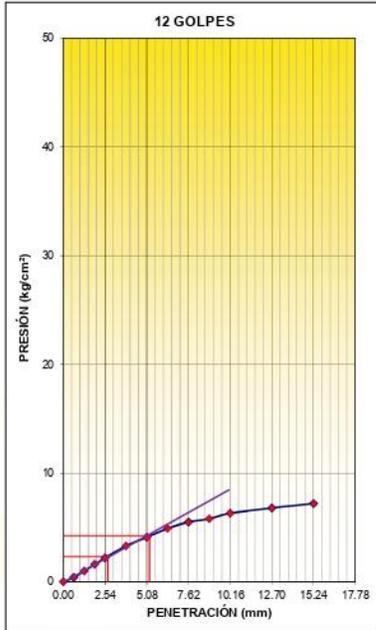
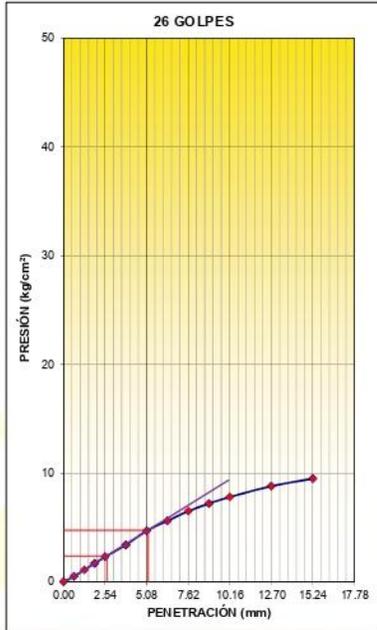
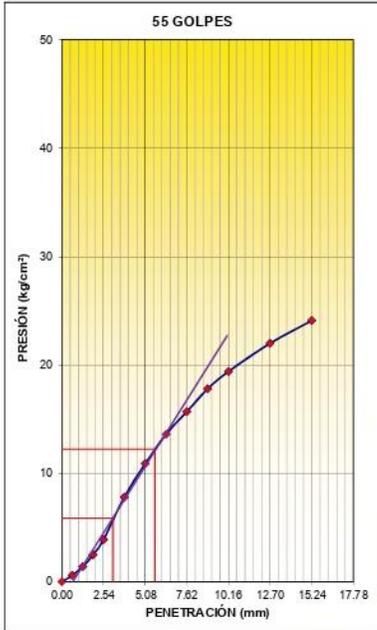




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C-02 **MUESTRA** : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 13/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

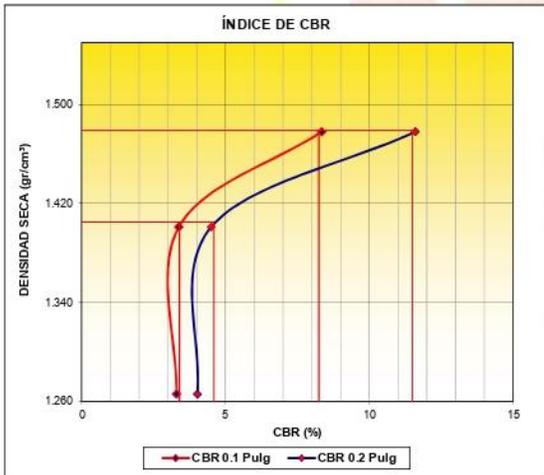
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 8.3%
 CBR AL 0.2" : 11.6%

CBR AL 0.1" : 3.4%
 CBR AL 0.2" : 4.5%

CBR AL 0.1" : 3.3%
 CBR AL 0.2" : 4.0%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.479 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.2 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.405 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	8.3	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	11.5
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	3.4	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	4.6

OBSERVACIONES:

2.00 % de ceniza de agave azul + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 03/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS

NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	221		222		223	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12160	12337	11872	12217	11366	11999
PESO DE MOLDE (gr)	8307	8307	8204	8204	8277	8277
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2135.6	2135.6	2138.8	2138.8	2111.0	2111.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3853	4030	3668	4013	3289	3712
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.804	1.887	1.715	1.876	1.558	1.758
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.479	1.481	1.403	1.462	1.268	1.266

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS

NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.8	392.5	409.1	373.7	407.0	360.0
PESO DE AGUA (gr)	90.2	107.5	90.9	126.3	93.0	140.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.8	392.5	409.1	373.7	407.0	360.0
HUMEDAD (%)	22.0%	27.4%	22.2%	33.8%	22.9%	38.9%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO

NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	235	mm	%	231	mm	%	206	mm	%
09/04/2022	0	24	240	0.13	0.10	238	0.09	0.54	261	1.40	1.10
10/04/2022	24	48	242	0.18	0.14	274	1.09	0.88	294	1.98	1.58
11/04/2022	48	72	244	0.23	0.18	290	1.50	1.18	300	2.39	1.88
12/04/2022	72	96	244	0.23	0.18	300	1.75	1.38	315	2.77	2.18

PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		30.6	1.8	16.7	0.9	16.0	0.8
1.270	1 min.		39.3	3.0	36.2	1.8	29.4	1.5
1.905	1 min. 30 seg.		82.8	4.2	39.0	3.0	42.2	2.1
2.540	2 min.	70.31	105.2	5.4	80.2	4.1	32.8	2.7
3.810	3 min.		152.8	7.8	122.7	6.2	77.5	3.9
5.080	4 min.	105.38	195.3	9.9	160.5	8.2	95.8	4.9
6.350	5 min.		226.1	11.5	200.6	10.2	113.1	5.8
7.620	6 min.		255.6	13.0	234.9	12.0	132.3	6.7
8.890	7 min.		280.7	14.3	264.3	13.5	147.0	7.5
10.160	8 min.		301.1	15.3	288.9	14.7	138.2	8.1
12.700	10 min.		336.4	17.1	310.4	15.8	170.1	8.7
15.240	12 min.		367.2	18.7	323.6	16.5	174.7	8.9

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de grava degradables en el proceso de compactación.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

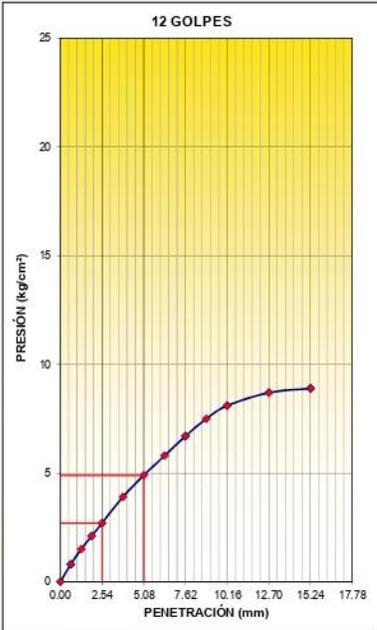
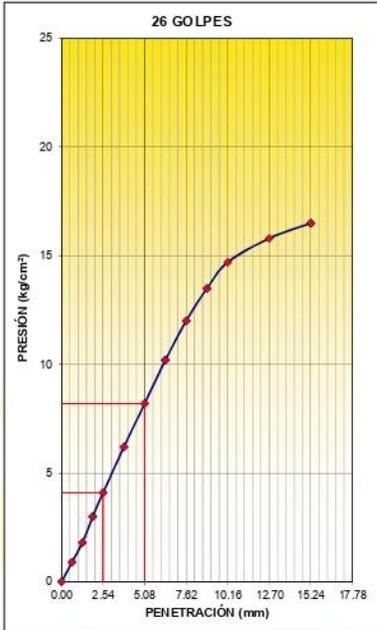
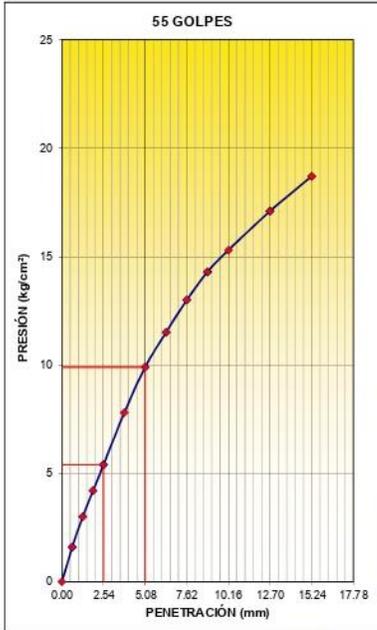




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C-02 **MUESTRA** : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 13/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

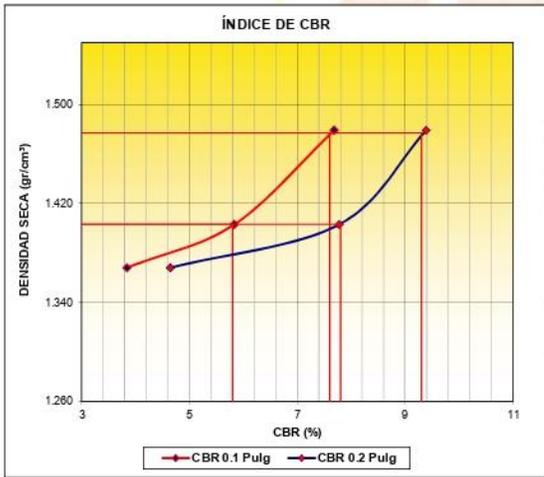
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 7.7%
 CBR AL 0.2" : 9.4%

CBR AL 0.1" : 5.8%
 CBR AL 0.2" : 7.8%

CBR AL 0.1" : 3.8%
 CBR AL 0.2" : 4.6%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.477 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.1 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.403 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	7.6	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	9.3
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	5.8	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	7.8

OBSERVACIONES:

4.00 % de ceniza de agave azul + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 03/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	6.1		210		203	
ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	209		210		211	
N° DE GOLPES POR CAPA	33		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	12147	12311	11836	12198	11904	12329
PESO DE MOLDE (g)	8316	8316	8241	8241	8622	8622
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2117.0	2117.0	2115.4	2115.4	2112.4	2112.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	3831	3995	3617	3957	3282	3707
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³)	1.810	1.887	1.710	1.871	1.554	1.755
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.480	1.479	1.400	1.500	1.265	1.284

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (g)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	409.0	392.0	409.5	374.0	407.0	360.2
PESO DE AGUA (g)	91.0	108.0	90.5	126.0	93.0	139.8
PESO DE SUELO SECO (g)	409.0	392.0	409.5	374.0	407.0	360.2
HUMEDAD (%)	22.2%	27.6%	22.1%	33.7%	22.9%	38.8%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN		mm	%		mm	%		mm	%
09/04/2022	0	24	15	0.38	0.30	24	0.81	0.48	30	0.70	0.60
10/04/2022	24	48	35	0.89	0.70	48	1.22	0.90	52	1.32	1.04
11/04/2022	48	72	52	1.32	1.04	63	1.80	1.26	64	1.63	1.28
12/04/2022	72	96	72	1.83	1.44	75	1.91	1.50	80	2.03	1.60

PENETRACIÓN
Prensa Analógica

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.00			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		39.9	3.1	47.4	2.4	30.7	1.6
1.270	1 min.		114.1	5.8	99.7	4.0	39.9	3.1
1.905	1 min. 30 seg.		165.6	8.4	136.4	6.9	91.9	4.7
2.540	2 min.	70.31	225.3	11.5	178.9	9.1	124.5	6.3
3.810	3 min.		332.2	16.9	259.0	13.2	185.4	9.5
5.080	4 min.	105.46	434.4	22.1	342.2	17.4	248.0	12.6
6.350	5 min.		506.0	25.8	396.6	20.2	290.4	14.8
7.620	6 min.		577.8	29.4	450.9	23.0	332.5	16.9
8.890	7 min.		616.0	31.4	483.0	24.7	388.1	18.2
10.160	8 min.		654.0	33.3	518.8	26.4	383.7	19.5
12.700	10 min.		696.0	35.4	553.8	28.3	408.4	20.8
15.240	12 min.		725.7	37.0	580.5	29.6	420.3	21.4

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

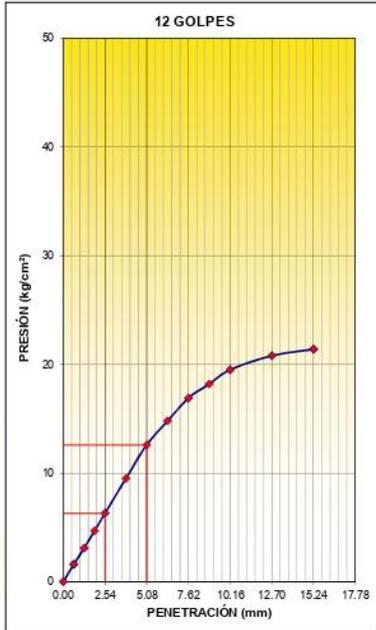
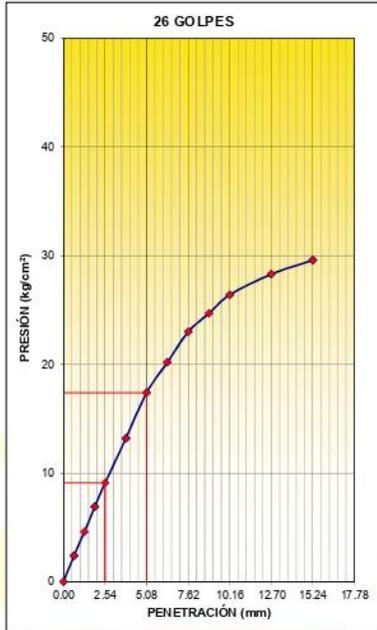
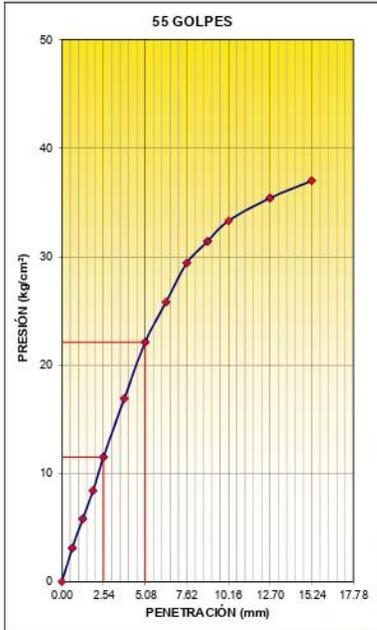




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C-02 **MUESTRA** : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 13/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

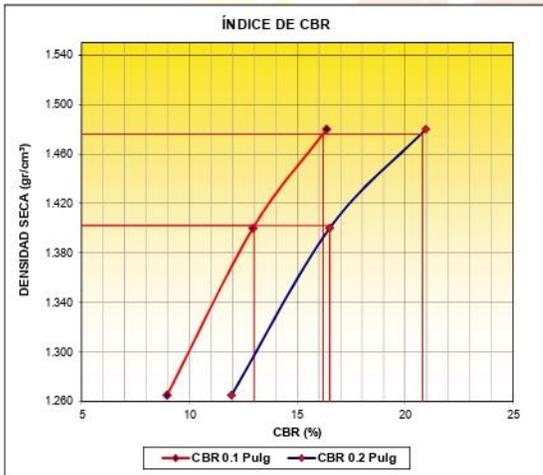
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 16.4%
 CBR AL 0.2" : 21.0%

CBR AL 0.1" : 12.9%
 CBR AL 0.2" : 16.5%

CBR AL 0.1" : 9.0%
 CBR AL 0.2" : 11.9%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.476 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.0 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.402 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	16.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	20.8
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	13.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	16.5

OBSERVACIONES:

6.00 % de ceniza de agave azul + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA - CHETILLA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 03/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	215		216		217	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12168	12308	11888	12228	11365	12004
PESO DE MOLDE (gr)	8352	8352	8268	8268	8298	8298
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2117.0	2117.0	2123.4	2123.4	2120.2	2120.2
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3816	3956	3620	3960	3287	3706
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.803	1.883	1.705	1.865	1.550	1.748
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.478	1.478	1.399	1.398	1.264	1.283

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.5	392.6	410.3	374.8	407.8	361.2
PESO DE AGUA (gr)	90.5	107.4	89.7	125.2	92.2	138.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.5	392.6	410.3	374.8	407.8	361.2
HUMEDAD (%)	22.1%	27.4%	21.9%	33.4%	22.8%	38.4%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	0	mm	%	0	mm	%	0	mm	%	0	mm	%
09/04/2022	0	24	29	0.74	0.58	32	0.81	0.64	33	0.84	0.66			
10/04/2022	24	48	54	1.37	1.08	58	1.47	1.16	59	1.50	1.18			
11/04/2022	48	72	72	1.83	1.44	86	2.18	1.72	88	2.24	1.76			
12/04/2022	72	96	95	2.41	1.90	105	2.67	2.10	108	2.74	2.16			

**PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		48.2	2.5	36.1	1.9	24.7	1.3
1.270	1 min.		91.7	4.7	72.2	3.7	48.2	2.5
1.905	1 min. 30 seg.		133.2	6.8	109.7	5.6	73.9	3.8
2.540	2 min.	70.31	181.2	9.2	143.9	7.3	100.2	5.1
3.810	3 min.		267.2	13.6	208.3	10.6	149.9	7.6
5.080	4 min.	105.36	349.3	17.8	275.2	14.0	199.5	10.2
6.350	5 min.		407.0	20.7	318.9	16.2	233.5	11.9
7.620	6 min.		464.7	23.7	362.6	18.5	267.4	13.6
8.890	7 min.		495.4	25.2	389.9	19.9	288.0	14.7
10.160	8 min.		526.0	26.8	417.2	21.2	308.6	15.7
12.700	10 min.		560.2	28.5	447.0	22.8	328.4	16.7
15.240	12 min.		585.3	29.8	462.7	23.6	339.0	17.3

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hemán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

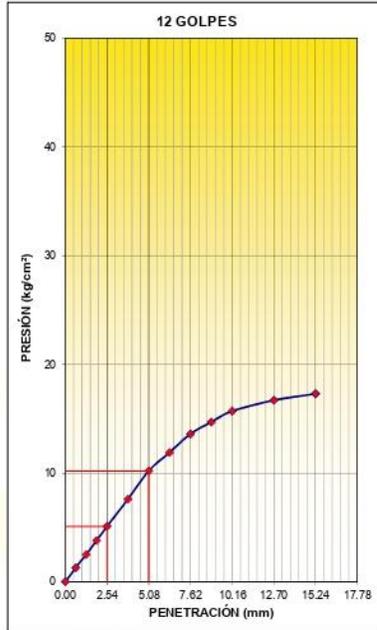
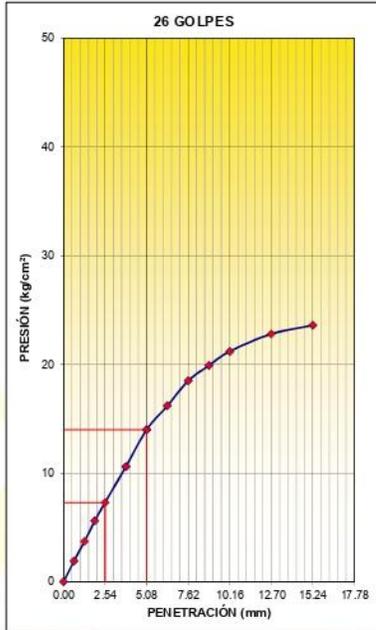
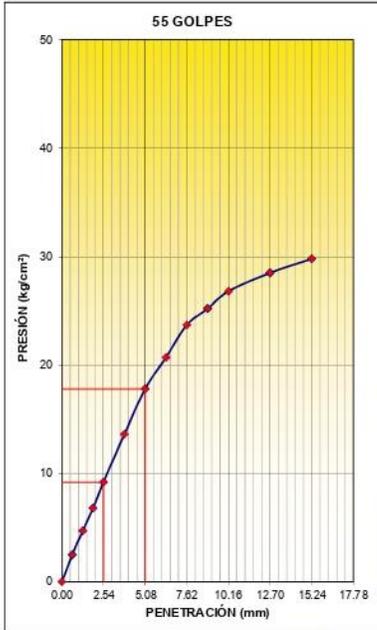




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA - CHETILLA
LADO : DERECHO
CALICATA : C - 02
MUESTRA : M - 01
PROGRESIVA : KM 21+000
COORD. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m
FECHA DE ENSAYO : 13/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

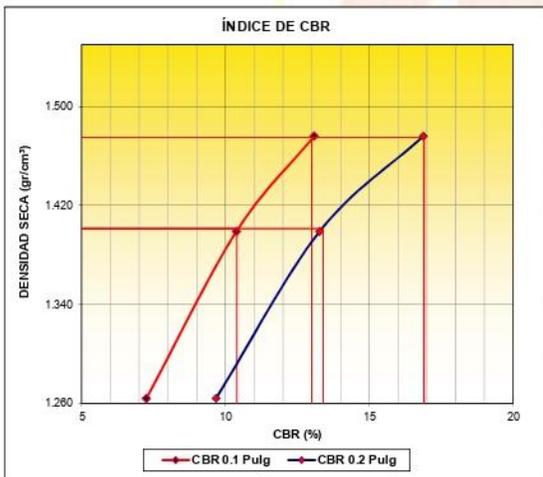
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 13.1%
 CBR AL 0.2" : 16.9%

CBR AL 0.1" : 10.4%
 CBR AL 0.2" : 13.3%

CBR AL 0.1" : 7.3%
 CBR AL 0.2" : 9.7%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.475 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 21.9 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.401 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	13.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	16.9
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	10.4	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	13.4

OBSERVACIONES:

8.00 % de ceniza de agave azul + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
 CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA-2022.
 UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
 CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
 PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E-9206749N
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 03/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	221		222		223	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12169	12347	11894	12237	11377	12010
PESO DE MOLDE (gr)	8307	8307	8204	8204	8277	8277
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2135.6	2135.6	2138.8	2138.8	2111.0	2111.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3862	4040	3690	4033	3300	3733
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.808	1.892	1.721	1.888	1.563	1.768
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.482	1.485	1.408	1.409	1.272	1.273

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.8	392.5	409.1	373.7	407.0	360.0
PESO DE AGUA (gr)	90.2	107.5	90.9	126.3	93.0	140.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.8	392.5	409.1	373.7	407.0	360.0
HUMEDAD (%)	22.0%	27.4%	22.2%	33.8%	22.9%	38.9%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
09/04/2020	0	24	37	0.51	0.40	74	0.89	0.70	70	1.64	0.82			
10/04/2020	24	48	45	0.71	0.50	93	1.37	1.08	91	1.57	1.24			
11/04/2020	48	72	52	0.89	0.70	102	1.40	1.26	106	1.98	1.54			
12/04/2020	72	96	84	1.70	1.24	117	1.98	1.50	119	2.29	1.80			

**PENETRACIÓN
 PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		11.2	0.6	11.4	0.6	6.6	0.3
1.270	1 min.		27.4	1.4	22.9	1.2	14.3	0.7
1.905	1 min. 30 seg.		49.4	2.5	34.4	1.8	22.2	1.1
2.540	2 min.	70.31	74.1	3.8	47.2	2.4	29.7	1.5
3.810	3 min.	120.4	120.4	6.1	72.2	3.7	43.7	2.3
5.080	4 min.	165.98	166.9	8.5	100.6	5.1	63.3	3.2
6.350	5 min.	211.5	211.5	10.8	126.1	6.4	78.2	4.0
7.620	6 min.	248.6	248.6	12.7	153.9	7.8	91.9	4.7
8.890	7 min.	291.4	291.4	14.8	177.0	9.0	106.3	5.4
10.160	8 min.	325.8	325.8	16.8	193.0	9.8	119.7	6.1
12.700	10 min.	366.0	366.0	18.8	207.7	10.6	137.0	7.0
15.240	12 min.	390.0	390.0	19.9	220.0	11.2	145.6	7.4

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz
 CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282

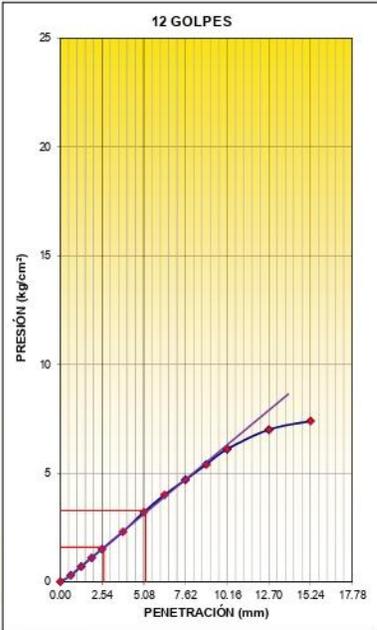
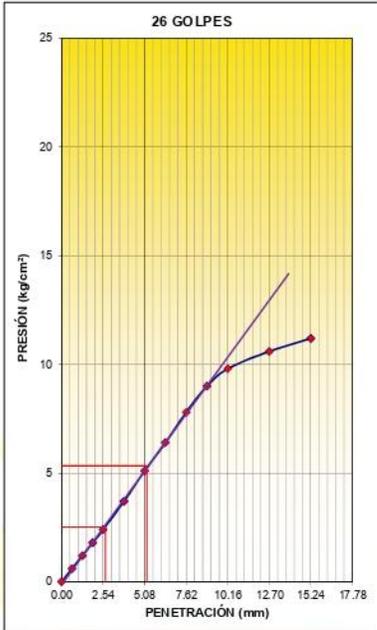
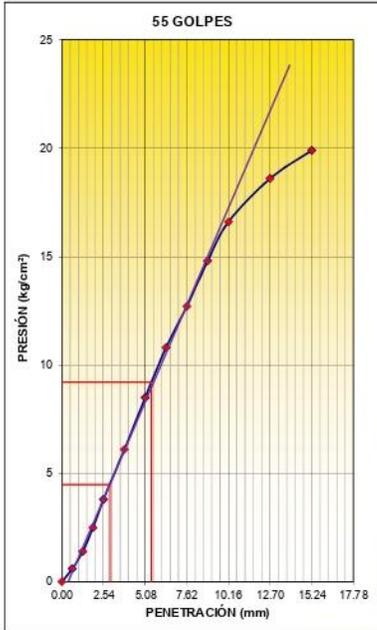




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C-02 **MUESTRA** : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 13/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

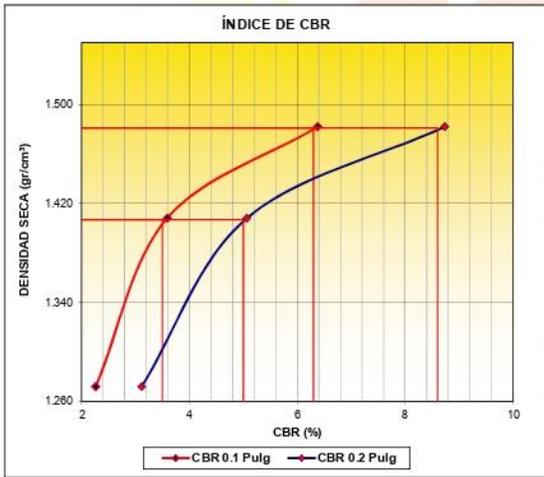
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 6.4%
 CBR AL 0.2" : 8.7%

CBR AL 0.1" : 3.6%
 CBR AL 0.2" : 5.1%

CBR AL 0.1" : 2.3%
 CBR AL 0.2" : 3.1%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.481 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.4 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.407 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	6.3	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	8.6
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	3.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	5.0

OBSERVACIONES:

2.00% de musilago de Penca de Tuna + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA-2022.
 UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
 CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
 PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E-9206749N
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 03/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	227		228		229	
N° DE GOLPES POR CAPA	53		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12410	12381	12141	12468	11607	12072
PESO DE MOLDE (gr)	8361	8361	8493	8493	8338	8338
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2120.0	2120.0	2117.0	2117.0	2112.4	2112.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3849	4020	3646	3973	3299	3734
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.816	1.896	1.722	1.877	1.562	1.768
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.485	1.487	1.405	1.463	1.271	1.270

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.0	392.0	408.0	373.8	406.8	359.2
PESO DE AGUA (gr)	91.0	108.0	92.0	126.2	93.2	140.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.0	392.0	408.0	373.8	406.8	359.2
HUMEDAD (%)	22.2%	27.6%	22.9%	33.8%	22.9%	39.2%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	0	mm	%	0	mm	%	0	mm	%
09/04/2020	0	24	21	0.53	0.42	24	0.81	0.48	27	0.69	0.54
10/04/2020	24	48	43	1.69	0.80	45	1.14	0.90	49	1.24	0.98
11/04/2020	48	72	64	1.83	1.28	76	1.93	1.32	77	1.96	1.54
12/04/2020	72	96	96	2.44	1.82	98	2.49	1.96	102	2.59	2.04

**PENETRACIÓN
 PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		43.6	2.3	36.1	1.8	23.4	1.2
1.270	1 min.		86.9	4.4	82.4	3.5	45.6	2.3
1.905	1 min. 30 seg.		126.2	6.4	104.0	5.3	70.0	3.6
2.540	2 min.	70.31	171.6	8.7	136.3	6.9	94.9	4.8
3.810	3 min.		253.1	12.9	197.4	10.1	142.0	7.2
5.080	4 min.	105.36	331.0	18.9	260.7	13.3	189.0	9.6
6.350	5 min.		385.7	19.6	302.0	13.4	221.2	11.3
7.620	6 min.		440.3	22.4	343.6	17.5	233.3	12.9
8.890	7 min.		469.2	23.9	370.0	18.8	272.8	13.9
10.160	8 min.		498.3	25.4	393.3	20.1	292.4	14.9
12.700	10 min.		530.7	27.0	423.4	21.6	311.1	15.8
15.240	12 min.		555.9	28.3	446.8	22.8	322.7	16.4

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282

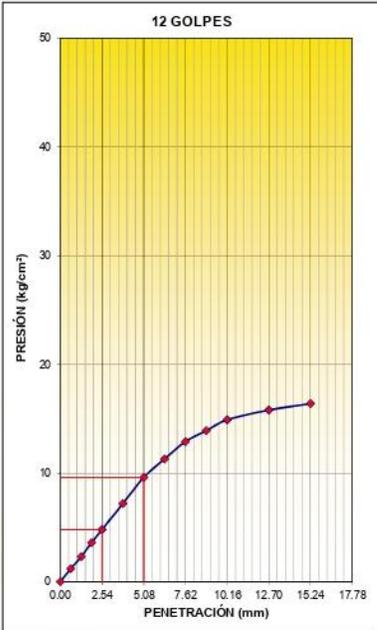
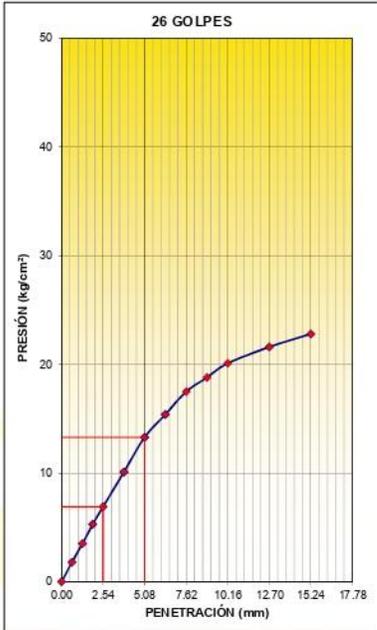
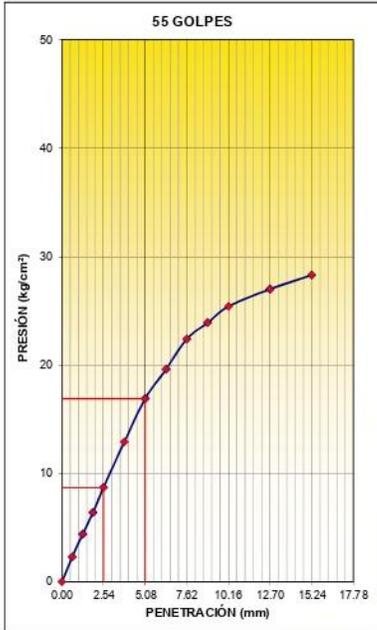




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C-02 **MUESTRA** : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 13/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

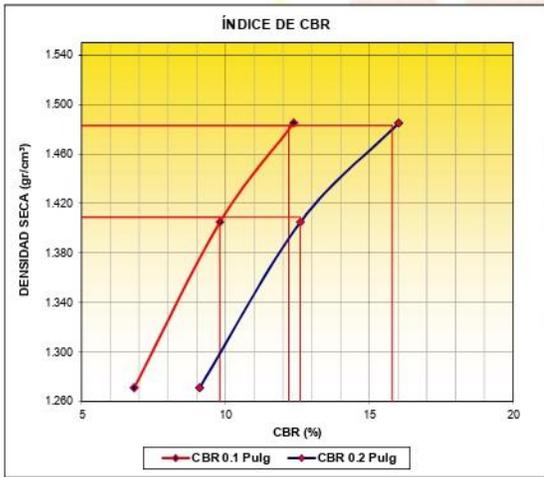
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 12.4%
 CBR AL 0.2" : 16.0%

CBR AL 0.1" : 9.8%
 CBR AL 0.2" : 12.6%

CBR AL 0.1" : 6.8%
 CBR AL 0.2" : 9.1%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.483 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.3 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.409 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	12.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	15.8
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	9.8	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	12.6

OBSERVACIONES:

4.00% de musilago de Penca de Tuna + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 03/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	212		213		214	
N° DE GOLPES POR CAPA	53		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	1289	1273	11931	12269	11613	12033
PESO DE MOLDE (gr)	8783	8783	8288	8288	8320	8320
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2090.6	2090.6	2112.4	2112.4	2103.1	2103.1
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3804	3978	3643	3981	3293	3733
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.820	1.863	1.723	1.885	1.560	1.775
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.488	1.488	1.407	1.408	1.273	1.273

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	408.2	391.0	407.8	373.3	406.4	359.1
PESO DE AGUA (gr)	91.8	109.0	92.2	126.3	93.6	140.9
PESO DE SUELO SECO (gr)	408.2	391.0	407.8	373.3	406.4	359.1
HUMEDAD (%)	22.5%	27.8%	22.8%	33.9%	23.0%	39.2%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN		mm	%		mm	%		mm	%
09/04/2020	0	24	21	0.53	0.42	24	0.81	0.48	25	0.64	0.50
10/04/2020	24	48	39	0.99	0.78	36	0.91	0.72	46	1.17	0.92
11/04/2020	48	72	59	1.50	1.18	48	1.22	0.98	61	1.55	1.22
12/04/2020	72	96	76	1.93	1.52	78	1.98	1.58	82	2.08	1.64

PENETRACIÓN
PRESA ANALÓGICA

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		66.3	3.4	32.7	2.7	34.2	1.7
1.270	1 min.		126.7	6.5	99.7	5.1	66.3	3.4
1.905	1 min. 30 seg.		184.0	9.4	151.6	7.7	102.1	5.2
2.540	2 min.	70.31	250.3	12.7	198.8	10.1	138.4	7.0
3.810	3 min.		369.1	18.8	287.8	14.7	207.1	10.5
5.080	4 min.	105.98	482.6	24.8	380.2	19.4	275.6	14.0
6.350	5 min.		562.3	28.8	440.3	22.4	322.3	16.4
7.620	6 min.		642.0	32.7	501.0	25.5	369.4	18.8
8.890	7 min.		684.3	34.9	538.6	27.4	397.9	20.3
10.160	8 min.		726.7	37.0	576.4	29.4	436.3	21.7
12.700	10 min.		774.0	39.4	617.3	31.4	433.7	23.1
15.240	12 min.		805.6	41.0	648.4	33.0	476.9	24.3

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

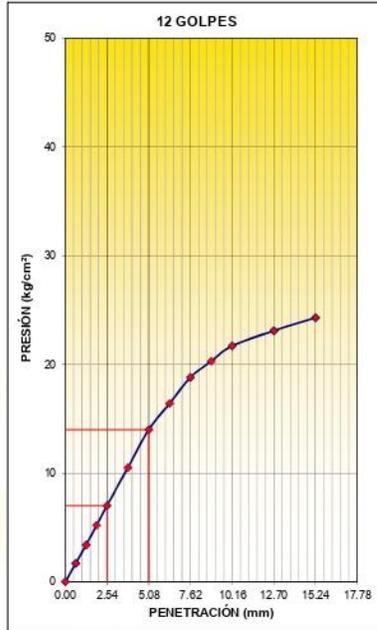
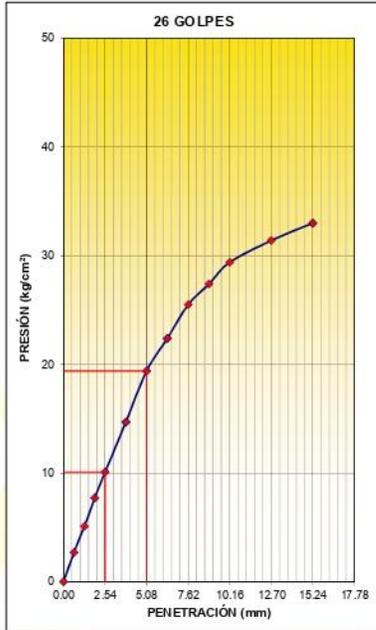
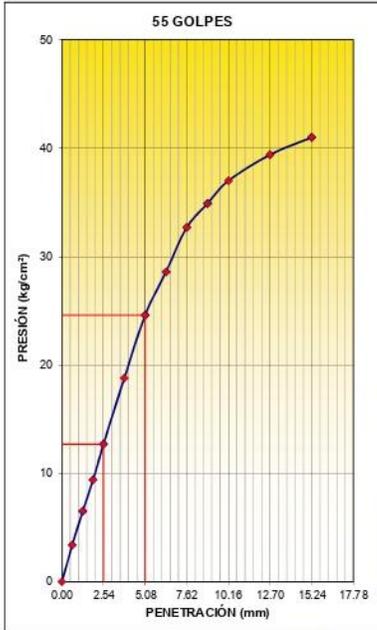




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C-02 **MUESTRA** : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 13/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

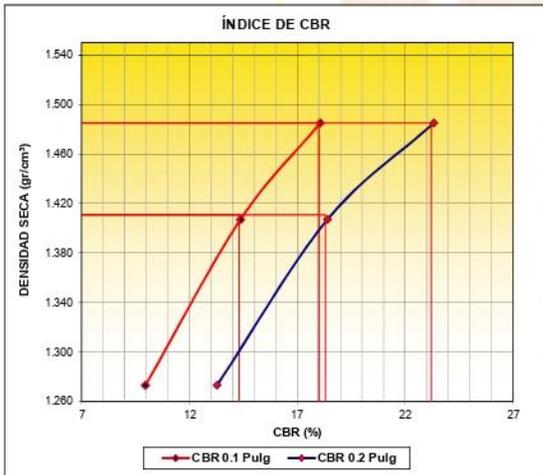
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 18.1%
 CBR AL 0.2" : 23.3%

CBR AL 0.1" : 14.4%
 CBR AL 0.2" : 18.4%

CBR AL 0.1" : 10.0%
 CBR AL 0.2" : 13.3%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.485 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.4 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.411 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	18.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	23.2
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	14.3	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	18.3

OBSERVACIONES:

6.5 % de muslago de Penca de Tuna + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (JAGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.
 UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
 CALICATA : C - 02 MUESTRA : M - 01
 PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 03/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	6.1		210		203	
ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	221		222		229	
N° DE GOLPES POR CAPA	33		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	12199	12371	11894	12240	11636	12066
PESO DE MOLDE (g)	8307	8307	8204	8204	8336	8336
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2135.6	2135.6	2138.8	2138.8	2112.4	2112.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (g)	3892	4064	3690	4036	3298	3730
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³)	1.822	1.903	1.725	1.887	1.581	1.765
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.483	1.484	1.465	1.468	1.288	1.288

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (g)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	407.0	390.0	407.3	373.0	406.1	338.6
PESO DE AGUA (g)	93.0	110.0	92.7	127.0	93.9	141.4
PESO DE SUELO SECO (g)	407.0	390.0	407.3	373.0	406.1	338.6
HUMEDAD (%)	22.8%	28.2%	22.8%	34.6%	23.1%	36.4%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
09/04/2020	0	24	69	1.35	1.06	136	2.74	2.16	151	2.97	2.34			
10/04/2020	24	48	79	1.60	1.26	141	2.87	2.26	153	3.07	2.42			
11/04/2020	48	72	85	1.75	1.38	144	2.85	2.32	157	3.12	2.46			
12/04/2020	72	96	89	1.85	1.46	146	3.00	2.38	159	3.18	2.50			

**PENETRACIÓN
 PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.034	30 seg.		31.1	1.6	18.1	0.9	6.6	0.3
1.270	1 min.		96.6	4.4	42.2	2.1	12.8	0.7
1.905	1 min. 30 seg.		149.1	7.6	66.7	3.4	18.7	1.0
2.540	2 min.	70.31	206.5	10.5	90.4	4.6	30.4	1.5
3.810	3 min.	295.8	295.8	15.1	133.7	6.8	48.1	2.4
5.080	4 min.	105.06	367.4	18.7	167.7	8.5	61.5	3.1
6.350	5 min.		416.3	21.2	196.7	10.0	74.8	3.6
7.620	6 min.		457.7	23.3	214.7	10.9	83.6	4.4
8.890	7 min.		494.5	25.2	233.0	12.0	93.2	4.8
10.160	8 min.		527.4	26.9	250.8	12.8	100.6	5.1
12.760	10 min.		591.7	30.1	276.2	14.1	107.7	5.5
15.240	12 min.		636.2	32.4	301.8	15.4	112.8	5.7

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282

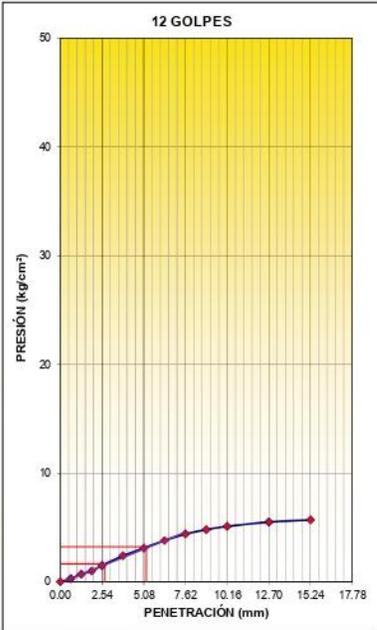
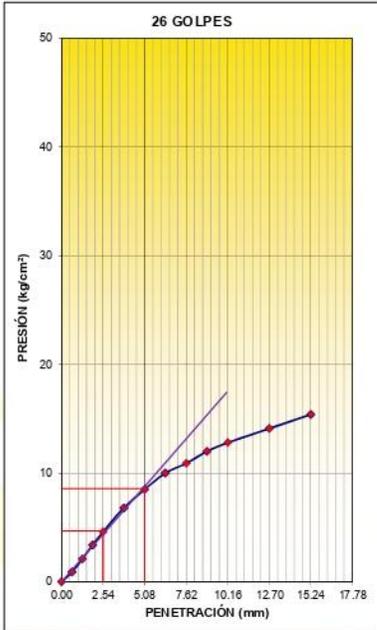
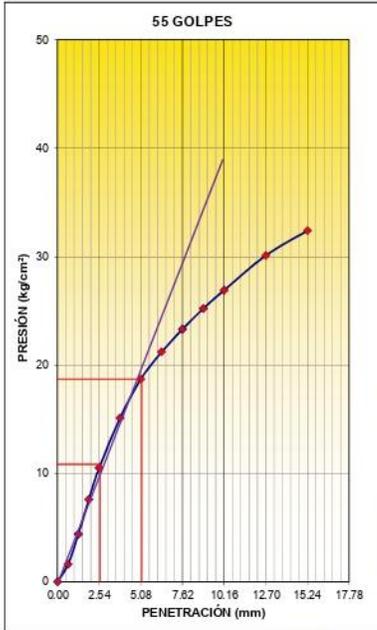




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C-02 **MUESTRA** : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 13/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

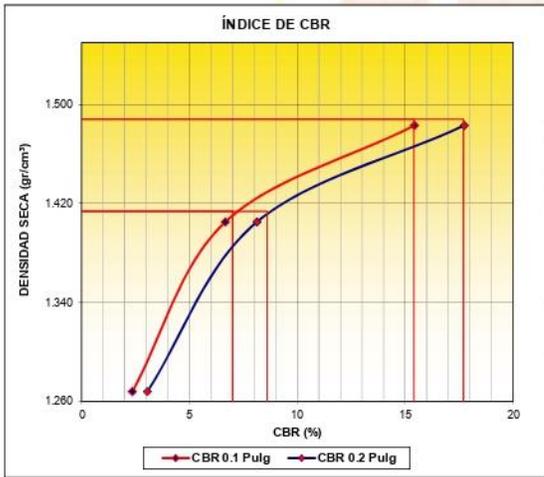
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 15.4%
 CBR AL 0.2" : 17.7%

CBR AL 0.1" : 6.7%
 CBR AL 0.2" : 8.1%

CBR AL 0.1" : 2.4%
 CBR AL 0.2" : 3.1%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.488 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.3 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.414 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	15.4	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	17.7
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	7.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	8.6

OBSERVACIONES:

8.00% de musilago de Penca de Tuna + 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WIGS 84 : 764679E-9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 04/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	3 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	221		222		223	
N° DE GOLPES POR CAPA	53		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12173	12341	11881	12236	11363	11999
PESO DE MOLDE (gr)	8307	8307	8204	8204	8277	8277
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2135.6	2135.6	2138.8	2138.8	2111.0	2111.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3866	4034	3677	4032	3286	3712
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.810	1.889	1.719	1.885	1.557	1.758
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.484	1.483	1.407	1.409	1.267	1.266

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.8	392.5	409.1	373.7	407.0	360.0
PESO DE AGUA (gr)	90.2	107.5	90.9	126.3	93.0	140.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.8	392.5	409.1	373.7	407.0	360.0
HUMEDAD (%)	22.0%	27.4%	22.2%	33.8%	22.9%	38.9%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
12/04/2022	0	24	366	1.08	0.85	133	1.38	1.00	399	1.45	1.14			
13/04/2022	24	48	747	1.81	1.43	378	2.25	1.77	807	2.18	1.72			
14/04/2022	48	72	779	2.13	1.88	431	2.78	2.19	899	3.00	2.38			
15/04/2022	72	96	795	2.29	1.80	443	2.90	2.28	907	3.18	2.50			

PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		21.7	1.1	18.2	0.9	10.2	0.5
1.270	1 min.		49.1	2.5	43.0	2.2	18.8	1.0
1.905	1 min. 30 seg.		84.2	4.3	69.2	3.5	34.4	1.8
2.540	2 min.	70.31	125.9	6.4	96.8	5.0	46.4	2.4
3.810	3 min.		212.1	10.8	148.8	7.0	73.9	3.8
5.080	4 min.	105.06	278.9	14.2	190.6	9.7	95.7	4.9
6.350	5 min.		322.2	16.4	211.9	10.8	110.7	5.6
7.620	6 min.		338.1	18.2	226.1	11.5	120.4	6.1
8.890	7 min.		384.0	19.6	238.9	12.2	125.1	6.4
10.160	8 min.		415.1	21.1	256.0	13.0	130.1	6.6
12.700	10 min.		465.4	23.7	277.4	14.1	135.7	6.9
15.240	12 min.		511.7	26.1	296.5	15.1	140.9	7.2

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de grava degradables en el proceso de compactación.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

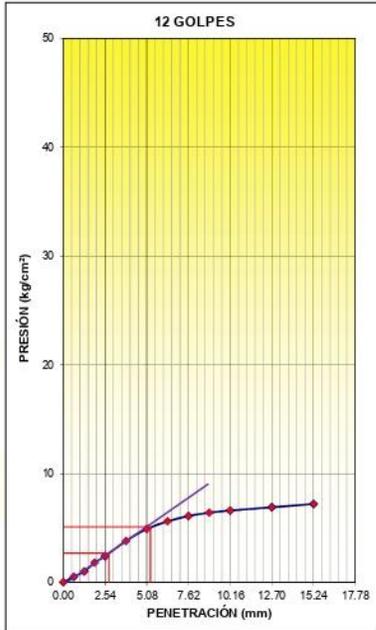
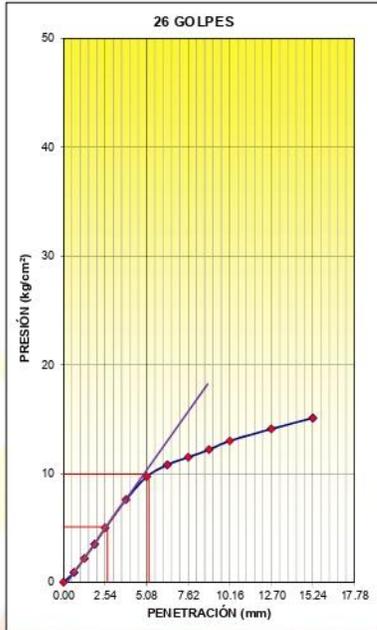
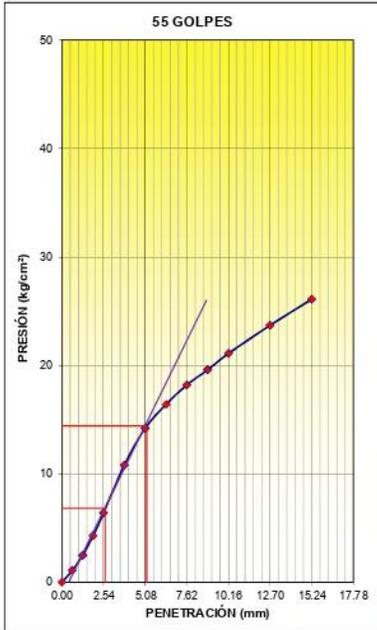




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA
LADO : DERECHO
CALICATA : C-02
MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000
COORD. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

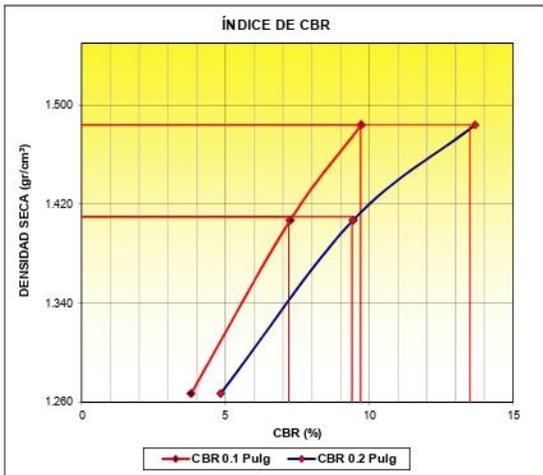
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 9.7%
 CBR AL 0.2" : 13.7%

CBR AL 0.1" : 7.3%
 CBR AL 0.2" : 9.4%

CBR AL 0.1" : 3.8%
 CBR AL 0.2" : 4.8%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.484 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.3 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.410 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	9.7	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	13.5
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	7.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	9.4

OBSERVACIONES:

0.040kg/m3 de Megasil (Polímeros)+ 0.50% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiroz
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WIGS 84 : 764679E-9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 04/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	3 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	221		222		223	
N° DE GOLPES POR CAPA	53		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12183	12393	11878	12231	11363	11987
PESO DE MOLDE (gr)	8307	8307	8204	8204	8277	8277
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2135.6	2135.6	2138.8	2138.8	2111.0	2111.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3876	4046	3674	4027	3286	3710
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.815	1.895	1.718	1.883	1.557	1.757
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.485	1.488	1.488	1.489	1.268	1.287

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.2	392.3	409.9	374.2	407.3	360.5
PESO DE AGUA (gr)	90.8	107.7	90.1	125.8	92.7	139.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.2	392.3	409.9	374.2	407.3	360.5
HUMEDAD (%)	22.2%	27.5%	22.0%	33.8%	22.8%	38.7%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	0	mm	%	0	mm	%	0	mm	%
12/04/2022	0	24	22	0.58	0.44	25	0.84	0.50	28	0.71	0.58
13/04/2022	24	48	38	0.97	0.78	39	0.99	0.78	43	1.14	0.90
14/04/2022	48	72	55	1.40	1.16	58	1.47	1.16	64	1.83	1.28
15/04/2022	72	96	76	1.93	1.52	78	1.98	1.58	82	2.68	1.84

PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		64.2	3.3	49.4	2.5	32.0	1.8
1.270	1 min.		118.9	6.1	93.5	4.8	62.4	3.2
1.905	1 min. 30 seg.		172.6	8.8	142.2	7.2	95.7	4.9
2.540	2 min.	70.31	234.8	12.0	186.5	9.5	129.8	6.8
3.810	3 min.	346.3	346.3	17.8	270.0	13.8	194.3	9.9
5.080	4 min.	105.98	432.8	23.1	356.7	18.2	238.5	13.2
6.350	5 min.		527.6	28.9	413.4	21.1	302.6	15.4
7.620	6 min.		602.3	30.7	470.0	23.9	346.6	17.7
8.890	7 min.		642.0	32.7	503.4	25.7	373.3	19.0
10.160	8 min.		681.7	34.7	540.7	27.5	400.0	20.4
12.700	10 min.		726.1	37.0	579.3	29.5	425.6	21.7
15.240	12 min.		746.8	38.0	600.0	30.8	440.3	22.4

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

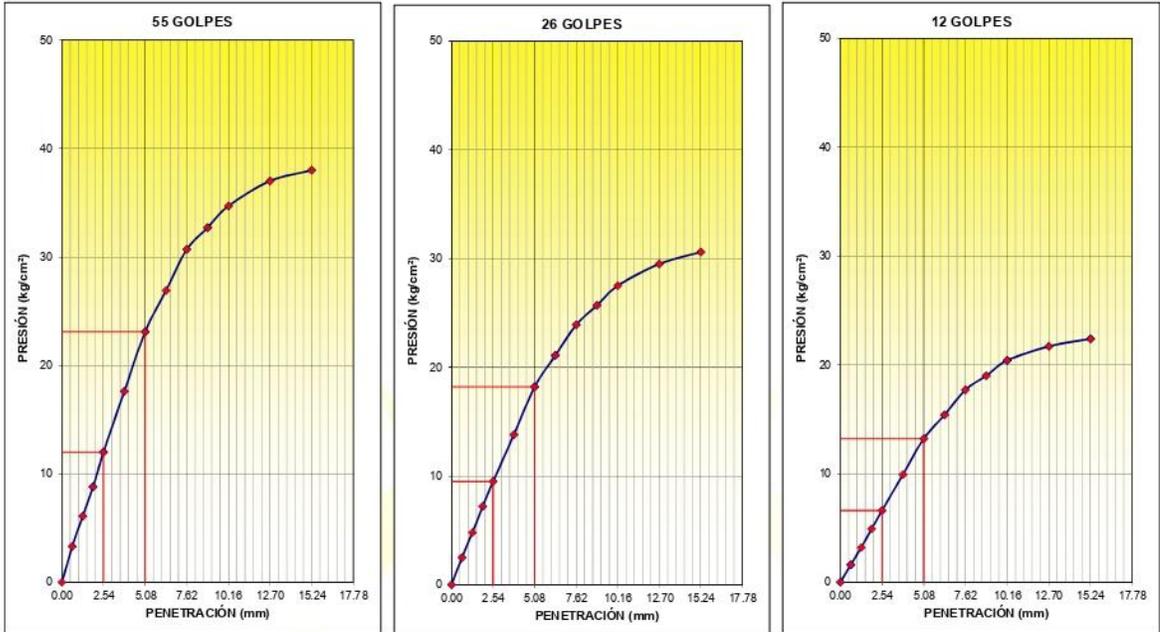




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA
LADO : DERECHO
CALICATA : C-02
MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000
COORD. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

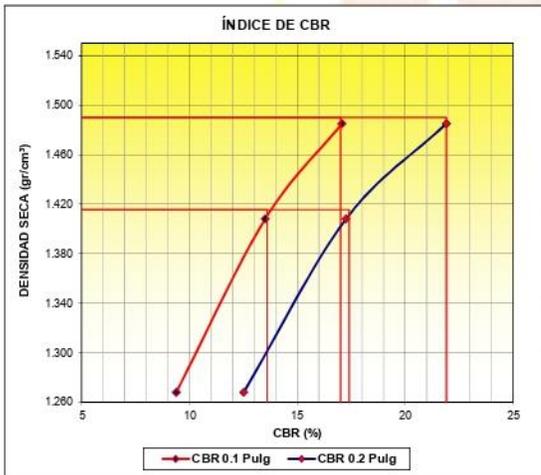
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 17.1%
 CBR AL 0.2" : 21.9%

CBR AL 0.1" : 13.5%
 CBR AL 0.2" : 17.3%

CBR AL 0.1" : 9.4%
 CBR AL 0.2" : 12.5%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.490 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.1 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.416 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	17.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	21.9
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	13.6	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	17.4

OBSERVACIONES:

0.040kg/m3 de Megasoil (Polímeros)+ 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiroz



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (JAGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C - 02 MUESTRA : M - 01
PROGRESNA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.30m FECHA DE ENSAYO : 04/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	3 CAPAS					
	6.1		210		203	
ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)	224		225		226	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	33		26		12	
N° DE GOLFES POR CAPA	SIN SATURAR		SATURADA		SIN SATURAR	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR		SATURADA		SATURADA	
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12291	12461	12132	12499	11826	12245
PESO DE MOLDE (gr)	8438	8438	8518	8518	8337	8337
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2117.0	2117.0	2111.0	2111.0	2114.0	2114.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3833	4023	3634	3981	3289	3708
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.826	1.900	1.721	1.888	1.556	1.751
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.489	1.486	1.416	1.411	1.266	1.261

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.0	392.0	409.3	374.0	407.0	360.2
PESO DE AGUA (gr)	91.0	108.0	90.5	126.0	93.0	139.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.0	392.0	409.3	374.0	407.0	360.2
HUMEDAD (%)	22.2%	27.6%	22.1%	33.7%	22.9%	38.8%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	24	mm	%	42	mm	%	75	mm	%	84	mm	%
12/04/2022	0	24	40	0.41	0.22	82	1.02	0.26	75	1.36	1.02	84	1.37	1.08
13/04/2022	24	48	44	0.51	0.40	84	1.07	0.24	84	1.52	1.20	84	1.52	1.20
14/04/2022	48	72	46	0.58	0.44	86	1.12	0.28	84	1.52	1.20	84	1.52	1.20
15/04/2022	72	96	48	0.61	0.48	89	1.19	0.34	84	1.52	1.20	84	1.52	1.20

**PENETRACIÓN
Prensa Analógica**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		32.3	1.6	37.3	1.9	27.4	1.4
1.270	1 min.		140.2	7.1	103.0	5.2	78.8	4.6
1.905	1 min. 30 seg.		260.3	13.3	183.1	9.3	117.1	6.0
2.540	2 min.	70.31	386.6	19.7	238.9	12.2	162.9	8.3
3.816	3 min.		616.4	31.4	404.6	20.6	234.6	11.9
5.080	4 min.	103.04	822.3	41.9	302.2	25.6	286.9	14.6
6.350	5 min.		996.5	50.8	372.4	28.2	314.6	16.0
7.620	6 min.		1124.9	57.3	628.6	32.6	337.0	17.2
8.890	7 min.		1218.6	62.1	680.1	34.6	359.2	18.3
10.160	8 min.		1306.3	66.5	721.1	36.7	380.0	19.4
12.700	10 min.		1469.4	74.8	789.3	40.2	426.6	21.7
15.240	12 min.		1606.8	81.8	843.9	43.0	471.8	24.0

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla

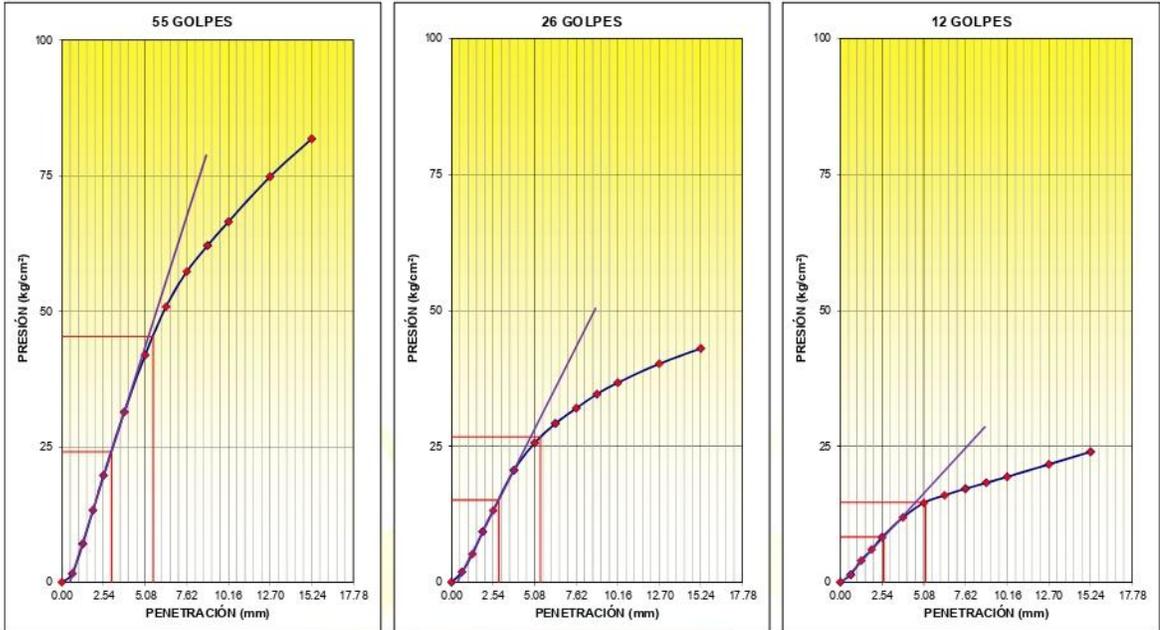




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA
LADO : DERECHO
CALICATA : C-02
MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000
COORD. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

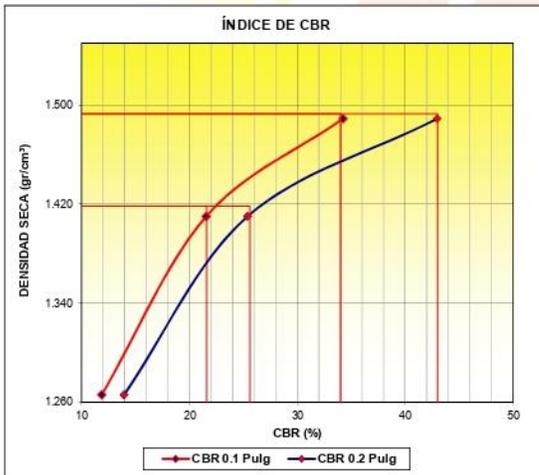
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 34.2%
 CBR AL 0.2" : 43.0%

CBR AL 0.1" : 21.5%
 CBR AL 0.2" : 25.4%

CBR AL 0.1" : 11.9%
 CBR AL 0.2" : 13.9%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.493 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.0 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.418 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	34.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	43.0
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	21.6	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	25.6

OBSERVACIONES:

0.040kg/m³ de Megasoil (Polímeros)+ 1.50% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WIGS 84 : 764679E- 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 04/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	3 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	209		210		211	
N° DE GOLPES POR CAPA	53		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12157	12325	11872	12215	11909	12328
PESO DE MOLDE (gr)	8316	8316	8241	8241	8622	8622
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2117.0	2117.0	2115.4	2115.4	2112.4	2112.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3841	4009	3631	3974	3287	3706
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.814	1.884	1.716	1.879	1.556	1.754
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.488	1.487	1.469	1.468	1.268	1.287

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.5	392.6	410.3	374.8	407.8	361.2
PESO DE AGUA (gr)	90.5	107.4	89.7	125.2	92.2	138.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.5	392.6	410.3	374.8	407.8	361.2
HUMEDAD (%)	22.1%	27.4%	21.8%	33.4%	22.6%	38.4%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN		mm	%		mm	%		mm	%
12/04/2022	0	24	15	0.38	0.30	24	0.61	0.48	18	0.48	0.38
13/04/2022	24	48	35	0.89	0.70	48	1.22	0.96	43	1.69	0.88
14/04/2022	48	72	32	1.32	1.04	63	1.66	1.26	64	1.63	1.28
15/04/2022	72	96	72	1.83	1.44	75	1.91	1.50	80	2.03	1.60

PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		66.8	3.4	33.0	2.7	34.3	1.7
1.270	1 min.		127.3	6.5	100.2	5.1	66.8	3.4
1.905	1 min. 30 seg.		184.9	9.4	152.3	7.8	102.5	5.2
2.540	2 min.	70.31	251.5	12.8	199.7	16.2	139.0	7.1
3.810	3 min.		370.9	18.9	289.2	14.7	208.1	10.6
5.080	4 min.	105.06	484.9	24.7	382.0	19.5	276.9	14.1
6.350	5 min.		565.0	28.8	442.7	22.5	324.0	16.5
7.620	6 min.		645.1	32.9	503.4	25.6	371.2	18.9
8.890	7 min.		697.7	35.5	541.3	27.6	399.9	20.4
10.160	8 min.		730.2	37.2	579.2	29.5	428.4	21.8
12.700	10 min.		777.7	39.8	620.4	31.6	455.9	23.2
15.240	12 min.		818.0	41.7	650.3	33.1	470.5	24.0

OBSERVACIONES:

JEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

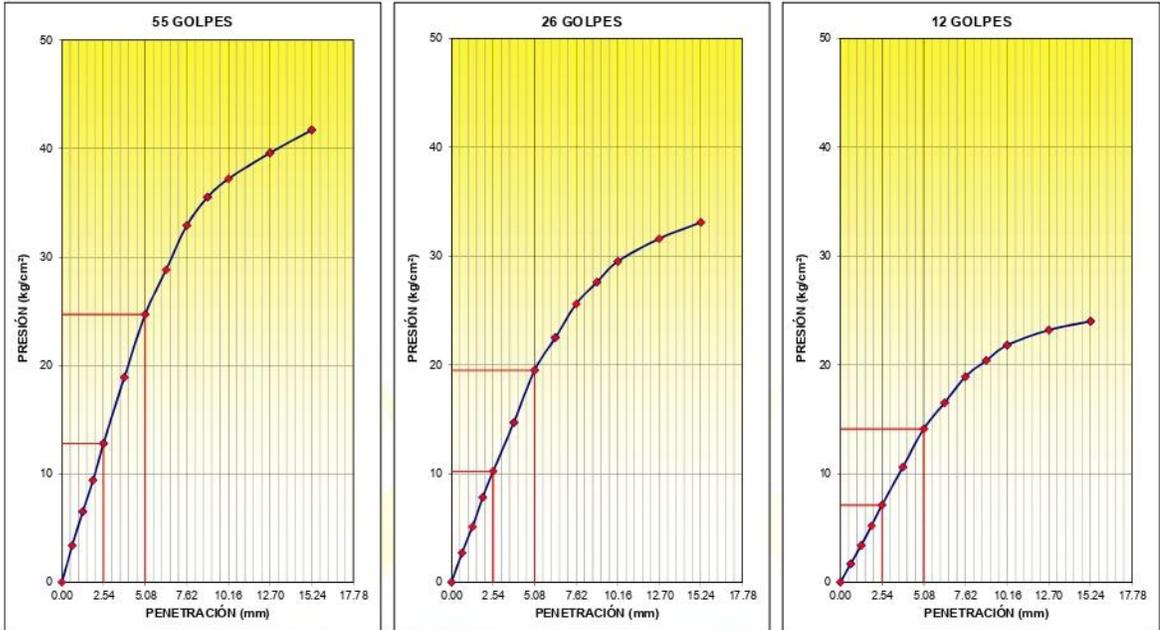




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA
LADO : DERECHO
CALICATA : C-02
MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000
COORD. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m
FECHA DE ENSAYO : 16/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

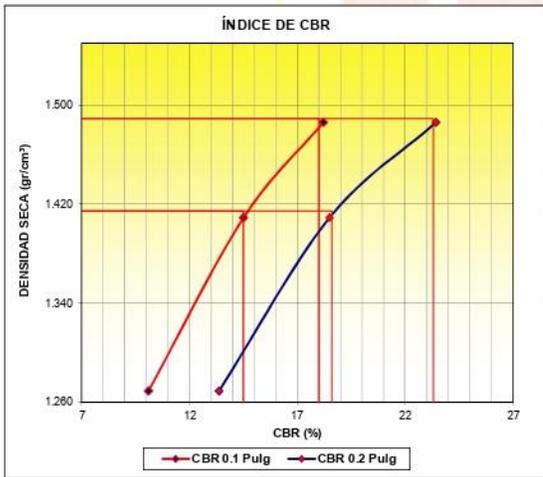
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 18.2%
 CBR AL 0.2" : 23.4%

CBR AL 0.1" : 14.5%
 CBR AL 0.2" : 18.5%

CBR AL 0.1" : 10.1%
 CBR AL 0.2" : 13.4%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.489 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.4 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.415 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	18.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	23.3
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	14.5	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	18.6

OBSERVACIONES:

0.040kg/m3 de Megasoil (Polímeros)+ 2.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E-9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 04/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS						
	6.1		N° DE DISCO ESPACIADOR		210	N° DE PRENSA	203
ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)	6.1				210		203
N° DE MOLDE DE ENSAYO	218				219		220
N° DE GOLPES POR CAPA	55				26		12
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12067	12237	11935	12311	11957	12401	
PESO DE MOLDE (gr)	8194	8194	8292	8292	8616	8616	
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2135.6	2135.6	2132.7	2132.7	2141.7	2141.7	
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3873	4043	3663	4019	3341	3785	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.814	1.893	1.718	1.884	1.560	1.767	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.484	1.485	1.405	1.406	1.270	1.269	

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.1	392.2	409.0	373.1	407.0	359.0
PESO DE AGUA (gr)	90.9	107.8	91.0	126.9	93.0	141.0
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.1	392.2	409.0	373.1	407.0	359.0
HUMEDAD (%)	22.2%	27.5%	22.2%	34.0%	22.9%	39.3%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	443	mm	%	474	mm	%	388	mm	%
12/04/2022	0	24	300	0.57	0.45	578	1.04	0.82	398	2.10	1.65
13/04/2022	24	48	367	1.24	0.98	614	1.80	1.10	657	2.69	2.12
14/04/2022	48	72	600	1.57	1.24	638	1.84	1.45	715	3.27	2.57
15/04/2022	72	96	637	1.94	1.53	696	2.22	1.75	780	3.92	3.09

PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		20.6	1.0	16.6	0.8	9.2	0.5
1.270	1 min.		41.9	2.1	37.3	1.9	16.6	0.8
1.905	1 min. 30 seg.		70.1	3.6	66.2	3.0	23.1	1.2
2.540	2 min.	70.31	100.8	5.1	80.3	4.1	28.8	1.5
3.810	3 min.	149.4	149.4	7.6	116.9	6.0	44.9	2.3
5.080	4 min.	105.36	192.6	9.8	145.8	7.4	60.6	3.1
6.350	5 min.		226.6	11.3	167.0	8.5	72.7	3.7
7.620	6 min.		246.2	12.5	188.1	9.6	81.0	4.1
8.890	7 min.		265.4	13.5	206.3	10.3	86.6	4.4
10.160	8 min.		279.3	14.2	221.8	11.3	91.3	4.6
12.700	10 min.		298.8	15.2	246.2	12.5	96.8	4.8
15.240	12 min.		308.4	15.7	263.5	13.4	101.1	5.1

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodrigues Tacilla

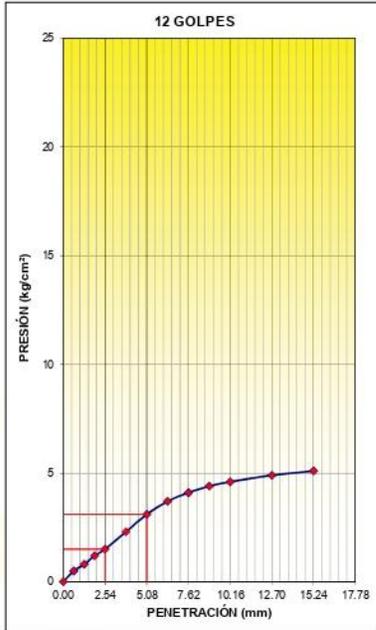
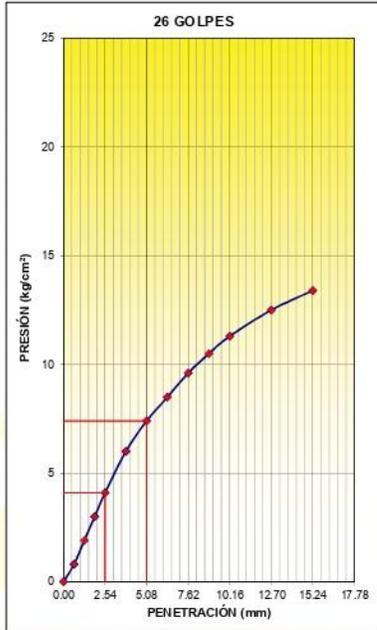
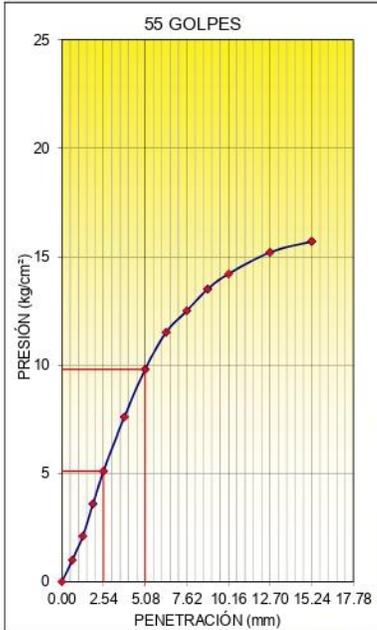




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C-02 **MUESTRA** : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 16/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

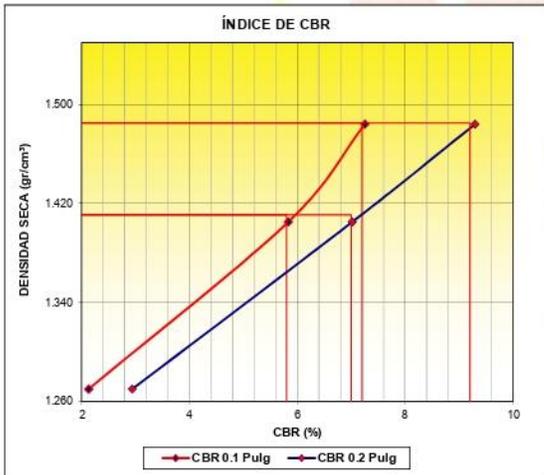
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 7.3%
 CBR AL 0.2" : 9.3%

CBR AL 0.1" : 5.8%
 CBR AL 0.2" : 7.0%

CBR AL 0.1" : 2.1%
 CBR AL 0.2" : 2.9%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.485 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.3 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.411 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	7.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	9.2
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	5.8	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	7.0

OBSERVACIONES:

0.35% m3 de PROCES (Aceite Sulfonado)+ 0.50% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WIGS 84 : 764679E-9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 26/09/2020

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	230		231		232	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12460	12629	12078	12431	11971	12405
PESO DE MOLDE (gr)	8608	8608	8427	8427	8663	8663
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2117.0	2117.0	2123.1	2123.1	2117.0	2117.0
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3852	4021	3651	4004	3308	3742
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.820	1.899	1.720	1.888	1.563	1.768
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.489	1.490	1.410	1.411	1.273	1.274

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.2	392.3	409.9	374.2	407.3	360.5
PESO DE AGUA (gr)	90.8	107.7	90.1	125.8	92.7	139.5
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.2	392.3	409.9	374.2	407.3	360.5
HUMEDAD (%)	22.2%	27.5%	22.0%	33.8%	22.8%	38.7%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN		mm	%		mm	%		mm	%
12/04/2022	0	24	17	0.43	0.34	22	0.56	0.44	23	0.58	0.46
13/04/2022	24	48	35	0.89	0.70	40	1.02	0.80	45	1.14	0.90
14/04/2022	48	72	35	1.40	1.10	65	1.65	1.30	66	1.68	1.32
15/04/2022	72	96	78	1.98	1.56	80	2.03	1.60	82	2.08	1.64

PENETRACIÓN
PRESA ANALÓGICA

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		66.0	3.4	32.3	2.7	33.9	1.7
1.270	1 min.		125.8	6.4	96.9	5.0	66.0	3.4
1.905	1 min. 30 seg.		182.6	9.3	130.4	7.7	101.3	5.2
2.540	2 min.	70.31	248.4	12.7	197.3	10.0	137.3	7.0
3.810	3 min.	306.3	366.3	18.7	283.6	14.5	205.5	10.5
5.080	4 min.	105.38	479.0	24.4	377.3	19.2	273.5	13.9
6.350	5 min.		338.1	28.4	437.3	22.3	320.2	16.3
7.620	6 min.		637.2	32.5	497.2	25.3	366.6	18.7
8.890	7 min.		679.1	34.8	334.5	27.2	395.0	20.1
10.160	8 min.		721.2	38.7	372.0	29.1	423.1	21.5
12.700	10 min.		788.1	39.1	612.8	31.2	430.3	22.9
15.240	12 min.		805.2	41.0	650.7	33.1	475.2	24.2

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiroz
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282

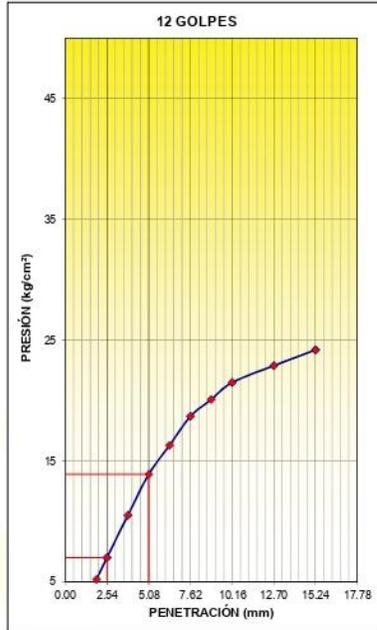
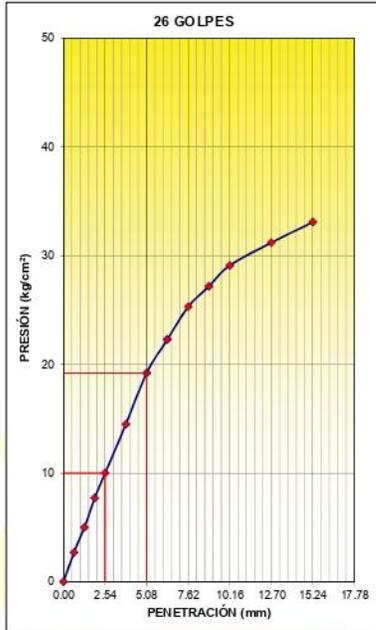
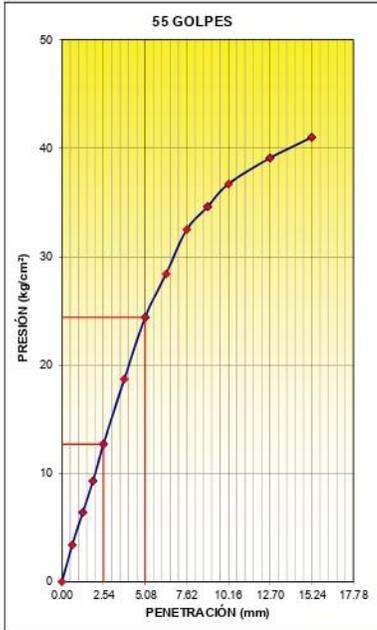




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C-02 **MUESTRA** : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 16/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

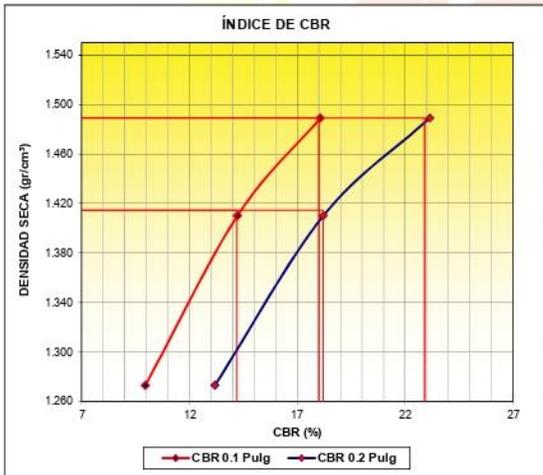
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 18.1%
 CBR AL 0.2" : 23.1%

CBR AL 0.1" : 14.2%
 CBR AL 0.2" : 18.2%

CBR AL 0.1" : 10.0%
 CBR AL 0.2" : 13.2%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.489 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 21.1 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.415 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	18.0	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	22.9
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	14.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	18.2

OBSERVACIONES:

0.35m³ de PROCES (Aceite Sulfonado)+ 1.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WGS 84 : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 28/09/2020

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	209		210		211	
ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)	6.1					
N° DE MOLDE DE ENSAYO						
N° DE GOLPES POR CAPA	55		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12174	12347	11887	12236	11931	12365
PESO DE MOLDE (gr)	8316	8316	8241	8241	8622	8622
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2117.0	2117.0	2115.4	2115.4	2112.4	2112.4
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3858	4031	3646	3995	3309	3743
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.822	1.904	1.724	1.889	1.568	1.772
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.481	1.493	1.412	1.413	1.275	1.277

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.0	392.0	409.5	374.0	407.0	360.2
PESO DE AGUA (gr)	91.0	108.0	90.5	126.0	93.0	139.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.0	392.0	409.5	374.0	407.0	360.2
HUMEDAD (%)	22.2%	27.6%	22.1%	33.7%	22.9%	38.8%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
12/04/2022	0	24	69	0.07	0.08	79	0.15	0.12	33	0.18	0.14			
13/04/2022	24	48	77	0.08	0.08	81	0.17	0.13	35	0.20	0.16			
14/04/2022	48	72	79	0.10	0.08	82	0.18	0.14	35	0.20	0.16			
13/04/2022	72	96	80	0.11	0.09	83	0.19	0.15	36	0.21	0.17			

**PENETRACIÓN
PRENSA ANALÓGICA**

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.824	30 seg.		19.4	1.0	25.9	1.3	28.4	1.4
1.270	1 min.		36.3	2.0	74.8	3.8	88.1	3.3
1.965	1 min. 30 seg.		123.7	6.3	139.9	7.1	98.3	5.0
2.540	2 min.	70.31	221.5	11.3	182.8	9.3	121.3	6.2
3.810	3 min.		420.5	21.4	254.4	13.0	138.2	8.1
5.080	4 min.	165.46	353.6	28.2	309.3	15.8	195.8	10.0
6.250	5 min.		647.5	33.0	354.5	18.1	226.1	11.5
7.620	6 min.		723.7	38.9	403.2	20.6	246.7	12.6
8.890	7 min.		790.3	40.2	442.8	22.6	288.2	13.7
10.100	8 min.		844.0	43.0	476.1	24.2	289.5	14.7
12.700	10 min.		907.0	48.2	527.7	26.9	323.1	16.5
13.200	12 min.		943.2	48.1	568.0	28.9	337.5	18.2

OBSERVACIONES:

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
CIP:89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP:181282

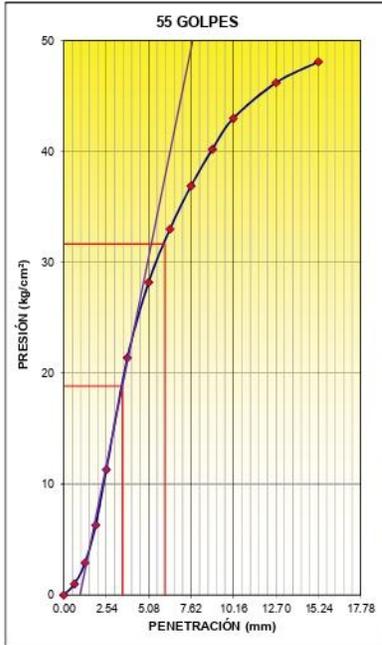




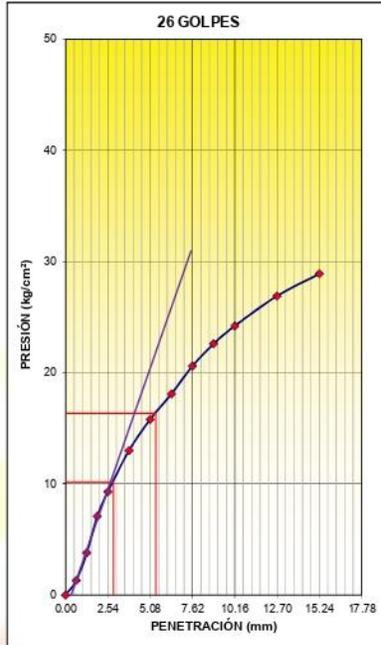
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA-2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C - 02 **MUESTRA** : M - 01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 16/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

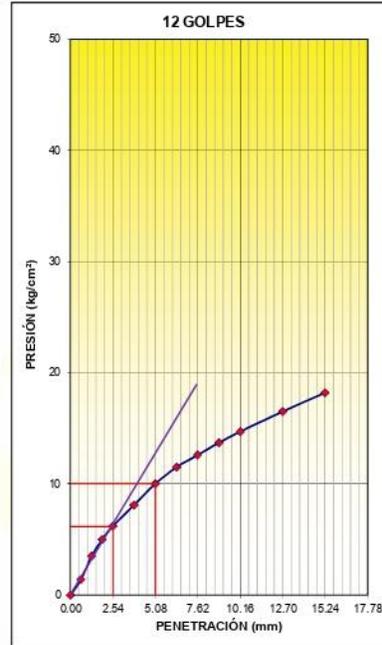
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



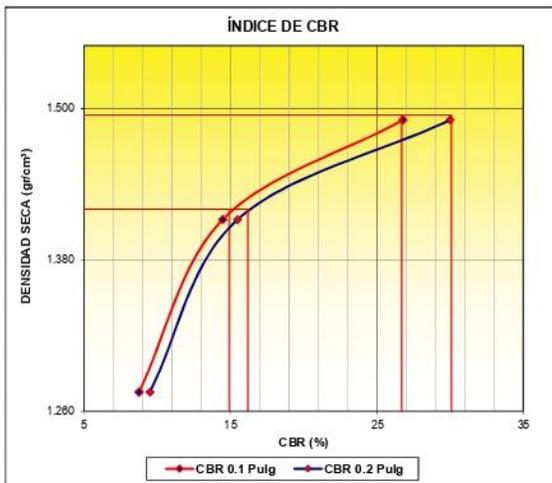
CBR AL 0.1" : 26.8%
 CBR AL 0.2" : 30.0%



CBR AL 0.1" : 14.5%
 CBR AL 0.2" : 15.5%



CBR AL 0.1" : 8.8%
 CBR AL 0.2" : 9.5%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.495 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.0 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.420 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	26.7	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	30.1
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	14.9	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	16.2

OBSERVACIONES:

0.35l/m³ de PROES (Aceite Sulfonado)+ 1.50% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP:89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP:181282





PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUÑA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA LADO : DERECHO
CALICATA : C-02 MUESTRA : M-01
PROGRESIVA : KM 21+000 COOR. UTM WIGS 84 : 764679E-9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m FECHA DE ENSAYO : 26/09/2020

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

N° DE CAPAS POR MUESTRA	5 CAPAS					
	ALTURA DE DISCO ESPACIADOR (cm)		N° DE DISCO ESPACIADOR		N° DE PRENSA	
	6.1		210		203	
N° DE MOLDE DE ENSAYO	218		219		220	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO	SIN SATURAR		SATURADA		SATURADA	
PESO DE SUELO HÚMEDO + MOLDE (gr)	12074	12239	11933	12298	11949	12375
PESO DE MOLDE (gr)	8194	8194	8292	8292	8616	8616
VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2135.6	2135.6	2132.7	2132.7	2141.7	2141.7
PESO DE SUELO HÚMEDO (gr)	3880	4045	3661	4006	3333	3759
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.817	1.884	1.717	1.878	1.556	1.753
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.488	1.487	1.409	1.468	1.269	1.268

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
NORMA (NTP 339.127 | ASTM D 2216 | MTC E 108)

N° DE TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DE SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	409.5	392.6	410.3	374.8	407.8	361.2
PESO DE AGUA (gr)	90.5	107.4	89.7	125.2	92.2	138.8
PESO DE SUELO SECO (gr)	409.5	392.6	410.3	374.8	407.8	361.2
HUMEDAD (%)	22.1%	27.4%	21.9%	33.4%	22.6%	38.4%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA EXPANSIÓN DE LOS SUELOS EN LABORATORIO
NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)

FECHA	HORA		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN	
	INICIO	FIN	0	mm	%	0	mm	%	0	mm	%	0	mm	%
12/04/2022	0	24	86	2.18	1.72	90	2.20	1.80	94	2.39	1.88			
13/04/2022	24	48	94	2.39	1.88	106	2.80	2.12	110	2.79	2.20			
14/04/2022	48	72	103	2.82	2.06	115	2.92	2.30	120	3.65	2.40			
15/04/2022	72	96	111	2.82	2.22	120	3.65	2.40	126	3.20	2.52			

PENETRACIÓN
PRESA ANALÓGICA

PENETRACIÓN (mm)	TIEMPO	CARGA ESTD. (kg/cm²)	LECTURA		LECTURA		LECTURA	
			SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)	SIN CORREGIR	CORREGIDA (kg/cm²)
0.000			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.634	30 seg.		30.2	2.8	36.3	2.0	17.3	0.9
1.270	1 min.		118.5	6.0	99.4	4.8	42.5	2.2
1.905	1 min. 30 seg.		174.6	8.9	139.4	7.1	76.4	3.9
2.540	2 min.	70.31	235.8	12.0	189.4	9.6	110.3	5.6
3.810	3 min.		355.0	18.1	306.9	15.6	209.1	10.6
5.080	4 min.	105.36	486.5	24.8	425.1	21.7	310.9	15.8
6.350	5 min.		588.4	30.0	518.2	26.4	400.7	20.4
7.620	6 min.		679.3	34.8	614.6	31.3	480.0	24.4
8.890	7 min.		759.6	38.7	698.0	35.3	560.4	28.5
10.160	8 min.		821.7	41.8	758.8	38.6	616.6	31.4
12.700	10 min.		900.0	45.8	820.0	41.8	690.1	35.1
15.240	12 min.		935.3	47.8	840.3	42.8	710.3	36.2

OBSERVACIONES:

La muestra empleada en el ensayo ejecutado, contiene partículas de grava fracturables en el proceso de compactación.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
Ing. César Hernán Angeles Quiroz.
CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
CIP: 181282

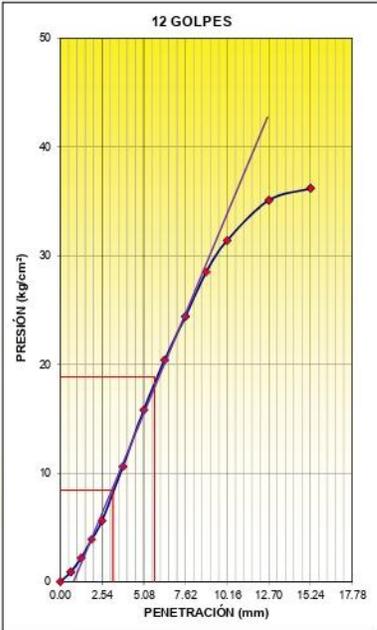
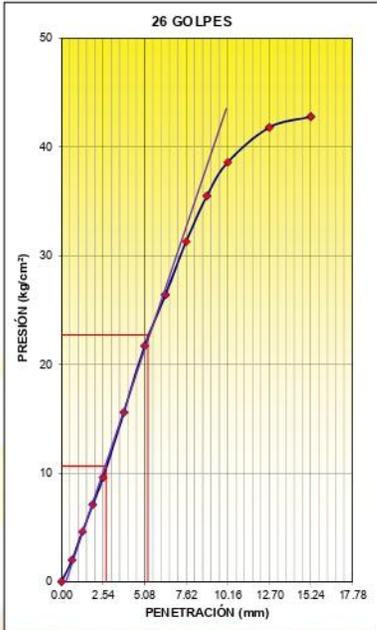
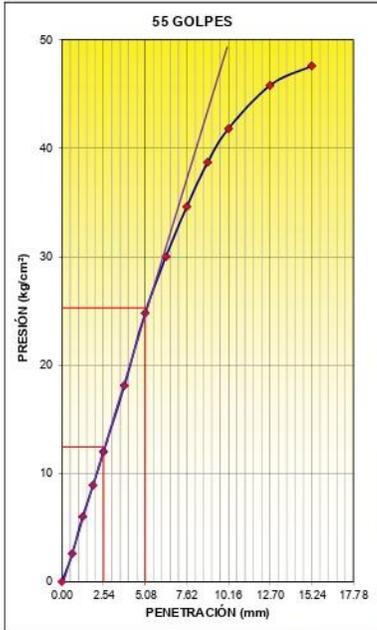




PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFONADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA -2022.
UBICACIÓN : CAJAMARCA **LADO** : DERECHO
CALICATA : C - 02 **MUESTRA** : M - 01
PROGRESIVA : KM 21+000 **COORD. UTM WGS 84** : 764679E - 9206749N
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m **FECHA DE ENSAYO** : 16/04/2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

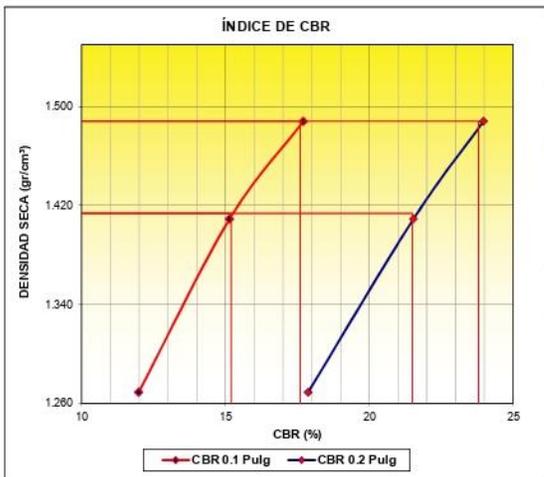
GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS
 NORMA (NTP 339.175 | ASTM D 1883 | MTC E 132)



CBR AL 0.1" : 17.7%
 CBR AL 0.2" : 24.0%

CBR AL 0.1" : 15.1%
 CBR AL 0.2" : 21.5%

CBR AL 0.1" : 12.0%
 CBR AL 0.2" : 17.9%



DATOS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 100% : 1.488 gr/cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 22.1 %
 MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% : 1.414 gr/cm³

CBR DE 0.1 Pulg AL 100%	17.6	CBR DE 0.2 Pulg AL 100%	23.8
CBR DE 0.1 Pulg AL 95%	15.2	CBR DE 0.2 Pulg AL 95%	21.5

OBSERVACIONES:

0.35m³ de PROCES (Aceite Sulfonado)+ 2.00% de cemento.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153



ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS,
 CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodríguez Tacilla
 CIP: 181282





PROYECTO	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE QUÍMICOS (ACEITE SULFUNADO Y POLÍMEROS) Y NATURALES (AGAVE AZUL Y PENCA DE TUNA), CAJAMARCA - 2022.	LADO	: IZQUIERDO
UBICACIÓN	: CAJAMARCA	N° DE MUESTRAS	: 1
CALICATA	: C - 02	COORD. UTM WGS 84	: 762059E - 9207210N
PROGRESIVA	: KM 21+000	FECHA DE ENSAYO	: 10/04/2022
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 1.50m		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

**pH EN LOS SUELO
 MTC E 129 ; NTP 339, 176 (2002).**

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	SUELO			RELACION:	Suelo :
		LECTURA 01	LECTURA 02	PROMEDIO	T (°C)	Agua: 3
M - 01	0.00 - 1.50	7.59	--	7.59	23.50	pH de muestra patrón

OBSERVACIONES:

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (eg-2013) del MTC, Ph varía entre 5.5 - 8.0

Ph-agua destilada es 5.8.

GEFE DE LABORATORIO Y GERENTE GENERAL
 Ing. César Hernán Angeles Quiróz.
 CIP: 89153

ESPECIALISTA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CANTERAS Y FUENTES DE AGUA.
 Ing. Segundo Rodrigues Tacilla
 CIP:181282

ANGELES m,a&c SRL
 César Hernán Angeles Quiróz
 GERENTE GENERAL

S.R.L.
 INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE METROLOGIA CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1307 /20

FECHA DE EMISIÓN: 2020-03-03
PÁGINA : 1 de 3

- 1. SOLICITANTE** : ANGELES QUIROZ CESAR HERNAN
DIRECCIÓN : JR. BARRANTES LINGAN NO 814- CAJAMARCA
- 2. EQUIPO** : HORNO ELECTRICO
MARCA : PYS EQUIPOS
MODELO : STHX-2A
N° SERIE : 190903
PROCEDENCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
UBICACIÓN : LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS
TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	225 °C	(*)
DIV. ESCALA / RESOLUCIÓN	25 °C	(*)
TIPO	ANALOGO	(*)

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 03 de Marzo del 2020, en las instalaciones del laboratorio de PYS EQUIPOS.

4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración TE - 2499- 2019 trazable a LO JUSTO/INACAL.

5. RESULTADOS :

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental : 25.0 °C Humedad Relativa : 70 % Presión Ambiental : 1 bar

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura $k = 2$, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (*) El equipo solo cuenta con un control analogico de temperatura.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración.

E.P.

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. de Metrologia

Amed Castillo Espinoza
Calibrado por:
Amed Castillo Espinoza
Dpto. de Metrologia

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



TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	110.2	110.1	110.0	110.1	110.2	110.2	110.1	110.0	110.1	110.2	110.1	0.2
02	110	110.3	110.2	110.3	110.2	110.2	110.3	110.2	110.3	110.2	110.2	110.2	0.1
04	110	109.8	109.9	109.9	109.9	109.9	109.8	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	0.1
06	110	109.9	110.0	109.9	109.9	109.9	109.9	110.0	109.9	109.9	109.9	109.9	0.1
08	110	111.3	111.1	111.1	111.2	111.2	111.3	111.1	111.1	111.2	111.2	111.2	0.2
10	110	109.9	110.0	109.9	109.9	110.1	109.9	110.0	109.9	109.9	110.1	109.9	0.1
12	110	109.8	109.9	110.0	109.8	109.9	109.8	109.9	110.0	109.8	109.9	109.9	0.2
14	110	109.6	109.7	109.8	109.8	110.0	109.6	109.7	109.8	109.8	110.0	109.8	0.4
16	110	111.1	111.1	110.9	110.8	110.9	111.1	111.1	110.9	110.8	110.9	110.9	0.3
18	110	110.0	110.1	110.1	110.2	110.1	110.0	110.1	110.1	110.2	110.1	110.1	0.2
20	110	110.2	110.1	110.0	110.1	110.2	110.2	110.1	110.0	110.1	110.2	110.1	0.2
22	110	110.3	110.2	110.3	110.2	110.2	110.3	110.2	110.3	110.2	110.2	110.2	0.1
24	110	109.8	109.9	109.9	109.9	109.9	109.8	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	0.1
26	110	109.9	110.0	109.9	109.9	109.9	109.9	110.0	109.9	109.9	109.9	109.9	0.1
28	110	111.3	111.1	111.1	111.2	111.2	111.3	111.1	111.1	111.2	111.2	111.2	0.2
30	110	109.9	110.0	109.9	109.9	110.1	109.9	110.0	109.9	109.9	110.1	109.9	0.1
32	110	109.8	109.9	110.0	109.8	109.9	109.8	109.9	110.0	109.8	109.9	109.9	0.2
34	110	109.6	109.7	109.8	109.8	110.0	109.6	109.7	109.8	109.8	110.0	109.8	0.4
36	110	111.1	111.1	110.9	110.8	110.9	111.1	111.1	110.9	110.8	110.9	110.9	0.3
38	110	110.0	110.1	110.1	110.2	110.1	110.0	110.1	110.1	110.2	110.1	110.1	0.2
40	110	109.6	109.7	109.8	109.8	110.0	109.6	109.7	109.8	109.8	110.0	109.8	0.4
T. PROM.	110	110.1	110.2	110.1	110.2	110.2	110.1	110.2	110.1	110.2	110.2	110.2	
T. MAX.	110	111.3	111.1	111.1	111.2	111.2	111.3	111.1	111.1	111.2	111.2		
T. MIN.	110	109.6	109.7	109.8	109.8	109.9	109.6	109.7	109.8	109.8	109.9		
DIT	0.0	1.7	1.4	1.3	1.4	1.4	1.7	1.4	1.3	1.4	1.4		

DIT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio : 25.0 °C
 Tiempo de calibración del equipo : 40 minutos
 Tiempo de estabilización del equipo : 1 h 20 min

DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE (± °C)
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
1.7	0.1	2.0



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

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: Tazón de acero inoxidable para mezclado, utilizado en laboratorios de pruebas para mezclar suelos, saturar muestras para estudios de compactación y en mezclas de asfalto.

NOMBRE DEL PRODUCTO: TAZÓN DE ACERO QUIRÚRGICO DE 20 CM APROX.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS594-7.

FECHA: 27/06/2020

Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

LABORATORIO DE METROLOGIA CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SM-1237-2020

DESTINATARIO : ANGELES QUIROZ CESAR HERNAN
 DIRECCION : JR. BARRANTES LINGAN NO 814- CAJAMARCA
 FECHA : 04 de Marzo del 2020
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICION: BALANZA

MARCA	: OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	6200 g
N° DE SERIE	: B937247688	DIV. DE ESCALA (d)	0.1 g
MODELO	: SJX6201/E	DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	1 g
TIPO	: ELECTRÓNICA	CAPACIDAD MÍNIMA	2 g
CLASE	III		

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 315, 318 - CM - M - 2019

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

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	25.0	25.0		75	75

Medición N°	Carga L1 = 3000 g			Carga L2 = 6000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
2	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
3	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
4	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
5	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
6	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
7	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
8	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
9	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01
10	3000.0	0.05	0.01	6000.0	0.07	-0.01

$$E = I + 1/2e - \Delta L - L$$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.0	0.00	0.3
6000.0	0.00	0.3

OBSERVACIONES:

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

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



LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Temp. °C	Inicial	Final
	25.0	25.0

H.R. (%)	Inicial	Final
	75	75

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (g)
	Carga Mínima* (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	20	20.0	0.05	0.00	2000	2000.0	0.05	0.00	0.00	0.2
2		20.0	0.06	-0.01		2000.0	0.05	0.00	0.01	0.2
3		20.0	0.06	-0.01		2000.0	0.05	0.00	0.01	0.2
4		20.0	0.05	0.00		2000.0	0.06	-0.01	-0.01	0.2
5		20.0	0.05	0.00		2000.0	0.06	-0.01	-0.01	0.2

* Valor entre 0 y 10e

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

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

Temp. °C	Inicial	Final
	25.0	25.0

H.R. (%)	Inicial	Final
	75	75

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
20	20.00	0.04	0.01						
600	600.00	0.04	0.01	0.00	600.00	0.04	0.01	0.00	0.1
1200	1200.00	0.04	0.01	0.00	1200.00	0.05	0.00	-0.01	0.1
1800	1800.00	0.05	0.00	-0.01	1800.00	0.05	0.00	-0.01	0.1
2400	2400.00	0.05	0.00	-0.01	2400.00	0.06	-0.01	-0.02	0.2
3000	3000.00	0.05	0.00	-0.01	3000.00	0.06	-0.01	-0.02	0.2
3600	3600.00	0.06	-0.01	-0.02	3600.00	0.06	-0.01	-0.02	0.3
4200	4200.00	0.06	-0.01	-0.02	4200.00	0.06	-0.01	-0.02	0.3
4800	4800.00	0.06	-0.01	-0.02	4800.00	0.07	-0.02	-0.03	0.3
5400	5400.00	0.06	-0.01	-0.02	5400.00	0.07	-0.02	-0.03	0.3
6000	6000.00	0.07	-0.02	-0.03	6000.00	0.07	-0.02	-0.03	0.3

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

$$Ec = E - Eo$$

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

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Amed Castillo
 Calibrado por:
 Amed Castillo Espinoza
 Dpto. de Metrología



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

LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SM-1237-2020

DESTINATARIO : ANGELES QUIROZ CESAR HERNAN
 DIRECCIÓN : JR. BARRANTES LINGAN NO 814- CAJAMARCA
 FECHA : 03 de Marzo del 2020
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA	: OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	30 kg
N° DE SERIE	: B847537543	DIV. DE ESCALA (d)	0.001 kg
MODELO	: R21PE30ZH	DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	0.001 kg
TIPO	: ELECTRÓNICA	CÓDIGO DE LA BALANZA	NO INDICA
CLASE	: II	CAPACIDAD MÍNIMA	0.05 kg

PESAS UTILIZADAS:

CERTIFICADO: 315, 316, 317, 318 - CM - M - 2019

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

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	24.5	24.5		72	72

Medición N°	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
2	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
3	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
4	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
5	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
6	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
7	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
8	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
9	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
10	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004

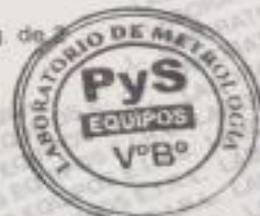
$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0000	0.002
30.00	0.0000	0.003

OBSERVACIONES:

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

1 pag. de 2



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Temp. °C	Inicial	Final
	24.5	24.5

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

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (kg)
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
1	0.010	0.010	0.0008	-0.0003	10.000	10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
3		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
4		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002
5		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0010	-0.0005	-0.0002	0.002

* Valor entre 0 y 10e

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

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

Temp. °C	Inicial	Final
	24.5	24.5

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

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.01	0.010	0.0007	-0.0002						
3.00	3.000	0.0007	-0.0002	0.0000	3.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.001
6	5.999	0.0007	-0.0012	-0.0010	6.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.001
9	9.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	9.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.001
12	11.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	11.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	0.001
15	14.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	14.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	0.001
18	17.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	18.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
21	21.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	21.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	0.002
24	24.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	23.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	0.002
27	27.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	26.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	0.003
30	30.000	0.0010	-0.0005	-0.0003	29.999	0.0010	-0.0015	-0.0013	0.003

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

$$Ec = E - Eo$$

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

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

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

Amed Castillo Espinoza
 Calibrado por:
 Amed Castillo Espinoza
 Técnico Metrología

2 pag. de 2



CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D - 4318; NTC - 4630

NOMBRE DEL PRODUCTO: CAZUELA CASAGRANDE CON CONTADOR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS105

SERIE DEL PRODUCTO: 202

FECHA: 03/03/2020

Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Diámetro externo: 150.8 mm.

Altura: 61.37 mm.

NOMBRE DEL PRODUCTO: DISCO ESPACIADOR
(FALSO FONDO PARA CBR).

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS144.

SERIE DEL PRODUCTO: 208

FECHA: 04/03/2020

Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

PyS

EQUIPOS

Equipos de Laboratorio para Ingeniería Civil: Suelos, Asfaltos, Concretos y Tamices

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883; NTC- 2122.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Abierta y cerrada peso: 2.27 kg (5 libras c/u)

Diámetro Interno: 53.98 mm.

Diámetro Externo: 149.23 a 150.81 mm.

NOMBRE DEL PRODUCTO: JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS139.

SERIE DEL PRODUCTO: 213

FECH: 04/03/2020



Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

PyS

EQUIPOS

Calle 4, ML- FE, Lt. 5 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf: 485 3873
Cel: 94518 3033 / 94518 1317 / 97005 5989
ventas@pys.pe / apoyo@pys.pe
www.pys.pe

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Molde: 152.4 mm X 177.8 mm a (6" x 7").

Collarín: 50.8 mm (2").

Base: Perforada con agujeros de 1.58 mm de diámetro.

NOMBRE DEL PRODUCTO: MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS138

SERIE DEL PRODUCTO: 217

FECHA: 04/03/2020

Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Molde: 152.4 mm X 177.8 mm a (6" x 7").

Collarín: 50.8 mm (2").

Base: Perforada con agujeros de 1.58 mm de diámetro.

NOMBRE DEL PRODUCTO: MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS138

SERIE DEL PRODUCTO: 222

FECHA: 04/03/2020



Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of calibration

Número: 1145 / 2020
Number:

OBJETO DE PRUEBA : PRENSA C.B.R. DIGITAL
 TRABAJO REALIZADO : CALIBRACIÓN
 METODO UTILIZADO : COMPARACIÓN DIRECTA
 SITIO DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

La MAQUINA descrita **CUMPLE** con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana **NTC-ISO 7500-1** verificación de máquinas de ensayo uniaxiales estáticas, parte 1: máquinas de ensayo de tracción/compresión verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA

Error de Exactitud	1.000	%	Error de cero	0	%
Error de Repetibilidad	0.200	%	Error por accesorios	-	%
Error de Reversibilidad	-	%	Resolución	2.000	%

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

Escala: 5000 kgf Compresión Clase **1** Desde el **10% hasta el 100%**



PROTOCOLO DE CALIBRACION

Prueba No. 1145-20
Fecha: 09/03/2021

FABRICANTE: PYS EQUIPOS
SOLICITANTE: ANGELES QUIROZ CESAR HERNAN
UBICACION: LABORATORIO PYS EQUIPOS
TIPO DE MAQUINA: PRENSA CBR
No. SERIE: 202 HW0200 (indicador); Modelo: 315-X5 (indicador)
MODELO: PYS145
CAPACIDAD MAXIMA: 5000 kg

DIVISION DE ESCALA: $(d) = (+) \div$ 0.1
CARGA MAXIMA: 5000 kg

Lectura Máquina (F)			Lectura del patrón				
			1(A50)	2(A50)	3(D50)	3(A50)	PROMEDIO LECTURAS
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN	kN
10	500	4.9	4.95	4.94	---	4.95	4.95
20	1000	9.8	9.78	9.77	---	9.78	9.78
30	1500	14.7	14.69	14.69	---	14.69	14.69
40	2000	19.6	19.61	19.60	---	19.60	19.60
50	2500	24.5	24.53	24.53	---	24.52	24.53
60	3000	29.4	29.45	29.46	---	29.46	29.46
70	3500	34.3	34.35	34.36	---	34.36	34.36
80	4000	39.2	39.28	39.30	---	39.29	39.29
90	4500	44.1	44.20	44.19	---	44.19	44.19
100	5000	49.0	49.11	49.09	---	49.10	49.09
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	---	0	---

Lectura Máquina (F)			Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad	Reproducibilidad	Linealidad		
%	lecturas	kN	q(%)	h(%)	v(%)	acc(%)	u(%)	
10	500	4.9	1.006	0.202	---	---	1.206	1.226
20	1000	9.8	0.209	0.100	---	---	1.025	0.643
30	1500	14.7	0.132	0.067	---	---	0.881	0.464
40	2000	19.6	0.048	0.050	---	---	0.510	0.382
50	2500	24.5	-0.042	0.040	---	---	0.408	0.338
60	3000	29.4	-0.191	0.033	---	---	0.340	0.311
70	3500	34.3	-0.067	0.029	---	---	0.281	0.294
80	4000	39.2	-0.151	0.050	---	---	0.255	0.280
90	4500	44.1	-0.135	0.044	---	---	0.226	0.275
100	5000	49.0	-0.121	0.060	---	---	0.204	0.270
Error de cal. h (%)			0	0	No aplica	0	No aplica	Ver NBS 1040-1-18



ANEXO 9. FICHA TÉCNICA DE MEGASOIL



MEGASOIL® ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NOMBRE COMERCIAL	: Megasoil®
FABRICANTE DISTRIBUIDOR	: Bitúmenes del Perú S.A.C. (Bituper S.A.C.).
USO	: Estabilizador de suelos
RANGO DE APLICACIÓN	: De uso en suelos tanto plásticos como no-plásticos. Se puede aplicar a suelos naturales, desde gravas limpias hasta suelos orgánicos altamente expansivos.
DESCRIPCIÓN GENERAL	: Polímero en polvo seco soluble en agua, envasado en botellas de plástico con contenido neto de 2 kg.
PROPIEDADES FÍSICAS	:
Consistencia	: Polvo granulado concentrado.
Color	: Verde claro.
Olor	: Sin olor u olor leve.
Gravedad específica	: de 0,8 a 1.
pH	: En solución presenta pH neutro.
CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES	: No tóxico, químicamente inerte, no inflamable. Producto no peligroso.
COMPORTAMIENTO	: Ligante no-iónico en su estado sólido y iónico en solución con las sales propias del agua de compactación y suelos. Aglomera y cohesiona las partículas del suelo confiriéndole al mismo una mayor resistencia. Se mantiene estable a través de ciclos secos y húmedos. Reduce el deterioro de la plataforma y la base, sub base y sub rasantes de las vías.
EFECTO	: Aumenta la capacidad del soporte del suelo (CBR), reduce la plasticidad y permeabilidad, incrementa ligeramente la densidad y reduce la expansión por humedad.
RENDIMIENTO	: Se estabilizan 25 m ³ de material suelto seco con 1 kg de estabilizador (una botella plástica de 2 kg estabiliza 50 m ³ de suelo suelto seco).

Fuente: Bitúmenes del Perú S.A.C

ANEXO 10. FICHA TÉCNICA PROES



i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- El suelo natural con plasticidad
- El aditivo líquido PROES, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con PROES aporta toda la capacidad estructural necesaria, por lo que requiere de una carpeta de rodado sólo como protección de la abrasión producida por el tráfico y según el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
- Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cuál consiste en cemento u otro filler gestionable localmente.
- El aditivo líquido PROES se agrega al suelo en dosis de 0,30 a 0,35 lt/m³ de suelo estabilizado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo PROES en agua previo a su aplicación.
- La finalización del proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio. Este proceso debe realizarse en las 4 horas inmediatamente posteriores al riego.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

Envase : Estanque HDPE anillado de 55 galones 200 litros, sellado, diámetro 595 mm, altura 888

Transporte: mm (ver ilustración adjunta).
: los estanques se movilizan en pallets de 1000mm x 1200 mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

División de riesgo : Clase 8 - Líquido corrosivo

Código UN : NU 3256

Estado físico : líquido de color oscuro y apariencia oleosa

Peso específico : 1,15

pH : 1 a 1,5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución.

Estabilidad : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C

Fecha de caducación : no tiene

Proes Tech Perú SAC 2 de Mayo 826, oficina 001, Miraflores, Lima, Perú. Fono: +56 1 445 9676
; www.proestech.com

Fuente: Proes Tech Perú S.A.C.