

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Evaluación de la estabilización de subrasante arcillosas adicionando ceniza
de cáscara de café**

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

AUTOR

Hilary Brigitte Quesquen Castro

ASESOR

Ronald Esteban Villanueva Maguiña

<https://orcid.org/0000-0002-3707-5503>

Chiclayo, 2025

**Evaluación de la estabilización de subrasante arcillosas
adicionando ceniza de cáscara de café**

PRESENTADA POR
Hilary Brigitte Quesquen Castro

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERIO CIVIL

APROBADA POR

Ángel Alberto Lorren Palomino
Presidente

Lucas Ludeña Gutiérrez
Secretario

Ronal Esteban Villanueva Maguiña
Vocal

Dedicatoria

A la memoria de mi hermana Dhaara Jhuliana Qesquén Castro siempre estarás en mi corazón

Con amor eterno.
Hilary B. Qesquén Castro

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por el apoyo brindado y amor incondicional.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%
INDICE DE SIMILITUD

25%
FUENTES DE INTERNET

6%
PUBLICACIONES

11%
TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 hdl.handle.net **8%**
Fuente de Internet

2 tesis.usat.edu.pe **7%**
Fuente de Internet

3 repositorio.ucv.edu.pe **1%**
Fuente de Internet

4 repositorio.uss.edu.pe **1%**
Fuente de Internet

5 Submitted to Universidad Cesar Vallejo **1%**
Trabajo del estudiante

6 Submitted to Universidad Tecnica De Ambato-
Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE **<1%**
Trabajo del estudiante

7 repositorio.unicauca.edu.co:8080 **<1%**
Fuente de Internet

8 rosdok.uni-rostock.de **<1%**
Fuente de Internet

9 www.coursehero.com **<1%**
Fuente de Internet

10 Reza Pahlevi Munirwan, Aizat Mohd Taib,
Mohd Raihan Taha, Norinah Abd Rahman,
Munirwansyah Munirwansyah. "Utilization of
coffee husk ash for soil stabilization: A
systematic review", Physics and Chemistry of
the Earth, Parts A/B/C, 2022 **<1%**
Publicación

Índice

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Revisión de literatura	16
Materiales y métodos	28
Resultados y discusión	53
Conclusiones	77
Recomendaciones	78
Referencias	79
Anexos	81

Lista de imágenes

Imagen 1. Vía Bomboquillo	21
Imagen 2. Calicata 01	26
Imagen 3. Perfil Estratigráfico C01	27
Imagen 4 Calicata 02	27
Imagen 5.Perfil Estratigráfico C02	27
Imagen 6 Calicata 03	28
Imagen 7.Perfil Estratigráfico C02	28
Imagen 8.Ensayo de Contenido de Humedad	29
Imagen 9.Ensayo de Contenido de Humedad	29
Imagen 10.Ensayo de Contenido de Humedad	29
Imagen 11.Ensayo de Análisis Granulométrico	30
Imagen 12. Ensayo de Análisis Granulométrico	30
Imagen 13. Ensayo de Análisis Granulométrico	31
Imagen 14.Ensayo de Límite Líquido	31
Imagen 15.Ensayo de Límite Líquido	32
Imagen 16.Ensayo de Límite Líquido	32
Imagen 17. Ensayo de Límite Plasticidad	33
Imagen 18.Ensayo de Límite Plasticidad	33
Imagen 19.Ensayo de Proctor Modificado	34
Imagen 20.Ensayo de Proctor Modificado	34
Imagen 21.Ensayo de Proctor Modificado	34
Imagen 22.Ensayo de Proctor Modificado	35
Imagen 23. Ensayo de Soporte de California	35
Imagen 24.Ensayo de Soporte de California	36
Imagen 25. Ensayo de Soporte de California	36

Imagen 26. Olla de Vacíos	37
Imagen 27. Ensayo de Gravedad Especifica	37
Imagen 28. Ensayo de Gravedad Especifica	37
Imagen 29. Visita de Campo	38
Imagen 30. Visita de Campo	38
Imagen 31. Planta de Café	39
Imagen 32. Cáscara de Café	39
Imagen 33. Cáscara de Café en horno	40
Imagen 34. Cáscara de Café en horno	40
Imagen 35. Cáscara de Café en horno	41
Imagen 36. Cáscara de Café en horno	41
Imagen 37. Control de quemado de cáscara de Café	41
Imagen 38. Control de quemado de cáscara de Café	42
Imagen 39. Pistola Infrarroja	42
Imagen 40. Panel fotográfico de ensayos	113
Imagen 41. Panel fotográfico de ensayos	114
Imagen 42. Panel fotográfico de ensayos	115
Imagen 43. Panel fotográfico de ensayos	116
Imagen 44. Panel fotográfico de ensayos	117
Imagen 45. Panel fotográfico de ensayos	118

Lista de Tabla

Tabla 1. Categoría de subrasante	13
Tabla 2 Número de tamices	14
Tabla 3 Clasificación de suelos según ASSTHO145	17
Tabla 4 Clasificación de suelos según SUCS	18
Tabla 5 Variables de operacionalización,	22

Tabla 6. Sucesión para demostrar la hipótesis	23
Tabla 7. Tabla de operacionalización	24
Tabla 8. Tabla de variable interviniente	25
Tabla 9. Tabla de ensayos	25
Tabla 10. Ensayos a realizar	26
Tabla 11. Contenido de Humedad	43
Tabla 12. Análisis Granulométrico por tamizado	43
Tabla 13. Análisis Granulométrico por hidrómetro	45
Tabla 14. Análisis Granulométrico C02	45
Tabla 15. Análisis Granulométrico por Hidrómetro Calicata 03	46
Tabla 16. Límites de Consistencia-Muestra Natural.	47
Tabla 17. Clasificación de Suelo	48
Tabla 18. Gravedad Especifica	48
Tabla 19. Contenido de sales	48
Tabla 20. Ensayo de Proctor Modificado-Muestra Natural	49
Tabla 21. Soporte de California (CBR)	50
Tabla 22. Límites Consistencia-Muestra Experimental	53
Tabla 23. Límites Consistencia-Muestra Experimental	53
Tabla 24. Límites Consistencia-Muestra Experimental	53
Tabla 25. Proctor Modificado- Muestra Experimental	54
Tabla 26. Proctor Modificado- Muestra Experimental	54
Tabla 27. Proctor Modificado- Muestra Experimental	54

Lista de Grafico

Gráfico 1. Curva Granulométrica Calicata -02	45
Gráfico 2. Curva Granulométrica Calicata-02	46
Gráfico 3. Curva Granulométrica Calicata-03	46
Gráfico 4. Curva Granulométrica por hidrómetro	47
Gráfico 5. Curva Granulométrica Calicata 02	48
Gráfico 6. Curva Granulométrica C03	49
Gráfico 7. Límites de Consistencia-Muestra Natural	49
Gráfico 8. Curva de Proctor Modificado Calicata 01	51
Gráfico 9. Curva de Proctor Modificado Calicata 02	52
Gráfico 10. Curva de Proctor Modificado Calicata 03	52
Gráfico 11. Soporte de California Calicata 01	53
Gráfico 12. Soporte de California Calicata 02	53
Gráfico 13. Soporte de California Calicata 03	54
Gráfico 14. Composición Química	54
Gráfico 15. Ensayo de Proctor C1+20%	57
Gráfico 16. Ensayo de Proctor C1+25%	57
Gráfico 17. Ensayo de Proctor C1+30%	58
Gráfico 18. Ensayo de Proctor C2+20%	58
Gráfico 19. Ensayo de Proctor C2+25%	59
Gráfico 20. Ensayo de Proctor C2+30%	59
Gráfico 21. Ensayo de Proctor C3+20%	60
Gráfico 22. Ensayo de Proctor C3+25%	60
Gráfico 23. Ensayo de Proctor C3+30%	61
Gráfico 24. CBR Vs Desviación Estándar C01	62
Gráfico 25. CBR Vs Desviación Estándar C02	63
Gráfico 26. CBR Vs Desviación Estándar C03	63

Resumen

Los suelos arcillosos son pesados, retienen agua y nutrientes, y no drenan ni se desecan fácilmente, es por esto que en la presente investigación se estudiará la influencia de la ceniza de cáscara de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos. El objetivo es evaluar si la adición de ceniza de cáscara de café mejora las propiedades físico- mecánicas de los suelos arcillosos, para esto se evaluará con los siguientes porcentajes 20%,25% y 30% del insumo estabilizador. Los ensayos en laboratorio fueron Granulometría por hidrómetro, Granulometría por tamizado, Proctor Modificado, Límites de Atterberg y CBR, estos ensayos fueron se realizaron bajo la normativa que nos indica el MTC y para su clasificación SUCS Y AASHTO. Nos indicaron a través de resultados que se tiene una mejora en las propiedades tanto físicas como mecánicas. El porcentaje que más incremento al CBR y fue el 30%, sin embargo, para su máxima densidad seca el porcentaje que incremento fue el 20%.

Palabras clave: Ceniza cascara de café, suelos arcillosos, estabilización de suelos

Abstract

Clay soils are heavy, retain water and nutrients, and do not drain or dry out easily, which is why in this research the influence of coffee husk ash on the physical and mechanical properties of clay soils will be studied. The objective is to evaluate if the addition of coffee husk ash improves the physical-mechanical properties of clay soils, for this it will be evaluated with the following percentages 20%, 25% and 30% of the stabilizing input. The laboratory tests were Granulometry by hydrometer, Granulometry by sieving, Modified Proctor, Atterberg Limits and CBR, these tests were carried out under the regulations indicated by the MTC and for their SUCS AND AASHTO classification. They indicated to us through results that there is an improvement in both physical and mechanical properties. The percentage that increased the most to CBR was 30%, however, for its maximum dry density the percentage that increased was 20%.

Keywords: Coffee husk ash, clay soils, soil stabilization

Introducción

La población mundial está siendo acelerada por el desarrollo global, la demanda de la construcción e infraestructura está creciendo rápidamente; hay más edificios, la cual aumenta el costo y consume grandes cantidades de materias primas naturales. Los recursos naturales son degradados por los combustibles convencionales, los productos de desecho se pueden reemplazar con materiales y su producción excesiva de residuos para soluciones convencionales.

La situación actual en el Perú, presentan dificultad con la construcción de los suelos arcillosos (suelos pesados), principalmente en la zona de la costa puesto que estos son susceptibles a los cambios de humedad, generando así fisuras y asentamientos, inestabilidad de sí misma, poca capacidad de carga y resistencia, por consecuencia lo hacen inadecuados para cargas pesadas, como consecuencia fallas en las carreteras por ende no se recomienda para la construcción. Es por esto que, el MTC presenta aplicaciones estabilizantes para mejorar sus propiedades teniendo en cuenta que el $\text{CBR} \geq 6\%$, los insumos son: Cal, cemento, etc.

Por consiguiente, existen insumos que también han sido incorporados para estabilizar tales como las cenizas, vidrio triturado, residuos de construcción, aditivos químicos y existen más, pero todos tiene el fin de mejorar las propiedades físico-mecánicas de los suelos pesados. Con respecto a las cenizas suelen ser más sustentables y económicas ya que utilizas desechos como cascara de arroz, caña de azúcar, castaña, entre otros.

Los suelos arcillosos presentan partículas que lo conforman las cuales varían en tamaños, entre ellas podemos encontrar piedras, gravas de mayor tamaño, así como también arenas, arcillas y limos. Presentan baja permeabilidad, alto expansión y paupérrima calidad para la subrasante, su resistencia a la compresión es alta, un CBR, valor R, módulo de resistencia bajo, y maneja una considerable capacidad de retenimiento al agua, es por esto que ocasionan que este sea poco estable, aumentando así el presupuesto para mejorar su estabilidad.

Por consiguiente, para estabilizarlos a finde que este mejore sus propiedades y así poder obtener una estabilidad volumétrica, tenga una mejor resistencia y para esto se logra realizando ensayos en el laboratorio, así como también pruebas in situ para conocer en que circunstancia se encuentra su rendimiento. Incluso se puede mejorar a través de estabilización física o química, usando materiales como cal, cemento, pero no obstante las cenizas puzolánicas, volantes, etc.

Hay varias formas de que de los suelos arcillosos mejoren sus propiedades mediante el uso de aditivos químicos para aumentar los parámetros de resistencia y el rendimiento de los suelos. No obstante, se recomienda encarecidamente utilizar residuos secundarios para evitar problemas de eliminación inmediata. Por ende, se utilizaron muchas materias primas para estabilizar los suelos incluidas las llantas de desecho, los escombros de hormigón demolidos, la sílice pirogénica y la escoria de alto grado, combustible de cenizas volantes de RSU de esquisto de yeso y cenizas de combustible de aceite de palma siendo que se utiliza como estabilizador para mejorar las propiedades geotécnicas, la permeabilidad, la compresibilidad y la resistencia del suelo.

En materiales cementosos, la tecnología de estabilización de la durabilidad utiliza minerales del suelo y agentes estabilizadores. Sobre una superficie blanda la mayoría de los estabilizadores del suelo arcilla limosa o suelos orgánicos. El proceso de estabilización varía ampliamente, desde la formación de nuevos compuestos que unen las partículas más finas del suelo hasta la adición de revestimientos en las superficies de las partículas para reducir la resistencia a la humedad. Es importante comprender los mecanismos de estabilización utilizados por cada aditivo antes de seleccionar un estabilizador apropiado para una aplicación específica.

El crecimiento en el negocio de uso residuos de café los granos de café se comercializan por todo el mundo y las fincas cafetaleras termina con mucha cáscara y pulpa de café en vertederos, estos producen de 5 a 18 toneladas de pulpa y cascarilla de café.

La importación de café ha aumentado con el tiempo. En malasia a medida que incrementaron las exportaciones de subproductos del café, especialmente extractos de café. Malasia produjo 21 millones de bolsas de café conteniendo 60 kg en 2018. Este escenario fomenta la producción masiva de desechos de café. El uso de métodos de consumo tanto domésticos como comerciales crea residuos con pocas opciones para su eliminación. Además de la incineración, también se ha implementado la reutilización. Los desechos de café pueden afectar el manejo del agua en suelos débilmente cohesivos como los suelos ácidos que soportan. Es más susceptible a la erosión debido a sus propiedades físicas, el tamaño de partícula reducido y alta área para la superficie específica.[1]

La ceniza de cascara de café es un material de desecho, el cual tiene una alta concentración de componentes orgánicos y nutrientes, la degradación esforzada requiere una cantidad significativa de oxígeno. Las propiedades químicas de la ceniza de cascara de café varían según su origen según su origen y técnica de combustión. La ceniza de cascara de café industrial

consiste principalmente para óxidos mixtos. Aproximadamente 92 de la cáscara de café están hechas de ceniza, las cuales contiene bajas concentraciones de MgO y P_2O_5 K_2O y CaO . Los óxidos tienen un amplio efecto oscilante a altas temperaturas sobre la alúmina y la sílice.

La cascarilla de café tiene una amplia sucesión de proyectos para ingeniería, siendo este un material sostenible. Conforme con la resolución de la prueba de laboratorio, la resistencia a compresión del suelo mejora y el límite de Atterberg y Proctor, tienen una disminución del índice de plasticidad y contenido de humedad óptimo. Se obtiene que se pudo lograr la mejora de la capacidad del suelo adicionado un 20% al suelo, así como también se agregó un 10% y 15% de ceniza de cascarilla de café. Como resultado es una excelente materia como agente estabilizante, beneficiando así problemas ambientales. Concluyendo que las propiedades de ceniza de cascarilla de café, es factible en áreas de construcción sino para beneficio del medio ambiente. Este material puede ser un remplazante del cemento y otro material.[2]

En este trabajo investigativo se utilizará como un método no tradicional, el uso de la ceniza de cáscara de café con la finalidad que dicho producto mejore las propiedades del suelo en mención. A su vez se busca que, en el proceso de reutilización de la cáscara de café, se pueda mitigar el problema que genera su incorrecta disposición final, en muchos casos terminando en vertederos, en su quema a cielo de abierto, contaminando los cuerpos de agua, etc. De acuerdo a lo que se ha descrito anteriormente surge la pregunta. ¿De qué manera influye la adición de porcentajes de ceniza de cascara de café en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos? Por lo tanto, se justifica: La investigación tendrá como justificación técnica, brindará opciones para que los suelos arcillosos de la provincia de Colasay obtenga un mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas por medio de la adicción de la ceniza de cascara de café; En lo entorno económico establece una alternativa para aprovechar así el recurso de la cascara de café, puesto que este residuo que es desechado generando así contaminación en cada campaña que los agricultores realizan. Incluyendo así la justificación social para los habitantes donde se encuentra los suelos arcillosos en su mayoría se verán beneficiados para poder tener acceso a sus hogares, sembríos, etc. Por ende, con la presente investigación obtendrán un aprovechamiento favorable para la población; Y para la justificación económica, se plantea el uso de cáscara de café para estabilizar la subrasante, así se rehúsa este insumo, pues que sería un ahorro ya que hasta la fecha en cada campaña realizada la cascara de café no tiene una disposición final, lo que hace que se encuentren grandes cantidades pudiéndose utilizar como una nueva tecnología de mejora de subrasante ayudando a disminuir los gastos que generan otras técnicas tradicionales. Por lo tanto, el transporte será beneficiado porque se reduce la duración del trayecto, mantenimiento, así

mismo la población será beneficiada porque podrán obtener el intercambio de bienes de primera mano, aumenta el comercio y comunicación entre otras localidades facilitando así el acceso.

De igual modo se determinó como objetivo principal: Evaluar si la adición de ceniza de cáscara de café mejora las propiedades físico- mecánicas de los suelos arcillosos. Asimismo, se estableció como objetivos específicos: Determinar la estructura química de la ceniza de cáscara de café, material estabilizador mediante el ensayo de fluorescencia y difracción de rayos x; Determinar las propiedades físicas mediante los ensayos de límites de Atterberg, contenido de humedad, granulometría y granulometría por hidrómetro. Así como también las propiedades mecánicas a través de los ensayos de Proctor Modificado y CBR de la muestra natural; Determinar la humedad ideal y densidad máxima a través del ensayo de Proctor Modificado de la muestra estabilizada y natural; Evaluar los valores óptimos de la influencia de ceniza de cascara de café de la muestra a estabilizar y natural mediante el ensayo de CBR; Realizar el análisis de costo/ beneficio de la muestra ceniza de cáscara de café con el método tradicional.

Revisión de literatura

Antecedentes

Materiales alternativos para estabilizar suelos: El uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura

El objetivo de la presente investigación es desarrollar un método para que a partir de los restos agrícolas se pueda estabilizar el suelo. Se analizará la estabilización con la unidad estabilizadora las cenizas de cascarilla de arroz, estas permiten mejorar reciclaje de las cáscaras de arroz que son desechadas y a la vez un adecuado mejoramiento del suelo.[3]

En la sección Conclusiones, se destaca que el suelo estabilizado con ceniza de cascarilla de arroz ofrece mejoras significativas en suelos que brindan requisitos para la construcción de vías, aumentando el CBR y capacidad de soporte. Además, menciona que existe una gran disponibilidad de ceniza en Piura y que esta técnica podría ser utilizada tanto en vías con bajo tránsito como en carreteras más transitadas. También se destaca el beneficio ambiental ya que se reducirá el porcentaje de desechos del material escogido.[3]

Effectiveness of coffee husk ash and coconut fiber in improving peat properties

En el presente artículo, nos brinda una investigación sobre el suelo problemático, la turba, que contiene características y propiedades deficientes que hacen de este suelo un inadecuado para el uso natural en la construcción. Para el uso de este tipo de suelo tiene que ser especial ya que la estabilización de este en una construcción puede influir en las estructuras a proyectar. La recomendación exacta y eficaz es la del uso de materiales de desecho que le da una mejora en sus propiedades geotécnicas, reduciendo su deformidad, alta humedad y comprensibilidad. Donde su objetivo es tratar este suelo adicionando materia prima como ceniza de cascarilla de café (CHA) y fibra de coco (CF), estos aditivos generan cambios físicos y químicos al suelo deficiente a favor de las aplicaciones de ingeniería. Se trató en dos tipos de suelo de turba, la tratada y la no tratada. El suelo de turba con contenido de 5% y 7% de CHA aumentó de 25% a 27% con respecto al contenido óptimo de humedad (OMC) al igual que su densidad seca máxima osciló entre 0,38 g/cm³ y 0,43 g/cm³. Dando un efectivo resultado con características de resistencia y compactación adecuadas del suelo de turba tratado, siendo buenos estabilizadores estos aditivos biodegradables.[4]

Utilization of coffee husk ash for soil stabilization: A systematic review

En este documento, se analiza el uso sostenible de la ceniza de cascarilla de café (CHA), producida a partir de la producción de café. El material a analizar necesita un terreno enorme para el almacenamiento y a veces se deja en vertederos improvisados y la otra parte se quema, lo que genera contaminación y un problema ambiental significativo. Este artículo se centrará primero en la producción general de café, el consumo y los subproductos de desecho. Tiene como objetivos desarrollar soluciones para la reducción del desperdicio de alimentos basadas en consideraciones ambientales y económicas, así como también el uso de la ceniza de cascarilla de café como estabilizador de suelos y patrones de desarrollo en términos de resistencia y durabilidad. Los hallazgos indican que la ceniza de cascarilla de café es factible para lograr la sostenibilidad y contrarrestar los cambios climáticos y los problemas ambientales. También que tiene el potencial de usarse como sustituto del cemento, la cal y otros materiales en aplicaciones de construcción ecológicas. Sin embargo, debido al estudio limitado y la evidencia de aplicaciones de campo efectivas, será esencial una investigación más profunda sobre el uso de la ceniza de cascarilla de café en aplicaciones de ingeniería civil, así como también estabilización de suelos antes de que se convierta en un material de construcción de aplicación.[5]

“Study of Coffee husk ash addition for clay soil stabilization”

La investigación consiste en estudiar el uso de la ceniza de cáscara de café como material para estabilizar el suelo. Se ejecutó ensayos de laboratorio con el fin de evaluar las propiedades físicas del suelo arcilloso mezclado con diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de café.

La estrategia de trabajo consistió en recolectar muestras de suelo arcilloso en un sitio de cantera en Cot Bagie Village, Aceh Province. Las muestras de suelo se limpiaron de raíces y piedras, se secaron en un horno y se tamizaron. Luego, se mezclaron con tanto por ciento del material con suelo seco y tamizado. Las proporciones de ceniza de cáscara de café utilizadas fueron 3%, 6%, 9% y 12% en peso seco del suelo. La ceniza de cáscara de café se obtuvo una finca local en Bathin Weh Pongas Village, Bener Meriah, Aceh, y se quemó hasta convertirse en ceniza gris. Se realizaron pruebas de laboratorio para evaluar si mejora propiedades físicas del suelo con la influencia de la ceniza de cáscara de café, incluyendo la gravedad específica, el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y la distribución de tamaños de partículas.[6]

La investigación tiene como resultados el enfoque en las propiedades físicas del suelo tratado en diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de café. Los resultados mostraron que el límite plástico del suelo tratado disminuyó significativamente ya que incremento de porcentaje. Además, se contempló una disminución en la gravedad específica del suelo tratado. Por consiguiente, los resultados sugieren que la ceniza de cáscara de café es un insumo potencial para la estabilización del suelo y que se pueden mejorar más parámetros del suelo con la mezcla de suelo y el insumo mediante más ensayos de laboratorio en mecánica.[6]

Los autores brindan como conclusiones del artículo que el insumo investigado cumple su función para la estabilización del suelo y que se pueden mejorar más parámetros del suelo mediante más ensayos de laboratorio en mecánica del suelo. En general, el estudio sugiere que el material es un candidato potencial para la reutilización como material de construcción y estabilización del suelo, lo que podría tener beneficios económicos y ambientales.[6] **Evaluación de la estabilización de un suelo expansivo utilizando ceniza de cáscara de arroz, distrito de jaén, Cajamarca, Perú”**

El artículo tiene como objetivo principal es determinar el porcentaje adecuado para que el suelo a estabilizar mejore su contenido de humedad, máxima densidad seca y CBR. Se recolectaron muestras de suelo natural y se mezclaron con diferentes porcentajes, para que se realicen los ensayos físicos mecánicos en las muestras. Se compararon los resultados con los valores estándar para determinar el porcentaje adecuado de ceniza de cáscara de arroz.[7]

El estudio concluye que el suelo del sector Uña de Gato es un suelo predomina el tipo de suelo arcilloso con plasticidad elevada y apto a variaciones de densidad tanto así humedad. Se determinó que el porcentaje adecuado para estabilizar es del 10%.[7]

Los resultados de relación de CBR obtenidos para los especímenes tratadas con diferentes porcentajes del material estabilizante oscilaron entre 3,50% a 4,50% a un 95% de MDS y 2,54 milímetros de penetración. Por ende, sé estableció que el porcentaje adecuado de ceniza de cáscara de arroz para estabilizar el suelo expansivo es del 10%. Los autores discuten la importancia del uso de materiales alternativos para estabilizar suelos en zonas donde los mediados económicos sean escasos. Se sugiere la necesidad de realizar una evaluación sobre la validez a un tiempo prolongado y la durabilidad del tratamiento.[7]

Recent experiences with lime - Stabilization of fly ash from pavement subgrade soils, base and recycled asphalt

La investigación nos brinda información de la estabilización de suelo adicionando cenizas volantes a pavimentos de clase f, la cual el diseño resulta rentable para un periodo de largo plazo, LFA disminuye en un 50% el precio del material a diferencia de realizarlo con un cemento. En ambos aditivos tanto como la cal y LFA obtienen el uso en 100psi, la cual es aceptable con respecto a la duración de esta. En tanto realizaron una mezcla de ambas, se dio como resultado que el contenido de humedad aumento mientras que la densidad seca se redujo a diferencia de suelo natural, asimismo el CBR aumento. La presente investigación da como conclusión la estabilización del suelo con ambos materiales redujo un 20% el espesor de pavimento a comparación de un pavimento sin estabilizar.[8]

Strength and Microfabric of Expansive Soil Improved with Rice Husk Ash and Lime

El presente artículo indica que para estabilizar este tipo de suelo se realizó la estabilización de la geopolimerización, la cual consta de un material adecuado en sílice se combine con el suelo en entorno Alcaino, así como otros aditivos usado para la estabilización. El material a usar el suelo expansivo, contendrá el 20% peso de arroz. Por consiguiente, realizarán un mejoramiento de las propiedades del suelo, realizarán pruebas UCS, el análisis del micro tejido del suelo SEM y también características de la microestructura. Se comprobó que para UCS de un contenido de humedad del 34% y un contenido de cenizas del 15 % es 2,1, 2,6 y 2,8 veces mayor que la del suelo puro después del curado de 7 d, 14 d y 28 días a comparación del suelo adicionado con cenizas al 20% es 2,4 veces, 3 veces y 3,2 veces. Concluyen que causa de su elevado hidrosopicidad de RHA, ya que el UCS logra su punto máximo en el momento que OMC de la mezcla de 1,2 de suelo puro. La ceniza en un 15% es una opción de la proporción de mezcla óptima de RHA a cal de 80:20, también tiene que tener en cuenta el curado ya que tiene un efecto en la resistencia, tiene resistencia 7d de curado y aumento cuando complementaba a 14d.[9]

Strength and compressibility behaviors of expansive soil treated with coffee husk ash

El objetivo sobre el impacto de la ceniza de cascarrilla de café sobre la capacidad de carga, la compresibilidad y la microestructura. Para ello se realizó CBR y consolidación unidimensional sobre muestras de suelo natural y muestras que contenían los materiales antes mencionados. Se dieron porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20%. Los suelos muestreados en el área de estudio muestran un comportamiento de contracción con grietas, lo que aumenta la

compresibilidad y reduce la resiliencia del suelo. Como resultado, el porcentaje variable en la prueba de CBR estuvo entre 3,1% y 10,6% al usar 20% del insumo, y el CBR aumentó en 205% al 20% de concentración, lo que mejoró con la adición de material.[2]

Influence of sugar cane bagasse ash inclusion on compacting, CBR and unconfined compressive strength of a subgrade granular material

La contaminación por ceniza de bagazo de caña de azúcar, tiene como objetivo mejorar las propiedades del suelo, por ende, se realizó pruebas de CBR, AASHTO, resistencia a la compresión para así comparar entre el suelo natural y el suelo adicionando el insumo. La influencia acerca de material será en porcentajes de 3%,5% y 7%, dando, así como resultado que los ensayos de CBR, compactación estándar y resistencia se redujeron hasta un 25% de PCC. [10]

Bases legales

Manual De Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción (EG-2013)

Manual el cual nos ofrece referencias y requisitos para implementarlas en la infraestructura garantizando así su realización. También nos ofrece parámetros y ensayos, de acuerdo al tipo de suelo.[11]

Norma CE.010. Pavimentos Urbanos

Esta norma nos indica el estándar de los parámetros mínimos para pavimentos urbanos. Nos describe minuciosamente los métodos para obtener un estudio correcto sobre la mecánica de los suelos, esto podemos encontrar en el capítulo3.[12]

Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC-2014)

Nos sugieren el reconocimiento correcto para los suelos, por esta razón en el capítulo 10 especifica parámetros para cada tipo de estabilización.[13]

Manual de Ensayos de Materiales-2016[14]

ASTM C618

La normativa nos determina requisitos y métodos para las cenizas pulverizadas, así como volantes. Por lo tanto, son utilizadas como material comestivo, estableciendo parámetros con el propósito de calificar su composición química y densidad. [15]

Determinación del límite plástico (l.p) e índice de plasticidad (ip), mtc e 111

Esta normativa nos da entender que para cuantificar el LP de una muestra de suelo debemos seguir ciertos parámetros.[14]

Bases teóricas

Estabilización de suelos

Es la modificación la cual el suelo es sometido para mejorar sus propiedades físico-mecánicas añadiendo como material natural o químico, esto con el propósito de favorecer a las construcciones de nuevos proyectos.[16]

Estabilización química

Consiste en estabilizar un suelo, mediante el proceso de reacciones químicas para mejorar sus propiedades fisicoquímicas.

Estabilización mecánica

Para esta estabilización mejor las propiedades de los suelos, la cual se comprime para reducir la cantidad de brechas.

Suelo Arcilloso

Son algunos suelos los cuales contiene arcilla en un gran parte de sus componentes (limoso y arenoso), así mismo tiene una alta capacidad de retención al agua. Estos suelos presentan una gran dificultad para cultivar.[17]

Para lograr reconocer este tipo de suelos debemos tomar en cuenta por su color característico rojizo, además se puede visualizar sus que son muy densos y agrietados.

Ceniza de cáscara de café

Es un residuo el cual desperdician, es por esto que pueden ser usado como material para estabilizar. Después de que son recolectarlos pueden pasar a ser incinerados, las cuales quedan en la parte inferior del horno artesanal.

Tienen como característica la sílice y alcalosis, por lo tanto, lo vuelve un material puzolánico que puede ser usar para estabilizar suelos arcillosos.

Subrasante

Es la superficie ultima la cual está sometida a distintas cargas, es por esto debe tener sus propiedades físico- mecánicas en buena condición para que así puede resistir el soporte de suelos óptimos. Si el suelo está por debajo del parámetro establecido de $CBR \leq 6\%$ nos encontramos ante un suelo inadecuado, se realiza la estabilización para

mejorarlo.[13]

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Tabla 1. Categoría de subrasante

Fuente: Norma

Ensayos de Laboratorio

Ensayo para los agregados

Análisis granulométrico:

Se trata de un ensayo que se lleva a cabo en un laboratorio, el cual realiza la medición gradual para así estudiar el origen de sus partículas. De este modo que las partículas deberán pasar a través de los tamices de distintas mallas de mayor a menor, también se debe tener una balanza con alta susceptibilidad de 0.01g, horno y envases. Asimismo, nos brindará la curva granulométrica.[18]

Mallas por ASTM

Malla	Abertura [mm]	Malla	Abertura [mm]
3"	75.0	# 4	4,750
2 1/2"	63.0	# 8	2,360
2"	50.0	# 10	2,000
1 1/2"	37.5	# 30	0,600
1"	25.0	# 40	0,425
3/4"	19.0	# 50	0,300
1/2"	12.5	# 100	0,150
3/8"	9.5	# 200	0,074

Tabla 2 Número de tamices

Suelo grueso:

La muestra deberá quedar retenida >50% por la malla n°200

Suelo fino:

La muestra deberá pasar >50% por la malla n°200

Análisis granulométrico por Hidrómetro:

Este ensayo esta realizada por la ley Stokes. La muestra se dispersa en agua destilada y posteriormente se deja reposar, teniendo como finalidad la distribución que pasa más del 50% por el tamiz #200. El procedimiento a realizar debe con agua destilada y 50 gr de muestra del suelo, esta será mezclada en una pipeta continuamente para después colocarlo en una probeta para completar los 1000ml, se agitará nuevamente y se realizará por tiempos (15s,30s, 1min, 2 min, 4 min, 15 min, 30 min, 1h, 2hs, 4hs, 16hs y 24hs).Para finalizar se introduce el hidrómetro para medir la lectura con la ayuda del cronometro para que cada registro sea por tiempo.[19]

Contenido Humedad:

El procedimiento de este ensayo, es extraer una porción del peso de la muestra en estado natural para después ser secada en horno a temperatura de 110 °C por 24 horas. Como efecto de esta, podremos apreciar la cantidad que logró eliminarse, obteniendo resultados el comportamiento dentro de sus parámetros.[14]

Límites de Atterberg:

Ordena la relación entre el contenido de humedad y susceptibilidad de su mismo suelo. Por consiguiente, se utilizará normas establecidas el cual indica los límites de Atterbeg.[18]

Límite líquido (LL) :Porcentaje por el cual la humedad modifica la estabilidad plástica a la semisólida.

Límite Plástico (LP) :Es el porcentaje de humedad, esta contiene la mínima humedad y esta se convierte de estado semisólida a plástico.

Índice de Plasticidad: Son suelos con margen de humedad la cual no se desintegra. A parte el Manual de Carreteras, categoriza al suelo conforme su índice de plasticidad.

Sales Solubles:

Para realizar este ensayo tiene como objetivo determinar el contenido en sales del suelo, usando en el procedimiento agua destilada y la muestra. Pesaremos 50 gramos de la muestra y lo colocaremos en una botella con agua destilada para proceder agitarlo por algunos minutos para que se puedan integrar y se dejará reposar por 24 horas. Al siguiente día, en una tara sacaremos un poco del líquido para colocarlo en una olla y dejamos que

hierva, para después pasarlo por a un vaso de precipitación de 50ml con la ayuda de un filtro pasaremos el líquido.

Una vez tengamos de las 3 calicatas en los vasos de precipitaciones, colocaremos al horno y dejaremos por 24 horas, para así después pesarlo y así podemos obtener la cantidad de sales que contiene nuestra muestra.

Gravedad Especifica:

El procedimiento para este ensayo, se empieza a pesar 50 gramo de la muestra y pesaremos la fiolas sin agua destilada y con agua destilada, luego colocaremos la muestra dentro de las fiolas , agitándolas unos minutos para que se puedan integrar. Luego dejaremos reposar y por consiguiente lo colocaremos en una olla de vacío, la cual tiene como objetivo quitar oxígeno con la ayuda de la bomba de vacíos. Luego que las fiolas ya no tengan oxígeno, se pesará y se anotará los resultados. [20]

Ensayos para estabilizar subrasante

Proctor Modificado

Este ensayo determina la relación densidad seca -humedad mediante la compactación de la muestra de suelo. Encontrará la MDS y la humedad, los resultados permitirán obtener la curva de compactación.

Se utilizará un molde de 2.320cm³, así como también una masa de 4,535kg la cual se dejará descender de una altura de 457mm. También de cada apisonada dando 25 golpes por capa. [21]

California Bearing Ratio (CBR)

Emplea la evaluación de su resistencia de la subrasante, la cual se añade un material cementante sobre suelo para así estimar la capacidad portante esta estará expuesta a cargas.[22]

Compresión Simple:

Tiene como finalidad aplicar una carga vertical encima suelo, comprimiéndose los granos del suelo así que el espacio disminuye, por ende, la disminución del volumen total.

Corte directo:

Es un ensayo que tiene como objetivo la resistencia al corte de la muestra, nos brinda la capacidad de la muestra para resistir esfuerzos, ya que este se aplica un cortante horizontal directamente, pero la muestra tendrá que estar preparada de forma prismática entre 2 placas de manera horizontal, la cual la carga cortante aumentará continuamente hasta que la muestra falle.

Normativa

Clasificación según ASSHTOO:

Se define como un sistema de clasificación de la oficina de Caminos Públicos, la cual se va desde A-1 a A-7 así el material se podrá diferenciar que pasa por la malla n°200. En caso que el material sea granular pasará menos del 35% será considerado en los grupos de A-1 hasta el A-3, de caso contrario será material fino el cual el grupo será desde A-4 hasta

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos limos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)					
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7		
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6	
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm (N° 10) 0.425 mm (N° 40) F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 50		min. 51										
	máx. 30	máx. 50	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40) Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)													
LL: Límite de Líquido				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41	min. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11 ^(a)	min. 11 ^(b)	min. 11 ^(b)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos			
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente						

a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.
 b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.
 c) Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:162-6 (3), A-4(5),A-7-5 (17), etc:
 IG = (F-35) / (0.7-0.005) (LL-40) - 0.01 (F-15)(IP-10)

Tabla 3 Clasificación de suelos según ASSTHO145

Clasificación según SUCS

La muestra para esta clasificación debe pasar por la malla n°200, si en caso la muestra llega a pasar menor al 50% será considerado grava o arena en caso contrario será considerado suelo limo inorgánico, arcilla inorgánica[23]

DIVISIONES PRINCIPALES		SÍMBOLOS	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz N° 200.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz N° 4 (4.76mm)	Gravas Limpias (sin o con pocos finos)	GW	Grava bien graduada, mezclas gravosas, poco o ningún fino.	Determinar el porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz N° 200), los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% GW, GP, SW, SP >12% GM, GC, SM, SC 5 al 12% casos límite que requieren usar doble símbolo	Cu>4, Ce entre 1 y 3.	
			GP	Grava mal graduada, mezclas grava - arena, poco o ningún fino.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
		Gravas con Finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Grava limosa, mezclas grava, arena, limo.		Limites de Atterberg debajo de la línea A con IP<4.	Encima de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
			GC	Grava arcillosa, mezclas grava - arena arcillosas.		Limites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.	
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz N° 4 (4.76mm)	Arenas Limpias (pocos o sin finos)	SW	Arena bien graduada.	Cu>6, Ce entre 1 y 3.		
			SP	Arena mal graduada, arenas gravosas, poco o ningún fino.	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.		
		Arenas con Finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas arena y limo.	Limites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren de doble símbolo.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena - arcilla.	Limites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.		
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200.	Limos y Arcillas Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.				
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.				
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.				
	Limos y Arcillas Límite Líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas.				
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.				
Suelos muy Orgánicos	P	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.					

Tabla 4 Clasificación de suelos según SUCS

Propiedades del suelo:

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la deformación

Se refiere a la capacidad de un material para resistir a la penetración, siendo una propiedad muy importante a considerar al diseñar materiales o estructuras. Se determina a través del ensayo de Soporte de California (CBR), ya que tiene como objetivo resistencia a la penetración a nivel de sub rasante.

Máxima densidad seca

Es la característica mecánica del suelo que determina la estabilidad del suelo al ser compacto por una energía, sacará los vacíos del suelo para ser reemplazado por un porcentaje de agua. El ensayo utilizado para determinar la máxima densidad seca es con "Ensayo de Proctor", ya que evalúa la relación entre la humedad y la densidad seca del

material mediante la compactación por capas y la medición de su densidad a diferentes contenidos de agua.

Ángulos de empuje:

Es el ensayo mecánico que determina el ángulo de falla del suelo, a través del ensayo de corte de directo.

Estabilidad

Se determina con el ensayo de estabilidad inundación simulada, este es visual el cual nos indicará en que tiempo el suelo llega ser estable al momento de estar sometido en agua.

Propiedades Físicas

Granulometría

Se define para determinar el tamaño de partículas de una muestra las cuales pasan por diferentes tamices, la cual tendrá clasificaciones de acuerdo a como pase por el tamiz. En caso pase por más del 50% por la malla n°200 se clasificará como limo o arcilla. Para esto se va realizar el ensayo de análisis granulometría por tamizado y análisis granulométrico por hidrómetro.

Plasticidad

Es la capacidad del suelo para deformarse sin romperse, en este caso para poder delimitar la plasticidad se usa los límites de Atterbeg:

Límite Plástico: La muestra pasará de semisólido a plástico

Límite Líquido: La muestra pasará de plástico al líquido

Índice de plasticidad: Se difiere entre el límite líquido y Plástico.

Densidad

Propiedad física del suelo , donde la densidad absoluta de un cuerpo es la masa de este contenida en la unidad de volumen. Incluyendo sus mismos vacíos.

Peso volumétrico

Propiedad física del suelo que esta expresado en peso por unidad de volumen siendo su unidad kg/m^3 .De igual manera , se debe considerar que el peso volumétrico aparente , ya que este puede ser volumen seco y suelto , donde esta toma en cuenta cada vacío del suelo que como fin la conversión directa de peso a volumen y viceversa.

Materiales y métodos

Tipo de investigación:

De acuerdo al fin que se persigue: **APLICADA**

Ya que se apoya en teorías las cuales forman parte de aportes de la ingeniería de pavimentos, brindando soluciones a los suelos pobres.

De acuerdo a los datos analizados: **CUANTITATIVA**

Plantea la veracidad de sus resultados a través de la verificación de pruebas en Laboratorio y analizar los datos para probar la hipótesis propuesta que si las cenizas de cascara de café mejora las propiedades físico-mecánicas de los suelos tipo arcillosos.

De acuerdo su metodología para verificar la hipótesis: **EXPERIMENTAL**

Se determina la veracidad de la hipótesis, esta misma que estará sustentada por los ensayos realizados en laboratorio. Demostrando que la influencia insumo sea un agente que establezca, mejorando las propiedades físico-mecánica.

Diseño de investigación:

EXPERIMENTAL, Por medio de ensayos de laboratorio para así poder determinar si al estimular el suelo arcilloso con la influencia de la ceniza de cascara de café. Mejorará las propiedades físico-mecánicas, comprobando la hipótesis planteada.

Población y Muestra

Población:

La investigación estará constituida por los suelos arcillosos, específicamente en sector rural donde están ubicado carril vecinal y sembríos

Muestra:

La presente investigación tendrá en cuenta la muestra de suelos arcillosos las cuales están presentes en áreas rurales y sembríos. Por lo tanto, la muestra a obtener será de 150kg de suelos de cada calicata en área de estudio. Esta muestra adicionaremos la ceniza de cáscara de café con porcentajes de 20%,25%,30%.

Muestreo

Se usará la muestra no probabilística, aplicando el discernimiento del investigador. Por esta razón, se realizará calicatas en la zona de estudio para así extraer muestra y estas se adicionará los porcentajes 20%,25%,30%, tomando en cuenta los puntos de inspección, estas están preestablecidas por la norma técnicas peruana CE.010 Pavimentos Urbanos [12]. La zona de estudio se encuentra en área rural y agrícola.

Área:

Se considera que tiene un área aprox de 5412 m²



Imagen 1. Vía Bomboquillo

Número de puntos:

Para la investigación de este tipo de vía se realizará 3 calicatas como mínimo establecidos por la norma, se tomará en cuenta la profundidad 1.50 m para la investigación correspondiente, así mismo se obtendrá la muestra para el uso como subrasante.

Variables

Variable

Independiente

Adicción de ceniza
de café

Variable

Dependiente

Mejora de propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos

Variable interviniente

Diámetro de ceniza de café

OBJETO DE ESTUDIO	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
Suelos arcillosos	adicion de ceniza de café	Mejora de propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos

Tabla 5 Variables de operacionalización,

Formulación de la hipótesis

La adición de porcentajes de ceniza de café mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos.

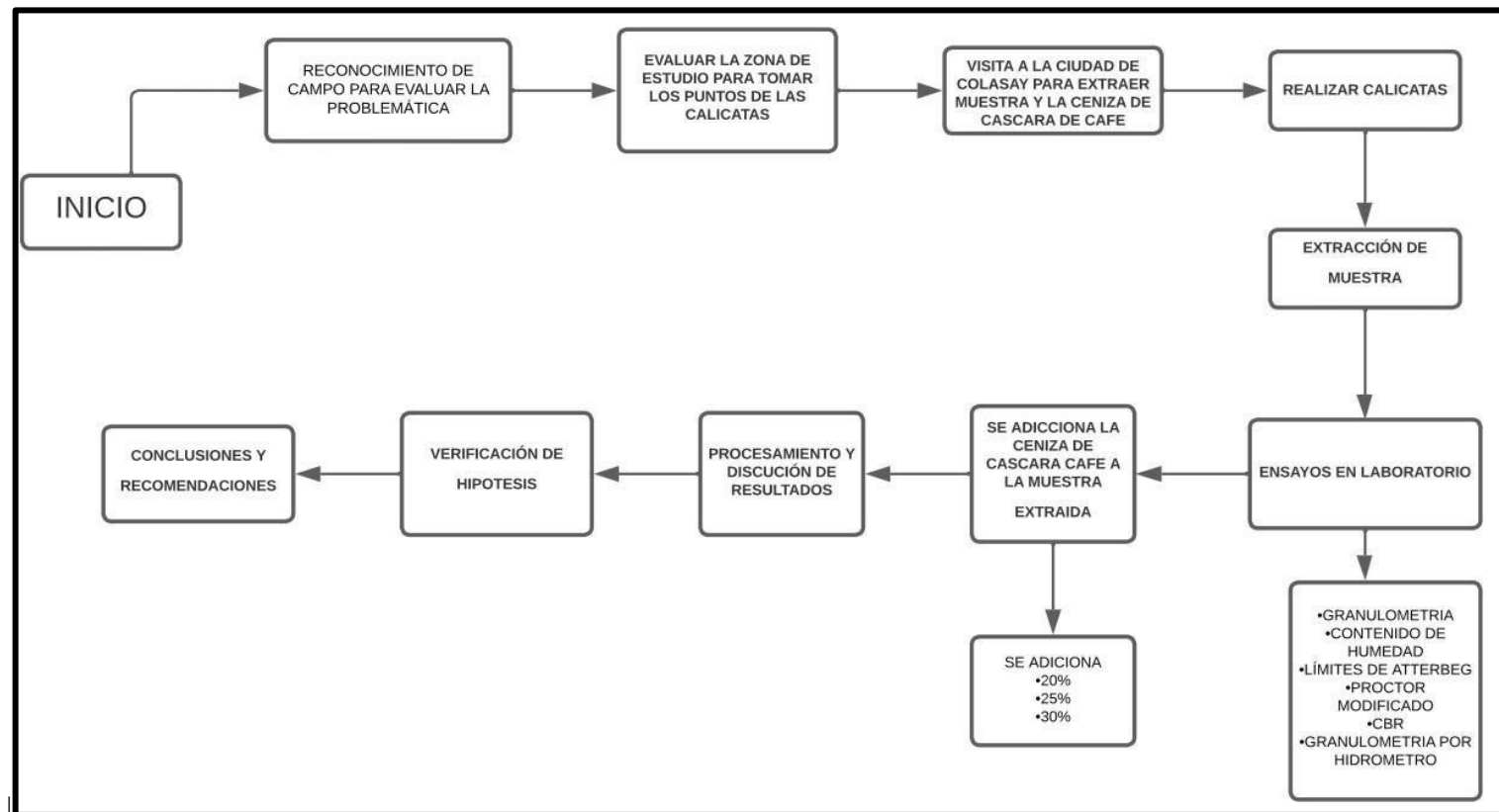


Tabla 6. Sucesión para demostrar la hipótesis

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO	RANGOS
Independiente	ADICION DE CENIZA DE CAFÉ	CENIZA DE CAFÉ	Cant. De Ceniza De Café	% en peso	Balanza Elec.Aproximación a 0.1 g	20,25,30
Dependiente	Mejora de propiedades físicas y mecánicas de un suelo arcilloso de diferentes plasticidades	Propiedades fisico-químicas	Contenido de Humedad	%	Ensayo de contenido de humedad NTP 339.127	-
			Plasticidad	%	Ensayo para determinar LL,LP e Ip NTP 339.129	-
			Contenido de sales	%	Ensayo de sales solubles totales en suelos (NTP 339.152/MTC E219)	-
			% de arcillas o limos	%	Ensayo de Granulometrico por Hidrometro ()	-
			Tamaño de partículas	mm	Ensayo Granulometrico NTP 339.128	-
		Propiedades Mecánicas	% Optimo contenido de Humedad	% de peso	Ensayo de Proctor Modificado NTP 339.141	-
			índice de CBR	%	Ensayo CBR MTC E132/ASTM D 1883	-

Tabla 7.Tabla de operacionalización

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
INTERVINIENTE	Diámetro de ceniza de Café	mm	<0.590mm Tamiz N° 30)

Tabla 8. Tabla de variable interviniente

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Material de estudio

La investigación usará muestra de suelo las cuales serán extraída por las calitas que se realizarán en la zonza de estudio a diferentes puntos, con el fin de estabilizarla con la influencia de ceniza de cascará de café y esta contará con la realización de ensayos en laboratorio bajo la Normal Técnica Peruana. La cascara de café, se obtiene en temporadas de campaña de café, por consecuencia los agricultores desechan está cascara y no es aprovechada.

Técnica e instrumento

Se basará en la recopilación de los resultados mediante desarrollo empírico obtenidos a través de los ensayos en el laboratorio con respecto a la Norma Técnica Peruana. Asimismo, la interpretación de resultados de cada ensayo.

Ensayos a realizar

SUELO ARCILLOSO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ensayo Granulométrico por tamizado (NTP 339.128 / MTC E 107 / ASTM D422) ✓ Ensayo de Contenido de Humedad (NTP 339.127) ✓ Ensayo de Granulometrico por Hidrometro (ASTM D421-58) ✓ Ensayo de límite líquido y límite plástico (NTP 339.129) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Clasificación SUCS y AASHTO ✓ Ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141) ✓ Ensayo CBR (MTC E 132 /ASTM D 1883)
Ceniza de cascara de café (CCDC)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ensayo de Fluorescencia y difracción de rayos X
SUELO ESTABILIZADO CON CENIZA DE CASCARA DE CAFÉ (CCDC)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ensayo de límite líquido y límite plástico (NTP 339.129) ✓ Ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141) ✓ Ensayo CBR (MTC E 132 /ASTM D 1883)

Tabla 9. Tabla de ensayos

METODOLOGÍA

Para la presente investigación evaluaré como el insumo de ceniza de cascara de café estabiliza la subrasante arcillosa. Se realizará un análisis para determinar cuánto porcentaje contienen, ya que como insumo debe contener sílice y otros elementos beneficiosos, la cual con los porcentajes que propuesto (20,25 y 30%), verificaremos el proceso mediante ensayos de laboratorio, siguiendo la norma MTC.

MUESTRA	ENSAYOS	N° ENSAYOS	CALICATAS			TOTAL
			C1	C2	C3	
SUELO ARCILLOSO	Ensayo Granulométrico por tamizado (NTP 339.128 / MTC E 107 / ASTM D422)	1	1	1	1	3
	Ensayo de Contenido de Humedad (NTP 339.127)	1	1	1	1	3
	Ensayo de Granulométrico por Hidrometro (ASTM D421-58)	1	1	1	1	3
	Ensayo de límite líquido y límite plástico (NTP 339.129)	1	1	1	1	3
	Ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141)	1	1	1	1	3
	Ensayo CBR (MTC E 132 / ASTM D 1883)	1	1	1	1	3
	Sales Solubles NTP 339.152	1	1	1	1	3
	Gravedad específica NTP 339.131	1	1	1	1	3
Ceniza de cascara de café (CCDC)	Ensayo de Fluorescencia y difracción de rayos X	1				1
SUELO ESTABILIZADO CON CENIZA DE CASCARA DE CAFÉ (CCDC)			ADICIÓN			
	Ensayo de límite líquido y límite plástico (NTP 339.129)	1	1	1	1	3
	Ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141)	3	1	1	1	3
	Ensayo CBR (MTC E 132 / ASTM D 1883)	6	18	18	18	54
TOTAL						85

Tabla 10. Ensayos a realizar

PROCESAMIENTO DE DATOS

Se empleará el software Excel como instrumento para el procesamiento de la información con respecto a la influencia de la ceniza de cascara de café. Se desarrollará formatos los cuales tenga un registro para los datos obtenidos de los ensayos en laboratorio y así poder analizar los resultados a través de gráficos o histogramas.

PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN EJECUCIÓN DE CALICATAS.

Se inicio con una inspección a campo para así poder reconocer de manera visual en qué condiciones se encontraba la zona de estudio, observando así presencia de arcillas generando problemas para población ya que siendo una zona rural las lluvias son de manera constante y esto dificulta el paso de pobladores, así como de camiones, carros, motos lineales, etc. Al tener en cuenta el problema localizado seleccionaré un tramo de estudio para realizar los estudios correspondientes. Se realizo 3 calicatas en el tramo seleccionado para así extraer la muestra , colocándolas en sacos para almacenarlas.

Primera calicata



Imagen 2. Calicata 01

PROFUNDIDAD	ESTRATO	DESCRIPCION	SUCS	AASHTO	HUMED.	L.L.	L.P.	I.P.	SALES	IDENTIFIC.
0.00										
0.10	0.10	-			-	-	-	-	-	
0.20										
0.30										
0.40										
0.50										
0.60										
0.70										
0.80										
0.90	1.50	M-1	CL	A-6 (7)	20.38	32	19	12	0.14	
1.00										
1.10										
1.20										
1.30										
1.40										
1.50										
1.60										

Imagen 3. Perfil Estratigráfico C01

Segunda calicata.



Imagen 4 Calicata 02

ENSAYO DE CONTENIDO HUMEDAD

NORMA: MTC E-108

Seleccionaremos nuestras muestras una vez hecho el cuarteo, la muestra irá en taras la cual primeramente lo pesaremos sin material y luego registrar el espeso con material. Seguidamente es colocar las taras en el horno eléctrico a una temperatura que se mantiene constante de 110 C° alrededor de 24 horas, esto se realiza para la pérdida de peso por el secado es estimado como el peso de agua. Se retira las taras después del tiempo establecido y registraremos el peso seco ,posterior a ello registraremos los datos obtenidos para calcular nuestro contenido de humedad . Se calcula mediante la siguiente formula



Imagen 8. Ensayo de Contenido de Humedad





Imagen 10. Ensayo de Contenido de Humedad

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: MTC E-107

Para realizar este ensayo debemos obtener nuestra muestra para así pasarlo por los tamices establecidos por las normas y así anotar los resultados del peso retenido por cada tamiz de diferente tamaño. Cada muestra que queda en los tamices será posteriormente pesada, seguidamente se tomará en cuenta todos los resultados de los pesos retenidos para así registrar la sumatoria para así igual al peso inicial.



Imagen 11. Ensayo de Análisis Granulométrico



Imagen 12. Ensayo de Análisis Granulométrico



Imagen 13. Ensayo de Análisis Granulométrico

LÍMITE LÍQUIDO

NORMA: MTC E-110

En este ensayo usaremos nuestra muestra saturada, para que así colocarlo en la cuchara de Casagrande y está a su misma vez debe estar calibrada, a continuación, con la ayuda de una ranura realizaremos un corte en el centro. Comenzaremos a rotar la manija y registrando la cantidad de golpes la cual la ranura se llegará abrir con los golpes dados, tener en cuenta que para los golpes no puede exceder estipulado por la norma: Primera parte de 30 a 40 golpes, segunda parte 20 a 30 goles, tercer parte 10 a 20 goles y la última cuarta parte 4 a 10 golpes.



Imagen 14. Ensayo de Límite Líquido



Imagen 15. Ensayo de Límite Líquido



Imagen 16. Ensayo de Límite Líquido

LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

NORMA: MTC E-11

Para este ensayo se toma la muestra para realizar con la ayuda de la palma de nuestra mano así realizar barritas en una superficie lisa, teniendo en cuenta que éstas no se pueden romper y de medida de 3mm. Una vez tengamos nuestras barras las colocaremos en una tara para después llevarlas al horno por 24 a una temperatura de 110 °C, luego del tiempo estipulado se pesará para calcular. Este procedimiento permite que indique el grado de contenido de humedad en el cual un suelo permanece en estado plástico.



Imagen 17. Ensayo de Límite Plasticidad



Imagen 18. Ensayo de Límite Plástica

PROCTOR MODIFICADO

NORMA: E-115

Implica compactar la muestra para así obtener la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco, este procedimiento se realiza en un molde y con un martillo de Proctor se deja caer libre desde una altura establecida la cual compactara. La compactación se hará por capas de 5 y se apisonará con 25 golpes. Se anotará los resultados.



Imagen 19. Ensayo de Proctor Modificado



Imagen 20. Ensayo de Proctor Modificado



Imagen 21. Ensayo de Proctor Modificado



Imagen 22. Ensayo de Proctor Modificado

SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).**NORMA: MTC-132**

Para el procedimiento del siguiente ensayo se tendrá en cuenta las 3 calicatas que hemos realizado, con la finalidad de obtener la densidad del suelo seco compactado y también el porcentaje de expansión. Ya realizado el ensayo se procederá a realizar la penetración con la ayuda del cronometro así obtener resultados.



Imagen 23. Ensayo de Soporte de California



Imagen 24. Ensayo de Soporte de California



Imagen 25. Ensayo de Soporte de California

ENSAYO QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

El ensayo fue realizado en el laboratorio de la “Universidad Nacional de Trujillo”, Trujillo, Perú. Teniendo como objetivo de manera analítica la composición química de la muestra ensayada, está en expuesta a radiación la cual la misma arroja electrones de la capa interna del átomo y electrones de su capa externa. Se uso 500gr de ceniza de cáscara de café para ser ensayadas y así poder obtener sus resultados.

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

NORMA: MTC-132

Se realizará el ensayo verificando que la muestra a utilizar esta seca para así poder pesarla, también se pesará las fiolas a utilizar. Coloremos la muestra en la fiola junto con agua destilada y procedemos a moverlas por unos minutos, para después colocarlas en la olla de vacíos y esperar para obtener los resultados.



Imagen 26. Olla de Vacíos



Imagen 27. Ensayo de Gravedad Especifica



Imagen 28. Ensayo de Gravedad Especifica

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ.

Se indagará donde en el lugar donde se extraerá el insumo (cáscara de café)



Imagen 29. Visita de Campo



Imagen 30. Visita de Campo



Imagen 31. Planta de Café

Teniendo la cáscara de café verificaremos si el insumo de encuentra óptimo para colocarlo en horno, en este caso se secó al aire libre.



Imagen 32. Cáscara de Café

Se colocará el insumo en el horno, usando un mechero para quemar la cáscara de café y tendremos encuentra la temperatura.



Imagen 33. Cáscara de Café en horno



Imagen 34. Cáscara de Café en horno



Imagen 35. Cáscara de Café en horno



Imagen 36. Cáscara de Café en horno

Controlaremos la temperatura con la ayuda una pistola infrarroja, mientras el insumo se encuentra en el horno en el tiempo que se tome verificaremos la temperatura en el enfriamiento lento y temperatura constante.



Imagen 37. Control de quemado de cáscara de Café



Imagen 38. Control de quemado de cáscara de Café



Imagen 39. Pistola Infrarroja

Luego de que se el insumo se haya calcinado por completo, retiramos del horno para almacenarlo en sacos para consiguiente tamizarlo por N°40.

Por último, clasificaremos la ceniza de cáscara de café según está estipulado la norma ASTM CC618.

Resultados y discusión

Los ensayos realizados correspondientes se extrajeron en campo de 3 calicatas, de tal modo se desarrolló los ensayos: contenido de humedad, granulometría por tamizado, contenido de sales solubles totales, límites de consistencia, densidad específica, Proctor modificado, relación de soporte de california (CBR), dando como resultados:

CONTENIDO DE HUMEDAD

Teniendo en cuenta la norma MTC E-108, obtendremos la relación entre el peso del agua con respecto a los sólidos, evidenciándose:

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	HUMEDAD (%)
C - 01	M-01	1.00m - 1.50m	20.38
C - 02	M-01	1.00m - 1.50m	21.38
C - 03	M-01	1.00m - 1.50m	19.57

Tabla 11. Contenido de Humedad

- El porcentaje de humedad más alto es de la calicata C-02 con 21.38% y más bajo es de la calicata c-03 con 19.57%.

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO -MUESTRA NATURAL

Según lo referido la norma N.T.P 399.128.1999

UBICACIÓN	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
				% Grava	% Arena	% Arcilla y Limo
Km 0+600	C - 01	M-01	1.00m - 1.50m	0.00	16.20	66.80
Km 3 + 240	C - 02	M-01	1.00m - 1.50m	0.00	29.50	70.50
Km 5 + 500	C - 03	M-01	1.00m - 1.50m	0.00	17.90	82.10

Tabla 12. Análisis Granulométrico por tamizado

- Calicata 01

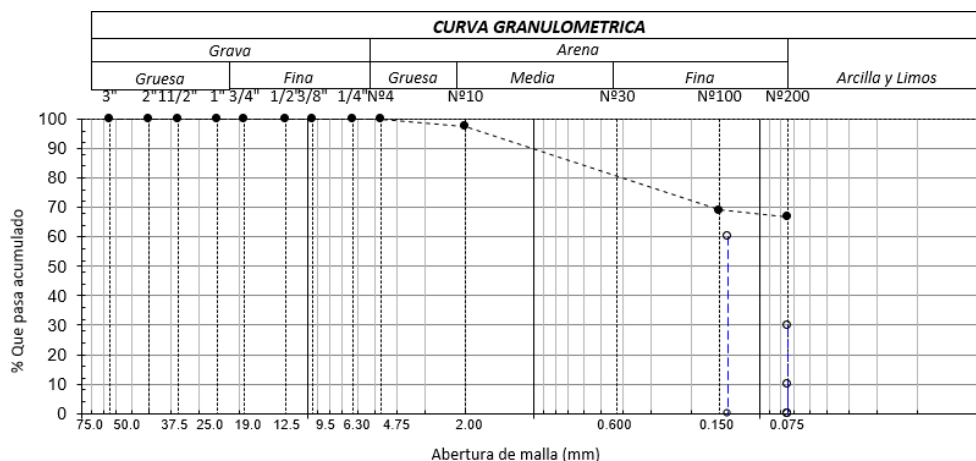


Gráfico 1. Curva Granulométrica Calicata -02

- Calicata 02

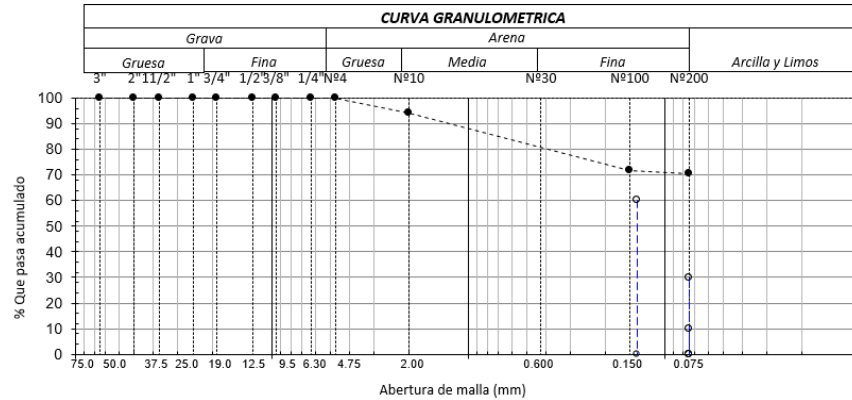


Gráfico 2. Curva Granulométrica Calicata-02

- Calicata 03

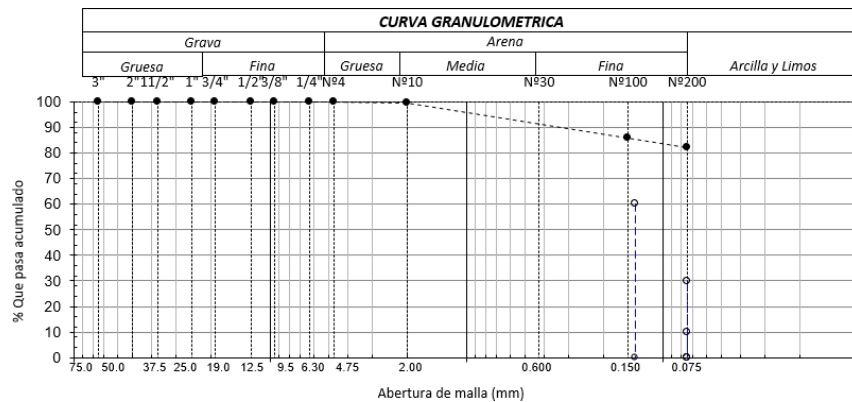


Gráfico 3. Curva Granulométrica Calicata-03

Según el análisis granulométrico que realice se puede obtener son arcillas teniendo porcentajes de arena según los gráficos obtenidos.

GRANULOMETRÍA POR HIDROMETRÍA -MUESTRA NATURAL

Se realiza el ensayo para determinar la granulometría por hidrometría de la muestra de suelo natural, como resultado en la tabla n°13.

Calicata 01

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	D(mm)	% QUE PASA
C-01	M-01	1.00m-1.50m	0.0398	99.28
			0.0296	73.35
			0.0216	58.12
			0.0155	51.12
			0.0115	44.54
			0.0082	38.37
			0.0059	32.61
			0.0042	27.27
			0.0030	27.27
			0.0024	27.27
			0.0017	27.27
0.0012	27.27			

Tabla 13. Análisis Granulométrico por hidrómetro

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	D(mm)	% QUE PASA
C-02	M-02	1.00m-1.50m	0.045	45.91
			0.0318	45.91
			0.0228	39.02
			0.0161	39.02
			0.0119	32.63
			0.0084	32.63
			0.0060	26.73
			0.0043	26.73
			0.0031	21.23
			0.0025	21.23
			0.0018	21.23
			0.0012	21.23

Tabla 14. Análisis Granulométrico C02

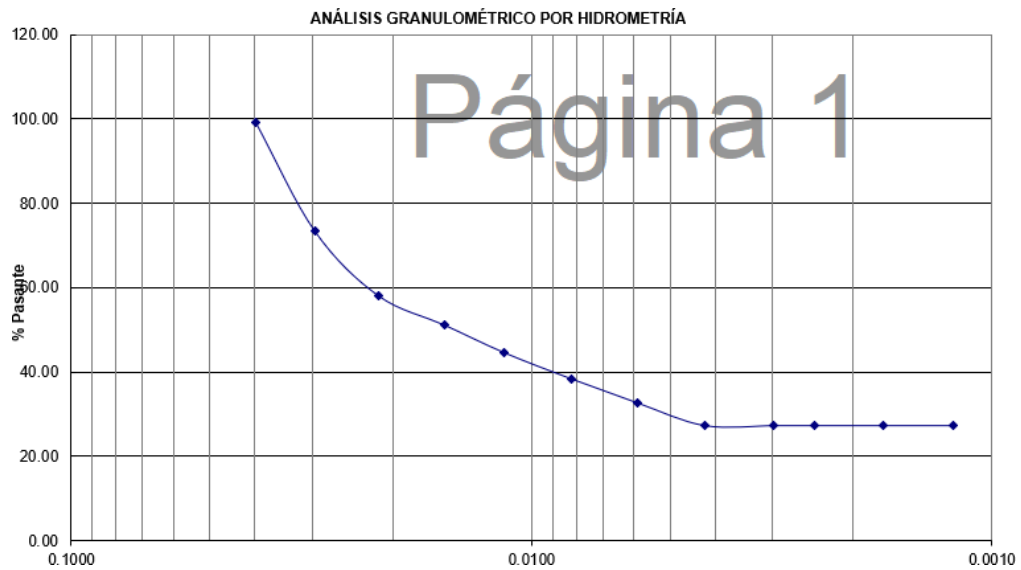


Gráfico 4. Curva Granulométrica por hidrómetro

- **Calicata 02**

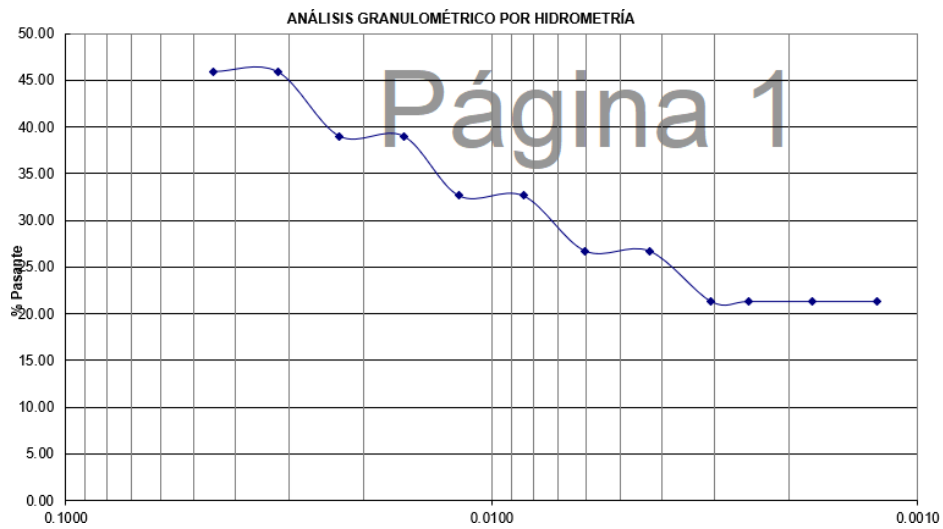


Gráfico 5. Curva Granulométrica Calicata 02

- **Calicata 03**

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	D(mm)	% QUE PASA
C-03	M-03	1.00m-1.50m	0.0405	92.3
			0.0296	75.03
			0.0212	67.03
			0.0115	52.3
			0.0115	45.56
			0.0082	39.25
			0.0059	33.36
			0.0042	33.36
			0.0030	27.27
			0.0024	27.27
			0.0017	27.27
0.0012	27.27			

Tabla 15. Análisis Granulométrico por Hidrómetro Calicata 03

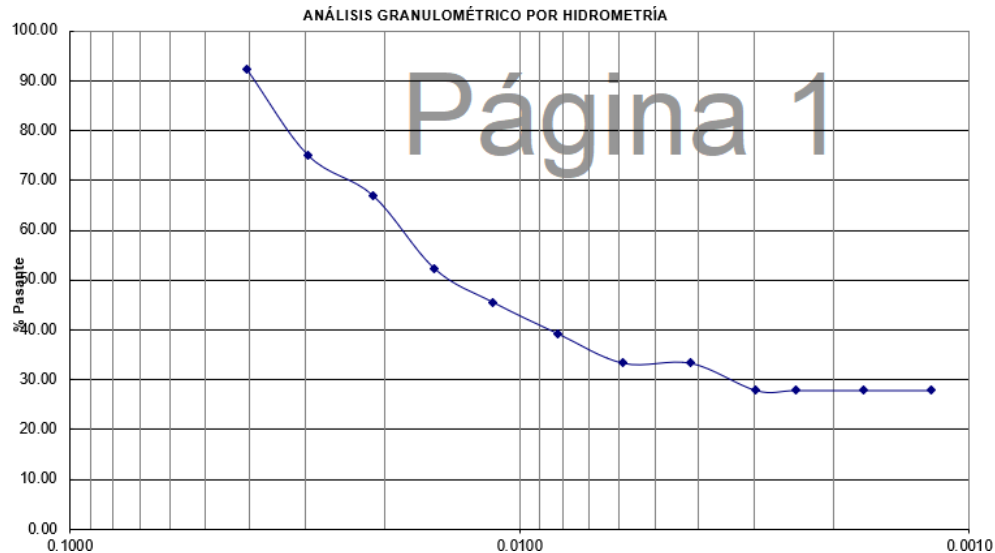


Gráfico 6. Curva Granulométrica C03

Según los resultados brindando por el ensayo nos indica, que la mayor cantidad es conformada de limo-arenas, siendo un porcentaje menor las arcillas.

LÍMITES CONSISTENCIA- MUESTRA NATURAL

Establecido por la normal MTC E-110 y MTC E-111, obtendremos los resultados de las humedades para las cuales los suelos pasa a diferentes consistencias en la siguiente tabla:

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	LÍMITES		
			LIQUIDO (%)	PLÁSTICO (%)	IP(%)
C - 01	M-01	1.00m - 1.50m	31.80	19.40	12
C - 02	M-01	1.00m - 1.50m	28.40	15.90	12.5
C - 03	M-01	1.00m - 1.50m	33.20	20.30	13

Tabla 16. Límites de Consistencia-Muestra Natural.

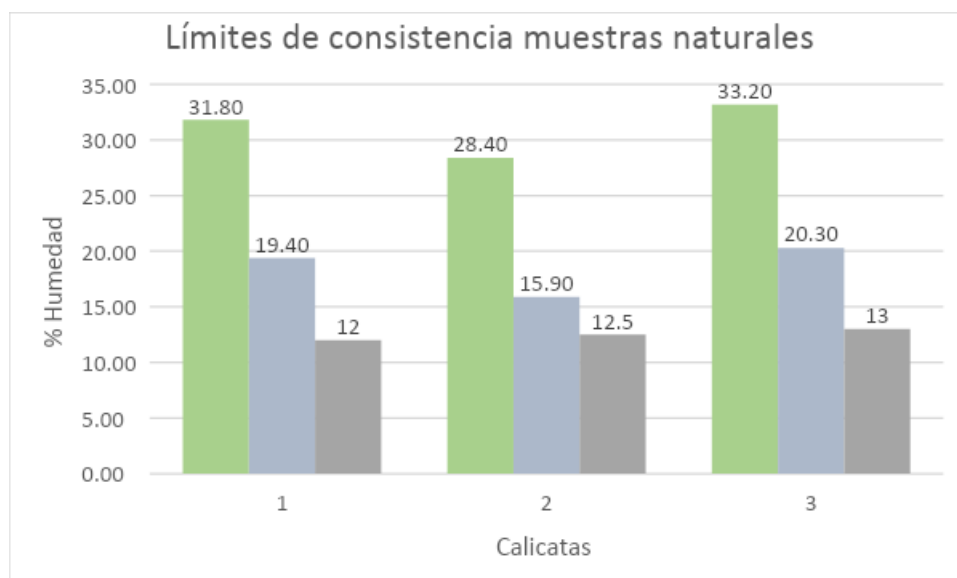


Gráfico 7. Límites de Consistencia-Muestra Natural

Apreciamos en los resultados que nuestro índice de plasticidad más alto es de la calicata 03 con 13%

CLASIFICACIÓN DE SUELO – MUESTRA NATURAL

Obteniendo los resultados brindados por los ensayos de granulometría, límites de consistencia, se procedió a clasificar las muestras naturales, teniendo en cuenta AASHTO y SUCS.

Calicata	Muestra	Prof.(m)	AASHTO	SUCS
C-01	M-01	1.5	A-6(7)	CL
C-02	M-02	1.5	A-6(8)	CL
C-03	M-03	1.5	A-6(9)	CL

Tabla 17. Clasificación de Suelo

Según la clasificación de nuestra muestra natural, el material a usar es un suelo arcilloso de baja plasticidad.

GRAVEDAD ESPECIFICA

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	PESO ESPECIFICO
C – 01	M-01	1.00m – 1.50m	2.646
C – 02	M-01	1.00m – 1.50m	2.615
C – 03	M-01	1.00m – 1.50m	2.634

Tabla 18. Gravedad Especifica

Nuestro peso específico para las 3 calicatas varía en lo mínimo.

CONTENIDO DE SALES

UBICACIÓN	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SALES SOLUBLES TOTALES
Km 0+600	C – 01	M-01	1.00m – 1.50m	1.52%
Km 3 + 240	C – 02	M-01	1.00m – 1.50m	1.87%
Km 5 + 500	C – 03	M-01	1.00m – 1.50m	1.40%

Tabla 19. Contenido de sales

La calicata con más cantidad de sales según los resultados obtenidos sería la calicata 02 con 1.87%.

PROCTOR MODIFICADO – MUESTRA NATURAL

Rigiéndose de la norma MTC E-115, obtendremos contenido de humedad del suelo con el fin de generar su máxima densidad seca, obteniendo los siguientes resultados.

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/m ³)
C-01	M-01	1.00m – 1.50m	11	1.76
C-02	M-01	1.00m – 1.50m	9.5	1.76
C-03	M-01	1.00m – 1.50m	11.59	1.75

Tabla 20. Ensayo de Proctor Modificado-Muestra Natural

Calicata 01

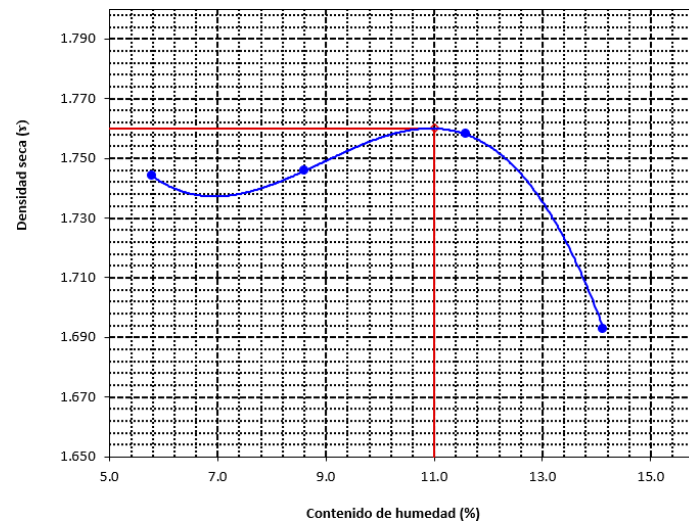


Gráfico 8. Curva de Proctor Modificado Calicata 01

Calicata 02

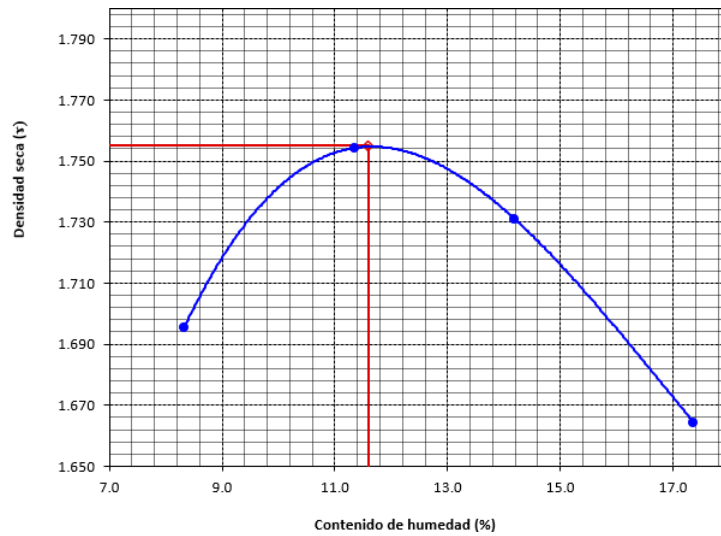


Gráfico 9. Curva de Proctor Modificado Calicata 02

Calicata 03

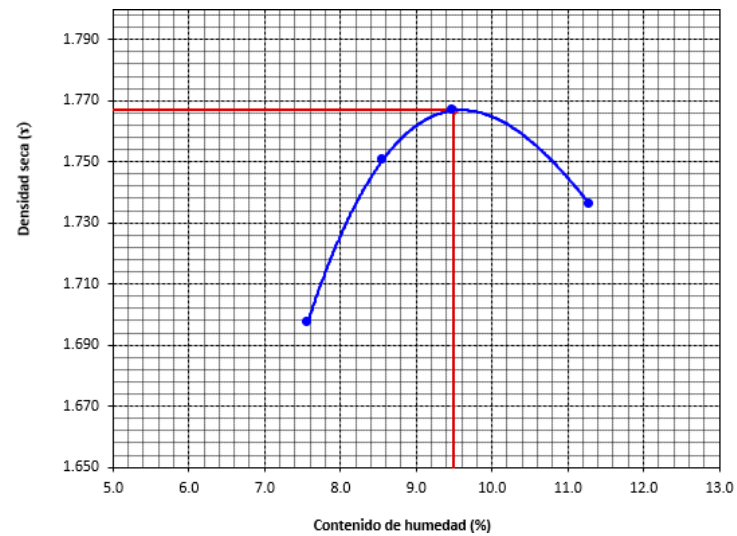


Gráfico 10. Curva de Proctor Modificado Calicata 03

En la tabla podemos observar que obtiene poca variación con respecto al contenido de humedad y así mismo para su máxima densidad seca.

SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) -MUESTRA NATURAL.

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CBR AL 95% M.D.S	CBR AL 100% M.D.S
C - 01	M-01	1.00m - 1.50m	3.12	4.09
C - 02	M-01	1.00m - 1.50m	3.18	4.13
C - 03	M-01	1.00m - 1.50m	3.43	4.92

Tabla 21. Soporte de California (CBR)

C-01

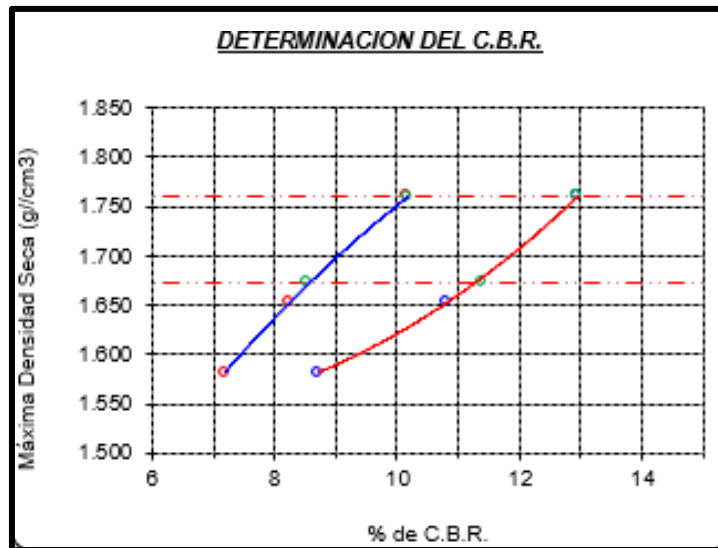
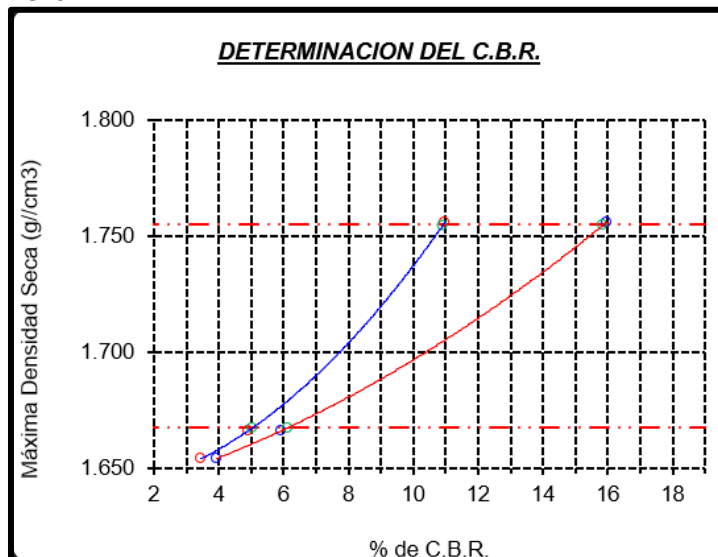


Gráfico 11. Soporte de California Calicata 01

C-02



C-03

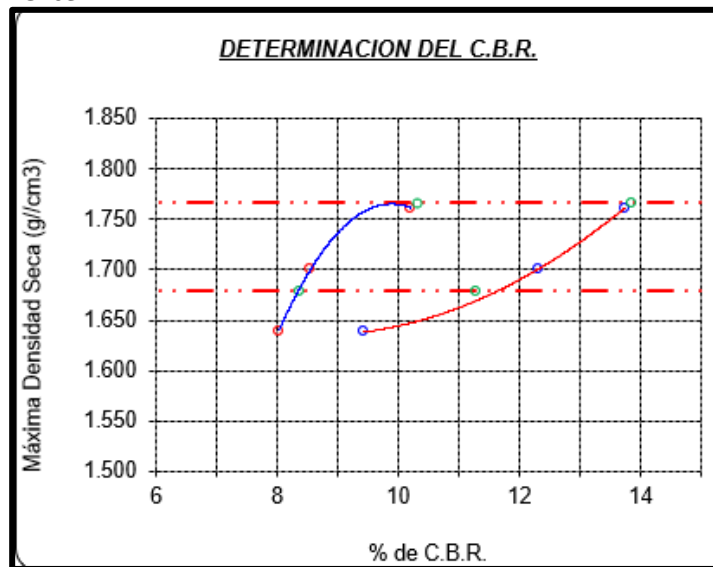


Gráfico 13. Soporte de California Calicata 03

Como se observa en la tabla, las muestras ensayadas obtienen un CBR <6%, por lo cual, es una característica que indica que se necesita un mejoramiento de este.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ

El proceso de obtención de la ceniza de cáscara de café, fueron obtenidos por medio del quemado de la cáscara de café y tamizado. Para lo cual será usado en los ensayos de Límites de consistencia, Proctor Modificado, Cbr y para saber su composición química por medio de Fluorescencia de Rayos X, obteniendo los resultados:

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Dióxido de Silicio	22.89
Oxido de Calcio	31.18
Trióxido de Aluminio	13.65
Trióxido de Hierro	1.76
Oxido de Potasio	9.87
Oxido de Magnesio	1.52
Pentóxido de Fosforo	3.14
Oxido de Cobre	0.19
Trióxido de Azufre	<0.01
Oxido de Zinc	0.048
Oxido de Magnesio	0.029
Pérdida por Quemado	15.72

El ensayo compró que tiene 2 principales porcentajes para estabilizar suelos arcillosos contiene Dióxido de Silicio con un porcentaje de 22.89% , lo cual lo vuelve fundamental para que pueda funcionar como un estabilizante frente a los suelos arcilloso, así mismo cuenta con oxido de Calcio con un porcentaje de 31.18%, sienta este también primordial. En la tabla podemos observar que contiene otros componentes químicos que juegan un papel muy importante.

Clasificando la ceniza de cáscara de café siendo esta una puzolana natural está clasificada en Clase .

ENSAYO DE MUESTRA EXPERIMENTAL:

Los ensayos a desarrollar serán: límites de consistencia, Proctor modificado, relación de soporte de california (CBR), dando como resultados:

LÍMITES CONSISTENCIA- MUESTRA EXPERIMENTAL C1, C2 Y C3

Podemos apreciar los resultados obtenidos en las tablas y así mismo en a grafica

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	LÍMITES		
			LIQUIDO (%)	PLÁSTICO (%)	IP(%)
C – 01+20%	M-01	1.00m – 1.50m	27.9	20.6	7.3
C – 02+20%	M-01	1.00m – 1.50m	37.1	22.1	15
C – 03+20%	M-01	1.00m – 1.50m	33	17.7	15.4

Tabla 22. Límites Consistencia-Muestra Experimental

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	LÍMITES		
			LIQUIDO (%)	PLÁSTICO (%)	IP(%)
C – 01+25%	M-01	1.00m – 1.50m	35.3	20.8	14.5
C – 02+25%	M-01	1.00m – 1.50m	36.9	22.7	14.1
C – 03+25%	M-01	1.00m – 1.50m	33.5	12.5	21

Tabla 23. Límites Consistencia-Muestra Experimental

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	LÍMITES		
			LIQUIDO (%)	PLÁSTICO (%)	IP(%)
C – 01+30%	M-01	1.00m – 1.50m	33.9	15.8	18.1
C – 02+30%	M-01	1.00m – 1.50m	30.5	19.5	11
C – 03+30%	M-01	1.00m – 1.50m	37.8	16.7	21.1

Tabla 24. Límites Consistencia-Muestra Experimental

Podemos observar en las tablas como ha variado las muestras con adición del insumo, habiendo cambios en cada uno de los porcentajes. Siendo el 30% el que mayor y el 20 % para plástico.

PROCTOR MODIFICADO- MUESTRA EXPERIMENTAL C1,C2 Y C3

Podemos apreciar los resultados obtenido luego de realizar el ensayo de la muestra patrón con la influencia de ceniza de cascara de café

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/m ³)
C – 01+20%	M-01	1.00m – 1.50m	22.2	1.65
C – 02+20%	M-01	1.00m – 1.50m	16.57	1.87
C – 03+20%	M-01	1.00m – 1.50m	15.13	2.03

Tabla 25. Proctor Modificado- Muestra Experimental

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/m ³)
C – 01+25%	M-02	1.00m – 1.50m	11.9	1.74
C – 02+25%	M-02	1.00m – 1.50m	16.40	1.71
C – 03+25%	M-02	1.00m – 1.50m	15.20	1.82

Tabla 26. Proctor Modificado- Muestra Experimental

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/m ³)
C – 01+30%	M-03	1.00m – 1.50m	16.57	1.74
C – 02+30%	M-03	1.00m – 1.50m	16.43	1.68
C – 03+30%	M-03	1.00m – 1.50m	16.13	1.72

Tabla 27. Proctor Modificado- Muestra Experimental

El porcentaje óptimo para contenido de humedad lo obtuvo 30% con la calicata 1 con un resultado 16.57% y para la máxima densidad seca el porcentaje más optimo 20% con un resultado 2.03%.

Gráficos de muestra patrón influencia por CCF con los porcentajes propuestos.

C1+20%

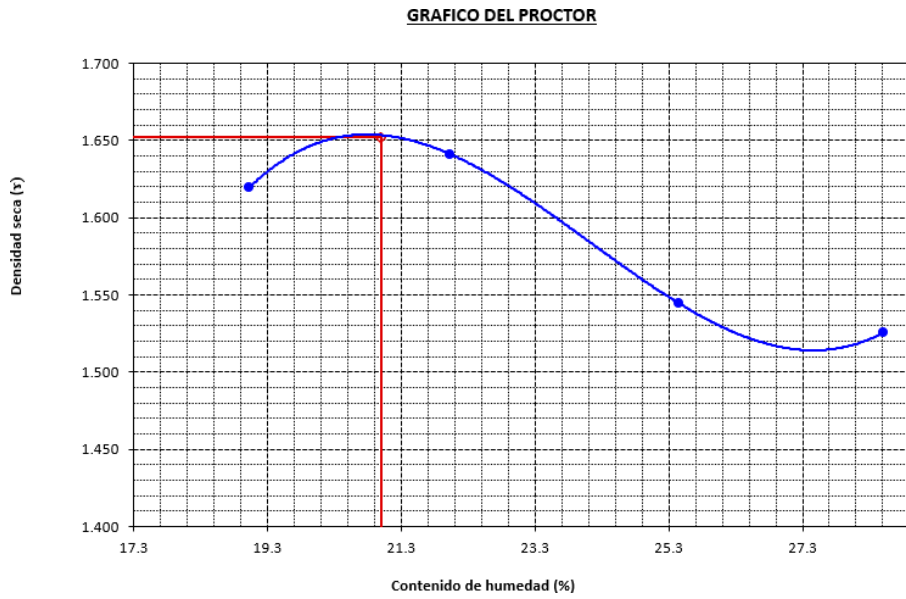


Gráfico 15 Ensayo de Proctor C1+20%

C1+25%

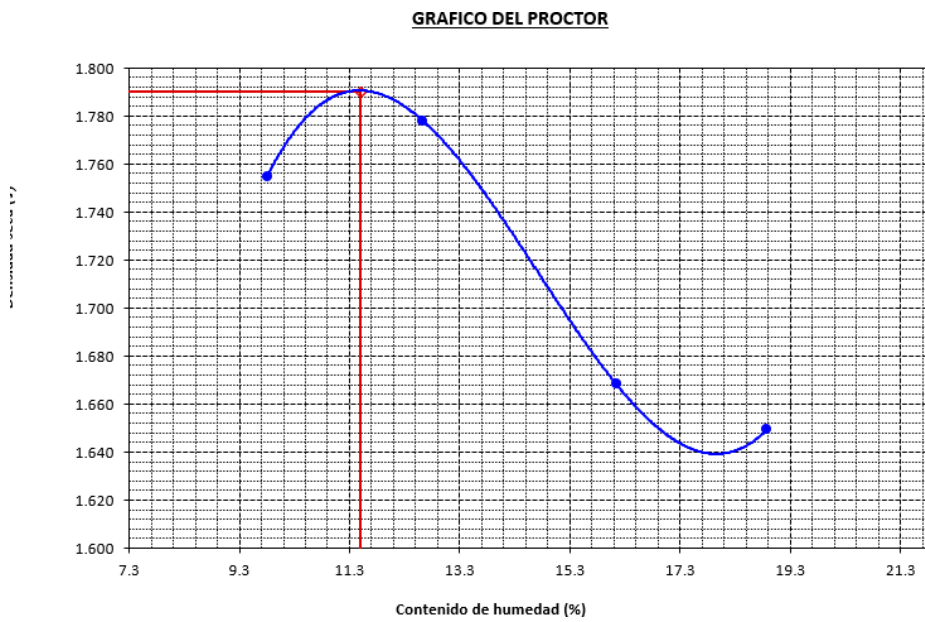


Gráfico 16. Ensayo de Proctor C1+25%

C1+30%

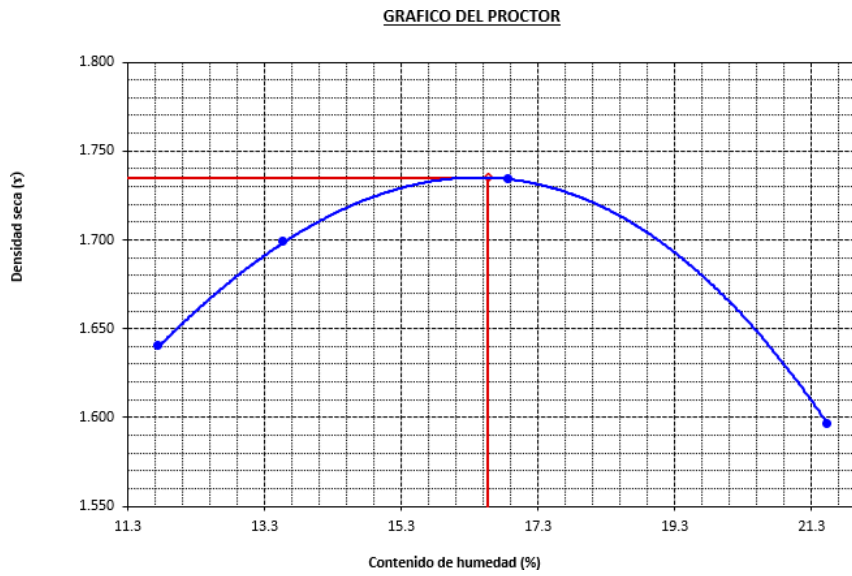


Gráfico 17. Ensayo de Proctor C1+30%

C2+20%

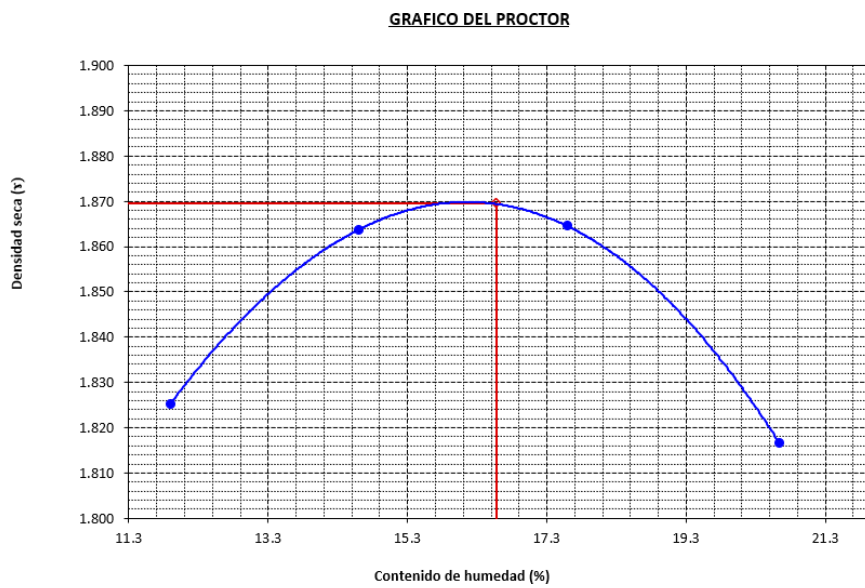


Gráfico 18. Ensayo de Proctor C2+20%

C2+25%

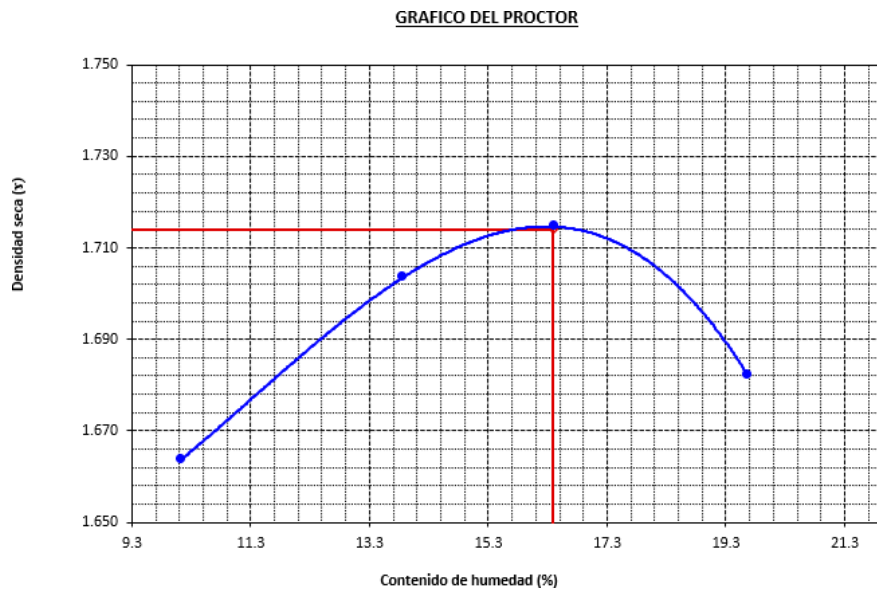


Gráfico 19. Ensayo de Proctor C2+25%

C2+30%

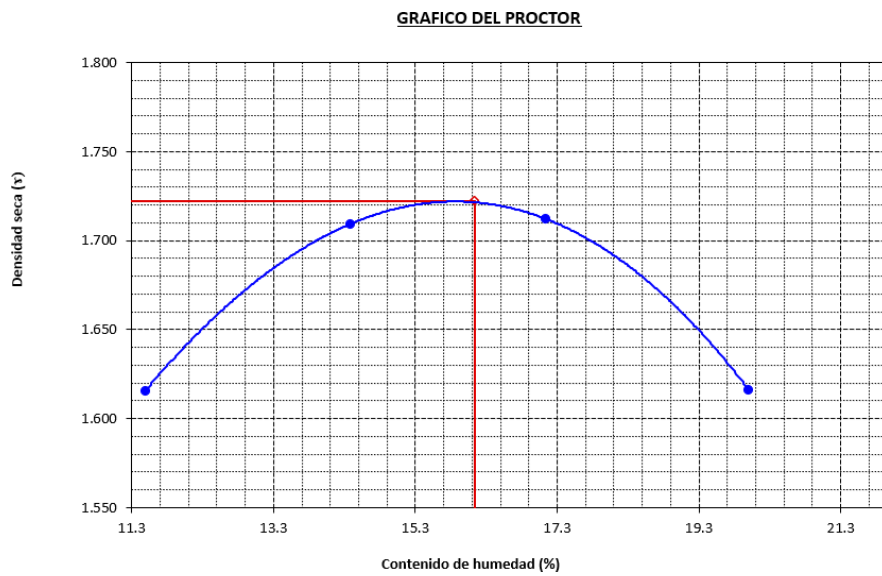


Gráfico 20. Ensayo de Proctor C2+30%

C3+20%

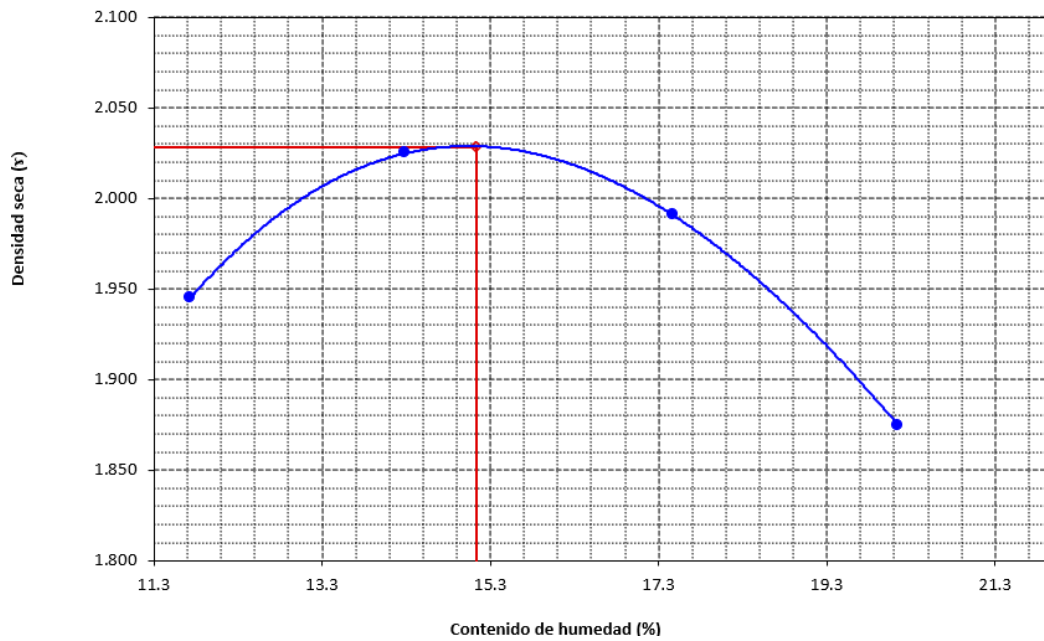
GRAFICO DEL PROCTOR

Gráfico 21. Ensayo de Proctor C3+20%

C3+25%

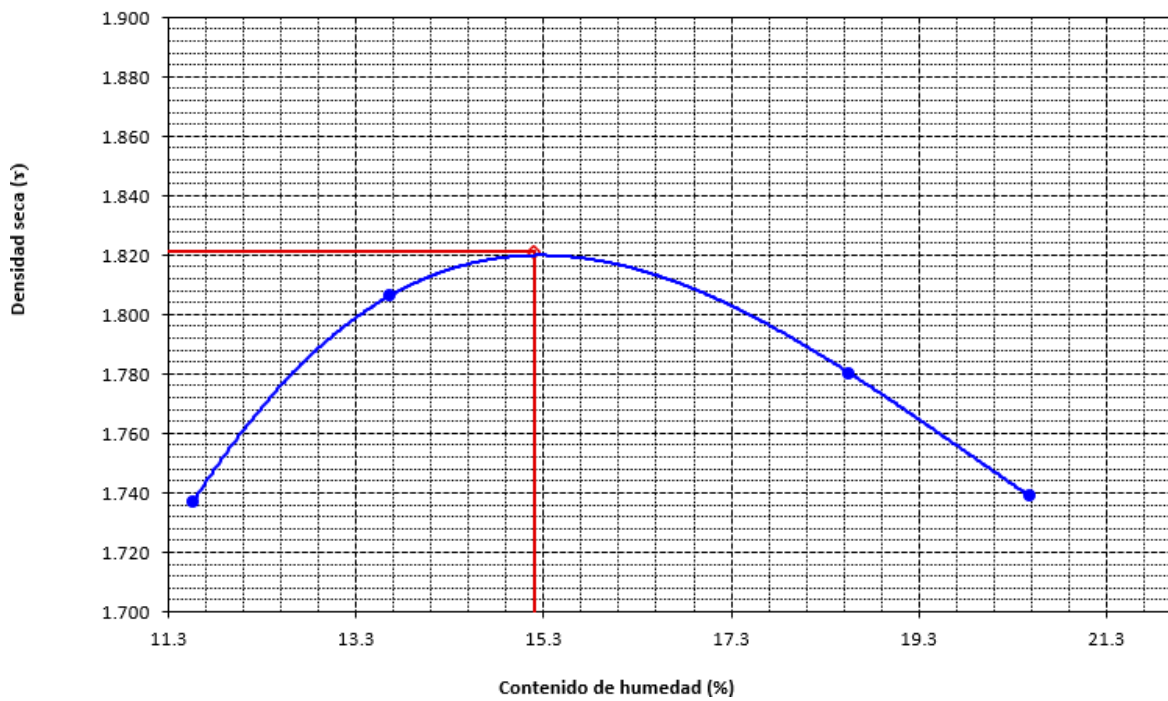
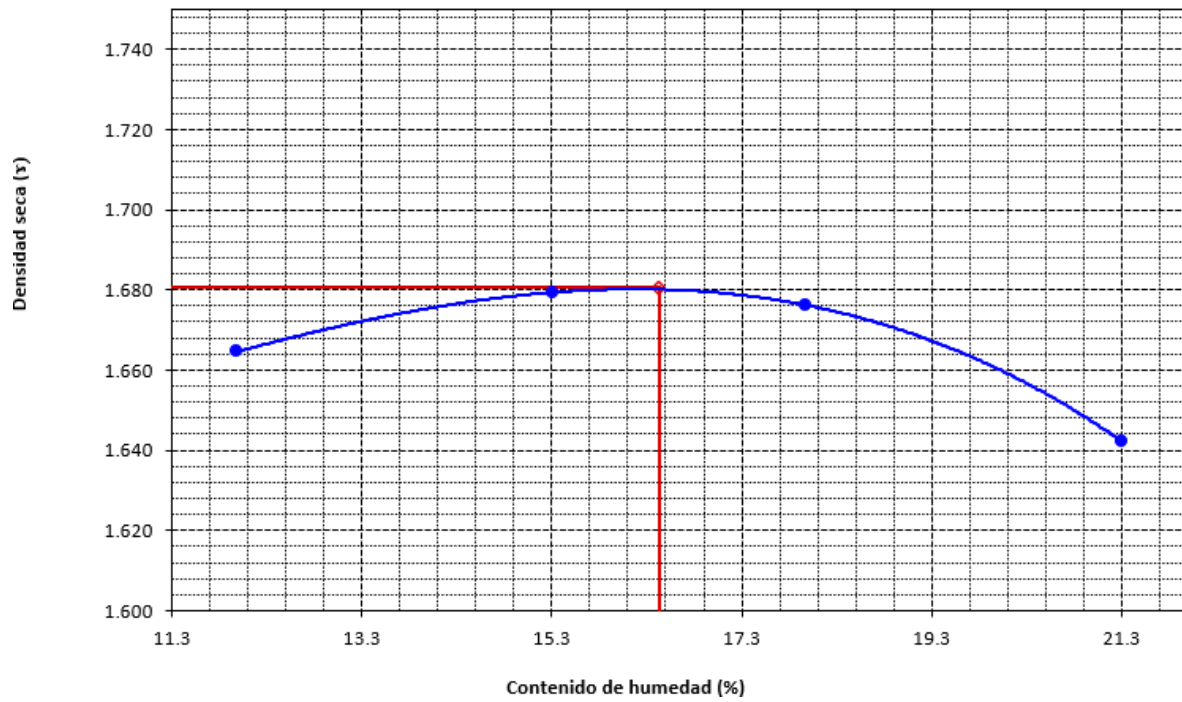
GRAFICO DEL PROCTOR

Gráfico 22. Ensayo de Proctor C3+25%

C3+30%

GRAFICO DEL PROCTOR*Gráfico 23. Ensayo de Proctor C3+30%*

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA – MUESTRA EXPERIMENTAL C1, C2 Y C3

CALICATA	PORCENTAJE DE ADICIÓN	PROFUNDIDAD	MDS	OCH	CBR PROMEDIO AL 95%	DESVIACION ESTANDAR DEL CBR AL 95%
C-01	0.0%	0.10m – 1.50m	1.659	10.70		
	20.0%		1.705	14.40	28.33	5.99
	25.0%		1.699	13.10	33.00	4.86
	30.0%		1.680	16.43	39.83	4.31
C-02	0.0%	0.10m – 1.50m	1.780	13.43		
	20.0%		1.738	13.43	20.67	6.31
	25.0%		1.705	14.40	32.83	6.43
	30.0%		1.527	21.98	30.17	3.97
C-03	0.0%	0.10m – 1.50m	1.848	17.32		
	20.0%		1.727	17.32	14.67	3.83
	25.0%		1.714	16.73	24.00	3.58
	30.0%		1.538	17.73	29.00	4.69

Tabla 28. Relación de Soporte de California- Muestra Experimental

Podemos apreciar por resultados obtenidos que el porcentaje óptimo lo obtuvo 30% dándonos un resultado de 39.83%, esto indica que lo estabilizo de acuerdo a la muestra patrón.

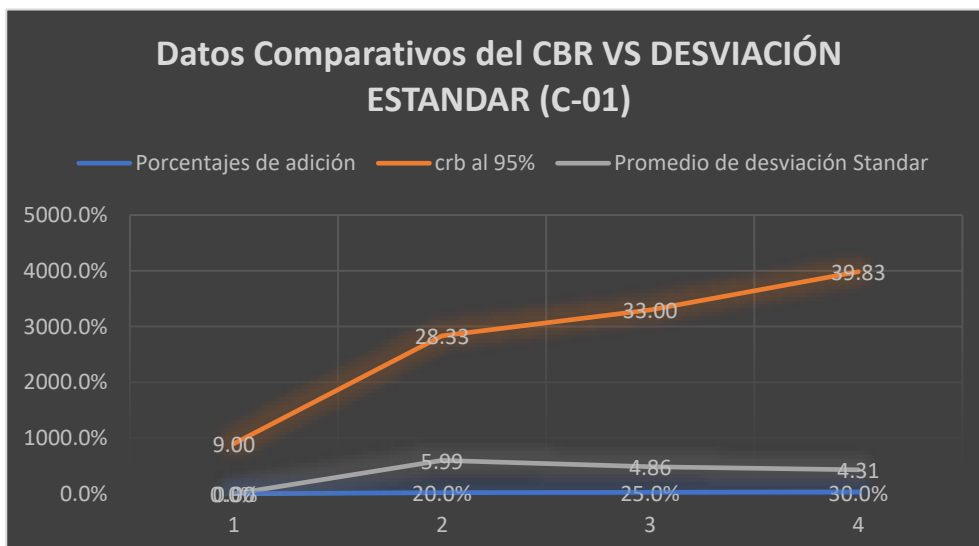


Gráfico 24. CBR Vs Desviación Estándar C01

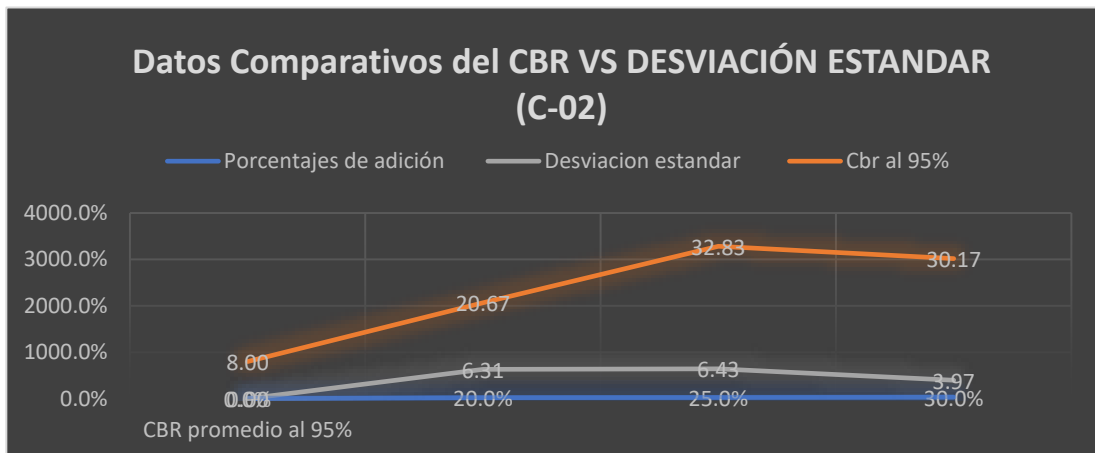


Gráfico 25. CBR Vs Desviación Estándar C02

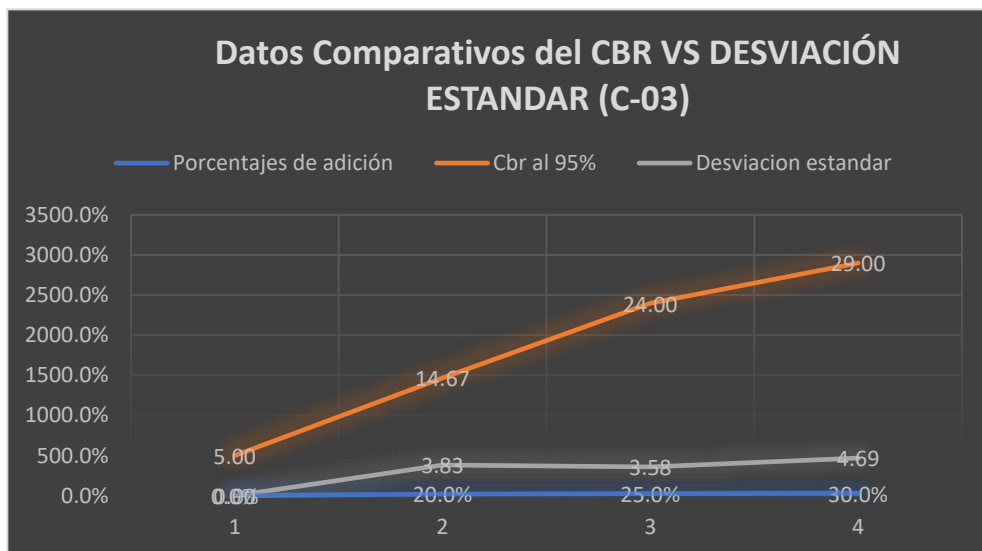


Gráfico 26. CBR Vs Desviación Estándar C03

Estudio Económico

La cáscara de café es un resto que se desecha o poco se emplea por las cooperativas de café, es por esto que se tiene como objetivo estimar la probabilidad de usar la ceniza de cáscara de café como material estabilizante en suelos arcillosos, sin embargo, es necesario estimar si económicamente sea efectiva a comparación con los métodos tradicionales.

Consideramos que en la ciudad de Jaén- Colasay, es una ciudad que se caracteriza por la producción de café. Es por esto que cada campaña de producción se genere residuo de la cáscara de café, en consecuencia, algunos productores no tienen conciencia ambiental por lo que optan porque el producto termine en ríos, botaderos generando gases de efecto invernadero. Es por esto que la propuesta como agente estabilizador de suelos arcillosos es una alternativa que se puede considerar de gran beneficio.

Tendremos las siguientes consideraciones para realizar una evaluación económica, sin embargo, en este estudio se tomará en cuenta los precios de transporte, mano de obra ni equipos, ya se enfoca solo el material estabilizante, el cual es el único que cambiaría en costo de producción.

INSUMO	PORCENTAJE ESTABILIZADOR		
CEMENTO	3%		
CAL	10%		
CENIZA DE CASCARA DE CAFÉ	20%	25%	30%

Obteniendo nuestros porcentajes de cada insumo estabilizante, tendremos en cuenta que se manejará para una carretera de 1 km el cual tiene solo 1 carril, el cual por ser zona rural según el Manual de Carreteras 2014 el ancho será 3 metros, siendo también parte de esta investigación la profundidad que se tiene que tener para la estabilización del suelo, en este caso será 0.60 m.[23]

Teniendo todo los lineamos propuestos por la normativa y también por la investigación propuesta, se tuvo el siguiente análisis:

INSUMO	VOLUMEN TOTAL	CANTIDAD	PU	PARCIAL
CAL	1800	54	S/ 2,321.00	S/ 125,334.00
CEMENTO		180	S/ 1,581.00	S/ 284,580.00
CENIZA DE CASCARA DE CAFÉ		360	S/ 500.00	S/ 180,000.00
		450	S/ 500.00	S/ 225,000.00
		540	S/ 500.00	S/ 270,000.00

Teniendo en cuenta el costo del parcial de cada insumo propuesto, se puede constatar que la cal resulta más económica para la estabilización de un solo carril en zona rural, sin embargo, si tomamos en cuenta el precio unitario la ceniza de cáscara de café resulta rentable de acuerdo a los métodos convencionales como cemento y cal.

Discusión

Discusión 01: Determinar la estructura química de la ceniza de cáscara de café, material estabilizador mediante el ensayo de fluorescencia y difracción de rayos x.

P.Murirwan, A. Mohd Taib: Según realizaron el estudio a la ceniza de cáscara de café obteniendo resultados:

Chemical Properties	Composition (%)
Silica (SiO ₂)	1.24
Alumina (Al ₂ O ₃)	0.58
Iron oxide (Fe ₂ O ₃)	0.56
Calcium oxide (CaO)	17.7
Magnesium oxide (MgO)	4.51
Sodium oxide (Na ₂ O)	0.14
Potassium oxide (K ₂ O)	46.46
Manganese oxide (MnO)	0.06
Titanium dioxide (TiO ₂)	0.08
Phosphor pentoxid (P ₂ O ₅)	3.85
Sulfur oxide (SO ₃)	3.75
Loss on ignition (LOI)	21.07

Las propiedades químicas de CCF se mostró en la composición que el óxido de potasio fue el dominante con 46.46%.

Resultados que fueron obtenidos por la presente investigación: La presente investigación realizó un análisis de estructura química obteniendo los siguientes resultados:

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Dióxido de Silicio	22.89
Oxido de Calcio	31.18
Trióxido de Aluminio	13.65
Trióxido de Hierro	1.76
Oxido de Potasio	9.87
Oxido de Magnesio	1.52
Pentóxido de Fosforo	3.14
Oxido de Cobre	0.19
Trióxido de Azufre	<0.01
Oxido de Zinc	0.048
Oxido de Magnesio	0.029
Pérdida por Quemado	15.72

Comparación: Se evidencio que los valores no son similares, por medio del ensayo de fluorescencia y difracción de rayos x, se demuestra que la presente investigación tiene porcentajes más altos lo cual ayudaría a las dosificaciones de la ceniza de cascara de café

Discusión 02: Determinar las propiedades físicas mediante los ensayos de límites de Atterberg, contenido de humedad, granulometría y granulometría por hidrómetro. Así como también las propiedades mecánicas a través de los ensayos de Proctor Modificado y CBR de la muestra natural.

S.A.Mazlan: El objetivo es tratar este suelo adicionando la ceniza de cascarilla de café (CHA) y fibra de coco (CF) por lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

- Con los porcentajes de 5% y 7% de CHA aumentó de 25% a 27% con respecto al contenido óptimo de humedad.

M.K.Atahu, F. Saathoff: Se utilizo los porcentajes 5%, 10%, 15% y 20% de CCF por lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

- Al usar 20% de CCF obtuvo un porcentaje de 3.1% y 10.6% lo cual mejoró con la adición del material.
- Se realizo una prueba de hinchamiento de CBR con el 10% mostrando así su alta capacidad de hinchamiento.

Resultados que fueron obtenidos por la presente investigación:

- El porcentaje más óptimo para el contenido de humedad fue del 20% dando así un resultado del 22.2%.
- Al incorporar el 30% de ceniza de cascara de café a la muestra patrón se logró con un CBR al 95 % de 39.83 % y al colocar el 20% mejoró en un 28.33%

Comparación:

Se puede apreciar que ambos insumos estabilizantes aumentan las propiedades tanto físicas como mecánicas, teniendo que cada investigación planteo su porcentaje. Pero para el ensayo de CBR ambas investigaciones usaron el 20%

Discusión 03: Determinar la humedad ideal y densidad máxima a través del ensayo de Proctor Modificado de la muestra estabilizada y natural.

S.A. Mazlan: Agregando ceniza de cascarilla de café (CHA) y fibra de coco (CF) con los porcentajes de 5% y 7% se presenciaron los siguientes resultados:

- Con respecto a su contenido óptimo de humedad aumentó de 25% a 27%.
- Con respecto a su densidad seca máxima osciló entre 0.38 g/cm³ y 0.43 g/cm².

Resultados que fueron obtenidos por la presente investigación: En la investigación presente se obtuvieron los siguientes resultados:

- Con el 20% se obtuvo un 22% de contenido óptimo de humedad.
- Con respecto a su densidad seca máxima se obtuvo 2.03 g/cm³ con el porcentaje de 20%.

Comparación:

Al realizar una mutua comparación se obtuvo que ambos aumentos tanto como su contenido óptimo, así como su densidad seca máxima. No obstante, los resultados se dieron en diferentes porcentajes siendo del antecedente con bajos porcentajes, siendo el porcentaje propuesto de 20% la que más resultados obtuvo.

Discusión 04: Evaluar los valores óptimos de la influencia de ceniza de cascara de café de la muestra a estabilizar y natural mediante el ensayo de CBR.

M.K. Atahu, F. Saathoff: Se utilizó los porcentajes 5%, 10%, 15% y 20% de CCF por lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

- Al usar 20% de CCF obtuvo un porcentaje de 3.1% y 10.6% lo cual mejoró con la adición del material.
- Se realizó una prueba de hinchamiento de CBR con el 10% mostrando así su alta capacidad de hinchamiento.

Resultados que fueron obtenidos por la presente investigación: En la investigación presente se obtuvieron los siguientes resultados:

- Al incorporar el 30% de ceniza de cascara de café a la muestra patrón se logró con un CBR al 95 % de 39.83 %

Comparación:

Las investigaciones obtuvieron mejora ya que aumentó su resistencia de suelo, sin embargo, podemos evidenciar que con el 30% se obtiene un mayor porcentaje, pero al agregarle más adicción pierde su plasticidad, así que el porcentaje óptimo para esta comparación es de un 20%

Conclusiones

C01: Concluyendo la influencia del ensayo de CBR con respecto a la muestra patrón ya que se obtuvo un resultado de 4.92 % (100%), sin embargo, al incorporarle los porcentajes propuestos 20%, 25% y 30% influenciando a la muestra patrón obteniendo resultados no uniformes ya que la propiedad mecánica de la calicata C-01 su capacidad de soporte es mayor con un resultado de 39.83 (30%).

C02: La muestra patrón influenciada con ceniza de cascara de café con respecto a la Máxima Densidad Seca y Contenido Óptimo de humedad, la muestra patrón en cuenta la Máxima densidad seca es 1.76 g/m³ y para su contenido óptimo de humedad es de 11.59%, por lo tanto, la influencia mejoró con los porcentajes propuestos mediante la incorporación de 20% para contenido óptimo de humedad con un resultado de 22.2% y para la máxima densidad seca de 2.03 g/m³.

C03: Se determinó a través de los ensayos de laboratorio que el índice de plasticidad aumente de un 12% de muestra patrón a un 21.2% adicionando un porcentaje de ceniza de cascara de café del 30% a diferencia de los otros porcentajes.

C04: En el estudio económico se presenció que para estabilizar un solo carril resultaba más económico la cal con un costo parcial de S/. 125,334.00 a comparación de la CCF que el porcentaje de 20% tiene un costo parcial de S/180,000.00 y el más caro el 30% de S/. 270,000.00, sin embargo, en precio unitarios la ceniza de cascara de café resulta más económica con costo de S/500.00 en precio unitarios ya que la cal y cemento tienen un costo de S/. 2,321.00 y S/1,581.00 respectivamente, por lo tanto, como material estabilizante para zonas rurales la cal resulta más económico.

C05: Se concluye que el ensayo Fluorescencia a los rayos X para determinar la composición química del insumo propuesto que es ceniza de cascara de café (CCF), tiene dentro de Dióxido de Sílice con 22.89% siendo esta una principal característica para que se pueda usar como un insumo estabilizante.

Recomendaciones

R01: En la presente investigación de acuerdo a la elección de porcentajes de ceniza de cascara de café, teniendo como elección el 30% de esta, para el ensayo de CBR se dio como resultado una mejora evidente de 39.83% logrando compactarse, pero al agregar más adición se pierde su plasticidad y se acolchona, recomendando usar porcentajes menores a este para que se obtenga una mejor investigación.

R02: Con los porcentajes propuestos se recomienda que se realice un estudio en suelos diferentes (arenoso o limoso) para que así se puede comprobar la influencia que tendría la ceniza de cascara de café con respecto a este tipo de suelos.

R03: Según el estudio económico realizado, se recomienda que para zonas rurales donde se tiene un solo carril por costo del insumo con respecto a este tipo de vía es utilizar cal, sin embargo, pueden optar por el insumo propuesto ceniza de cascara de café se podría usar para otro tipo de carriles

Referencias

- [1] A. Ahmad, M. H. Sutanto, N. R. binti Ahmad, M. Bujang, y M. E. Mohamad, «The Implementation of Industrial Byproduct in Malaysian Peat Improvement: A Sustainable Soil Stabilization Approach», *Materials*, vol. 14, n.º 23, Art. n.º 23, ene. 2021, doi: 10.3390/ma14237315.
- [2] M. K. Atahu, F. Saathoff, y A. Gebissa, «Strength and compressibility behaviors of expansive soil treated with coffee husk ash», *J. Rock Mech. Geotech. Eng.*, vol. 11, n.º 2, pp. 337-348, abr. 2019, doi: 10.1016/j.jrmge.2018.11.004.
- [3] R. M. Rodolfo, J. E. R. Juárez, y J. S. C. Ancajima, «MATERIALES ALTERNATIVOS PARA ESTABILIZAR SUELOS: EL USO DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN VÍAS DE BAJO TRÁNSITO DE PIURA», *TZHOECOEN*, vol. 12, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2020, doi: 10.26495/tzh.v12i1.1251.
- [4] S. A. Mazlan *et al.*, «Effectiveness of coffee husk ash and coconut fiber in improving peat properties», *Phys. Chem. Earth Parts ABC*, vol. 130, p. 103361, jun. 2023, doi: 10.1016/j.pce.2023.103361.
- [5] R. P. Munirwan, A. Mohd Taib, M. R. Taha, N. Abd Rahman, y M. Munirwansyah, «Utilization of coffee husk ash for soil stabilization: A systematic review», *Phys. Chem. Earth Parts ABC*, vol. 128, p. 103252, dic. 2022, doi: 10.1016/j.pce.2022.103252.
- [6] R. Munirwan, D. Sundary, M. Munirwansyah, y Bunyamin, «Study of coffee husk ash addition for clay soil stabilization», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1087, p. 012016, feb. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1087/1/012016.
- [7] J. Tineo, J. Acosta, y G. G. Arriola Carrasco, «Evaluación de la estabilización de un suelo expansivo utilizando ceniza de cáscara de arroz, distrito de Jaén, Cajamarca, Perú», vol. 8, pp. 125-134, oct. 2021, doi: 10.26495/icti.v8i2.1914.
- [8] J. H. Beeghly, «Recent Experiences With Lime – Fly Ash Stabilization Of Pavement Subgrade Soils, Base, and Recycled Asphalt».
- [9] J. Ma, Y. Su, Y. Liu, y X. Tao, «Strength and Microfabric of Expansive Soil Improved with Rice Husk Ash and Lime», *Adv. Civ. Eng.*, vol. 2020, p. e9646205, oct. 2020, doi: 10.1155/2020/9646205.
- [10] O. F. O. Farías, M. Á. B. Zamora, y J. M. M. Rangel, «Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante», *Rev. ALCONPAT*, vol. 8, n.º 2, Art. n.º 2, abr. 2018, doi: 10.21041/ra.v8i2.282.
- [11] «MC-01-13 Especificaciones Tecnicas Generales para Construcción - EG-2013 - (Versión Revisada - JULIO 2013).pdf». Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)
- [12] «Pavimentos_Urbanos.pdf». Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf
- [13] «MC-05-14 Seccion Suelos y Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf». Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/M

- ANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf
- [14] «Manual Ensayo de Materiales.pdf». Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- [15] «Astm c618 - 19 - Spanish», pdfcoffee.com. Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/astm-c618-19-spanish-3-pdf-free.html>
- [16] «Estabilización de suelos», Soluciones de geopolímeros. Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.geopolymertech.com/es/estabilizacion-del-suelo/>
- [17] probelte, «Suelo Arcilloso: qué es, qué cultivar y cómo mejorar el suelo», Probelte España. Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://probelte.com/es/noticias/suelo-arcilloso-que-es-que-cultivar-y-como-mejorar-el-suelo/>
- [18] «mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf». Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
- [19] «El ensayo granulométrico por hidrómetro ->». Accedido: 30 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://geo-webonline.com/el-ensayo-granulometrico-por-hidrometro/>
- [20] «NTP 339.131-1999-Gravedad o Peso Específico Relativo de Suelos | PDF | Destilación | Densidad», Scribd. Accedido: 30 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/440284069/NTP-339-131-1999-Gravedad-o-Peso-Especifico-Relativo-de-Suelos>
- [21] geotecnia, «Ensayo Proctor Normal y Modificado. Descripción e interpretación», geotecniafacil.com. Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://geotecniafacil.com/ensayo-proctor-normal-y-modificado/>
- [22] geotecnia, «El ensayo CBR de laboratorio: ¿Qué es? y ¿cuál es su procedimiento?», geotecniafacil.com. Accedido: 12 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://geotecniafacil.com/ensayo-cbr-laboratorio/>
- [23] «MC-05-14 Seccion Suelos y Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf». Accedido: 30 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

Anexos

Anexo 1. Formatos de Laboratorio

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS	
INFORME N°	LEM USAT 017-2024-I
FECHA:	18 de Mayo 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Hilary Brigitte Quesquén Castro

TITULO DE LA TESIS: Evaluación de la Estabilización de Subrasante Arcillosas Adicionando Ceniza de Cáscara de Café

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Granulometría por hidrómetro
- Peso Especifico
- Proctor Modificado
- CBR
- Límites de Atterberg

Ensayos realizados en el exterior

- Fluorescencia y difracción de rayos X, en el laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C. (Trujillo)

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

Formatos. IValidación de Ensayos .

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189



**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL
ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL**

SOLICITANTE	HILARY QUESQUEN CASTRO
TESIS	EVALUACION DE LA ESTABILIZACIÓN DE LAS SUBBRASANTES ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZAS DE CÁSCARA DE CAFÉ
MUESTRA	CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
FECHA	28 DE AGOSTO DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

1. MUESTRA: Ceniza de cáscara de café (10. GR)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	500 mg	

2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG_DTA_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ANALISTA RESPONSABLE ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBÓN - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



Scanned with CamScanner

Formatos. 2Ensayo de fluorescencia y difracción de rayos x

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.



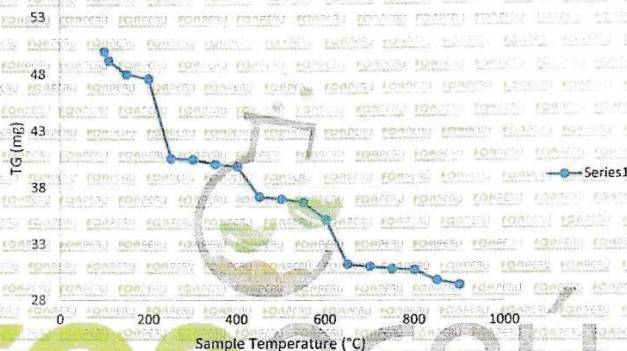
ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD

CURVA DE PÉRDIDA DE MASA - ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO



4. CONCLUSIONES

- Según el análisis Termogravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 200 y 350°C y la segunda menos intensa entre 550 y 700°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 16% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

TRUJILLO, 04 DE SETIEMBRE DEL 2021



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBÓN - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

Scanned with CamScanner

Formatos. 3 Ensayo de fluorescencia y difracción de rayos x

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.



ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	HILARY QUESQUEN CASTRO
TESIS	EVALUACION DE LA ESTABILIZACIÓN DE LAS SUBRASANTES ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE CAFÉ
MUESTRA	CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
FECHA	28 DE AGOSTO DEL 2023

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.
Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)
Concentración: g/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

Scanned with CamScanner

Formatos. 4. Ensayo de Análisis de Fluorescencia de Rayos x

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O ₂)	22.89	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	31.18	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	13.65	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	1.76	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	9.87	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.52	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	3.14	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.19	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	<0.01	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.048	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.029	
PÉRDIDA POR QUEMADO	15.72	

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente Calcio (Ca), sílice (Si) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Potasio (K), hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn) y azufre (S).

TRUJILLO, 04 DE SETIEMBRE DEL 2023



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

Scanned with CamScanner

Formatos. 5. Ensayo de fluorescencia y difracción de rayos x

Tesista : Quesquén Castro Hilaro
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Lugar : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s) Material que pasa la malla N° 4
 REFERENCIA : NTP 359.131 ASTM D - 854

	C-01	C-02	C-03			
1. N° de folla	F-2	F-3	F-2			
2. Peso de la folla	89.11	89.71	91.86			
3. Peso de la muestra de suelo - seco	50.0	50.0	50.0			
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la folla (2+3)	139.1	139.7	141.7			
5. Peso de la muestra + Folla + agua	369.1	369.6	371.6			
6. Peso de la folla + peso de agua	338.0	338.7	340.6			
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) $(3)/(3+6)-5$ g/cm ³	2.646	2.615	2.634			

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



Formatos. 6. Gravedad Especifica



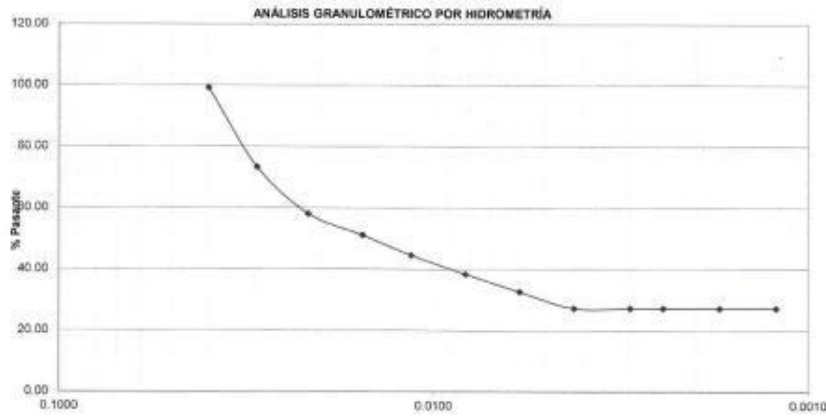
ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA
NORMA ASTM D421-68
NORMA ASTM D422-63 (2007)

Tecnia : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil y Ambiental
 Proyecto/Tarea : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Material : Terreno Natural de la Localidad
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de Ensayo : Chiclayo, 18 del 2024
 Muestra : C1-M1

HIDROMETRO	LSH	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0.05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE, G		S		CORRECCION POR MENISCO, Cm	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	50	Gs:	2.646
1000 cm ³				a=	1.001

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	RM	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	Lit (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
11/09/2023	03:30	1	21.00	22.2	183.4	185.43	333.17	21.1	9.41	9.41	0.012970	0.0395	89.28
11/09/2023	03:32	2	18.00	23.1	113.0	122.85	245.13	18.1	10.40	5.20	0.012970	0.0296	73.35
11/09/2023	03:34	4	16.00	24.5	89.4	97.42	195.02	16.1	11.05	2.76	0.012970	0.0216	58.12
11/09/2023	03:36	8	16.00	26.6	78.7	85.70	171.55	15.1	11.38	1.42	0.012970	0.0155	51.12
11/09/2023	03:51	15	14.00	24.6	68.7	74.66	149.46	14.1	11.71	0.78	0.012970	0.0115	44.54
11/09/2023	04:21	30	13.00	23.5	59.3	64.32	128.76	13.1	12.03	0.40	0.012970	0.0082	38.37
11/09/2023	04:30	60	12.00	23.5	50.7	54.67	109.44	12.1	12.36	0.21	0.012970	0.0059	32.61
11/09/2023	05:30	120	11.00	23.5	42.7	45.71	91.51	11.1	12.69	0.11	0.012970	0.0042	27.27
11/09/2023	07:30	240	11.00	23.5	42.7	45.71	91.51	11.1	12.69	0.05	0.012970	0.0030	27.27
11/09/2023	10:30	360	11.00	23.5	42.7	45.71	91.51	11.1	12.69	0.04	0.012970	0.0024	27.27
11/09/2023	16:34	720	11.00	23.5	42.7	45.71	91.51	11.1	12.69	0.02	0.012970	0.0017	27.27
12/09/2023	03:40	1440	11.00	23.5	42.7	45.71	91.51	11.1	12.69	0.01	0.012970	0.0012	27.27

% PASANTE TAMIZ Nº 200	29.80
------------------------	-------



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



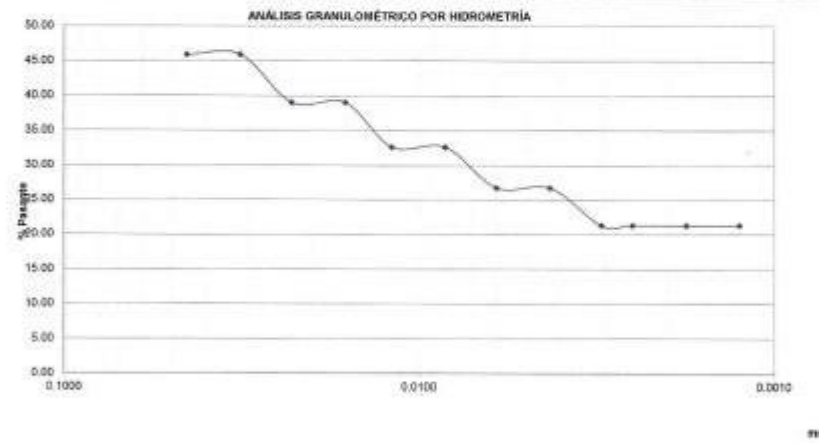
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)

Título : Quesequín Castro Hilary
 Docente : Ingeniería Civil y Ambiental
 Proyecto/Tarea : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Material : Terreno Natural de la Localidad
 Ubicación : Distrito de Juan Cajamarca
 Fecha de Ensayo : Chiclayo, 18 del 2024
 Muestra : C2-M2

HIDRÓMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO ₃	CONCENTRACION	0.05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE C ₂		E	CORRECCION POR MENISCO . C ₂		
VOLUMEN DEL HIDRÓMETRO		W _s , gr.	G _c :	a ⁿ	1.000
1000 cm ³		50	2.615		

FECHA	HORA	TIEMPO (seg)	R/M	T °C	CT	RHC	WD1 %	R*H+CM	L(cm)	LR (cm/seg)	K	D (mm)	% QUE PASA
11/09/2023	03:30	1	13.00	22.2	89.3	84.32	129.69	13.1	12.03	12.03	0.012870	0.0450	45.91
11/09/2023	03:32	2	13.00	23.1	89.3	84.32	129.69	13.1	12.03	8.62	0.012870	0.0018	45.91
11/09/2023	03:34	4	12.00	26.5	86.7	84.67	110.23	12.1	12.36	3.69	0.012870	0.0028	39.02
11/09/2023	03:36	6	12.00	28.6	86.7	84.67	110.23	12.1	12.36	1.50	0.012870	0.0119	39.02
11/09/2023	03:31	15	11.00	24.9	42.7	45.71	82.17	11.1	12.09	0.85	0.012870	0.0119	32.63
11/09/2023	04:21	30	11.00	23.6	42.7	45.71	82.17	11.1	12.09	0.42	0.012870	0.0064	32.63
11/09/2023	04:30	40	10.00	23.5	35.4	37.45	75.51	10.1	13.02	0.22	0.012870	0.0060	28.73
11/09/2023	06:30	120	10.00	23.8	35.4	37.45	75.51	10.1	13.02	0.11	0.012870	0.0043	26.73
11/09/2023	07:30	240	9.00	23.5	26.8	29.87	62.23	9.1	13.34	0.06	0.012870	0.0031	21.32
11/09/2023	10:30	360	9.00	23.8	26.8	29.87	62.23	9.1	13.34	0.04	0.012870	0.0026	21.32
11/09/2023	18:34	720	9.00	23.8	26.8	29.87	62.23	9.1	13.34	0.02	0.012870	0.0018	21.32
12/09/2023	03:40	1440	9.00	23.5	26.8	29.87	62.23	9.1	13.34	0.01	0.012870	0.0012	21.32

% PARAMETRO N° 200 : 35.40



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Formatos. 8.. Granulometría por Hidrómetro C2



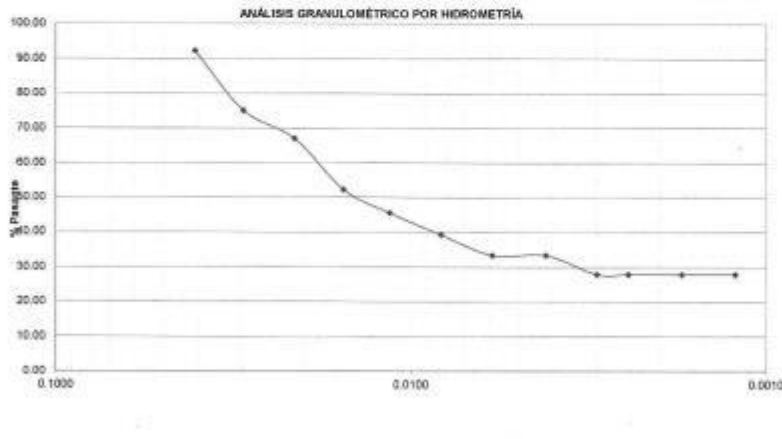
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)

Tecno: Quisquán Castro Hilary
 Ecole: Ingeniería Civil y Ambiental
 Proyecta/Tec: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Material: Terreno Natural de la Localidad
 Ubicación: Distrito de Jwin Cajamarca
 Fecha de Ensayo: Octubre, 18 del 2024
 Muestra: C3-M0

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0.06 N
CORRECCION POR DIFUSIVIDAD G ₂		S		CORRECCION POR MEMBR. G ₂	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		W _s , gr.	50	G ₂	2.634
1000 cm ³				α ₂	1.094

FECHA	HORA	TIEMPO (seg)	RM	T °C	CT	RHC	WD1 %	R H+GM	L (cm)	LR (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
11/09/2023	02:30	1	20.00	22.2	139.2	151.25	303.81	20.1	9.74	9.74	0.012870	0.0405	92.30
11/09/2023	03:32	2	16.00	22.1	113.0	122.95	246.81	18.1	10.40	5.20	0.012870	0.0296	79.03
11/09/2023	03:34	4	17.00	24.5	109.8	106.84	220.49	17.1	10.72	2.66	0.012870	0.0212	67.03
11/09/2023	03:36	8	15.00	26.6	78.7	85.70	172.03	15.1	11.38	1.42	0.012870	0.0155	52.30
11/09/2023	03:51	15	14.00	24.6	66.7	74.66	149.88	14.1	11.71	0.78	0.012870	0.0115	43.56
11/09/2023	04:21	30	12.00	23.5	56.3	64.32	129.12	13.1	12.03	0.40	0.012870	0.0082	39.23
11/09/2023	04:30	60	12.00	23.5	50.7	54.67	109.74	12.1	12.36	0.21	0.012870	0.0059	33.86
11/09/2023	05:30	120	12.00	23.5	36.7	54.67	109.74	12.1	12.36	0.10	0.012870	0.0042	33.36
11/09/2023	07:30	240	11.00	23.5	42.7	45.71	91.78	11.1	12.69	0.05	0.012870	0.0030	27.90
11/09/2023	10:30	360	11.00	23.5	42.7	45.71	91.78	11.1	12.69	0.04	0.012870	0.0024	27.90
11/09/2023	15:34	720	11.00	23.5	42.7	45.71	91.78	11.1	12.69	0.02	0.012870	0.0017	27.90
12/09/2023	03:40	1440	11.00	23.5	42.7	45.71	91.78	11.1	12.69	0.01	0.012870	0.0012	27.90

% PASANTE TAMIZ N° 200 = 30.40



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DEL LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT

Solicitante : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESISTA : Quesquón Castro Hilary Brightito

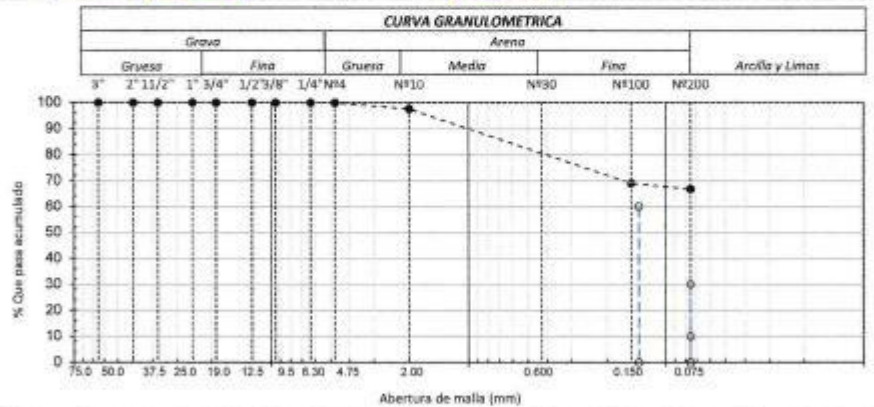
TESIS : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ

Ubicación :


ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999

Calcula: C-03 Muestra: M-1 Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 475.00 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 157.82 g.
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO FINO : 475.00 g.
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO : 31.8 %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO : 19.39 %
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICIDAD : 12.45 %
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO : A-6 (7)
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS : CL
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
N#4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.0	Arcilla arenosa de baja plasticidad
N#10	2.000	11.29	2.38	2.38	97.6	Ensayo Malla N#200 P.S. Seco P.S. Lav (%) 200
N#20	1.280	35.06	7.38	9.76	90.2	
N#40	0.600	26.07	5.49	15.25	84.8	% HUMEDAD P.S.H P.S.S. (%) Hum.
N#50	0.300	26.97	5.68	20.93	79.1	
N#100	0.150	47.64	10.03	30.96	69.0	MODULO DE FINEZA
N#200	0.075	10.79	2.27	33.23	66.8	Coef. Uniformidad
< N# 200	FONDO	317.18	66.77	100.00	0.0	Coef. Curvatura



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Solicitante INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

TESISTA Quesquén Castro Hilary Brigitte

TESIS EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ

Ubicación

ENSAYO SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico

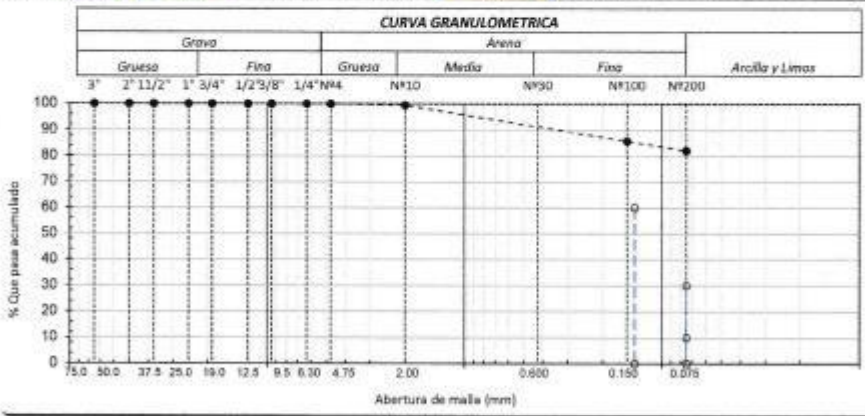
NORMA DE REFERENCIA N.T.P. 399.128 : 1999

Calicata: C-01 **Muestra:** M-1 **Profundidad:** 0.10m. - 1.50m.

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
(Pa)	(mm)		PARCIAL	ACUMULADO		
3"	75.000	0,0	0,0	0,0	100,0	PESO TOTAL : 423,00 g.
2 1/2"	63.000	0,0	0,0	0,0	100,0	PESO LAVADO : 75,81 g.
2"	50.000	0,00	0,0	0,0	100,0	PESO FINO : 423,00 g.
1 1/2"	37.500	0,00	0,0	0,0	100,0	LÍMITE LIQUIDO : 33,2 %
1"	25.000	0,00	0,0	0,0	100,0	LÍMITE PLÁSTICO : 20,27 %
3/4"	19.000	0,00	0,0	0,0	100,0	ÍNDICE PLÁSTICO : 12,97 %
1/2"	12.500	0,00	0,0	0,0	100,0	CLASIF. AASHTO : A-6 (9)
3/8"	9.500	0,00	0,0	0,0	100,0	CLASIF. SUCS : CL
1/4"	6.300	0,00	0,0	0,0	100,0	DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
Nº4	4.750	0,00	0,00	0,00	100,0	Arcilla de baja plasticidad con arena
Nº10	2.000	2,00	0,47	0,47	99,5	Ensayo Malva Nº200 : P.S. Seco P.S. Low (%) 200
Nº20	1.180	3,17	0,75	1,22	98,8	% HUMEDAD : P.S.H P.S.S. (%) Hum.
Nº40	0.600	4,84	1,14	2,36	97,6	
Nº50	0.300	18,36	4,34	6,70	93,3	MODULO DE FINEZA
Nº100	0.150	32,19	7,61	14,31	85,7	
Nº200	0.075	15,25	1,61	17,92	82,1	Coef. Uniformidad
< Nº 200	FONDO	347,19	82,08	100,00	0,0	Coef. Curvatura

CURVA GRANULOMETRICA

Grava				Arena				Arcilla y Limas	
Grueso		Fina		Grueso		Medio		Fina	
3"	2" 11/2"	1" 3/4"	1/2" 3/8"	1/4" Nº4	Nº10	Nº30	Nº100	Nº200	




Abertura de malla (mm)

Observaciones:




Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Formatos. 11. Granulometría por tamizado C2



Solicitante
TESISTA

UBICACIÓN

ENSAYO

NORMA DE REFERENCIA

Calicata: C-02

INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
Quosquén Castro Hilary Brighttite


EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ

Muestra: M-1

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

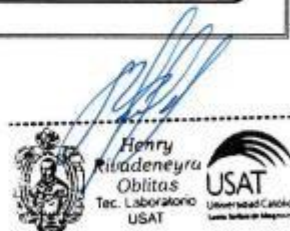
TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
(Pul)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 545.00 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 360.92 g.
2"	50.000	0.00	0.0	0.0	100.0	PESO FINO : 545.00 g.
1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO : 28.4 %
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0	LÍMITE PLÁSTICO : 19.91 %
3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	100.0	ÍNDICE PLÁSTICO : 12.50 %
1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASIF. AASHTO : A-6 (B)
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	CLASIF. SUCS : CL
1/4"	6.300	0.00	0.0	0.0	100.0	DESCRIPCIÓN DEL SUELO :
N#4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.0	Arilla de baja plasticidad con arena
N#10	2.000	31.86	5.85	5.85	64.2	Ensayo Malla N#200
N#20	0.850	36.06	6.62	12.47	67.5	P.S. Seco P.S. Lav (%) 200
N#40	0.600	34.00	6.24	18.71	61.3	% HUMEDAD
N#60	0.250	33.00	6.06	24.77	75.2	P.S.H P.S.S. (%) Hum.
N#100	0.150	18.00	3.30	28.07	71.9	MÓDULO DE FINEZA
N#200	0.075	8.00	1.47	29.54	70.5	Coef. Uniformidad
< N# 200	FONDO	394.08	70.47	100.01	0.0	Coef. Curvatura

CURVA GRANULOMÉTRICA



Abertura de malla (mm)

Observaciones:





Solicitante: INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS: Quesquén Castro Hilary Brigitte
 TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ

Ubicación: 0

ENSAYO: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 399.131

Calicata: C-01 Muestra: M-1 Profundidad: 0.10m. - 1.50m.
 0

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	18	20		
N° de tarro	12	15	18	20		
N° de golpes	38	25	18			
Tarro + suelo húmedo	83.11	57.95	56.96	28.81	30.86	
Tarro + suelo seco	56.59	50.35	48.9	28.63	30.37	
Agua	7.52	7.6	8.06	0.18	0.49	
Peso del tarro	29	27.74	27.05	26.70	28.80	
Peso del suelo seco	26.59	22.61	21.85	1.93	1.57	
Porcentaje de humedad	28.28	33.61	36.89	9.33	31.21	NP


CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.2
Límite Plástico	20.3
Índice de Plasticidad	13.0



Observaciones:



Formatos. 13. Ensayo Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad



Solicitante: INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS: Quesquén Castro Hilary Brigitte
 TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación: 0

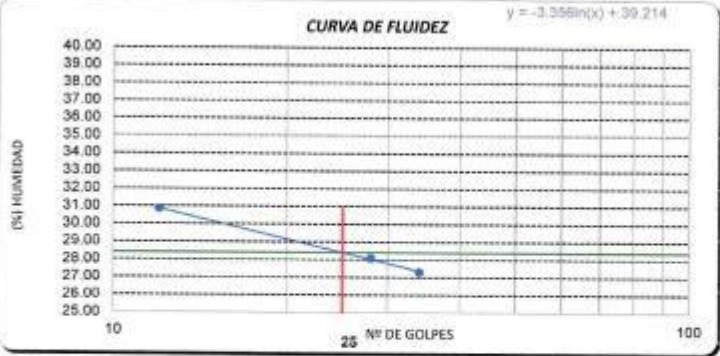
ENSAYO: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 399.131

Calicata: C-02 Muestra: M-1 Profundidad: 0.10m. - 1.50m.
 0

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16	20		
N° de tarro	12	15	16			
N° de golpes	34	28	12			
Tarro + suelo húmedo	68.21	67.85	67.62	31.87	30.41	
Tarro + suelo seco	59.56	59.05	58.35	31.4	30.02	
Agua	8.65	8.8	9.27	0.47	0.39	
Peso del tarro	27.9	27.74	28.32	27.80	27.90	
Peso del suelo seco	31.66	31.31	30.03	3.5	2.12	
Porcentaje de humedad	27.32	28.11	30.87	13.43	18.40	NP

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	28.4
Límite Plástico	15.9
Índice de Plasticidad	12.5


CURVA DE FLUIDEZ $y = -3.356 \ln(x) + 39.214$



Observaciones:



Formatos. 14. Ensayo Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

 **USAT**

Solicitante: INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESISTA: Quesquén Castro Hilary Brightte
 TESIS: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación: :

ENSAYO: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 399.131

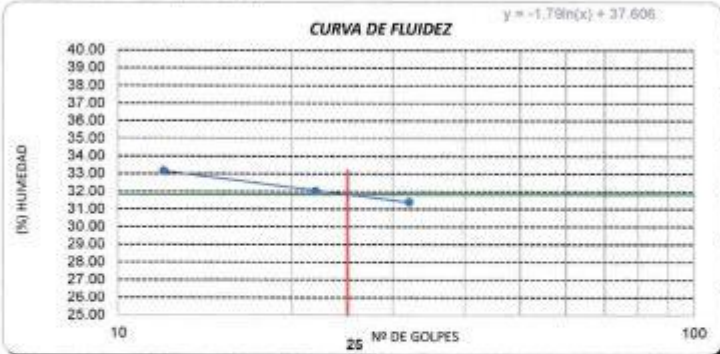
Calicata: C-03 Muestra: M-1 Profundidad: 0.10m. - 1.50m.
 0

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16	20		
N° de tarro	12	15	16	20		
N° de golpes	32	22	12			
Tarro + suelo húmedo	51.03	50.75	58.65	30.79	31.38	
Tarro + suelo seco	45.5	44.89	50.87	30.3	30.84	
Agua	5.53	5.86	7.78	0.49	0.54	
Peso del tarro	27.9	26.6	27.41	27.90	27.90	
Peso del suelo seco	17.6	18.29	23.46	2.4	2.94	
Porcentaje de humedad	31.42	32.04	33.16	20.42	18.37	NP

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	31.8
Límite Plástico	19.4
Índice de Plasticidad	12.5

CURVA DE FLUIDEZ $y = -1.78 \ln(x) + 37.606$





 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Formatos. 15. Ensayo Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad



Solicitante : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : Quesquén Castro Hilary Brightite
 TESIS :
 Ubicación : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCAR.
 ENSAYO : Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando modificada
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.141 : 1999
 Calceón: C-01 Muestra: M-1 Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

1. DATOS:			
1.1	Muestra		A
1.2	Peso de muestra	g	43
1.3	Volumen de agua destilada	ml	250
1.4	Número de beaker	-	
1.5	Peso de beaker	g	25.63
1.6	Peso de beaker + residuo de sales	g	25.75
1.7	Volumen de solución evaluado	ml	50


2. CÁLCULOS:			
2.1	Relación: mezcla suelo - agua destilada	-	5.81
2.2	Residuo de sales	g	0.12
2.3	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	13953
2.4	Constituyentes de sales solubles totales en	(%)	1.40%



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

 Universidad Católica del Perú
 Calle Tarata de Miraflores

Formatos. 16. Contenido de Sales

 **USAT**

Solicitante : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 TESIS : Quesquén Castro Hilary Brightte

UBICACIÓN : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ

ENSAYO : Método de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando modificada
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.141 : 1999

Calceta: C-02 Muestra: M-1 Profundidad: 0.10m - 1.50m

1. DATOS:			
1.1	Muestra		A
1.2	Peso de muestra	g	40
1.3	Volumen de agua destilada	ml	250
1.4	Número de beaker	-	
1.5	Peso de beaker	g	25.67
1.6	Peso de beaker + residuo de sales	g	25.82
1.7	Volumen de solución evaluado	ml	50

2. CÁLCULOS:			
2.1	Relación: mezcla suelo - agua destilada	-	6.25
2.2	Residuo de sales	g	0.15
2.3	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	16750
2.4	Constituyentes de sales solubles totales en	(%)	1.87%



Formatos. 17. Contenido de Sales

		
Solicitante	INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL	
TESISTA	Quesquén Castro Hilary Brigitte	
TESIS	EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ	
Ubicación		
ENSAYO	Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando modificada	
NORMA DE REFERENCIA	N.T.P. 399.141 : 1999	
Calicata: C-03	Muestra: M-1	Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

1. DATOS:			
1.1	Muestra		A
1.2	Peso de muestra	g	46
1.3	Volumen de agua destilada	ml	250
1.4	Número de beaker	-	
1.5	Peso de beaker	g	25.28
1.6	Peso de beaker + residuo de sales	g	25.42
1.7	Volumen de solución evaluado	ml	50

2. CALCULOS:			
2.1	Relación: mezcla suelo - agua destilada	-	5.43
2.2	Residuo de sales	g	0.14
2.3	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	15217
2.4	Constituyentes de sales solubles totales en	(%)	1.52%



Formatos. 18. Contenido de Sales



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-mm³ (58000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
MUESTRA :

M-1 + 20%

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

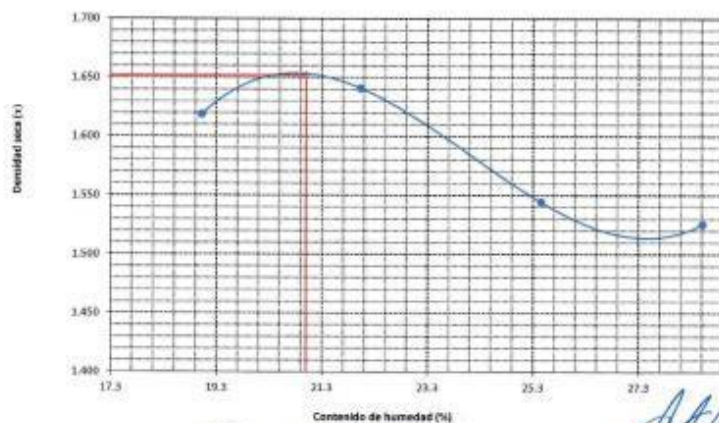
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5710	5782	5720	5742
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1836	1908	1846	1868
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.927	2.003	1.938	1.961

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	125.60	115.60	115.20	135.60
Peso del suelo seco + tara	g	112.00	102.40	102.50	114.60
Peso de tara	g	40.50	42.50	52.60	40.50
Peso de agua	g	13.60	13.20	12.7	21.1
Peso de suelo seco	g	71.50	59.9	49.9	74
Contenido de agua	%	19.0	22.0	25.5	28.5
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.619	1.641	1.544	1.526

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.662	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	21.00	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quequén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCITA : C-1
MUESTRA :

M-1 + 25%

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

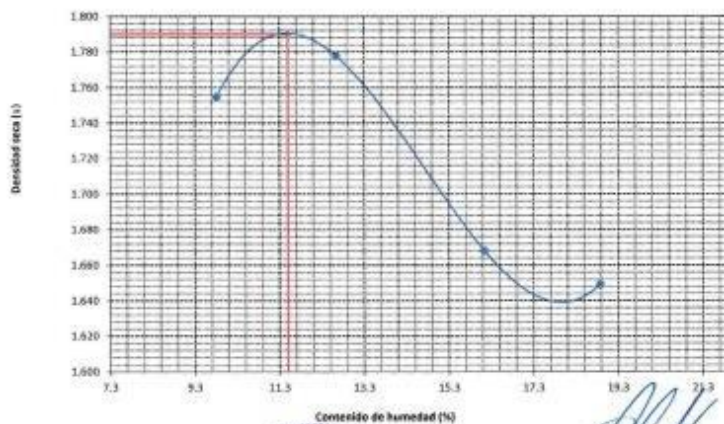
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5710	5782	5720	5742
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1836	1908	1846	1868
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.927	2.003	1.938	1.961

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	125.60	115.60	115.20	135.60
Peso del suelo seco + tara	g	118.00	107.40	106.50	120.50
Peso de tara	g	40.60	42.60	62.60	40.60
Peso de agua	g	7.60	8.20	8.7	15.1
Peso de suelo seco	g	77.50	64.9	63.9	80
Contenido de agua	%	9.8	12.6	16.1	18.9
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.755	1.778	1.668	1.649

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.790	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-mm³ (56000 pie-lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquen Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

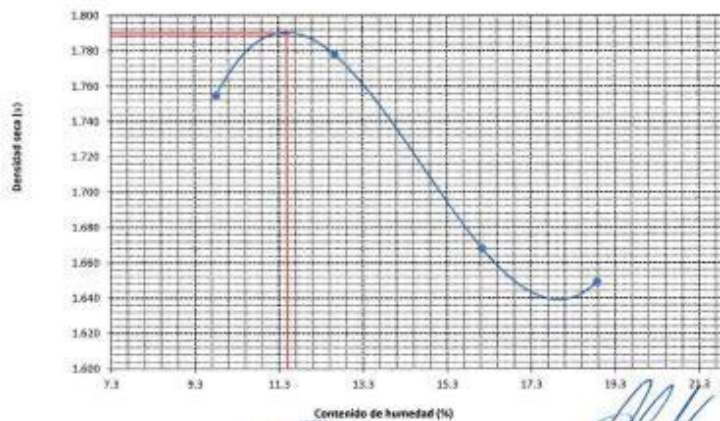
CALCATA : C-1
MUESTRA : M-1 + 25% PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g 5710	5702	5720	5742
Peso del molde	g 3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g 1836	1808	1846	1868
Volumen del molde	cm ³ 952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.927	2.003	1.938	1.981

CONTENIDO DE HUMEDAD				
Nº Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g 125.60	115.60	115.20	135.60
Peso del suelo seco + tara	g 118.00	107.40	106.50	120.50
Peso de tara	g 40.60	42.60	52.60	40.60
Peso de agua	g 7.60	8.20	8.7	15.1
Peso de suelo seco	g 77.50	64.9	53.9	80
Contenido de agua	% 9.8	12.6	16.1	18.9
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.755	1.778	1.868	1.649

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.790	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR





SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CLASIFICACIÓN : C-2

MUESTRA :

M-1 + 20%

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

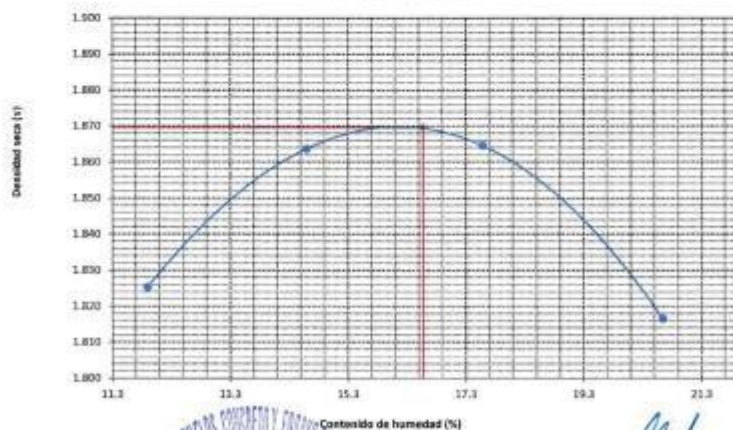
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5820	5909	5963	5962
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1946	2035	2080	2088
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	2.042	2.136	2.193	2.192

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	210.60	263.60	236.90	226.60
Peso del suelo seco + tara	g.	192.00	235.00	209.00	196.00
Peso de tara	g.	35.60	39.80	50.40	52.60
Peso de agua	g.	18.50	28.50	27.9	29.6
Peso de suelo seco	g.	155.50	195.2	158.6	143.4
Contenido de agua	%	11.9	14.6	17.6	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.825	1.854	1.865	1.817

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.870	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.57	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-mm³ (56000 pie-lb/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-2
MUESTRA :

M-1 + 25%

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

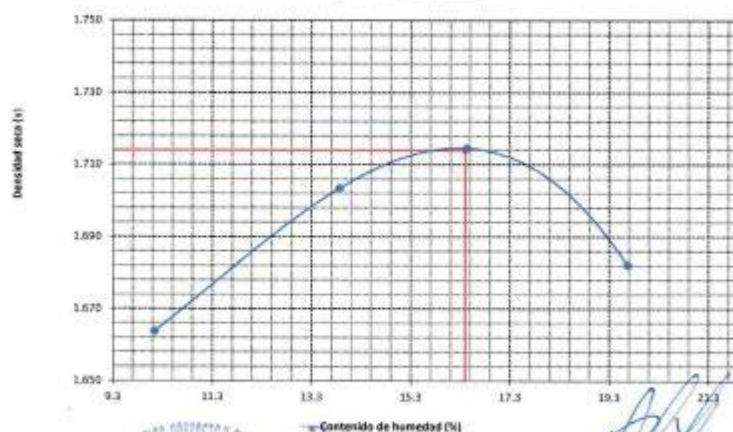
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5620	5722	5776	5792
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1746	1848	1902	1918
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.833	1.940	1.998	2.013

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	245.60	253.20	246.90	274.60
Peso del suelo seco + tara	g	226.90	228.00	218.00	238.00
Peso de tara	g	42.60	46.20	42.10	62.40
Peso de agua	g	18.70	25.20	28.9	36.5
Peso de suelo seco	g	184.40	181.8	175.9	185.6
Contenido de agua	%	10.1	13.9	16.4	19.7
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.664	1.703	1.715	1.682

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.714	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS, Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (54000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1667

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCERA : C-3
MUESTRA :

M-1 + 20%

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

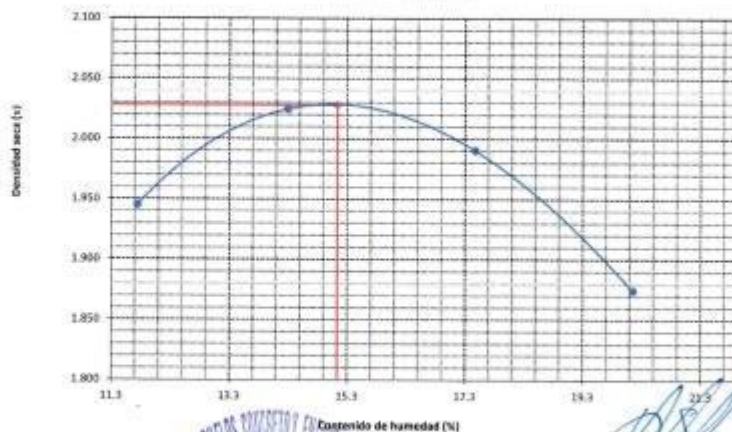
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5945	6079	6102	6020
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	2071	2205	2228	2146
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	2.174	2.314	2.338	2.252

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	125.50	118.56	130.37	148.22
Peso del suelo seco + tara	g	116.00	108.12	115.21	128.11
Peso de tara	g	35.08	35.08	28.45	28.32
Peso de agua	g	9.50	10.44	15.16	20.11
Peso de suelo seco	g	80.92	73.04	86.76	99.79
Contenido de agua	%	11.7	14.3	17.5	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.945	2.025	1.991	1.875

DENSIDAD MAXIMA SECA	2.028	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.13	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS, Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-3
MUESTRA :

M-1 +25%

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

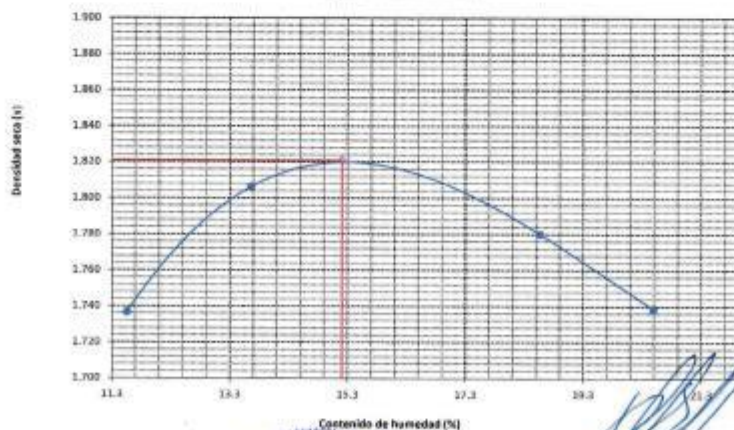
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5720	5830	5885	5870
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1846	1956	2011	1996
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.938	2.053	2.111	2.095

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	214.60	205.60	215.60	216.50
Peso del suelo seco + tara	g	197.00	186.00	190.00	188.00
Peso de tara	g	45.60	42.50	52.10	48.90
Peso de agua	g	17.50	19.60	25.6	28.5
Peso de suelo seco	g	151.40	143.5	137.9	139.1
Contenido de agua	%	11.6	13.7	18.6	20.5
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.737	1.805	1.780	1.739

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.821	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.26	%

GRAFICO DEL PROCTOR





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (58000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

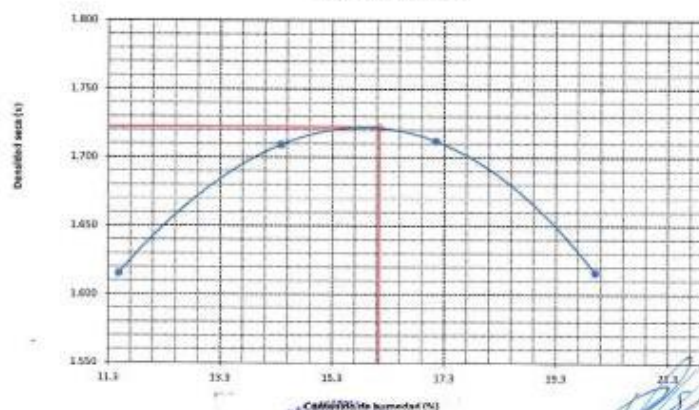
CLASIFICACIÓN : C-3
MUESTRA :

M-1 + 30%

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g. 5690	5737	5785	5722
Peso del molde	g. 3674	3674	3674	3674
Peso del suelo húmedo compactado	g. 1716	1863	1911	1848
Volumen del molde	cm ³ 952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.801	1.956	2.008	1.940
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g. 312.50	263.50	210.60	263.50
Peso del suelo seco + tara	g. 285.00	235.00	186.00	225.00
Peso de tara	g. 45.80	38.90	42.50	32.50
Peso de agua	g. 27.50	28.50	24.6	38.5
Peso de suelo seco	g. 239.40	196.1	143.5	192.5
Contenido de agua	% 11.5	14.4	17.1	20.0
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.615	1.709	1.712	1.616
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.722	g/cm ³		
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.13	%		

GRAFICO DEL PROCTOR





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (96000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CLASIFICACIÓN : C-1
MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

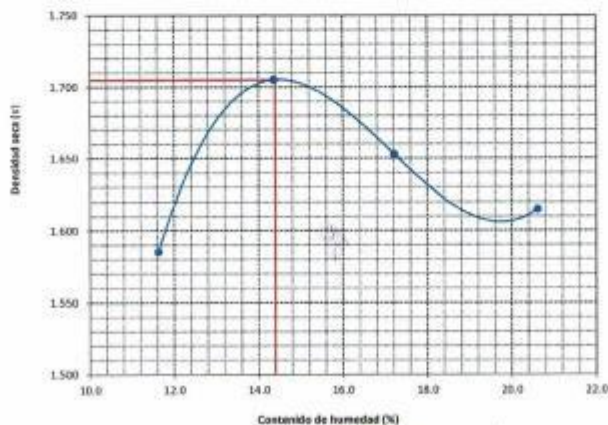
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g.	154.00	170.80	156.00	183.00
Peso de tara	g	52.50	42.80	45.60	52.00
Peso de agua	g.	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g.	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.706	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Formatos. 27.Cbr C1+20%

FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-1
 MUESTRA : 20% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-9				A-5				A-11				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12586		12698		12269		12590		12450		12504		
Peso de molde (g)		8710		8710		8395		8395		8916		8916		
Peso del suelo húmedo (g)		3876		3988		3874		4195		3534		3588		
Volumen del molde (cc)		2015		2015		2112		2112		2124		2124		
Densidad húmeda (g/cc)		1.924		1.979		1.834		1.986		1.664		1.689		
% de humedad		11.45		14.39		13.41		21.83		13.74		15.29		
Densidad seca (g/cc)		1.725		1.730		1.617		1.630		1.463		1.465		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		120.5	120.5	3988	3988	156.5	156.5	4195	4195	123.5	123.5	3588.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		111.0	111.0	3876	3876	138.0	138.0	3874	3874	112.0	112.0	3534.0		
Peso del Agua (gr.)		9.5	9.5	112.0	112.0	18.5	18.5	321.0	321.0	11.5	11.5	54.0		
Peso del tarro (gr.)		28.23	28.23	0	0	0	0	0	0	28.51	28.51	0		
Peso del suelo seco (gr.)		82.8	82.8	3810.2	3810.2	138.0	138.0	3812.3	3812.3	83.5	83.5	3483.0		
% de humedad		11.45	11.45	14.39	14.39	13.41	13.41	21.83	21.83	13.74	13.74	15.29		
Promedio de Humedad (%)		11.45		14.39		13.41		21.83		13.74		15.29		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.36	0.009		0.2	0.005		0.51	0.013				
11/05/2023	14.3	48	0.45	0.011		0.36	0.009		0.6	0.015				
12/05/2023	14.3	72	0.52	0.013		0.45	0.011		0.68	0.017				
13/05/2023	14.3	96	0.53	0.013		0.65	0.016		0.78	0.019				
			4.57	total	0.29	4.57	total	0.36	4.57	total	0.42			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-9				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-11			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%
mm.	pulg.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	8	22			6	17		2	7			
1.270	0.050	1'00"	95	234			66	139		36	90			
1.910	0.075	1'30"	168	412			121	298		88	217			
2.540	0.100	2'00"	223	566	480.5	58.5	166	368	372.2	37.2	120	295	278.0	
3.810	0.150	3'00"	309	756			224	449		163	400			
5.080	0.200	4'00"	375	917			262	544	646.4	43.1	180	486	456.7	
6.350	0.250	5'00"	426	1041			310	756		203	497			
7.620	0.300	6'00"	450	1099			324	792		208	510			

Formatos. 28.Cbr C1+20%



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO GENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

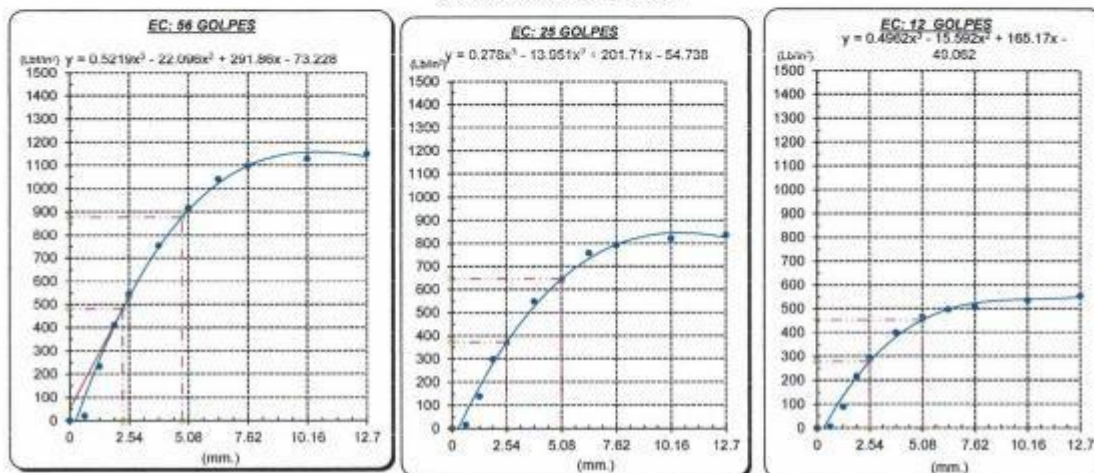


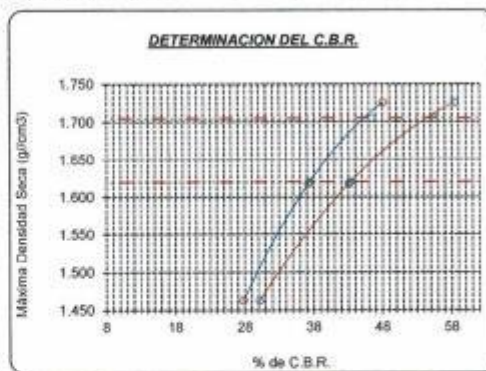
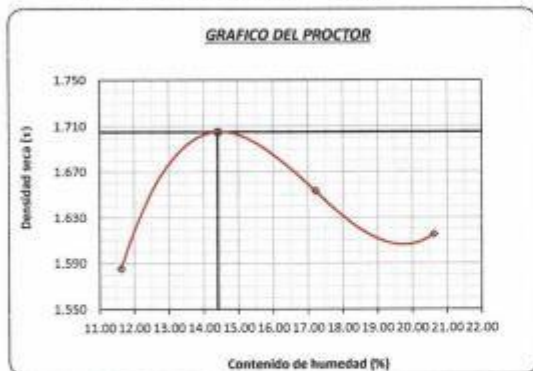
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	46 %	56 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	37 %	43 %



Formatos. 29Cbr C1+20%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCUTA : C-1
MUESTRA : 20% CCA

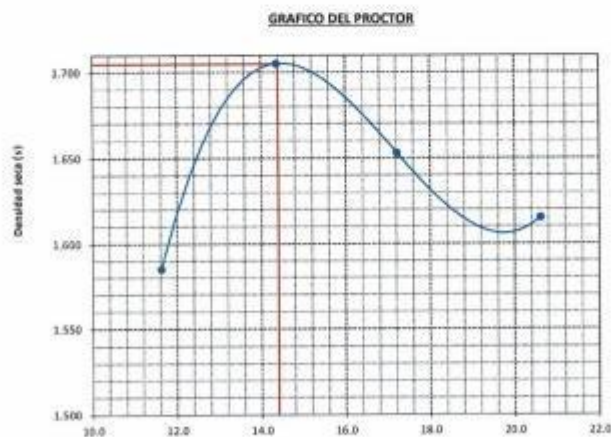
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1986	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	164.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g	52.80	42.60	45.60	52.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%



Formatos. 30.Cbr C1+20%

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

Testista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Fesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 20% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN										
Nº Molde	A-1				A-2				A-3	
Nº Capa	5				5				5	
Nº Golpes por capa	56				25				12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado / Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12862	13058	12469	12690	12210	12418	12210	12418	12210	12418
Peso de molde (g)	8621	8621	8395	8395	8453	8453	8453	8453	8453	8453
Peso del suelo húmedo (g)	4241	4437	4074	4295	3757	3965	3757	3965	3757	3965
Volumen del molde (cc)	2120	2120	2112	2112	2113	2113	2113	2113	2113	2113
Densidad húmeda (g/cc)	2.000	2.093	1.929	2.034	1.778	1.876	1.778	1.876	1.778	1.876
% de humedad	17.12	21.82	17.45	22.96	17.42	23.04	17.42	23.04	17.42	23.04
Densidad seca (g/cc)	1.708	1.718	1.642	1.654	1.514	1.525	1.514	1.525	1.514	1.525

HUMEDAD										
Tarro Nº	-		-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	156.0	156.0	4437	4437	210.0	210.0	4295	4295	145.6	145.6
Tarro + Suelo seco (gr.)	133.2	133.2	4241	4241	178.8	178.8	4074	4074	124.0	124.0
Peso del Agua (gr.)	22.8	22.8	196.0	196.0	31.2	31.2	221.0	221.0	21.6	21.6
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	133.2	133.2	4169.8	4169.8	178.8	178.8	4008.2	4008.2	124.0	124.0
% de humedad	17.12	17.12	21.82	21.82	17.45	17.45	22.96	22.96	17.42	17.42
Promedio de Humedad (%)	17.12	17.12	21.82	21.82	17.45	17.45	22.96	22.96	17.42	17.42

EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg %
09/04/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/05/2023	14.3	24	0.5	0.013		0.5	0.013		0.6	0.015
11/05/2023	14.3	48	0.65	0.016		0.65	0.016		0.8	0.020
12/05/2023	14.3	72	0.8	0.020		0.78	0.020		1.1	0.028
13/05/2023	14.3	96	1	0.025		1.2	0.030		1.5	0.038
			4.57	total	0.55	4.57	total	0.66	4.57	total

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
mm.	pulg.			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
			Lbf/in2	Lect. Dial	Lbf pulg2	Lbf pulg2	%	Lect. Dial	Lbf pulg2	Lbf pulg2	%	Lect. Dial	Lbf pulg2	Lbf pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		15	39			12	32			8	22		
1.270	0.050	1'00"		64	158			48	119			15	39		
1.910	0.075	1'30"		132	324			98	219			32	80		
2.540	0.100	2'00"	1000	189	463	35.6	198	266	280.3	28.0	95	144	126.4	12.6	
3.810	0.150	3'00"		275	673	54.0	165	405			75	185			
5.080	0.200	4'00"	1500	280	685	54.0	198	485	468.2	31.2	95	234	238.5	14.6	
6.350	0.250	5'00"		305	746		215	527			80	207			
7.620	0.300	6'00"		312	763		223	558			112	275			


TÉCNICO DE LABORATORIO


Henry Rivadeneyra Obillas
Tec. Laboratorio
USAT

Formatos. 31..Cbr C1+20%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

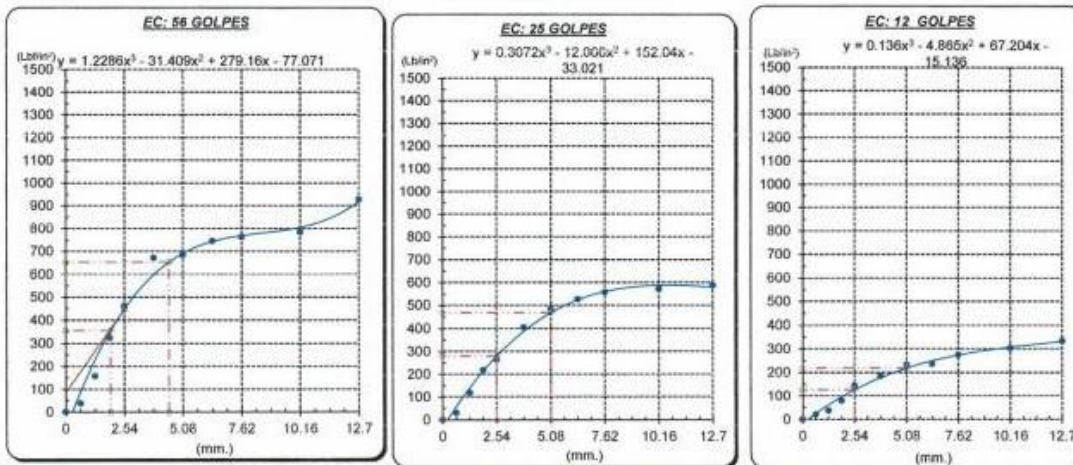


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	35 %	43 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	25 %	28 %





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

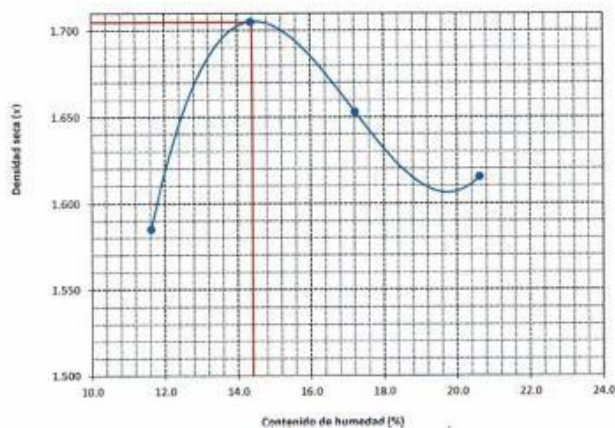
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	962.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g	52.60	42.60	45.60	52.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-1

MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
Nº Molde	A-4				A-5				A-6							
Nº Capa	5				5				5							
Nº Golpes por capa	56				25				12							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo	11922	12450	11550	11990	11410	11816										
Peso de molde (g)	7843	7843	7671	7671	7840	7840										
Peso del suelo húmedo (g)	4079	4607	3879	4319	3570	3978										
Volumen del molde (cc)	2122	2122	2125	2125	2132	2132										
Densidad húmeda (g/cc)	1.922	2.171	1.825	2.032	1.674	1.866										
% de humedad	14.20	27.36	14.36	25.89	14.58	26.18										
Densidad seca (g/cc)	1.683	1.705	1.596	1.615	1.461	1.479										
HUMEDAD																
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	185.0	185.0	4607	4607	215.0	215.0	4319	4319	165.0	165.0	3978.0	3978.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)	162.0	162.0	4079	4079	188.0	188.0	3879	3879	144.0	144.0	3570.0	3570.0				
Peso del Agua (gr.)	23.0	23.0	528.0	528.0	27.0	27.0	440.0	440.0	21.0	21.0	408.0	408.0				
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)	162.0	162.0	4011.5	4011.5	188.0	188.0	3816.1	3816.1	144.0	144.0	3518.6	3518.6				
% de humedad	14.20	14.20	27.36	27.36	14.36	14.36	25.89	25.89	14.58	14.58	26.18	26.18				
Promedio de Humedad (%)	14.20		27.36		14.36		25.89		14.58		26.18					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
10/05/2023	14.3	24	0.4	0.010		0.3	0.008		0.4	0.010						
11/05/2023	14.3	48	0.5	0.013		0.4	0.010		0.5	0.013						
12/05/2023	14.3	72	0.7	0.018		0.6	0.015		0.7	0.018						
13/05/2023	14.3	96	0.8	0.020		0.9	0.023		1	0.025						
			4.57	total	0.44	4.57	total	0.49	4.57	total	0.55					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-6					
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
			Lect. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%		
mm.	pulg.	Lb/fin2														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2					
0.640	0.025	0'30"	21	54			15	39		10	27					
1.270	0.050	1'00"	68	168			52	129		25	63					
1.910	0.075	1'30"	125	307			95	234		42	105					
2.540	0.100	2'00"	190	466	360.6	36.5	184	305	305.1	30.5	75	185	153.2	15.3		
3.810	0.150	3'00"	285	697			174	432		86	212					
5.080	0.200	4'00"	296	724	572.4	57.2	210	515	496.4	33.1	101	249	264.4	27.4		
6.350	0.250	5'00"	315	770			224	549		124	305					
7.620	0.300	6'00"	324	792			236	578		135	332					

TECNICO DE LABORATORIO

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

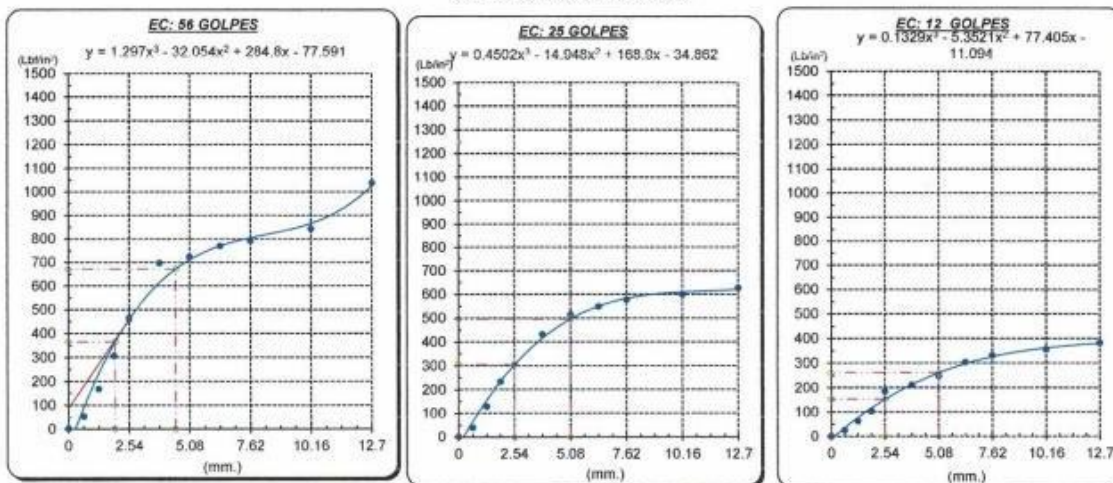


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1,705 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1,620 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	39 %	48 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	33 %	36 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/piel³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 20% CCA

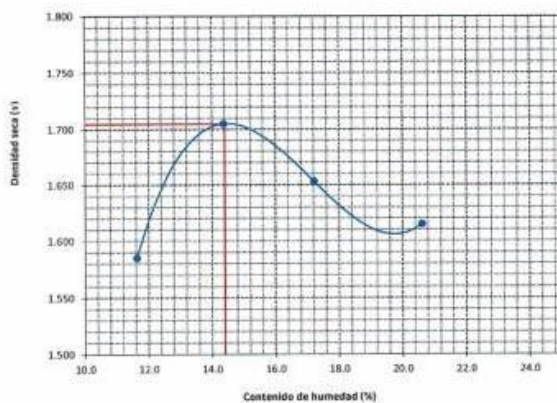
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1685	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	166.00	183.00
Peso de tara	g	52.50	42.50	45.50	52.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Personal del área de Control de Calidad: jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista en Suelos y Pavimentos 6 Ingeniero de Laboratorio de PEA

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
MUESTRA : 20% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-1				A-2				A-3					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12732		12910		12360		12650		12328		12584			
Peso de molde (g)		8295		8295		8395		8395		8453		8453			
Peso del suelo húmedo (g)		4437		4615		3965		4255		3875		4131			
Volumen del molde (cc)		2280		2280		2112		2112		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)		1.946		2.024		1.877		2.015		1.834		1.955			
% de humedad		14.09		18.17		14.65		22.08		15.25		21.96			
Densidad seca (g/cc)		1.706		1.713		1.636		1.650		1.591		1.603			
HUMEDAD															
Tarro N°															
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		180.7		180.7		4615		4615		325.6		325.6			
Tarro + Suelo seco (gr.)		164.6		164.6		4437		4437		284.0		284.0			
Peso del Agua (gr.)		16.2		16.2		178.0		178.0		41.6		41.6			
Peso del tarro (gr.)		49.87		49.87		0		0		0		0			
Peso del suelo seco (gr.)		114.7		114.7		4362.6		4362.6		284.0		284.0			
% de humedad		14.09		14.09		18.17		18.17		14.65		14.65			
Promedio de Humedad (%)		14.09		18.17		14.65		22.08		15.25		21.96			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
10/05/2023	14.3	0	1.1	0	0	0.97	0	0	0.84	0	0				
11/05/2023	14.3	24	3.5	0.088		1.25	0.031		4.85	0.121					
12/05/2023	14.3	48	4.17	0.104		2.6	0.070		4.98	0.125					
13/05/2023	14.3	72	4.17	0.104		3.5	0.088		4.98	0.125					
14/05/2023	14.3	96	4.17	0.104		4.2	0.105		4.98	0.125					
			4.57	total	2.28	4.57	total	2.30	4.57	total	2.73				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		48	119			25	63			1	5		
1.270	0.050	1'00"		83	204			65	161			12	32		
1.910	0.075	1'30"		122	299			96	236			28	71		
2.540	0.100	2'00"	1000	160	391	318.1	31.8	112	275	259.1	25.9	53	131	146.3	14.6
3.810	0.150	3'00"		220	536			142	323			103	253		
5.080	0.200	4'00"	1500	285	693	600.5	60.05	176	430	464.8	31.0	145	365	325.6	21.7
6.350	0.250	5'00"		305	741			235	573			175	429		
7.620	0.300	6'00"		336	816			288	692			193	471		





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024
 20% CCA

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

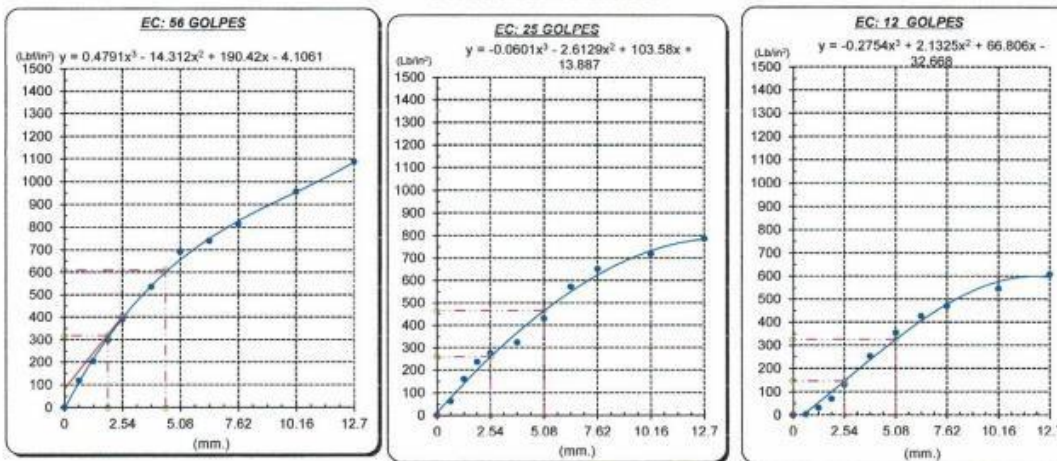


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	32 %	41 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	22 %	27 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1567

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
MUESTRA : 20% CCA
PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

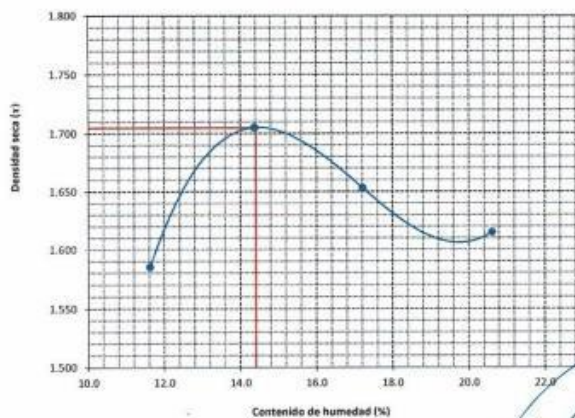
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5660	5732	5720	5730
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g.	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g.	52.60	42.60	45.60	52.00
Peso de agua	g.	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g.	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRÁFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

esista : Quesquén Castro Hilary
scuela : Ingeniería Civil Ambiental
oyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
ibicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
echa de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-9				A-2				A-12					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12706	13056	12360	12890	12396	12648								
Peso de molde (g)	8710	8710	8395	8395	8604	8604								
Peso del suelo húmedo (g)	3996	4346	3965	4495	3792	4044								
Volumen del molde (cc)	2055	2055	2112	2112	2118	2118								
Densidad húmeda (g/cc)	1.945	2.115	1.877	2.128	1.790	1.909								
% de humedad	14.18	23.09	14.98	28.56	14.62	21.37								
Densidad seca (g/cc)	1.703	1.718	1.633	1.655	1.562	1.573								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	152.7	152.7	4346	4346	178.9	178.9	4495	4495	156.7	156.7	4044.0	4044.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	137.3	137.3	3996	3996	165.6	165.6	3965	3965	140.3	140.3	3792.0	3792.0		
Peso del Agua (gr.)	15.5	15.5	350.0	350.0	13.3	13.3	530.0	530.0	16.4	16.4	252.0	252.0		
Peso del tarro (gr.)	28.34	28.34	0	0	76.8	76.8	0	0	28.09	28.09	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	108.9	108.9	3929.1	3929.1	88.8	88.8	3901.3	3901.3	112.2	112.2	3733.7	3733.7		
% de humedad	14.18	14.18	23.09	23.09	14.98	14.98	28.56	28.56	14.62	14.62	21.37	21.37		
Promedio de Humedad (%)	14.18	14.18	23.09	23.09	14.98	14.98	28.56	28.56	14.62	14.62	21.37	21.37		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
02/09/2022	14.3	24	0.2	0.005	20	0.500	0.203	8.1	0.203					
03/09/2022	14.3	48	1.2	0.030	31	0.775	0.240	9.6	0.240					
04/09/2022	14.3	72	3.6	0.090	42	1.050	0.295	11.8	0.295					
04/09/2022	14.3	96	4.5	0.113	51	1.275	0.310	12.4	0.310					
			4.57	total	2.46	4.57	total	27.92	4.57	total	6.79			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-9				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lb/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	36	90			20	51			5	15		
1.270	0.050	1'00"	78	193			76	188			19	49		
1.910	0.075	1'30"	115	283			88	219			24	61		
2.540	0.100	2'00"	179	439			105	258	243.3	24.3	62	154	151.0	15.1
3.810	0.150	3'00"	210	515			124	305			112	276		
5.080	0.200	4'00"	278	680	615.8	41.1	162	398	438.9	29.3	126	310	316.3	21.1
6.350	0.250	5'00"	312	763			115	527			165	405		
7.620	0.300	8'00"	324	792			258	632			194	51		



Henry Rivadeneira Oblitas
T.C. Laboratorio USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Asista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

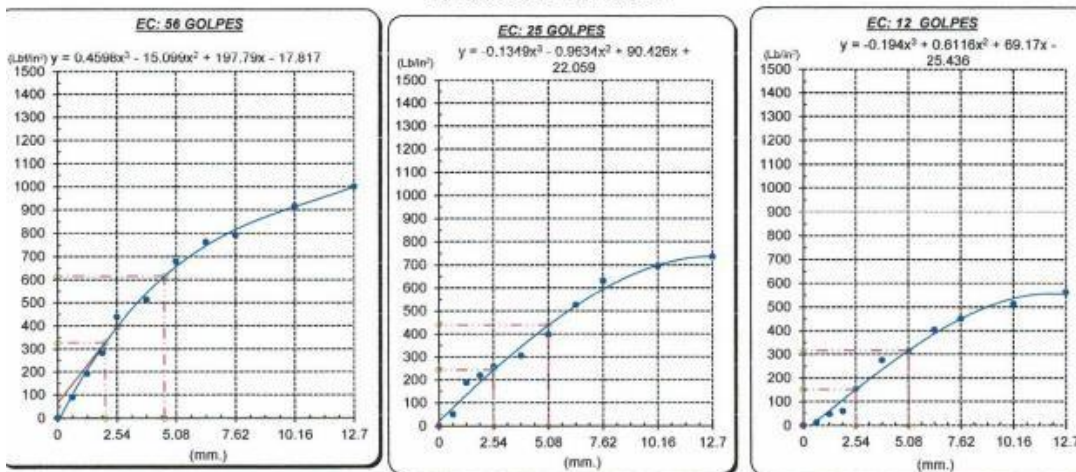


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	33 %	41 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	23 %	28 %

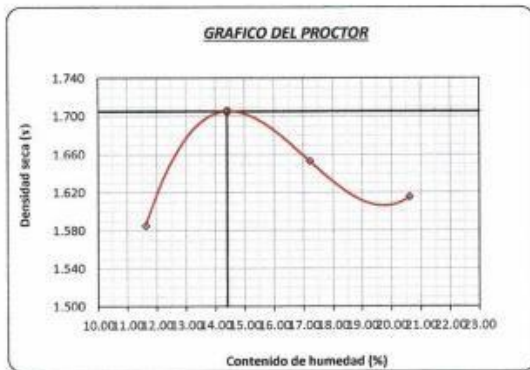


GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry
 Alvaradenebra
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/piel³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1567

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

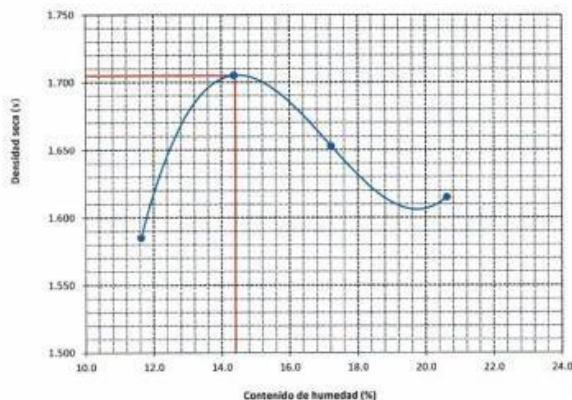
CALCATA : C-1
 MUESTRA : 20% CCA PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g	52.50	42.50	45.50	52.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Anal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Formatos. 42Cbr C1+20%



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
MUESTRA : 20% CCA PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1				A-2				A-3					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	11990		12340		11680		12040		11680		12080			
Peso de molde (g)	7843		7843		7671		7671		7840		7840			
Peso del suelo húmedo (g)	4147		4497		4009		4369		3840		4240			
Volumen del molde (cc)	2120		2120		2112		2112		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)	1.956		2.121		1.898		2.069		1.817		2.007			
% de humedad	14.67		23.28		16.44		25.57		17.17		27.75			
Densidad seca (g/cc)	1.706		1.721		1.630		1.647		1.551		1.571			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-													
Tarro + Suelo húmedo (gr .)	410.2	410.2	4497	4497	385.6	385.6	4369	4369	412.5	412.5	4240.0	4240.0		
Tarro + Suelo seco (gr .)	367.5	367.5	4147	4147	342.0	342.0	4009	4009	362.8	362.8	3840.0	3840.0		
Peso del Agua (gr .)	42.7	42.7	350.0	350.0	43.6	43.6	360.0	360.0	49.7	49.7	400.0	400.0		
Peso del tarro (gr .)	76.5	76.5	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3	0	0		
Peso del suelo seco (gr .)	291.0	291.0	4077.4	4077.4	265.2	265.2	3944.7	3944.7	289.5	289.5	3781.3	3781.3		
% de humedad	14.67	14.67	23.26	23.26	16.44	16.44	25.57	25.57	17.17	17.17	27.75	27.75		
Promedio de Humedad (%)	14.67		23.26		16.44		25.57		17.17		27.75			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
02/09/2022	14.3	24	25	0.625	20	0.500	15	0.375						
03/09/2022	14.3	48	42	1.050	31	0.775	23	0.575						
04/09/2022	14.3	72	51	1.275	42	1.050	36	0.900						
04/09/2022	14.3	96	65	1.625	51	1.275	48	1.200						
			4.57	total 35.58	4.57	total 27.92	4.57	total 26.28						
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	85	210			52	129			26	66		
1.270	0.050	1'00"	96	241			74	183			42	105		
1.910	0.075	1'30"	165	405			96	241			68	168		
2.540	0.100	2'00"	197	483	354.7	25.3	121	296	306.1	30.6	85	210	228.0	22.6
3.810	0.150	3'00"	265	649			175	429			121	298		
5.080	0.200	4'00"	315	770	382.6	34.1	210	525	534.7	35.6	175	429	393	26.2
6.350	0.250	5'00"	345	844			262	641			191	478		
7.620	0.300	6'00"	390	953			280	710						

Formatos. 43.Cbr CI+20%



Tesista : Quesquin Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

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

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

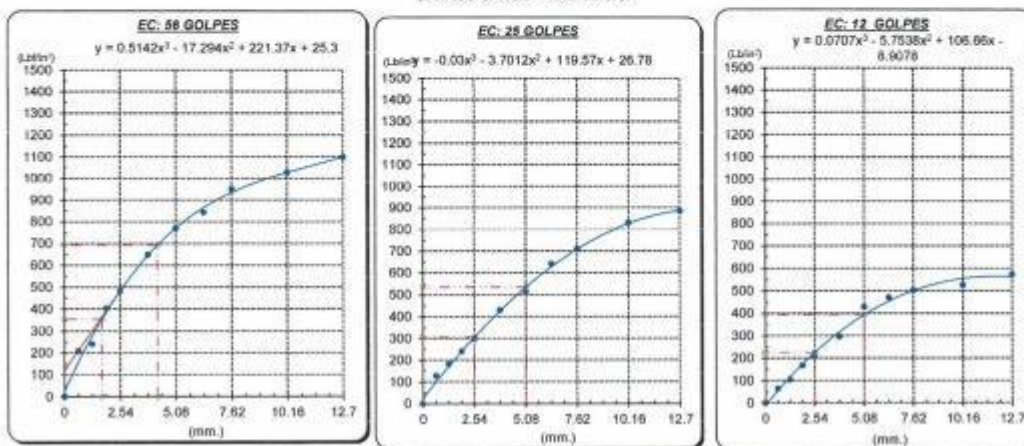


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

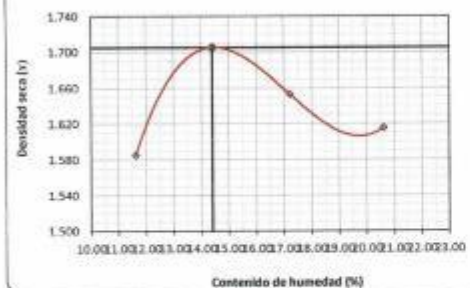
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

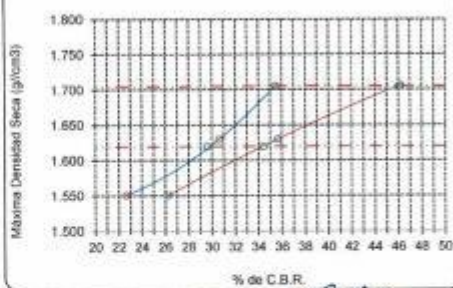
VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	35 %	46 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	30 %	34 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 330.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCA PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

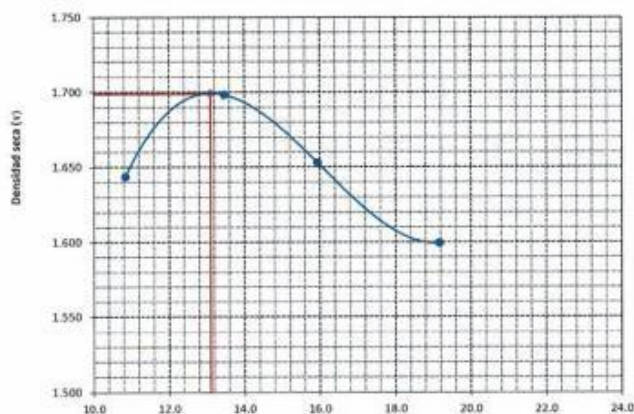
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1736	1836	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	175.60	196.50	210.50	192.50
Peso del suelo seco + tara	g.	162.00	177.90	188.50	170.00
Peso de tara	g.	36.50	39.80	50.40	52.60
Peso de agua	g.	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g.	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TÉCNICO DE LABORATORIO

Formatos. 45. Cbr C1+25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCA
PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	A-1				A-2				A-3						
Nº Capa	5				5				5						
Nº Golpes por capa	56				25				12						
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12490	12740	11980	11940	11480	11580									
Peso de molde (g)	7843	7843	7671	7671	7840	7840									
Peso del suelo húmedo (g)	4647	4897	4309	4269	3640	3740									
Volumen del molde (cc)	2120	2120	2112	2112	2113	2113									
Densidad húmeda (g/cc)	2.192	2.310	2.040	2.021	1.723	1.770									
% de humedad	16.81	22.29	17.44	16.50	18.64	21.43									
Densidad seca (g/cc)	1.877	1.869	1.737	1.735	1.452	1.458									
HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	358.6	358.6	4897	4897	248.5	248.5	4269	4269	356.5	356.5	3740.0	3740.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)	318.0	318.0	4647	4647	223.0	223.0	4309	4309	312.0	312.0	3640.0	3640.0			
Peso del Agua (gr.)	40.6	40.6	250.0	250.0	25.5	25.5	-40.0	-40.0	44.5	44.5	100.0	100.0			
Peso del tarro (gr.)	76.5	76.5	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3	0	0			
Peso del suelo seco (gr.)	241.5	241.5	4561.4	4561.4	146.2	146.2	4235.4	4235.4	238.7	238.7	3587.9	3587.9			
% de humedad	16.81	16.81	22.29	22.29	17.44	17.44	16.50	16.50	18.64	18.64	21.43	21.43			
Promedio de Humedad (%)	16.81	16.81	22.29	22.29	17.44	17.44	16.50	16.50	18.64	18.64	21.43	21.43			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
02/09/2022	14.3	24	0.2	0.005		0.3	0.008		0.2	0.005					
03/09/2022	14.3	48	0.58	0.015		0.8	0.020		0.96	0.024					
04/09/2022	14.3	72	0.9	0.023		0.95	0.024		1.2	0.030					
04/09/2022	14.3	96	1.2	0.030		1.4	0.035		1.6	0.040					
			4.57	total	0.66	4.57	total	0.77	4.57	total	0.86				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3				
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Lbf/in2	Lect. Dial	Lbf/pulg2	Lbf/pulg2	%	Lect. Dial	Lbf/pulg2	Lbf/pulg2	%	Lect. Dial	Lbf/pulg2	Lbf/pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	80	198			63	156			22	56			
1.270	0.050	1'00"	96	237			45	112			35	88			
1.910	0.075	1'30"	186	456			86	212			52	129			
2.540	0.100	2'00"	1000	206	505	329.0	38.8	176	283	292.0	29.2	98	241	188.7	18.9
3.810	0.150	3'00"		278	680			186	405			112	278		
5.080	0.200	4'00"	1500	306	749	670.4	38.8	225	551	535.2	35.7	124	305	379.0	21.9
6.350	0.250	5'00"		315	770			263	644			145	356		
7.620	0.300	6'00"		350	856			312	763			189	444		

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Obitias
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

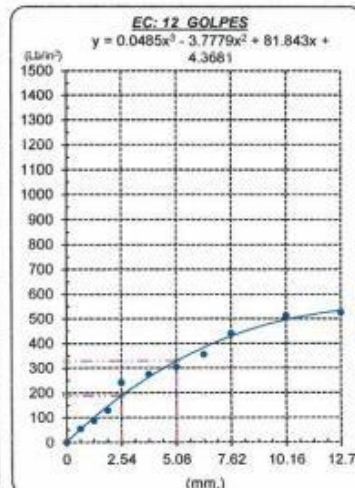
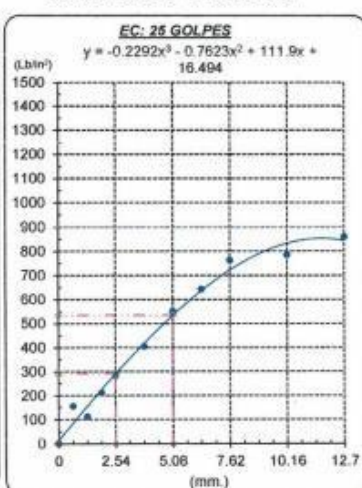
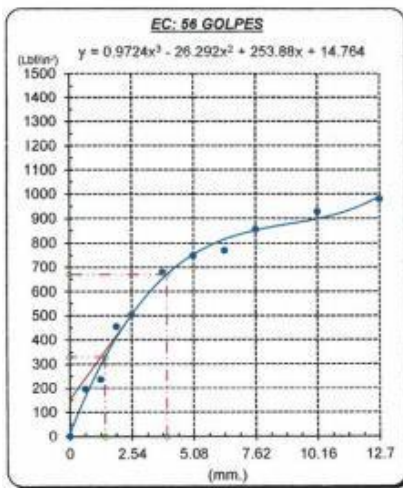


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.899 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	27 %	36 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	25 %	30 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS, Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Resista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

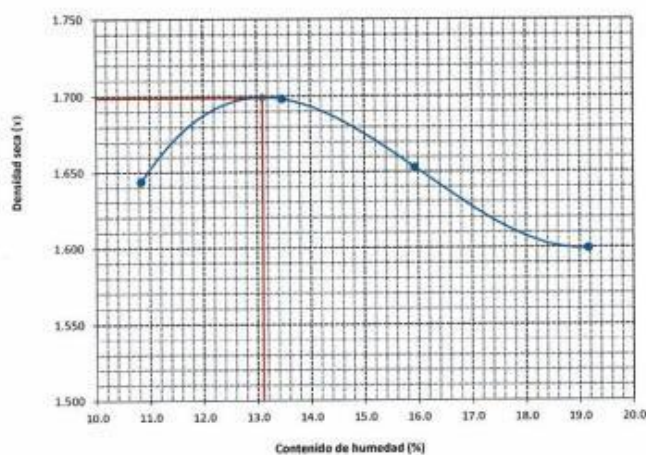
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1736	1836	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g.	175.60	196.60	210.60	192.60
Peso del suelo seco + tara	g.	162.00	177.90	188.60	170.00
Peso de tara	g.	36.60	39.80	50.40	52.60
Peso de agua	g.	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g.	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Luzern, Suiza

Del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

ista : Quesquén Castro Hilary
 zeta : Ingeniería Civil Ambiental
 yecto/Tests : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 cación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 ha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
 MUESTRA : 25% CCA PROFUNDIDAD : 1,00 m - 1,50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-1				A-2				A-3					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12652		12768		12250		12890		12372		12492			
Peso de molde (g)		8622		8622		8395		8395		8668		8668			
Peso del suelo húmedo (g)		4030		4146		3855		4495		3704		3824			
Volumen del molde (cc)		2095		2095		2095		2095		2085		2085			
Densidad húmeda (g/cc)		1.924		1.979		1.840		2.146		1.775		1.834			
% de humedad		13.21		16.14		13.35		30.22		14.16		17.45			
Densidad seca (g/cc)		1.699		1.704		1.623		1.648		1.556		1.562			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		137.8		137.8		4146		4146		236.9		236.9			
Tarro + Suelo seco (gr.)		125.0		125.0		4030		4030		209.0		209.0			
Peso del Agua (gr.)		12.8		12.8		116.0		116.0		27.9		27.9			
Peso del tarro (gr.)		28.48		28.48		0		0		0		0			
Peso del suelo seco (gr.)		96.5		96.5		3962.7		3962.7		209.0		209.0			
% de humedad		13.21		13.21		16.14		16.14		13.35		13.35			
Promedio de Humedad (%)		13.21		16.14		13.35		30.22		14.16		17.45			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
08/07/2023	14.3	24	0.2	0.005	0.3	0.008	0.2	0.005	0.2	0.005	0.005				
09/07/2023	14.3	48	0.8	0.020	0.95	0.024	1.3	0.033	1.3	0.033	0.033				
10/07/2023	14.3	72	1.5	0.038	1.4	0.035	1.4	0.035	1.4	0.035	0.035				
11/07/2023	14.3	96	1.6	0.040	1.6	0.040	1.6	0.040	1.6	0.040	0.040				
			4.57	total	0.88	4.57	total	0.88	4.57	total	0.88				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	20	51			15	39			10	27			
1.270	0.050	1'00"	115	283			86	212			43	107			
1.910	0.075	1'30"	168	412			115	283			56	139			
2.540	0.100	2'00"	1000	205	502	432.1	43.2	158	388	356.7	35.7	75	165	172.2	17.2
3.810	0.150	3'00"	1500	265	649			190	466			95	234		
5.080	0.200	4'00"	1500	345	844	306.7	30.8	234	575	596.7	39.8	124	305	322.4	21.5
6.350	0.250	5'00"	1500	370	900			270	680			163	400		
7.620	0.300	8'00"	1500	380	945			310	758			180	445		



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO GENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024
 25% CCA

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

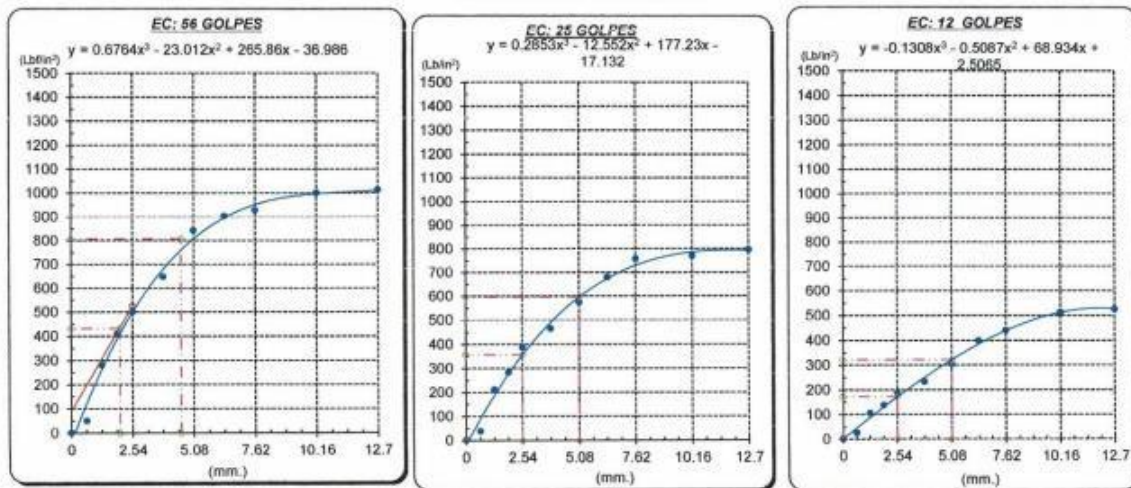


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.699 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	43 %	54 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	33 %	37 %



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

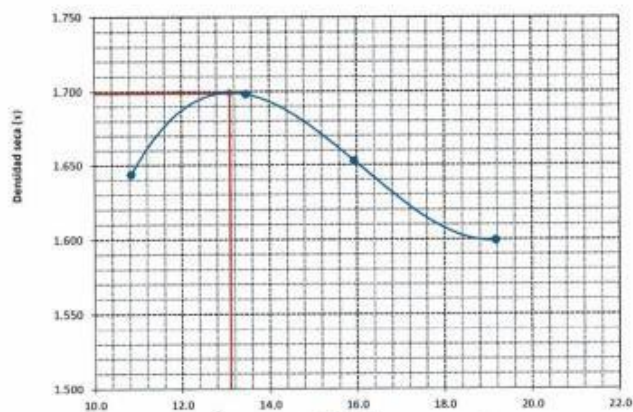
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5610	5710	5700	5890
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1736	1836	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g.	175.60	196.60	210.60	192.50
Peso del suelo seco + tara	g.	162.00	177.90	188.50	170.00
Peso de tara	g.	36.50	39.80	50.40	52.60
Peso de agua	g.	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g.	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																						
Nº Molde		A-1				A-2				A-3												
Nº Capa		5				5				5												
Nº Golpes por capa		56				25				12												
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado										
Peso molde + Suelo húmedo		12196	12424	12220	12490	12588	12894															
Peso de molde (g)		8622	8622	8395	8395	8668	8668															
Peso del suelo húmedo (g)		3574	3802	3825	4095	3920	4226															
Volumen del molde (cc)		1862	1862	2095	2095	2260	2260															
Densidad húmeda (g/cc)		1.919	2.042	1.826	1.955	1.735	1.870															
% de humedad		13.39	19.88	13.78	20.96	14.54	22.46															
Densidad seca (g/cc)		1.693	1.703	1.605	1.616	1.514	1.527															
HUMEDAD																						
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		187.6	187.6	3802	3802	210.5	210.5	4095	4095	168.9	168.9	4226.0										
Tarro + Suelo seco (gr.)		171.5	171.5	3574	3574	185.0	185.0	3825	3825	154.0	154.0	3920.0										
Peso del Agua (gr.)		16.1	16.1	228.0	228.0	25.5	25.5	270.0	270.0	14.9	14.9	306.0										
Peso del tarro (gr.)		51.26	51.26	0	0	0	0	0	0	51.51	51.51	0										
Peso del suelo seco (gr.)		120.2	120.2	3514.5	3514.5	185.0	185.0	3764.6	3764.6	102.5	102.5	3861.5										
% de humedad		13.39	13.39	19.88	19.88	13.78	13.78	20.96	20.96	14.54	14.54	22.46										
Promedio de Humedad (%)		13.39	19.88			13.78	20.96			14.54	22.46											
EXPANSIÓN																						
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN												
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%											
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
08/07/2023	14.3	24	0.1	0.003		0.2	0.005		0.1	0.003												
09/07/2023	14.3	48	0.6	0.015		0.85	0.021		1.1	0.028												
10/07/2023	14.3	72	1	0.025		1.15	0.029		1.32	0.033												
11/07/2023	14.3	96	1.17	0.029		1.34	0.034		1.5	0.038												
			4.57	total	0.64	4.57	total	0.73	4.57	total	0.82											
PENETRACIÓN																						
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3											
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN									
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%								
mm.	pulg.	Lbf/in2																				
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2			0	2								
0.640	0.025	0'30"	85	210					56	139			18	46								
1.270	0.050	1'00"	110	271					92	227			56	139								
1.910	0.075	1'30"	185	454					142	349			92	227								
2.540	0.100	2'00"	1000	213	522	406.6	40.7	163	400	319.5	32.0	101	249	235.7	23.6							
3.810	0.150	3'00"		275	673				204	500			124	305								
5.080	0.200	4'00"	1500	325	795	330.4	52.7	236	576	457.3	30.5	138	334	383.7	25.6							
6.350	0.250	5'00"		362	885				280	688			149	356								
7.620	0.300	6'00"		375	917				310	758			160	441								



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica
Luzo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024
 25% CCA

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

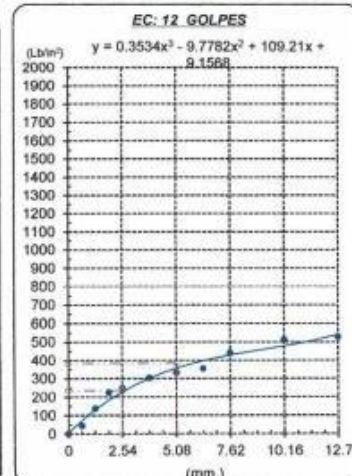
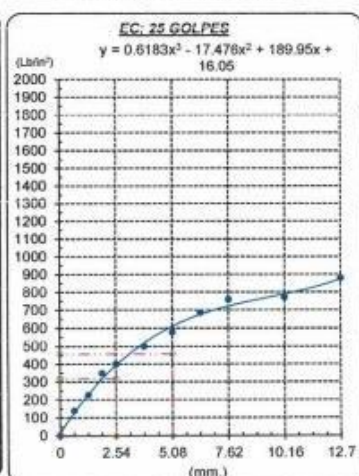
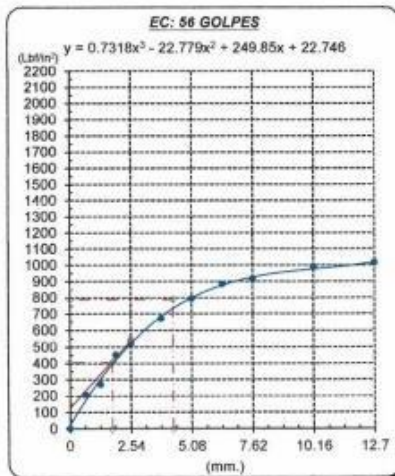


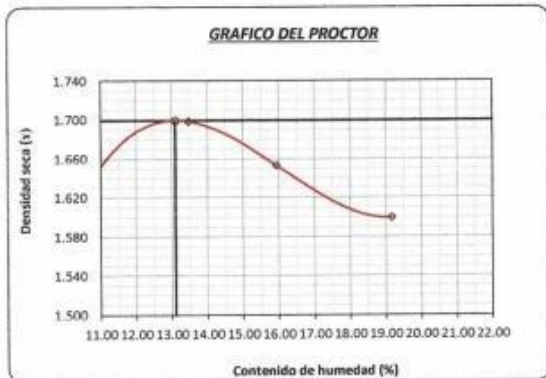
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.699 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	41 %	54 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	33 %	31 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

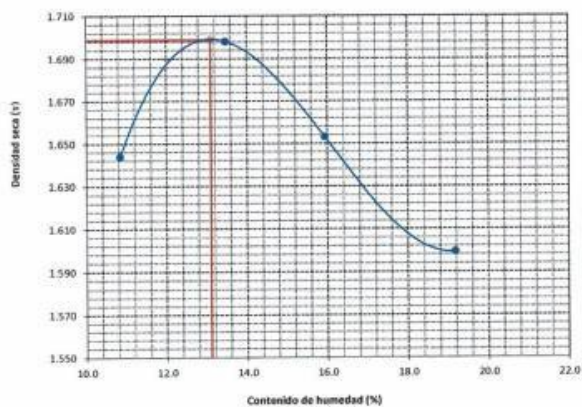
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1736	1836	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	175.60	196.50	210.50	192.50
Peso del suelo seco + tara	g	162.00	177.90	188.50	170.00
Peso de tara	g	36.50	39.80	50.40	52.60
Peso de agua	g	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadenebra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-4				A-5				A-6				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		11922		12450		11550		11990		11410		11818		
Peso de molde (g)		7843		7843		7671		7671		7840		7840		
Peso del suelo húmedo (g)		4079		4607		3879		4319		3570		3978		
Volumen del molde (cc)		2122		2122		2125		2125		2132		2132		
Densidad húmeda (g/cc)		1.922		2.171		1.825		2.032		1.674		1.866		
% de humedad		13.14		26.31		13.71		25.24		13.95		25.55		
Densidad seca (g/cc)		1.689		1.719		1.605		1.623		1.469		1.486		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		198.0	198.0	4607	4607	175.0	175.0	4319	4319	196.0	196.0	3978.0	3978.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		175.0	175.0	4079	4079	153.9	153.9	3879	3879	172.0	172.0	3570.0	3570.0	
Peso del Agua (gr.)		23.0	23.0	528.0	528.0	21.1	21.1	440.0	440.0	24.0	24.0	408.0	408.0	
Peso del tarro (gr.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		175.0	175.0	4010.9	4010.9	153.9	153.9	3817.7	3817.7	172.0	172.0	3518.3	3518.3	
% de humedad		13.14	13.14	26.31	26.31	13.71	13.71	25.24	25.24	13.95	13.95	25.55	25.55	
Promedio de Humedad (%)		13.14		26.31		13.71		25.24		13.95		25.55		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.4	0.010		0.3	0.008		0.4	0.010				
11/05/2023	14.3	48	0.5	0.013		0.4	0.010		0.5	0.013				
12/05/2023	14.3	72	0.7	0.018		0.6	0.015		0.7	0.018				
13/05/2023	14.3	96	0.8	0.020		0.9	0.023		1	0.025				
			4.57	total	0.44	4.57	total	0.49	4.57	total	0.55			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-6			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2						
0.640	0.025	0'30"	21	54			15	39			10	27		
1.270	0.050	1'00"	68	168			52	129			25	63		
1.910	0.075	1'30"	125	307			95	234			42	105		
2.540	0.100	2'00"	190	466	365.6	36.6	124	305	305.1	30.5	75	185	153.2	15.3
3.810	0.150	3'00"	285	697	443.9	44.4	174	432	432.0	43.2	86	212		
5.080	0.200	4'00"	296	724	672.3	67.2	168	415	496.4	33.1	101	249	261.4	17.4
6.350	0.250	5'00"	315	770	724.4	72.4	181	450	515.1	51.5	124	305		
7.620	0.300	6'00"	324	792	770.5	77.1	195	486	564.0	56.4	135	332		

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

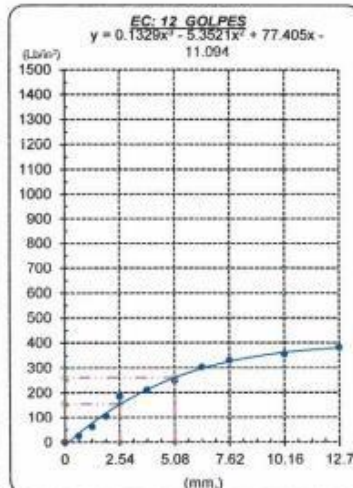
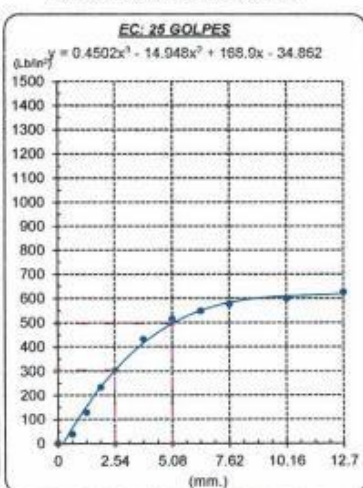
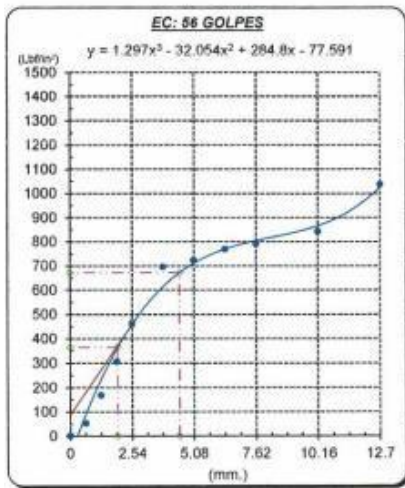


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.699 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g./cm ³
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	37 %	45 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	31 %	34 %



Formatos. 56.Cbr C1+25%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

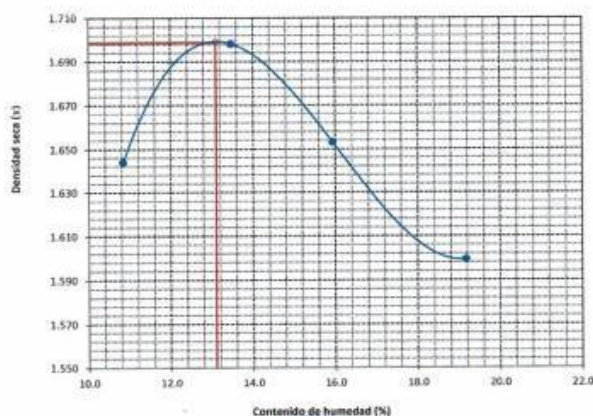
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1736	1836	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	175.60	196.60	210.50	192.50
Peso del suelo seco + tara	g.	162.00	177.90	188.50	170.00
Peso de tara	g.	36.60	39.80	60.40	52.60
Peso de agua	g.	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g.	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Obitas
Téc. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A-7				A-8				A-9					
Nº Capa		5				5				5					
Nº Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		11942	12350	12350	12350	12450	12850	12850	12850	11510	11950	11950			
Peso de molde (g)		7855	7855	7855	7855	8692	8692	8692	8692	7828	7828	7828			
Peso del suelo húmedo (g)		4087	4495	4495	4495	3758	4158	4158	4158	3682	4122	4122			
Volumen del molde (cc)		2117	2117	2117	2117	2080	2080	2080	2080	2125	2125	2125			
Densidad húmeda (g/cc)		1.931	2.123	2.123	2.123	1.807	1.999	1.999	1.999	1.733	1.940	1.940			
% de humedad		14.40	24.55	24.55	24.55	14.60	25.41	25.41	25.41	14.40	26.53	26.53			
Densidad seca (g/cc)		1.688	1.705	1.705	1.705	1.577	1.594	1.594	1.594	1.515	1.533	1.533			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		210.5	210.5	4495	4495	190.0	190.0	4158	4158	210.5	210.5	4122.0	4122.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		184.0	184.0	4087	4087	165.8	165.8	3758	3758	184.0	184.0	3682.0	3682.0		
Peso del Agua (gr.)		26.5	26.5	408.0	408.0	24.2	24.2	400.0	400.0	26.5	26.5	440.0	440.0		
Peso del tarro (gr.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		184.0	184.0	4019.2	4019.2	165.8	165.8	3699.7	3699.7	184.0	184.0	3627.1	3627.1		
% de humedad		14.40	14.40	24.55	24.55	14.60	14.60	25.41	25.41	14.40	14.40	26.53	26.53		
Promedio de Humedad (%)		14.40	14.40	24.55	24.55	14.60	14.60	25.41	25.41	14.40	14.40	26.53	26.53		
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.5	0.013	0.4	0.010			0.5	0.013					
11/05/2023	14.3	48	0.6	0.015	0.6	0.015			0.8	0.020					
12/05/2023	14.3	72	0.8	0.020	0.8	0.020			0.9	0.023					
13/05/2023	14.3	96	0.9	0.023	1	0.025			1.2	0.030					
			4.57	total	0.49	4.57	total	0.55	4.57	total	0.66				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-7				MOLDE Nº A-8				MOLDE Nº A-9			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	20	51			18	46			10	27			
1.270	0.050	1'00"	65	161			45	112			29	73			
1.910	0.075	1'30"	96	237			76	188			34	85			
2.540	0.100	2'00"	1000	258	319.4	31.8%	89	219	190.3	19.0	56	139	131.2	13.1	
3.810	0.150	3'00"		115	285		92	227			72	178			
5.080	0.200	4'00"	1500	124	305	640.6	42.7%	98	241	263.1	17.5	86	212	205.5	13.7
6.350	0.250	5'00"		136	334		104	258			92	227			
7.620	0.300	6'00"		150	368		112	276			96	237			


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT




UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

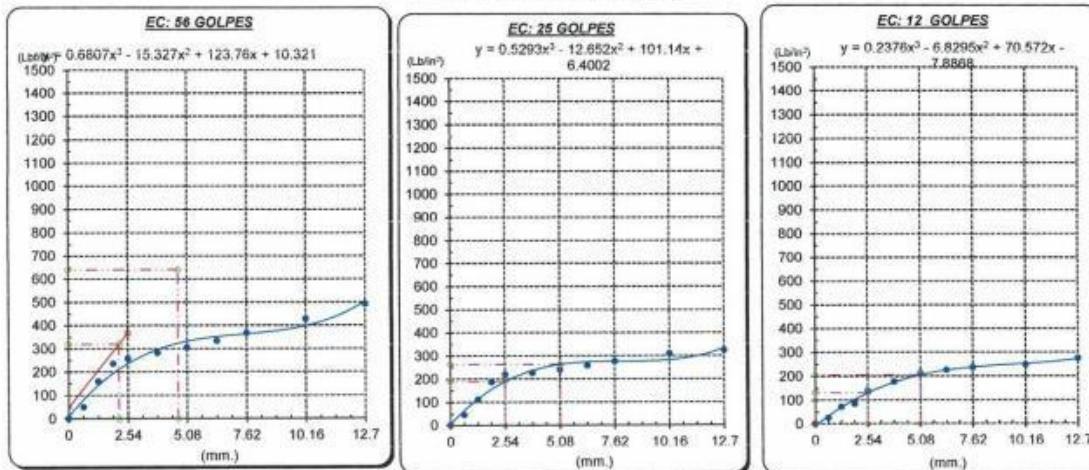


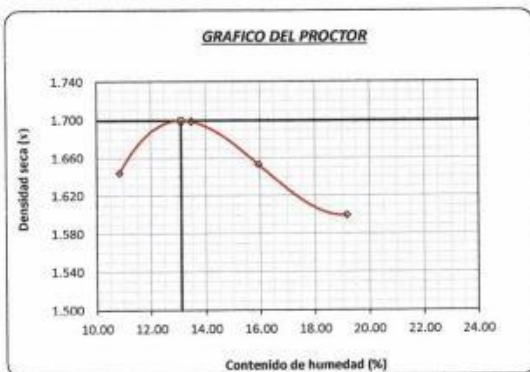
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.699 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	33 %	45 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	23 %	20 %



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE AROLLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
MUESTRA : 30% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

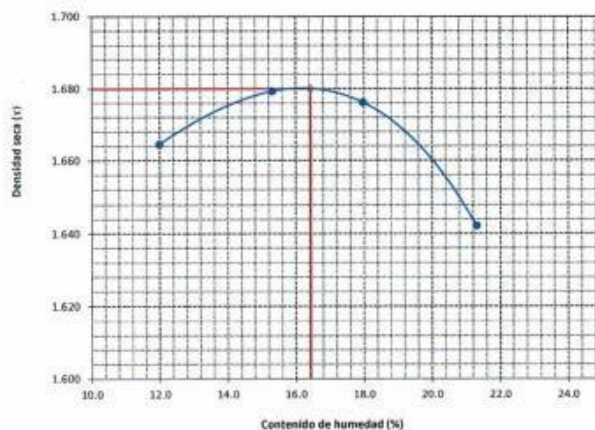
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5650	5719	5758	5772
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1776	1945	1884	1998
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g	45.60	36.20	42.50	48.90
Peso de agua	g	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Formatos. 60. CBR C1+30%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
MUESTRA : 30% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
Nº Molde	A-4				A-5				A-9							
Nº Capa	5				5				5							
Nº Golpes por capa	56				25				12							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo	12426		12494		12359		12450		12014		12096					
Peso de molde (g)	8852		8852		8395		8395		8706		8706					
Peso del suelo húmedo (g)	3574		3642		3964		4055		3308		3390					
Volumen del molde (cc)	1822		1822		2132		2132		1885		1885					
Densidad húmeda (g/cc)	1.962		1.999		1.859		1.902		1.755		1.798					
% de humedad	16.75		18.68		16.68		19.01		16.52		19.03					
Densidad seca (g/cc)	1.680		1.684		1.594		1.598		1.508		1.511					
HUMEDAD																
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	150.6	150.6	3642	3642	154.6	154.6	4055	4055	180.5	180.5	3390.0	3390.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)	133.0	133.0	3574	3574	132.5	132.5	3964	3964	158.9	158.9	3308.0	3308.0				
Peso del Agua (gr.)	17.6	17.6	68.0	68.0	22.1	22.1	91.0	91.0	21.6	21.6	82.0	82.0				
Peso del tarro (gr.)	27.92	27.92	0	0	0	0	0	0	28.14	28.14	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)	105.1	105.1	3514.9	3514.9	132.5	132.5	3901.8	3901.8	130.8	130.8	3258.9	3258.9				
% de humedad	16.75	16.75	18.68	18.68	16.68	16.68	19.01	19.01	16.52	16.52	19.03	19.03				
Promedio de Humedad (%)	16.75		18.68		16.68		19.01		16.52		19.03					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
08/07/2023	14.3	24	0.2	0.005		0.2	0.005		0.2	0.005						
09/07/2023	14.3	48	0.21	0.005		0.23	0.006		0.23	0.006						
10/07/2023	14.3	72	0.22	0.006		0.25	0.006		0.25	0.006						
11/07/2023	14.3	96	0.23	0.006		0.26	0.007		0.27	0.007						
			4.57		0.13	4.57		0.14	4.57		0.15					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-9					
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%		
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2					0	2		
0.640	0.025	0'30"	45	112			25	63			3	10				
1.270	0.050	1'00"	125	307			98	241			25	63				
1.910	0.075	1'30"	205	502			135	332			72	178				
2.540	0.100	2'00"	275	673	491.0	49.2	179	437	401.1	40.1	115	283	294.7	25.5		
3.810	0.150	3'00"	354	865			258	527			160	393				
5.080	0.200	4'00"	355	866	966.0	94.4	245	600	623.0	41.5	180	441	441.5	29.4		
6.350	0.250	5'00"	356	870			268	656			202	485				
7.620	0.300	6'00"	357	873			301	736			219	524				



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

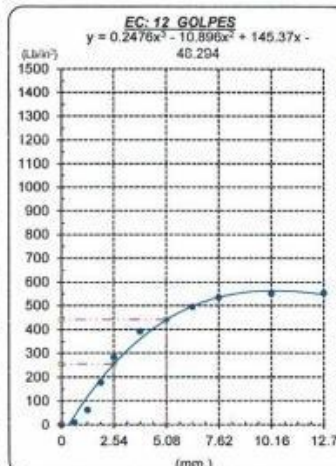
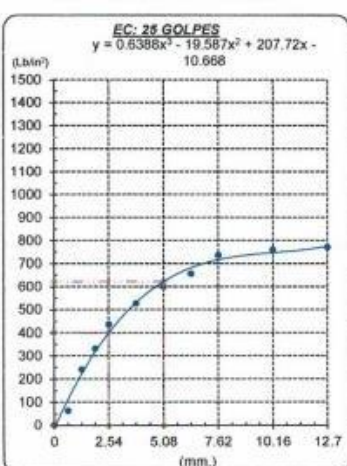
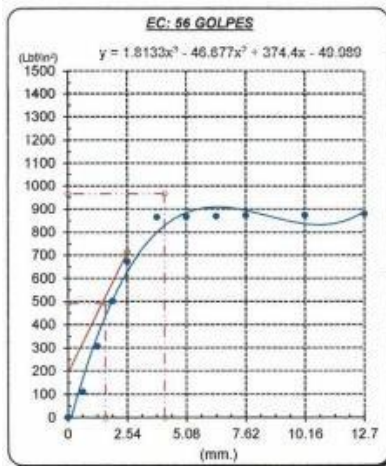


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.680 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.596 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	49 %	64 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	41 %	42 %



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 30% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

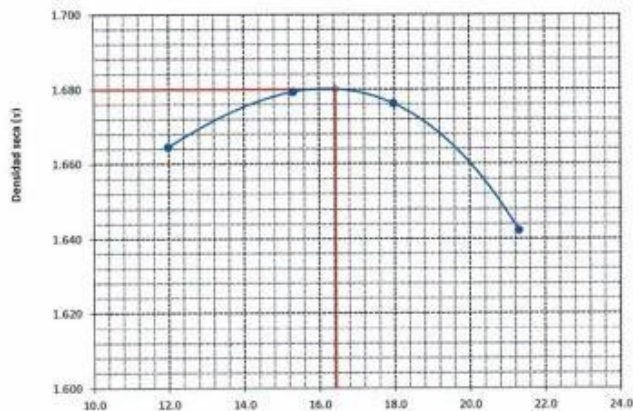
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5660	5719	5768	5772
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1776	1845	1894	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g.	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g.	45.60	36.20	42.50	48.90
Peso de agua	g.	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g.	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
 MUESTRA : 30% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-3				A-4				A-5					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12610	12710	12250	12350	11610	11710								
Peso de molde (g)	8453	8453	8852	8852	7840	7840								
Peso del suelo húmedo (g)	4157	4257	3398	3498	3770	3870								
Volumen del molde (cc)	2113	2113	1822	1822	2132	2132								
Densidad húmeda (g/cc)	1.967	2.015	1.865	1.920	1.768	1.815								
% de humedad	16.75	19.20	16.94	19.93	16.60	19.30								
Densidad seca (g/cc)	1.685	1.690	1.595	1.601	1.517	1.522								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	150.6	150.6	4257	4257	210.5	210.5	3498	3498	198.8	198.8	3870.0	3870.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	133.0	133.0	4157	4157	180.0	180.0	3398	3398	174.5	174.5	3770.0	3770.0		
Peso del Agua (gr.)	17.6	17.6	100.0	100.0	30.5	30.5	100.0	100.0	24.3	24.3	100.0	100.0		
Peso del tarro (gr.)	27.92	27.92	0	0	0	0	0	0	28.14	28.14	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	105.1	105.1	4088.1	4088.1	180.0	180.0	3344.7	3344.7	146.4	146.4	3713.7	3713.7		
% de humedad	16.75	16.75	19.20	19.20	16.94	16.94	19.93	19.93	16.60	16.60	19.30	19.30		
Promedio de Humedad (%)	16.75		19.20		16.94		19.93		16.60		19.30			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
08/07/2023	14.3	24	0.25	0.006	0.28	0.007	0.26	0.007						
09/07/2023	14.3	48	0.28	0.007	0.32	0.008	0.35	0.009						
10/07/2023	14.3	72	0.3	0.008	0.4	0.010	0.4	0.010						
11/07/2023	14.3	96	0.35	0.009	0.45	0.011	0.5	0.013						
			4.57	total	0.19	4.57	total	0.25	4.57	total	0.27			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-3				MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	86	212			42	106			12	32		
1.270	0.050	1'00"	124	305			102	251			36	90		
1.910	0.075	1'30"	175	429			135	332			61	200		
2.540	0.100	2'00"	280	685	508.6	59.3	167	458	432.2	43.2	124	305	283.9	28.4
3.810	0.150	3'00"	310	758			219	515			176	432		
5.080	0.200	4'00"	315	770	015.5	67.7	242	593	660.2	44.0	201	460	480.2	32.0
6.350	0.250	5'00"	318	778			275	673			216	507		
7.620	0.300	6'00"	324	792			380	885			295	675		



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

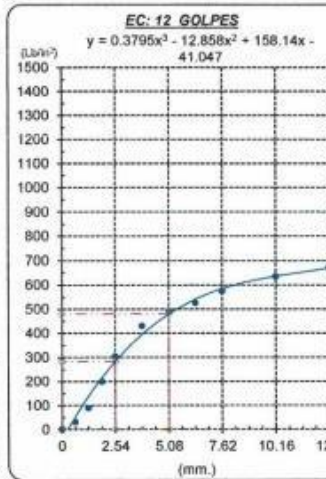
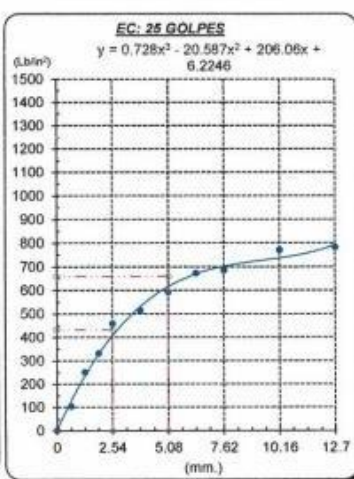
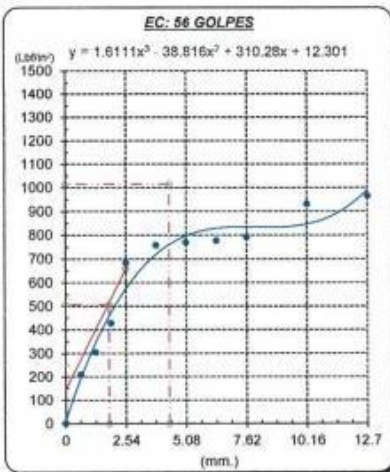


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.880 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.596 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	50 %	66 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	43 %	44 %





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALECATA : C-1
MUESTRA : 30% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

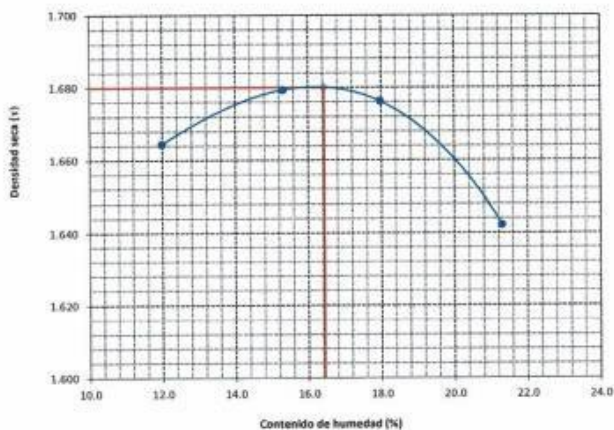
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5650	5719	5758	5772
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1776	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g	45.60	36.20	42.50	48.90
Peso de agua	g	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.43	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
 MUESTRA : 30% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-6				A-7				A-8					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA															
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12020		12150		11780		11910		12120		12220			
Peso de molde (g)		7840		7840		7855		7855		8692		8692			
Peso del suelo húmedo (g)		4180		4310		3925		4055		3428		3528			
Volumen del molde (cc)		2132		2132		2117		2117		2080		2080			
Densidad húmeda (g/cc)		1.961		2.022		1.854		1.915		1.648		1.696			
% de humedad		16.42		19.58		16.50		19.87		16.26		19.22			
Densidad seca (g/cc)		1.684		1.691		1.591		1.598		1.418		1.423			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		265.5	265.5	4310	4310	240.0	240.0	4055	4055	210.5	210.5	3528.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		232.0	232.0	4180	4180	206.0	206.0	3925	3925	185.0	185.0	3428.0			
Peso del Agua (gr.)		33.5	33.5	130.0	130.0	34.0	34.0	130.0	130.0	25.5	25.5	100.0			
Peso del tarro (gr.)		27.92	27.92	0	0	0	0	0	0	28.14	28.14	0			
Peso del suelo seco (gr.)		204.1	204.1	4110.8	4110.8	206.0	206.0	3863.5	3863.5	156.9	156.9	3380.1			
% de humedad		16.42	16.42	19.58	19.58	16.50	16.50	19.87	19.87	16.26	16.26	19.22			
Promedio de Humedad (%)		16.42		19.58		16.50		19.87		16.26		19.22			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
08/07/2023	14.3	24	0.3	0.008		0.2	0.005		0.3	0.008					
09/07/2023	14.3	48	0.36	0.009		0.36	0.009		0.4	0.010					
10/07/2023	14.3	72	0.4	0.010		0.45	0.011		0.5	0.013					
11/07/2023	14.3	96	0.45	0.011		0.56	0.014		0.8	0.020					
			4.57	total	0.25	4.57	total	0.31	4.57	total	0.44				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-6				MOLDE N° A-7				MOLDE N° A-8			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		48	115			52	129			15	39		
1.270	0.050	1'00"		125	307			86	212			40	100		
1.910	0.075	1'30"		180	441			132	324			65	161		
2.540	0.100	2'00"	1000	210	515	1088	108.8	165	405	369.1	36.9	85	234	199.9	20.0
3.810	0.150	3'00"		290	685			205	456			105	259		
5.080	0.200	4'00"	1500	340	815	760.7	50.7	205	502	524.0	34.9	119	293	208.8	19.9
6.350	0.250	5'00"		376	915			215	527			124	305		
7.620	0.300	6'00"		395	965			236	578			130	324		

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica
 Santa Teresita de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

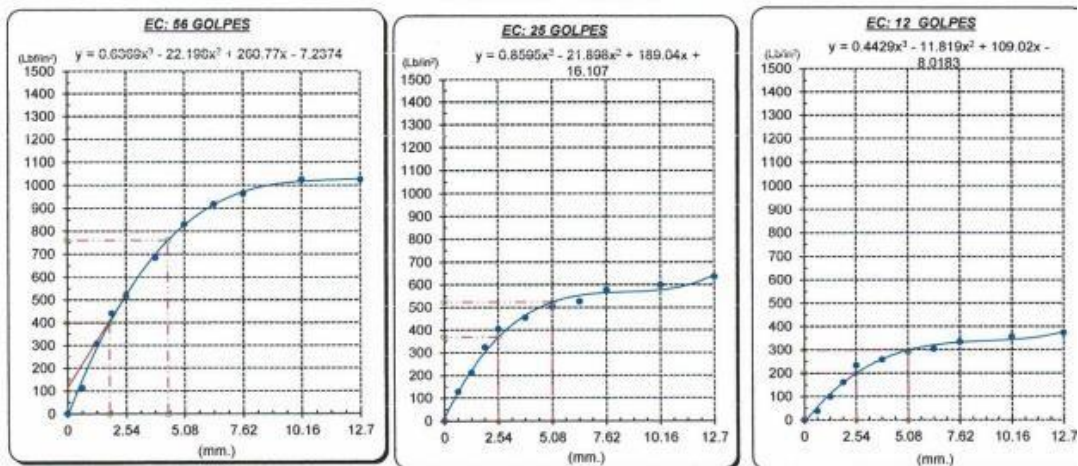


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.680 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.596 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	40 %	50 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	37 %	35 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
MUESTRA : 30% CCA
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

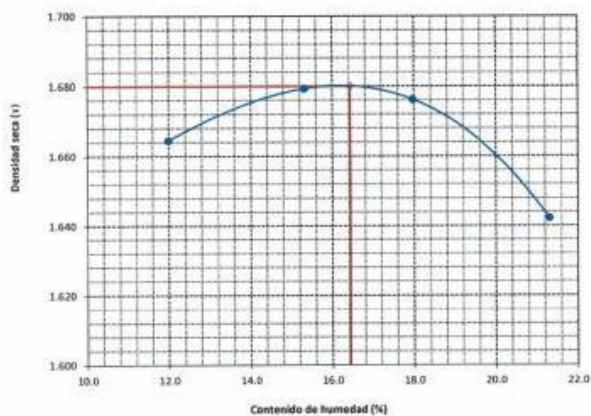
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5660	5719	5758	5772
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1776	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g	45.50	36.20	42.50	48.90
Peso de agua	g	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

Responsable del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos / Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesis : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 30% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-1				A-2				A-3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12584	12704	12310	12410	12192	12272							
Peso de molde (g)		8622	8622	8395	8395	8668	8668							
Peso del suelo húmedo (g)		3962	4082	3915	4015	3524	3604							
Volumen del molde (cc)		2015	2015	2112	2112	2126	2126							
Densidad húmeda (g/cc)		1.966	2.026	1.854	1.901	1.658	1.695							
% de humedad		16.39	19.47	16.77	19.36	16.90	19.20							
Densidad seca (g/cc)		1.689	1.696	1.588	1.593	1.418	1.422							
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		163.0	163.0	408.2	408.2	256.3	256.3	401.5	401.5	149.5	149.5	3604.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		144.0	144.0	396.2	396.2	219.5	219.5	391.5	391.5	132.0	132.0	3524.0		
Peso del Agua (gr.)		19.0	19.0	120.0	120.0	36.8	36.8	100.0	100.0	17.5	17.5	80.0		
Peso del tarro (gr.)		28.23	28.23	0	0	0	0	0	0	28.45	28.45	0		
Peso del suelo seco (gr.)		115.8	115.8	3896.2	3896.2	219.5	219.5	3853.8	3853.8	103.6	103.6	3474.7		
% de humedad		16.39	16.39	19.47	19.47	16.77	16.77	19.36	19.36	16.90	16.90	19.20		
Promedio de Humedad (%)		16.39	19.47			16.77	19.36			16.90	19.20			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
11/09/2023	14.3	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0.54	0	0			
12/09/2023	14.3	24	0.95	0.024		1	0.025		0.62	0.016				
13/09/2023	14.3	48	0.98	0.025		1.05	0.026		0.75	0.019				
14/09/2023	14.3	72	1	0.025		1.1	0.028		0.8	0.020				
15/09/2023	14.3	96	1.12	0.028		1.2	0.030		1.25	0.031				
			4.57	total	0.61	4.57	total	0.66	4.57	total	0.68			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	101	249			86	212		36	90			
1.270	0.050	1'00"	136	334			101	249		76	188			
1.910	0.075	1'30"	262	641			174	427		92	227			
2.540	0.100	2'00"	305	746	598.5	49.8	210	515	439.1	43.9	145	356	317.2	
3.810	0.150	3'00"	342	838	1064.3	67.0	223	546		175	429			
5.080	0.200	4'00"	378	924	1064.3	67.0	256	627	593.6	39.6	190	466	490.1	
6.350	0.250	5'00"	392	958			290	729		203	527			
7.620	0.300	6'00"	406	992			305	746		216	538			





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024
 30% CCA

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

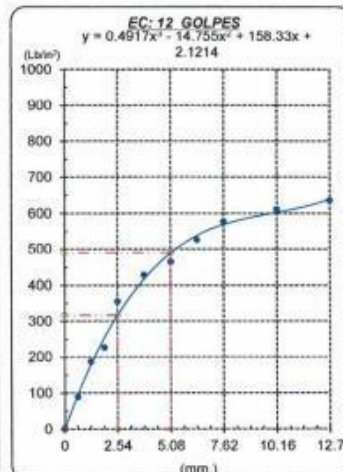
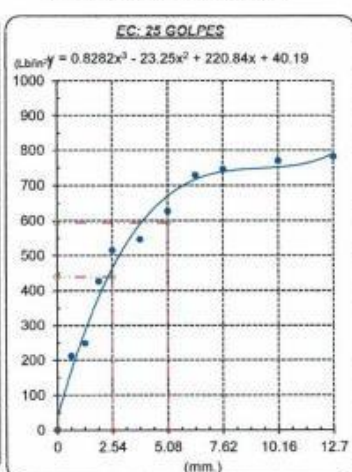
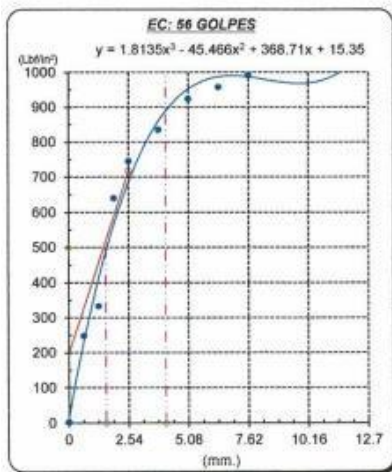


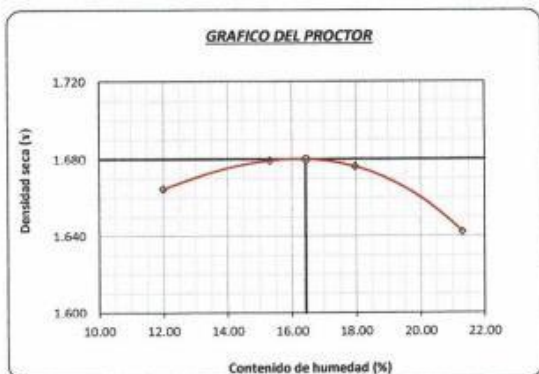
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.680 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.596 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	49 %	64 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	45 %	40 %





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

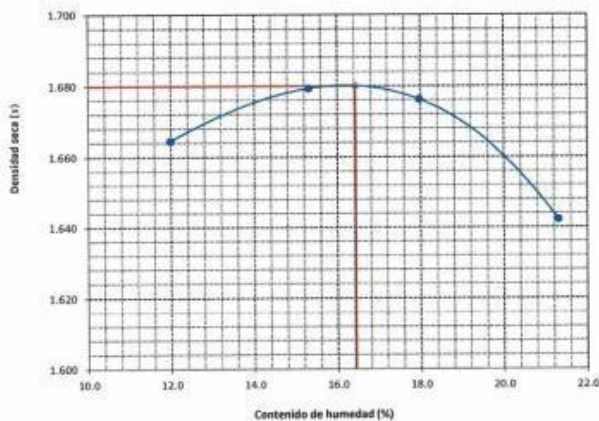
CALICATA : C-1
MUESTRA : 30% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5660	5719	5758	5772
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1776	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g.	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g.	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g.	45.50	35.20	42.50	48.90
Peso de agua	g.	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g.	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadenebra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos o Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

sta : Quesquén Castro Hilary
rela : Ingeniería Civil Ambiental
recto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
ción : Distrito de Jaén, Cajamarca
na de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CLASIFICACIÓN: C-1

MUESTRA: 30% CCA

PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-1				A-2				A-3					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12338		12428		12320		12410		11690		11788			
Peso de molde (g)		8622		8622		8395		8395		8668		8668			
Peso del suelo húmedo (g)		3716		3806		3925		4015		3022		3120			
Volumen del molde (cc)		1890		1890		2112		2112		1813		1813			
Densidad húmeda (g/cc)		1.966		2.014		1.858		1.901		1.667		1.721			
% de humedad		16.44		18.91		16.77		19.09		16.13		19.42			
Densidad seca (g/cc)		1.688		1.694		1.592		1.596		1.435		1.441			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		129.5	129.5	3806	3806	256.3	256.3	4015	4015	146.8	146.8	3120.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		115.2	115.2	3716	3716	219.5	219.5	3925	3925	130.3	130.3	3022.0			
Peso del Agua (gr.)		14.3	14.3	90.0	90.0	36.8	36.8	90.0	90.0	16.5	16.5	98.0			
Peso del tarro (gr.)		28.34	28.34	0	0	0	0	0	0	28.09	28.09	0			
Peso del suelo seco (gr.)		86.8	86.8	3654.3	3654.3	219.5	219.5	3863.5	3863.5	102.2	102.2	2979.2			
% de humedad		16.44	16.44	18.91	18.91	16.77	16.77	19.09	19.09	16.13	16.13	19.42			
Promedio de Humedad (%)		16.44		18.91		16.77		19.09		16.13		19.42			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
11/09/2023	14.3	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0.15	0	0				
12/09/2023	14.3	24	0.25	0.006		0.2	0.005		0.26	0.007					
13/09/2023	14.3	48	0.3	0.008		0.3	0.008		0.42	0.011					
14/09/2023	14.3	72	0.35	0.009		0.45	0.011		0.56	0.014					
15/09/2023	14.3	96	0.4	0.010		0.56	0.014		0.65	0.016					
			4.57	total	0.22	4.57	total	0.31	4.57	total	0.36				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lb/lin2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	86	212			52	129			42	105			
1.270	0.050	1'00"	104	256			76	188			65	161			
1.910	0.075	1'30"	185	454			95	234			86	212			
2.540	0.100	2'00"	1000	236	578	358.6	35.9	135	332	323.5	32.3	101	249	262.2	
3.810	0.150	3'00"		265	649			175	429			142	349		
5.080	0.200	4'00"	1500	301	736	420.1	46.0	295	502	494.7	33.0	168	432	411.6	
6.350	0.250	5'00"		315				305	527			186	456		
7.620	0.300	6'00"		345				336	578			201	493		



Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024
 30% CCA

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

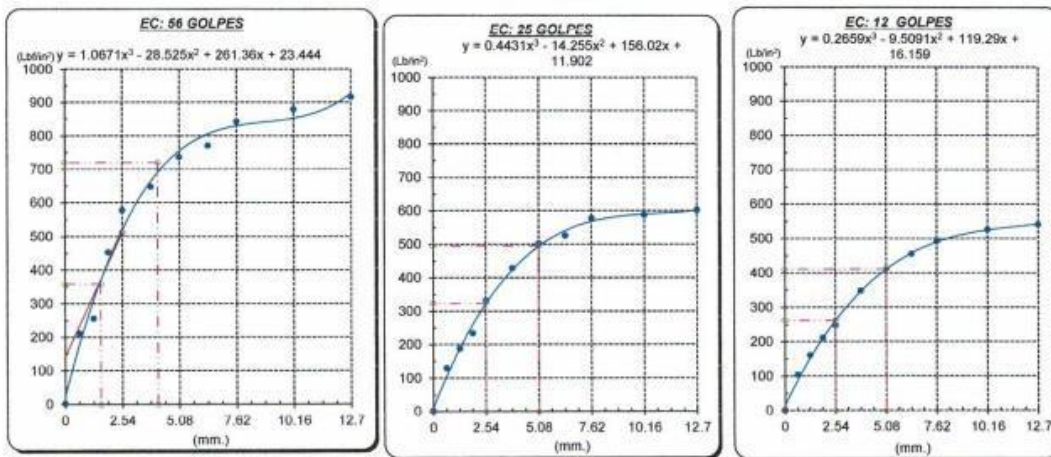


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.680 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.596 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	36 %	47 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	33 %	33 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (86000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
 MUESTRA : 30% CCA
 PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

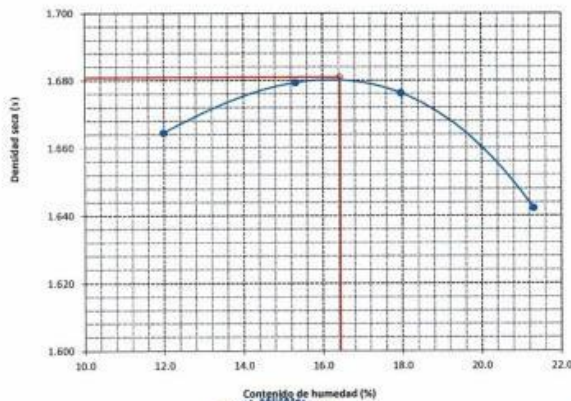
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5650	5719	5758	5772
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1776	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g.	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g.	45.60	36.20	42.50	48.90
Peso de agua	g.	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g.	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.681	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Anal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TECNICO DE LABORATORIO



FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Asista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1

MUESTRA : 30% CCA

PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-10				A-11				A-12				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		11910	12080	11690	11840	11120	11290							
Peso de molde (g)		7749	7749	7755	7755	7699	7639							
Peso del suelo húmedo (g)		4161	4331	3935	4085	3481	3651							
Volumen del molde (cc)		2120	2120	2112	2112	2113	2113							
Densidad húmeda (g/cc)		1.963	2.043	1.863	1.934	1.647	1.728							
% de humedad		16.32	20.47	16.51	20.39	16.57	21.52							
Densidad seca (g/cc)		1.687	1.696	1.599	1.607	1.413	1.422							
HUMEDAD														
Tarro N°		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		224.5	224.5	4331	4331	178.9	178.9	4085	4085	205.6	205.6	3651.0	3651.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		198.0	198.0	4161	4161	161.0	161.0	3935	3935	181.0	181.0	3481.0	3481.0	
Peso del Agua (gr.)		26.5	26.5	170.0	170.0	17.9	17.9	150.0	150.0	24.6	24.6	170.0	170.0	
Peso del tarro (gr.)		35.6	35.6	0	0	52.6	52.6	0	0	32.5	32.5	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		162.4	162.4	4092.0	4092.0	108.4	108.4	3873.1	3873.1	148.5	148.5	3432.5	3432.5	
% de humedad		16.32	16.32	20.47	20.47	16.51	16.51	20.39	20.39	16.57	16.57	21.52	21.52	
Promedio de Humedad (%)		16.32	16.32	20.47	20.47	16.51	16.51	20.39	20.39	16.57	16.57	21.52	21.52	
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
02/09/2022	14.3	24	0.15	0.004	0.3	0.008	0.013	0.5	0.013	0.6	0.015	0.020		
03/09/2022	14.3	48	0.5	0.013	0.45	0.011	0.015	0.8	0.020	1.1	0.028	0.040		
04/09/2022	14.3	72	0.6	0.015	0.5	0.013	0.015	0.8	0.020	1.1	0.028	0.040		
04/09/2022	14.3	96	0.8	0.020	0.9	0.023	0.028	1.1	0.028	1.5	0.035	0.045		
			4.57	total	0.44	4.57	total	0.49	4.57	total	0.60	0.60		
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-10				MOLDE N° A-11				MOLDE N° A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	145	356			32	80		15	39			
1.270	0.050	1'00"	180	441			96	237		76	188			
1.910	0.075	1'30"	257	629			145	356		92	227			
2.540	0.100	2'00"	290	710	488.0	48.8	180	441	404.2	40.4	126	310	304.3	30.4
3.810	0.150	3'00"	342	836			210	515		175	429			
5.080	0.200	4'00"	368	905	988.5	98.85	224	549	574.7	38.3	180	441	456.8	30.5
6.350	0.250	5'00"	390	953			236	578		196	480			
7.620	0.300	6'00"	425	1038			265	600		205	502			



Henry Riosdeneyra Obilias
 Laboratorio USAT
 Universidad Católica del Perú



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Híary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

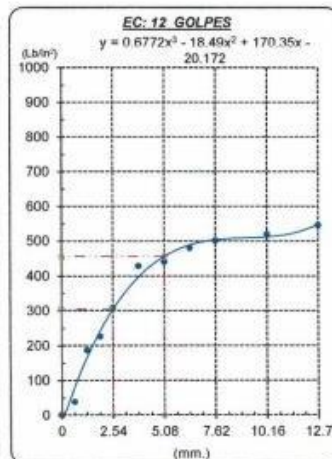
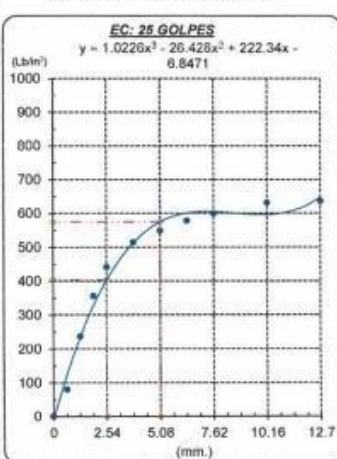
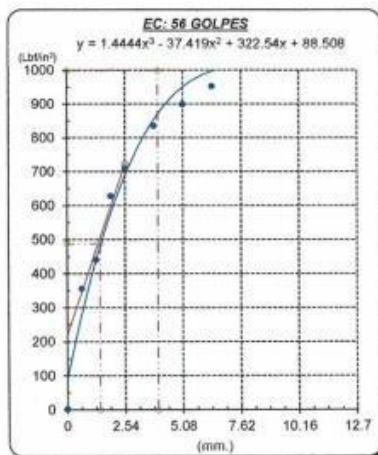


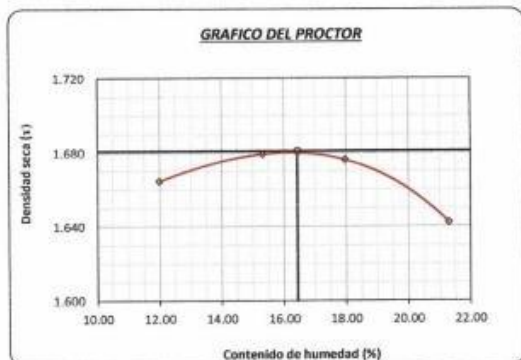
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.681 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.597 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	48 %	65 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	40 %	38 %



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica
 Lima, 18 de Mayo de 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 330.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 20% CCA
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

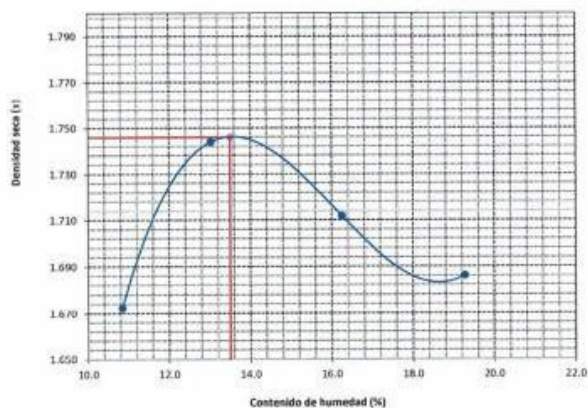
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5640	5752	5770	5790
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1766	1878	1896	1916
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.854	1.971	1.990	2.011

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	215.60	236.50	245.80	234.60
Peso del suelo seco + tara	g	198.00	214.50	216.00	206.80
Peso de tara	g	35.60	45.60	32.60	62.50
Peso de agua	g	17.6	22	29.8	27.8
Peso de suelo seco	g	162.4	168.9	183.4	144.3
Contenido de agua	%	10.8	13.0	16.2	19.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.672	1.744	1.712	1.686

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.746	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Formatos. 78. Cbr C2+20%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Asista : Quesquén Castro Hilary
Especialidad : Ingeniería Civil Ambiental
Objeto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Localización : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

ALICATA : C-02
MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																	
Nº Molde	A-9				A-5				A-11								
Nº Capa	5				5				5								
Nº Golpes por capa	56				25				12								
CONDICION DE LA MUESTRA																	
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo	12666	8710	12868	8710	12359	8395	12590	8395	12510	8916	12794	8916					
Peso de molde (g)	8710	8710	8710	8710	8395	8395	8395	8395	8916	8916	8916	8916					
Peso del suelo húmedo (g)	3956	3956	4158	4158	3964	3964	4195	4195	3594	3594	3878	3878					
Volumen del molde (cc)	2015	2015	2015	2015	2112	2112	2112	2112	2124	2124	2124	2124					
Densidad húmeda (g/cc)	1.963	1.963	2.064	2.064	1.877	1.877	1.986	1.986	1.692	1.692	1.826	1.826					
% de humedad	13.33	13.33	18.53	18.53	13.54	13.54	19.46	19.46	13.74	13.74	21.76	21.76					
Densidad seca (g/cc)	1.732	1.732	1.741	1.741	1.653	1.653	1.663	1.663	1.488	1.488	1.500	1.500					
HUMEDAD																	
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	145.6	145.6	415.8	415.8	156.5	156.5	419.5	419.5	146.5	146.5	3878.0	3878.0					
Tarro + Suelo seco (gr.)	131.0	131.0	395.6	395.6	141.0	141.0	396.4	396.4	131.5	131.5	3594.0	3594.0					
Peso del Agua (gr.)	14.6	14.6	202.0	202.0	15.5	15.5	231.0	231.0	15.0	15.0	284.0	284.0					
Peso del tarro (gr.)	21.5	21.5	0	0	26.5	26.5	0	0	22.3	22.3	0	0					
Peso del suelo seco (gr.)	109.5	109.5	388.6	388.6	114.5	114.5	389.5	389.5	109.2	109.2	3541.3	3541.3					
% de humedad	13.33	13.33	18.53	18.53	13.54	13.54	19.46	19.46	13.74	13.74	21.76	21.76					
Promedio de Humedad (%)	13.33	13.33	18.53	18.53	13.54	13.54	19.46	19.46	13.74	13.74	21.76	21.76					
EXPANSIÓN																	
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN							
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%						
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
10/05/2023	14.3	24	0.36	0.009		0.2	0.005		0.51	0.013							
11/05/2023	14.3	48	0.45	0.011		0.36	0.009		0.6	0.015							
12/05/2023	14.3	72	0.52	0.013		0.45	0.011		0.68	0.017							
13/05/2023	14.3	96	0.53	0.013		0.65	0.016		0.76	0.019							
			4.57	total	0.29	4.57	total	0.36	4.57	total	0.42						
PENETRACIÓN																	
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-9				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-11						
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN				
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%			
mm.	pulg.	Lbf/in2															
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2				0	2		
0.640	0.025	0'30"	8	22					6	17				2	7		
1.270	0.050	1'00"	95	234					56	139				23	58		
1.910	0.075	1'30"	125	307					86	212				36	90		
2.540	0.100	2'00"	138	339	326.3	331.6			95	234	218.9	21.9		75	185	149.7	15.0
3.810	0.150	3'00"	210	515					147	249				86	212		
5.080	0.200	4'00"	235	577	642.7	421.6			124	305	367.8	24.5		95	234	238.0	15.9
6.350	0.250	5'00"	342	847					136	334				104	256		
7.620	0.300	6'00"	368	900					145	356				115	283		

USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Asesorista : Quesquén Castro Hiriary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

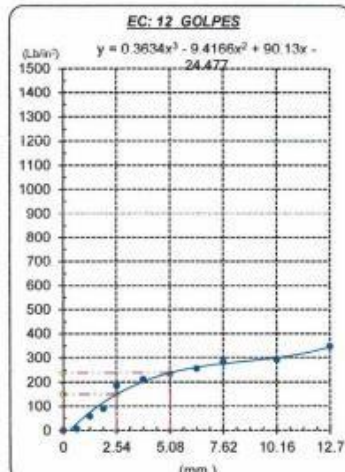
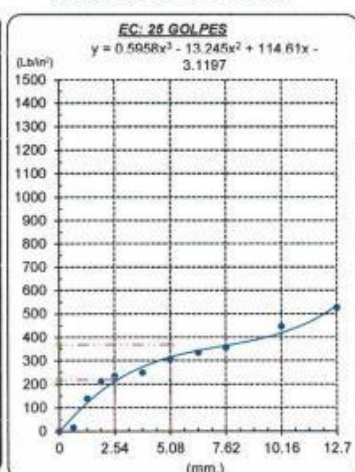
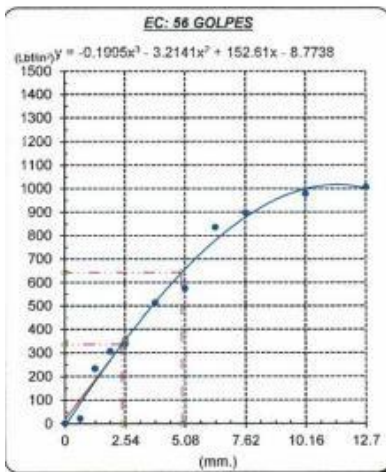


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.746 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.859 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.50 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	35 %	48 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	22 %	25 %



Henry Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (58000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1567

Tesis : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 20% CCA
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

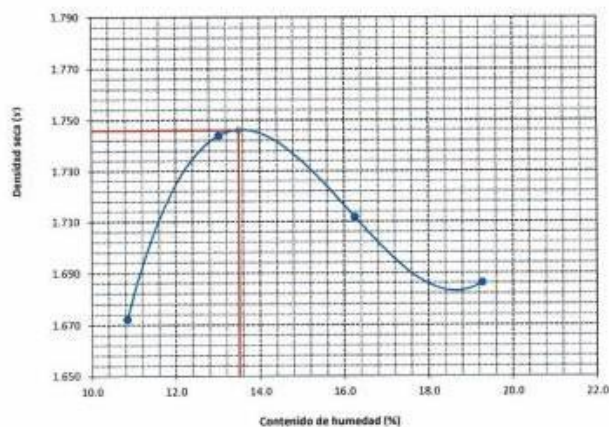
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5640	5752	5770	5790
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1766	1878	1806	1916
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.854	1.971	1.990	2.011

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	215.60	236.50	246.80	234.60
Peso del suelo seco + tara	g.	198.00	214.50	216.00	206.80
Peso de tara	g	35.60	45.60	32.60	62.50
Peso de agua	g.	17.6	22	29.8	27.8
Peso de suelo seco	g	162.4	168.9	183.4	144.3
Contenido de agua	%	10.8	13.0	16.2	19.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.672	1.744	1.712	1.686

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.746	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Obitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos
compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

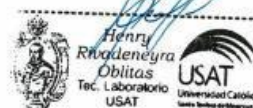
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

esista : Quesquén Castro Hilary
scuela : Ingeniería Civil Ambiental
oyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
bicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
echa de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-1				A-2				A-3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado				Saturado				Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12862	13058	12469	12690	12210	12418							
Peso de molde (g)		8621	8621	8395	8395	8453	8453							
Peso del suelo húmedo (g)		4241	4437	4074	4295	3757	3965							
Volumen del molde (cc)		2120	2120	2112	2112	2113	2113							
Densidad húmeda (g/cc)		2.000	2.093	1.929	2.034	1.778	1.876							
% de humedad		13.80	18.50	14.16	19.68	14.75	20.37							
Densidad seca (g/cc)		1.758	1.768	1.690	1.699	1.550	1.559							
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		175.8	175.8	4437	4437	186.9	186.9	4295	4295	165.2	165.2	3965.0	3965.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		158.9	158.9	4241	4241	169.0	169.0	4074	4074	147.0	147.0	3757.0	3757.0	
Peso del Agua (gr.)		16.9	16.9	196.0	196.0	17.9	17.9	221.0	221.0	18.2	18.2	208.0	208.0	
Peso del tarro (gr.)		36.4	36.4	0	0	42.6	42.6	0	0	23.6	23.6	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		122.5	122.5	4167.7	4167.7	126.4	126.4	4006.3	4006.3	123.4	123.4	3699.7	3699.7	
% de humedad		13.80	13.80	18.50	18.50	14.16	14.16	19.68	19.68	14.75	14.75	20.37	20.37	
Promedio de Humedad (%)		13.80		18.50		14.16		19.68		14.75		20.37		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10/05/2023	14.3	24	0.5	0.013		0.5	0.013		0.6	0.015				
11/05/2023	14.3	48	0.65	0.016		0.65	0.016		0.8	0.020				
12/05/2023	14.3	72	0.8	0.020		0.78	0.020		1.1	0.028				
13/05/2023	14.3	96	1	0.025		1.2	0.030		1.5	0.036				
			4.57	total	0.55	4.57	total	0.66	4.57	total	0.82			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	15	39			12	32		8	22			
1.270	0.050	1'00"	64	158			48	119		15	39			
1.910	0.075	1'30"	115	283			89	219		32	80			
2.540	0.100	2'00"	124	305	205.8	20.2	199	241	219.7	22.0	58	144	123.8	12.4
3.810	0.150	3'00"	136	334			104	256		75	185			
5.080	0.200	4'00"	152	373	395.1	26.8	115	283	358.0	23.9	86	212	209.3	14.0
6.350	0.250	5'00"	180	441			124	305		92	227			
7.620	0.300	6'00"	196	480			136	334		105	258			



Formatos. 82Cbr C2+20%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

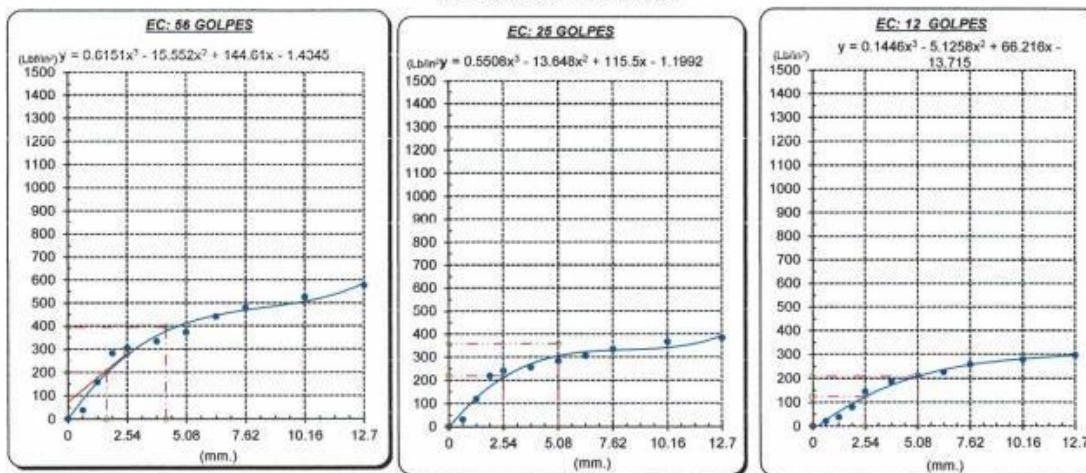


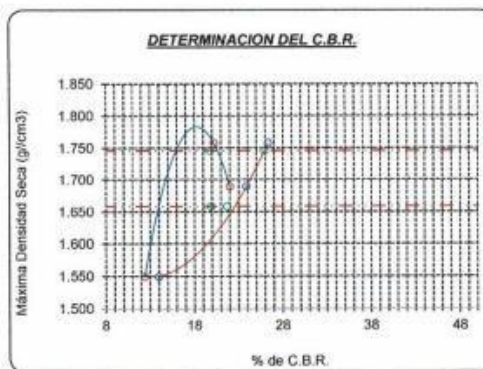
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.746 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.659 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.50 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	20 %	26 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	20 %	22 %



Henry Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

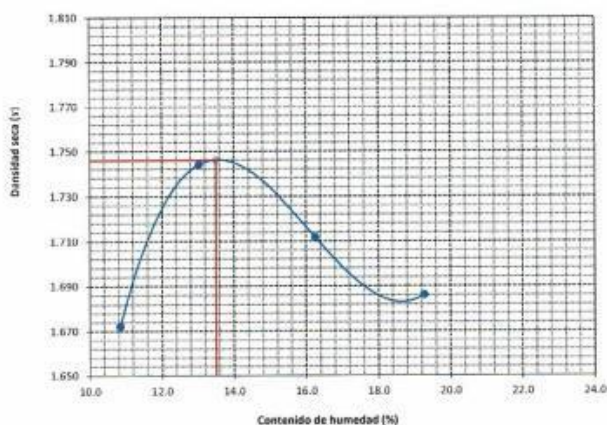
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5640	5752	5770	5790
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1766	1878	1896	1016
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.854	1.971	1.990	2.011

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	215.60	236.50	245.80	234.60
Peso del suelo seco + tara	g	198.00	214.50	216.00	206.80
Peso de tara	g	35.60	45.60	32.60	62.50
Peso de agua	g	17.6	22	29.8	27.8
Peso de suelo seco	g	162.4	168.9	183.4	144.3
Contenido de agua	%	10.8	13.0	16.2	19.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.672	1.744	1.712	1.686

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.746	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Obilias
Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02

MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A-4				A-5				A-6					
Nº Capa		5				5				5					
Nº Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12122	12450	11850	12090	11610	11818								
Peso de molde (g)		7843	7843	7671	7671	7840	7840								
Peso del suelo húmedo (g)		4279	4607	4179	4419	3770	3978								
Volumen del molde (cc)		2122	2122	2125	2125	2132	2132								
Densidad húmeda (g/cc)		2.016	2.171	1.967	2.080	1.768	1.866								
% de humedad		14.20	22.00	16.63	22.47	17.59	23.19								
Densidad seca (g/cc)		1.766	1.780	1.686	1.698	1.504	1.515								
HUMEDAD															
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		185.0	185.0	4607	4607	215.0	215.0	4419	4419	165.0	165.0	3978.0	3978.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		162.0	162.0	4279	4279	188.0	188.0	4179	4179	144.0	144.0	3770.0	3770.0		
Peso del Agua (gr.)		23.0	23.0	328.0	328.0	27.0	27.0	240.0	240.0	21.0	21.0	208.0	208.0		
Peso del tarro (gr.)		0	0	0	0	25.6	25.6	0	0	24.6	24.6	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		162.0	162.0	4204.8	4204.8	162.4	162.4	4109.7	4109.7	119.4	119.4	3714.1	3714.1		
% de humedad		14.20	14.20	22.00	22.00	16.63	16.63	22.47	22.47	17.59	17.59	23.19	23.19		
Promedio de Humedad (%)		14.20	14.20	22.00	22.00	16.63	16.63	22.47	22.47	17.59	17.59	23.19	23.19		
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			
				Pulg	%			Pulg	%			Pulg	%		
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10/05/2023	14.3	24	0.4	0.010		0.3	0.008		0.4	0.010					
11/05/2023	14.3	48	0.5	0.013		0.4	0.010		0.5	0.013					
12/05/2023	14.3	72	0.7	0.018		0.6	0.015		0.7	0.018					
13/05/2023	14.3	96	0.8	0.020		0.9	0.023		1	0.025					
			4.57	total	0.44	4.57	total	0.49	4.57	total	0.55				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-6			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	21	54			15	39			10	27			
1.270	0.050	1'00"	66	168			52	129			25	63			
1.910	0.075	1'30"	125	307			95	234			42	105			
2.540	0.100	2'00"	1000	190	466	360.6	28.8	194	305	305.1	30.5	75	185	153.2	15.3
3.810	0.150	3'00"		285	697			74	432			86	212		
5.080	0.200	4'00"	1500	296	724	672.4	41.5	210	515	496.4	33.1	101	249	261.4	17.4
6.350	0.250	5'00"		315	792			224	549			124	305		
7.620	0.300	6'00"		324	792			236	578			135	332		


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

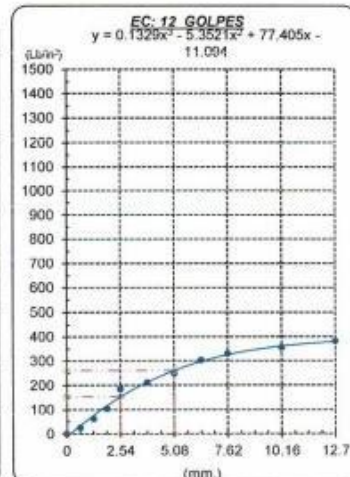
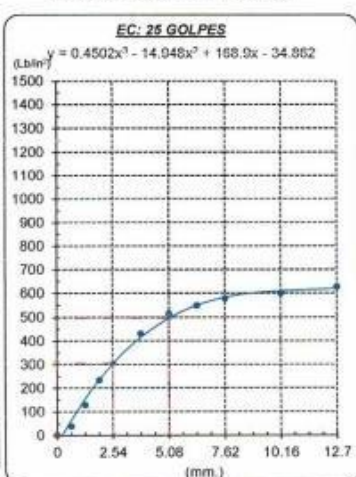
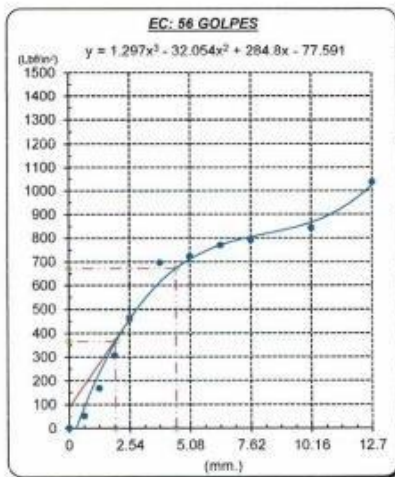


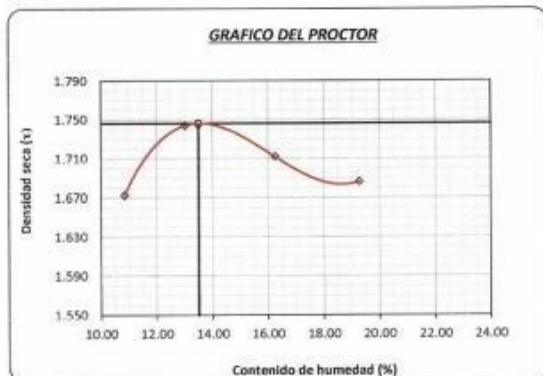
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.746 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.659 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.50 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	35 %	42 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	28 %	31 %





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (58000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

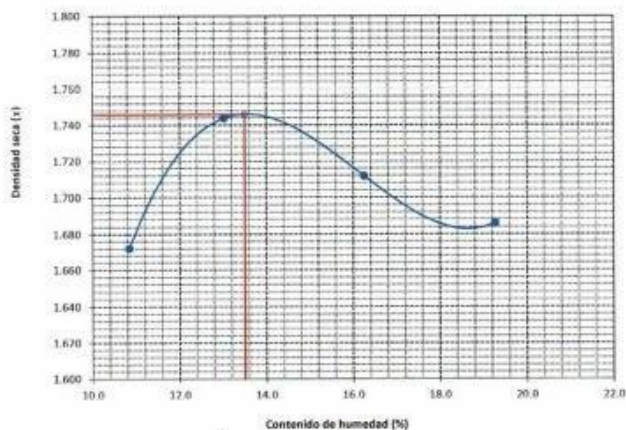
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5640	5752	5770	5790
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1766	1878	1896	1916
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.854	1.971	1.990	2.011

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	215.60	236.50	245.80	234.60
Peso del suelo seco + tara	g	198.00	214.50	216.00	206.80
Peso de tara	g	35.50	45.50	32.50	62.50
Peso de agua	g	17.6	22	29.8	27.8
Peso de suelo seco	g	162.4	168.9	183.4	144.3
Contenido de agua	%	10.8	13.0	16.2	19.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.672	1.744	1.712	1.686

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.746	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
 MUESTRA : 20% CCA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-2				A-3				A-10					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12096		12444		12060		12500		11858		12290			
Peso de molde (g)		8804		8804		8453		8453		8650		8650			
Peso del suelo húmedo (g)		3292		3640		3607		4047		3208		3640			
Volumen del molde (cc)		1652		1652		1913		1913		1993		1993			
Densidad húmeda (g/cc)		1.993		2.203		1.866		2.116		1.610		1.826			
% de humedad		13.41		24.17		13.76		26.16		13.86		27.52			
Densidad seca (g/cc)		1.757		1.775		1.657		1.677		1.414		1.432			
HUMEDAD															
Tarro N°															
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		158.2	158.2	3640	3640	256.2	256.2	4047	4047	125.4	125.4	3640.0	3640.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		145.3	145.3	3292	3292	234.5	234.5	3607	3607	113.6	113.6	3208.0	3208.0		
Peso del Agua (gr.)		12.9	12.9	348.0	348.0	21.7	21.7	440.0	440.0	11.8	11.8	432.0	432.0		
Peso del tarro (gr.)		48.89	48.89	0	0	76.8	76.8	0	0	28.17	28.17	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		96.4	96.4	3235.2	3235.2	157.7	157.7	3548.2	3548.2	85.4	85.4	3163.3	3163.3		
% de humedad		13.41	13.41	24.17	24.17	13.76	13.76	26.16	26.16	13.86	13.86	27.52	27.52		
Promedio de Humedad (%)		13.41		24.17		13.76		26.16		13.86		27.52			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
13/06/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
14/06/2023	14.3	24	0.97	0.024		0.9	0.023		0.98	0.025					
15/06/2023	14.3	48	1.26	0.032		1.2	0.030		1.85	0.046					
16/06/2023	14.3	72	1.45	0.036		1.6	0.040		1.96	0.049					
16/06/2023	14.3	96	1.72	0.043		1.9	0.046		2.05	0.051					
			4.57	total 0.94		4.57	total 1.04		4.57	total 1.12					
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3				MOLDE N° A-10			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	68	168				56	139			32	80		
1.270	0.050	1'00"	98	241				62	154			41	102		
1.910	0.075	1'30"	124	305				87	215			58	139		
2.540	0.100	2'00"	146	358	1290.2	725.0	33.8	95	234	217.7	21.8	63	156	155.7	15.6
3.810	0.150	3'00"	169	411				98	241			78	193		
5.080	0.200	4'00"	185	454				102	251	283.3	18.9	85	210	219.4	14.6
6.350	0.250	5'00"	210	515				118	276			92	227		
7.620	0.300	6'00"	226	554				129	317			101	245		


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santa Teresita de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

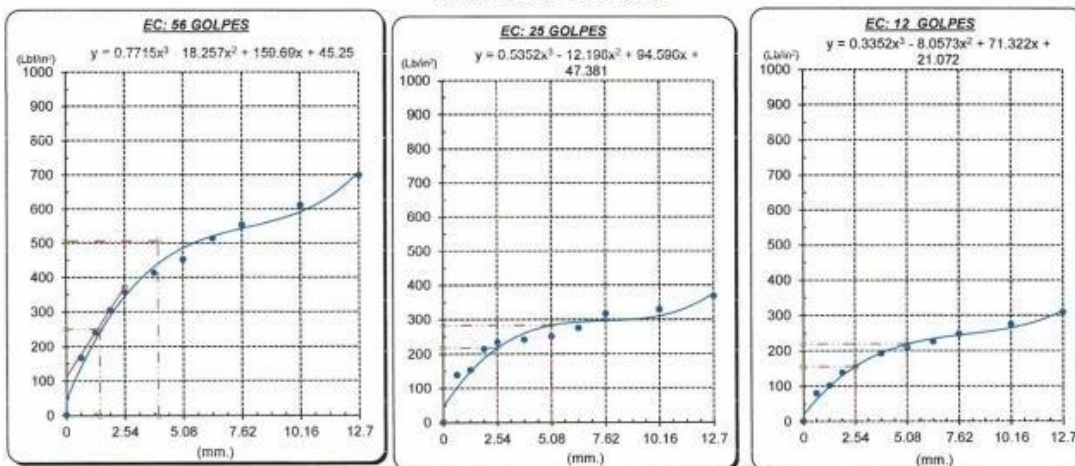


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

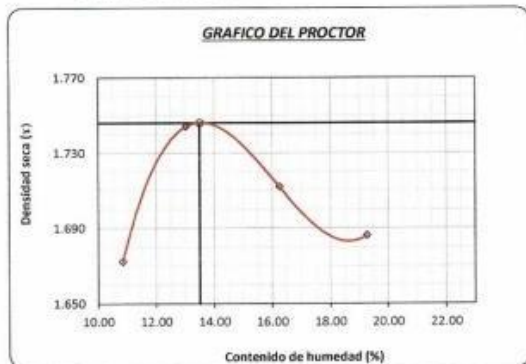
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.746 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.659 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.50 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	25 %	32 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	22 %	19 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-02
MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

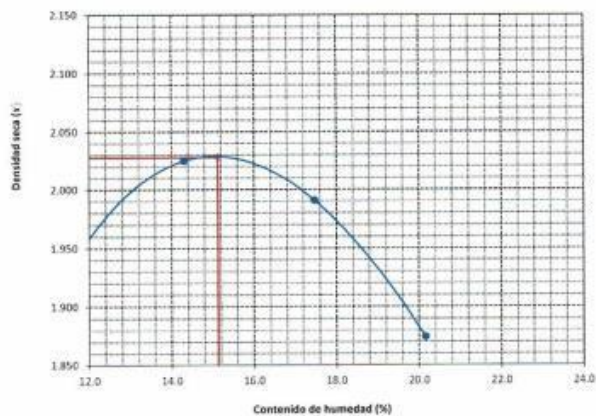
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5945	6079	6102	6020
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	2071	2205	2228	2146
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	2.174	2.314	2.338	2.252

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	125.60	118.56	130.37	148.22
Peso del suelo seco + tara	g	116.00	108.12	115.21	128.11
Peso de tara	g	35.09	35.09	28.45	28.32
Peso de agua	g	9.5	10.44	15.16	20.11
Peso de suelo seco	g	80.92	73.04	86.76	99.79
Contenido de agua	%	11.7	14.3	17.5	20.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.945	2.025	1.991	1.875

DENSIDAD MAXIMA SECA	2.028	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.13	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02

MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
Nº Molde	A-4				A-2				A-11							
Nº Capa	5				5				5							
Nº Golpes por capa	56				25				12							
CONDICIÓN DE LA MUESTRA																
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo	12918		12950		12110		12590		12936		13026					
Peso de molde (g)	8718		8718		8395		8395		8912		8912					
Peso del suelo húmedo (g)	4200		4232		3715		4195		4024		4114					
Volumen del molde (cc)	1802		1802		1912		1912		2324		2324					
Densidad húmeda (g/cc)	2.331		2.349		1.943		2.194		1.731		1.770					
% de humedad	15.44		16.22		15.80		28.94		16.71		18.98					
Densidad seca (g/cc)	2.019		2.021		1.678		1.702		1.484		1.488					
HUMEDAD																
Tarro Nº	-				-				-							
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	159.7	159.7	4232	4232	326.0	326.0	4195	4195	155.8	155.8	4114.0	4114.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)	142.1	142.1	4200	4200	292.0	292.0	3715	3715	137.5	137.5	4024.0	4024.0				
Peso del Agua (gr.)	17.6	17.6	32.0	32.0	34.0	34.0	480.0	480.0	18.3	18.3	90.0	90.0				
Peso del tarro (gr.)	28.34	28.34	0	0	76.8	76.8	0	0	28.26	28.26	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)	113.8	113.8	4116.9	4116.9	215.2	215.2	3653.7	3653.7	109.3	109.3	3965.2	3965.2				
% de humedad	15.44	15.44	16.22	16.22	15.80	15.80	28.94	28.94	16.71	16.71	18.98	18.98				
Promedio de Humedad (%)	15.44		16.22		15.80		28.94		16.71		18.98					
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
21/08/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
22/08/2023	14.3	24	0.2	0.005		0.2	0.005		0.2	0.005						
23/08/2023	14.3	48	0.45	0.011		0.52	0.013		0.85	0.021						
24/08/2023	14.3	72	0.55	0.014		0.9	0.023		1.1	0.028						
24/08/2023	14.3	96	0.73	0.018		1.2	0.030		1.55	0.039						
			4.57	total	0.40	4.57	total	0.66	4.57	total	0.85					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-11					
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN			
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%		
mm.	pulg.	Lbf/in2														
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2			
0.640	0.025	0'30"	28	71			25	63				20	51			
1.270	0.050	1'00"	48	119			43	107				40	100			
1.910	0.075	1'30"	62	154			59	146				55	137			
2.540	0.100	2'00"	72	178	173.7	17.4	68	168	163.2	16.3	66	163	156.5	15.6		
3.810	0.150	3'00"	88	217			82	202				79	195			
5.080	0.200	4'00"	99	244	233.3	23.3	90	229	234.1	15.6	88	217	223.7	14.9		
6.350	0.250	5'00"	108	266			96	237				94	232			
7.620	0.300	6'00"	115	281			102	251				99	244			



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

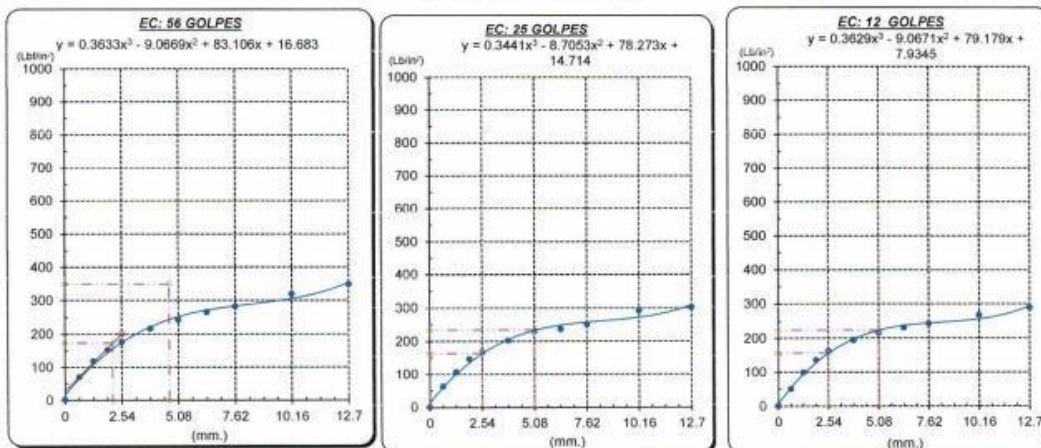


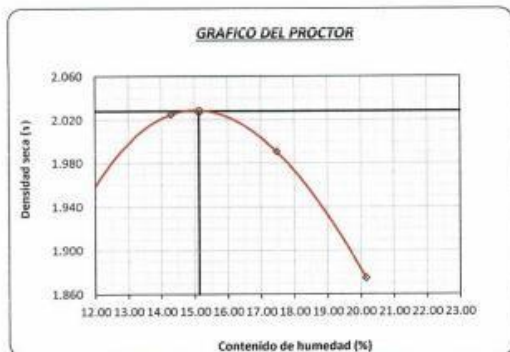
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	2.028 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.927 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.13 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	17.4 % 23.5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	17.2 % 16.5 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (58000 pie·lb/ft³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
 MUESTRA : 20% CCA PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

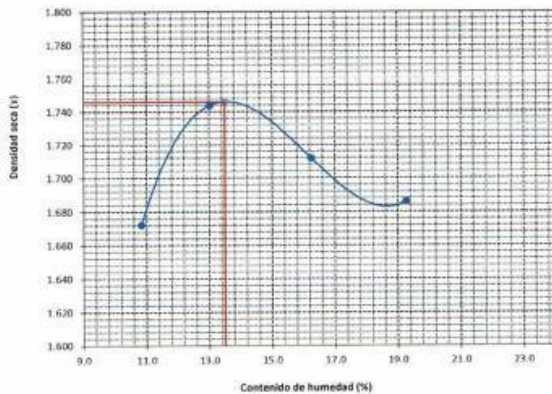
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5640	5752	5770	5790
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1766	1878	1896	1916
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.854	1.971	1.990	2.011

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	215.60	236.50	245.80	234.60
Peso del suelo seco + tara	g.	198.00	214.50	216.00	206.80
Peso de tara	g.	36.60	45.60	32.60	52.50
Peso de agua	g.	17.6	22	29.8	27.8
Peso de suelo seco	g.	162.4	168.9	183.4	144.3
Contenido de agua	%	10.8	13.0	16.2	19.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.672	1.744	1.712	1.686

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.746	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.50	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Obittas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista en Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-02
MUESTRA : 20% CCA

PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1				A-2				A-3					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	12619	13025	12430	12940	12250	12750								
Peso de molde (g)	8029	8020	8384	8384	8558	8558								
Peso del suelo húmedo (g)	4590	4996	4046	4556	3692	4192								
Volumen del molde (cc)	2144	2144	2122	2122	2122	2122								
Densidad húmeda (g/cc)	2.141	2.330	1.907	2.147	1.740	1.975								
% de humedad	13.63	22.64	14.46	27.27	14.95	28.70								
Densidad seca (g/cc)	1.884	1.900	1.686	1.687	1.514	1.535								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	389.5	389.5	4996	4996	374.5	374.5	4556	4556	398.5	398.5	4192.0	4192.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	352.5	352.5	4590	4590	336.9	336.9	4046	4046	356.2	356.2	3692.0	3692.0		
Peso del Agua (gr.)	37.0	37.0	406.0	406.0	37.6	37.6	510.0	510.0	42.3	42.3	500.0	500.0		
Peso del tarro (gr.)	81	81	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	271.5	271.5	4505.1	4505.1	260.1	260.1	3979.7	3979.7	282.9	282.9	3637.0	3637.0		
% de humedad	13.63	13.63	22.64	22.64	14.46	14.46	27.27	27.27	14.95	14.95	28.70	28.70		
Promedio de Humedad (%)	13.63		22.64		14.46		27.27		14.95		28.70			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
02/09/2022	14.3	24	25	0.625		22	0.550		18	0.450				
03/09/2022	14.3	48	30	0.750		32	0.800		35	0.875				
04/09/2022	14.3	72	34	0.850		36	0.900		36	0.900				
04/09/2022	14.3	96	36	0.900		42	1.050		40	1.000				
			4.57	total	19.71	4.57	total	22.99	4.57	total	21.90			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	96	237			68	168			25	63		
1.270	0.050	1'00"	145	356			120	295			165	405		
1.910	0.075	1'30"	250	612			175	429			175	429		
2.540	0.100	2'00"	420	1026	10.9	235	575	95.3	9.5	205	502	83.9	8.4	
3.810	0.150	3'00"	480	1172			340	831			245	600		
5.080	0.200	4'00"	590	1440	206.6	14.6	420	1026	160.5	10.7	380	929	135.3	9.0
6.350	0.250	5'00"	610	1489			480	1172			390	953		
7.620	0.300	6'00"	625	1525			510	1245			415	1017		

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Lima, Instituto de Ingeniería y Tecnología



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

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

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

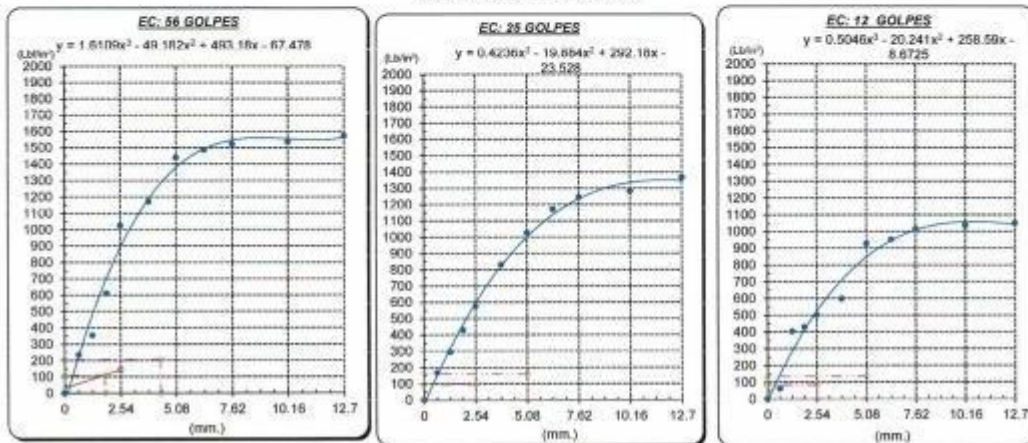


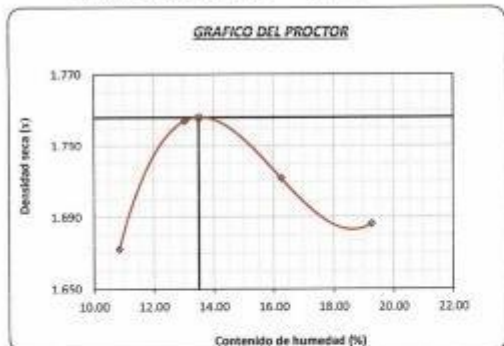
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.746 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.659 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.50 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	10 %	12 %
C.B.R. AL 96 % M.D.S.	9 %	11 %



Henry Riuadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 25% CCF
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

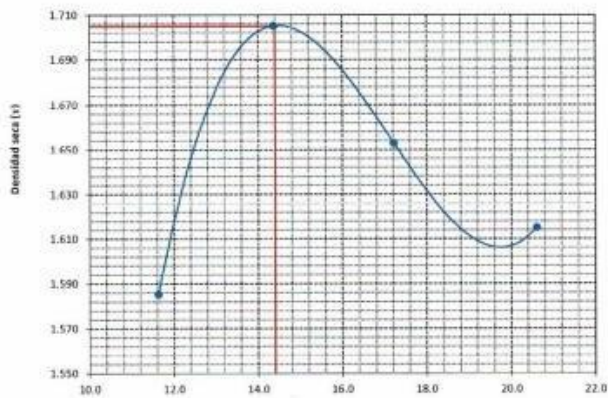
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g.	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g.	52.50	42.50	45.50	52.00
Peso de agua	g.	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g.	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
 MUESTRA : 25% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-4				A-5				A-6				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		11922		12450		11550		11990		11410		11818		
Peso de molde (g)		7843		7843		7671		7671		7840		7840		
Peso del suelo húmedo (g)		4079		4607		3879		4319		3570		3978		
Volumen del molde (cc)		2122		2122		2125		2125		2132		2132		
Densidad húmeda (g/cc)		1.922		2.171		1.825		2.032		1.674		1.866		
% de humedad		13.14		26.31		13.71		25.24		13.95		25.55		
Densidad seca (g/cc)		1.699		1.719		1.605		1.623		1.469		1.486		
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		198.0	198.0	4607	4607	175.0	175.0	4319	4319	196.0	196.0	3978.0	3978.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		175.0	175.0	4079	4079	153.9	153.9	3879	3879	172.0	172.0	3570.0	3570.0	
Peso del Agua (gr.)		23.0	23.0	528.0	528.0	21.1	21.1	440.0	440.0	24.0	24.0	408.0	408.0	
Peso del tarro (gr.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		175.0	175.0	4010.9	4010.9	153.9	153.9	3817.7	3817.7	172.0	172.0	3518.3	3518.3	
% de humedad		13.14	13.14	26.31	26.31	13.71	13.71	25.24	25.24	13.95	13.95	25.55	25.55	
Promedio de Humedad (%)		13.14		26.31		13.71		25.24		13.95		25.55		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.4	0.010	0.3	0.008	0.4	0.010	0.4	0.010	0.4			
11/05/2023	14.3	48	0.5	0.013	0.4	0.010	0.5	0.013	0.5	0.013	0.5			
12/05/2023	14.3	72	0.7	0.018	0.6	0.015	0.7	0.018	0.7	0.018	0.7			
13/05/2023	14.3	96	0.8	0.020	0.9	0.023	1	0.025	1	0.025	1			
			4.57	total	0.44	4.57	total	0.49	4.57	total	0.55			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-6			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	21	54			15	39			10	27		
1.270	0.050	1'00"	68	168			52	129			25	63		
1.910	0.075	1'30"	125	307			95	234			42	105		
2.540	0.100	2'00"	190	466	26.5	26.5	124	305	305.1	30.5	75	186	153.2	
3.810	0.150	3'00"	285	697	36.5	36.5	172	432			86	212		
5.080	0.200	4'00"	296	722	67.2	67.2	210	515	496.4	33.1	101	249	261.4	
6.350	0.250	5'00"	315	772			224	549			106	265		
7.620	0.300	6'00"	324	792			236	578			135	332		

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

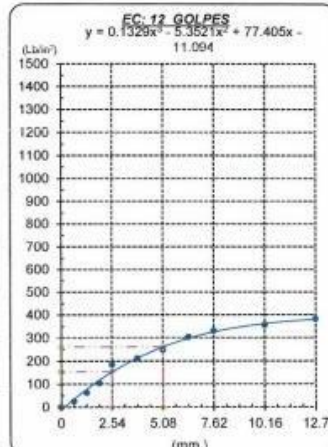
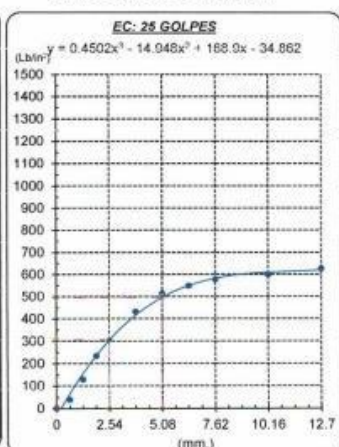
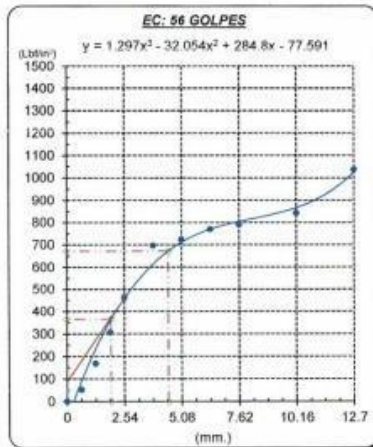


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g/cm ³
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	37 %	46 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	32 %	35 %



Henry Rivaleneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 25% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

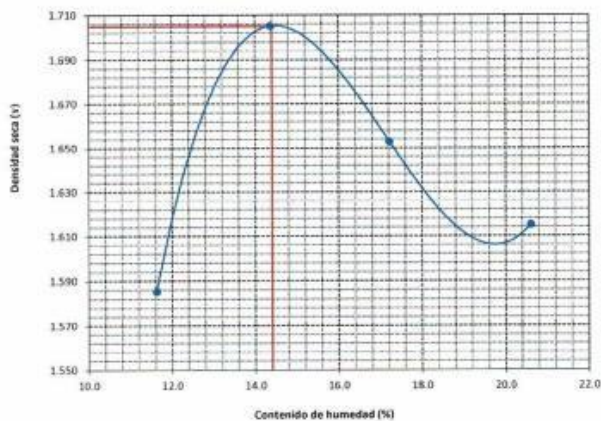
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	166.00	183.00
Peso de tara	g	52.50	42.50	45.50	52.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
Rivadeneira
Obitas
Téc. Laboratorio
USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 25% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-7				A-8				A-9					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	11942		12350		12450		12850		11510		11950			
Peso de molde (g)	7855		7855		8692		8692		7828		7828			
Peso del suelo húmedo (g)	4087		4495		3758		4158		3682		4122			
Volumen del molde (cc)	2117		2117		2080		2080		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)	1.931		2.123		1.807		1.999		1.733		1.940			
% de humedad	14.40		24.55		14.60		25.41		14.40		26.53			
Densidad seca (g/cc)	1.688		1.705		1.577		1.594		1.515		1.533			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	210.5	210.5	4495	4495	190.0	190.0	4158	4158	210.5	210.5	4122.0	4122.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	184.0	184.0	4087	4087	165.8	165.8	3758	3758	184.0	184.0	3682.0	3682.0		
Peso del Agua (gr.)	26.5	26.5	408.0	408.0	24.2	24.2	400.0	400.0	26.5	26.5	440.0	440.0		
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	184.0	184.0	4019.2	4019.2	165.8	165.8	3699.7	3699.7	184.0	184.0	3627.1	3627.1		
% de humedad	14.40	14.40	24.55	24.55	14.60	14.60	25.41	25.41	14.40	14.40	26.53	26.53		
Promedio de Humedad (%)	14.40		24.55		14.60		25.41		14.40		26.53			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.5	0.013		0.4	0.010		0.5	0.013				
11/05/2023	14.3	48	0.6	0.015		0.6	0.015		0.8	0.020				
12/05/2023	14.3	72	0.8	0.020		0.8	0.020		0.9	0.023				
13/05/2023	14.3	96	0.9	0.023		1	0.025		1.2	0.030				
			4.57	total	0.49	4.57	total	0.55	4.57	total	0.66			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-7				MOLDE Nº A-8				MOLDE Nº A-9			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	20	51			18	46			12	32		
1.270	0.050	1'00"	65	161			45	112			36	90		
1.910	0.075	1'30"	115	283			86	212			51	127		
2.540	0.100	2'00"	185	459.1	35.9	43.7	132	324	304.0	30.4	87	215	182.9	18.3
3.810	0.150	3'00"	274	683.1	53.9	64.5	200	441			96	237		
5.080	0.200	4'00"	289	707	56.5	68.1	175	527	503.0	33.5	125	307	297.0	19.8
6.350	0.250	5'00"	305	746	59.5	71.4	226	554			134	329		
7.620	0.300	6'00"	315	770	61.9	74.2	240	588			142	345		

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Ruedeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

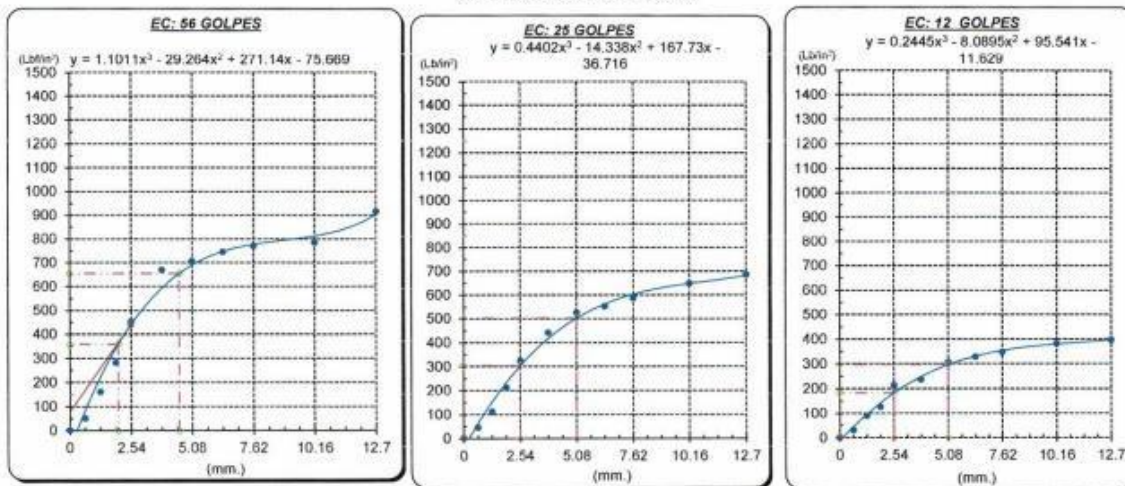


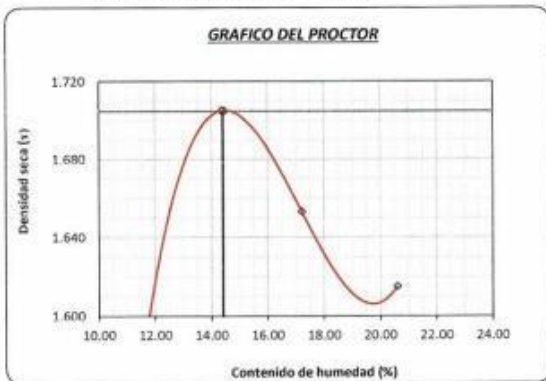
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	38 %	45 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	39 %	43 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CÁLCULO : C-02
MUESTRA : 25% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

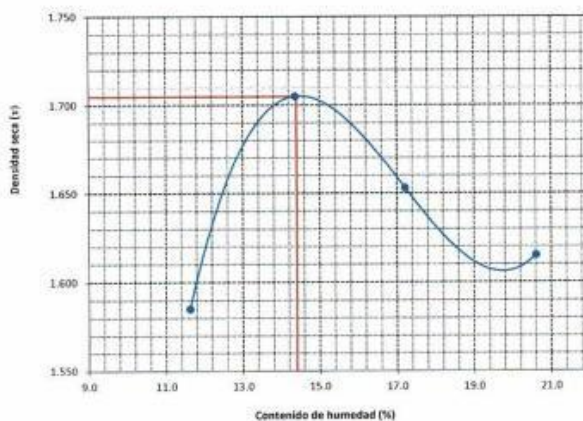
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5660	5732	5720	5730
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.946

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g.	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g.	52.50	42.50	45.60	52.00
Peso de agua	g.	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g.	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRÁFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Asista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-02
 MUESTRA : 25% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-10				A-11				A-12					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12042	12250	12680	12880	11380	11860								
Peso de molde (g)	7855	7855	8692	8692	7828	7828								
Peso del suelo húmedo (g)	4187	4395	3988	4188	3552	4032								
Volumen del molde (cc)	2117	2117	2080	2080	2125	2125								
Densidad húmeda (g/cc)	1.978	2.078	1.917	2.013	1.672	1.897								
% de humedad	15.29	20.35	16.34	21.43	16.67	30.37								
Densidad seca (g/cc)	1.715	1.725	1.648	1.658	1.433	1.455								
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	215.6	215.6	4395	4395	235.0	235.0	4188	4188	245.0	245.0	4032.0	4032.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	187.0	187.0	4187	4187	202.0	202.0	3988	3988	210.0	210.0	3552.0	3552.0		
Peso del Agua (gr.)	28.6	28.6	208.0	208.0	33.0	33.0	200.0	200.0	35.0	35.0	480.0	480.0		
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	187.0	187.0	4116.4	4116.4	202.0	202.0	3923.3	3923.3	210.0	210.0	3501.8	3501.8		
% de humedad	15.29	15.29	20.35	20.35	16.34	16.34	21.43	21.43	16.67	16.67	30.37	30.37		
Promedio de Humedad (%)	15.29	20.35	16.34	21.43	16.67	30.37								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.6	0.015	0.5	0.013	0.6	0.015	0.6	0.015	0.6			
11/05/2023	14.3	48	0.8	0.020	0.8	0.020	0.9	0.023	0.9	0.023	0.9			
12/05/2023	14.3	72	0.9	0.023	0.9	0.023	1.1	0.028	1.1	0.028	1.1			
13/05/2023	14.3	96	1.1	0.028	1.2	0.030	1.3	0.033	1.3	0.033	1.3			
			4.57	total 0.60	4.57	total 0.66	4.57	total 0.71	4.57	total 0.71	4.57			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-10				MOLDE Nº A-11				MOLDE Nº A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	25	63	20	51	15	39	15	39	15	39		
1.270	0.050	1'00"	125	307	86	212	42	105	42	105	42	105		
1.910	0.075	1'30"	180	441	129	295	78	193	78	193	78	193		
2.540	0.100	2'00"	225	551	159	368	99	246	99	246	99	246		
3.810	0.150	3'00"	280	685	210	515	126	312	126	312	126	312		
5.080	0.200	4'00"	365	892	265	649	165	405	165	405	165	405		
6.350	0.250	5'00"	375	917	275	673	175	428	175	428	175	428		
7.620	0.300	6'00"	410	1002	300	685	195	478	195	478	195	478		



Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

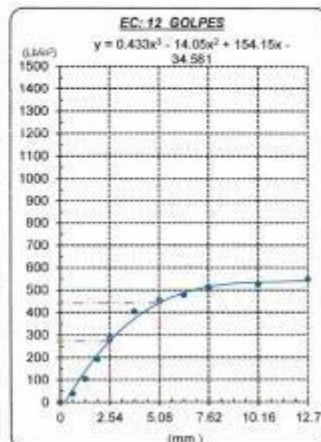
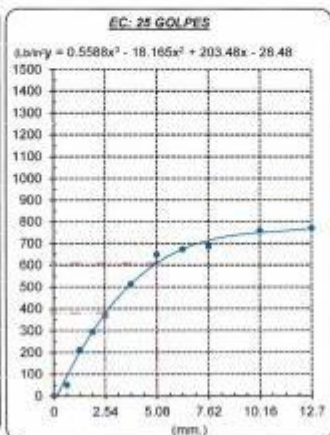
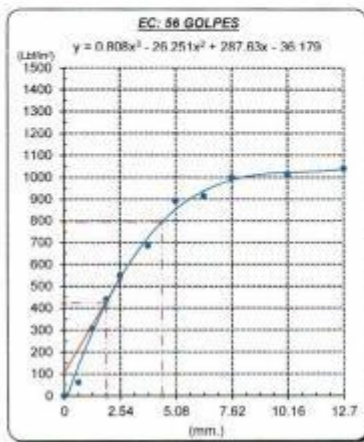


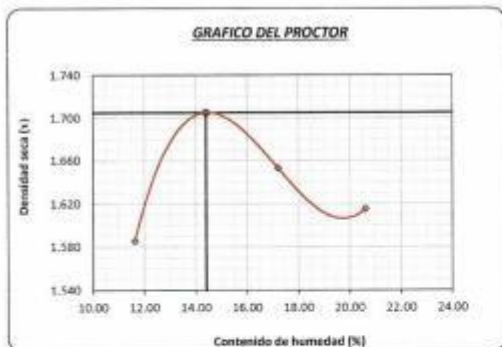
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g/cm ³
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	42 % 51 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	37 % 39 %



[Signature]
 Henry Rivadeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 25% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

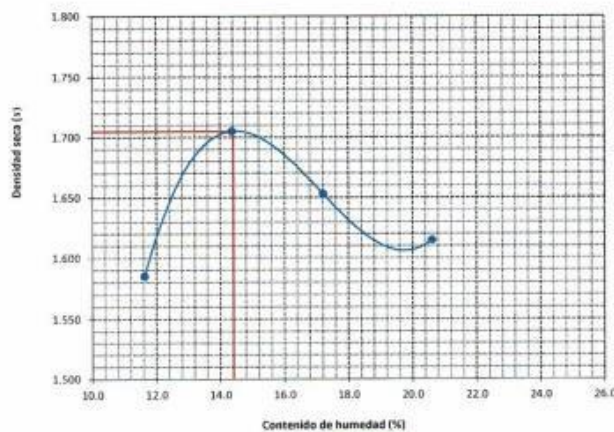
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1886	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	166.00	183.00
Peso de tara	g	52.60	42.60	45.60	52.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Riuadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquen Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024
 25% CCF

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

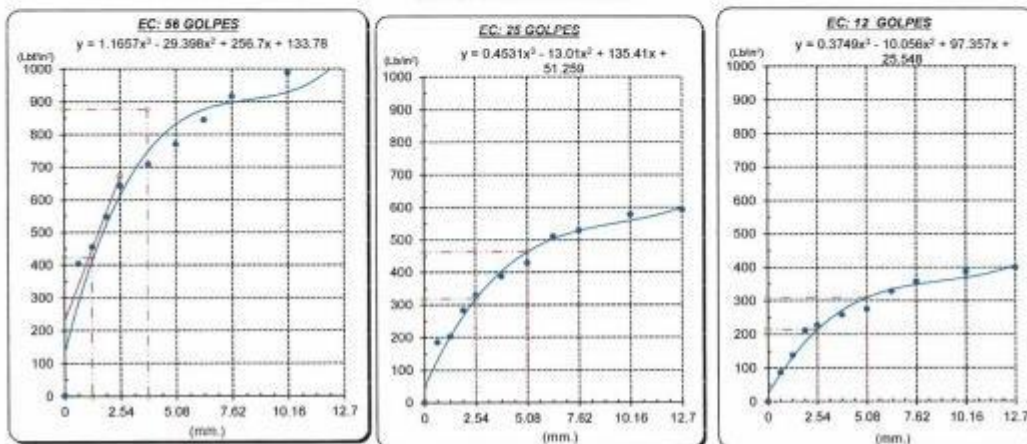


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

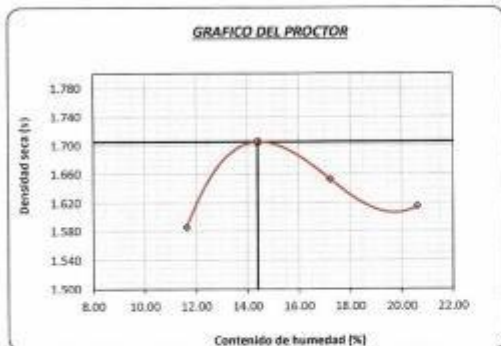
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	42 %	57 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	32 %	31 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

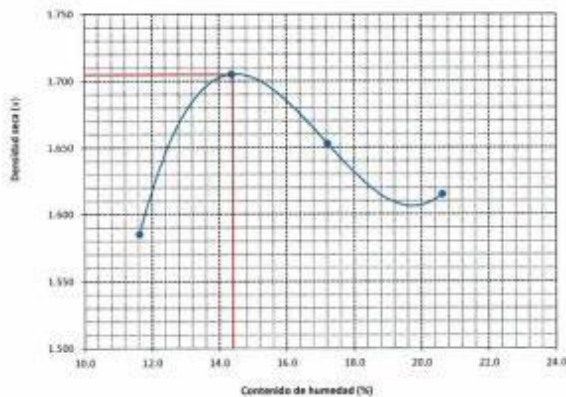
SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·mm³ (60000 pie·lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quisquán Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAJATA : C-2
MUESTRA : 252% CCF PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5660	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g	52.50	42.50	45.50	52.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%			

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mugrovejo

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos o Especialista en Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

RECIBIDO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-2
MUESTRA : 252% CCF PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-1				A-2				A-3					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12010		12460		11610		12090		11260		11680			
Peso de molde (g)		7843		7843		7671		7671		7840		7840			
Peso del suelo húmedo (g)		4167		4617		3939		4419		3420		3840			
Volumen del molde (cc)		2120		2120		2112		2112		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)		1.966		2.178		1.865		2.092		1.619		1.817			
% de humedad		13.87		24.86		14.23		26.61		14.89		27.34			
Densidad seca (g/cc)		1.726		1.744		1.633		1.653		1.409		1.427			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		245.6	245.6	4617	4617	212.5	212.5	4419	4419	231.5	231.5	3840.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		225.0	225.0	4167	4167	195.6	195.6	3939	3939	211.0	211.0	3420.0			
Peso del Agua (gr.)		20.6	20.6	450.0	450.0	16.9	16.9	480.0	480.0	20.5	20.5	420.0			
Peso del tarro (gr.)		76.5	76.5	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3	0			
Peso del suelo seco (gr.)		148.5	148.5	4096.3	4096.3	118.8	118.8	3875.7	3875.7	137.7	137.7	3372.5			
% de humedad		13.87	13.87	24.86	24.86	14.23	14.23	26.61	26.61	14.89	14.89	27.34			
Promedio de Humedad (%)		13.87		24.86		14.23		26.61		14.89		27.34			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
02/09/2022	14.3	24	0.1	0.003		0.2	0.005		0.3	0.008					
03/09/2022	14.3	48	0.35	0.009		0.4	0.010		0.6	0.015					
04/09/2022	14.3	72	0.75	0.019		0.5	0.013		0.9	0.023					
04/09/2022	14.3	96	0.9	0.023		1	0.025		1.2	0.030					
			4.57	total	0.49	4.57	total	0.55	4.57	total	0.66				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		68	158			26	66			5	15		
1.270	0.050	1'00"		95	234			56	139			12	32		
1.910	0.075	1'30"		124	305			84	207			23	58		
2.540	0.100	2'00"	1000	156	383	265	26.4	104	249	217.4	21.7	32	80	87.6	8.8
3.810	0.150	3'00"		175	429			124	305			52	129		
5.080	0.200	4'00"	1500	189	483	532.3	30.9	136	344	268.2	17.9	69	171	154.6	10.3
6.350	0.250	5'00"		204	500			182	349			73	180		
7.620	0.300	6'00"		215	527			199	390			78	195		



Henry Rivadeneira Oblitas
USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chichayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

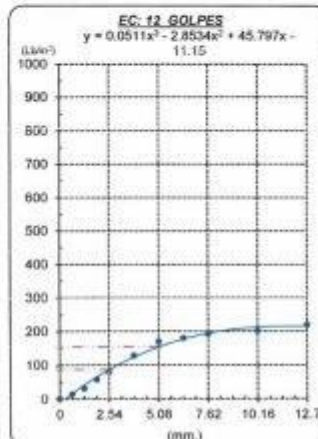
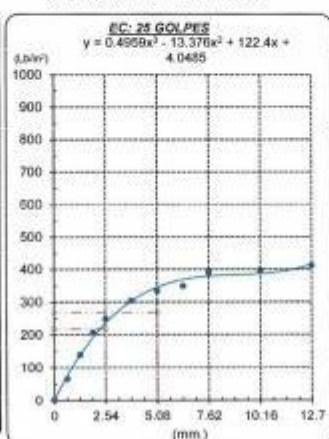
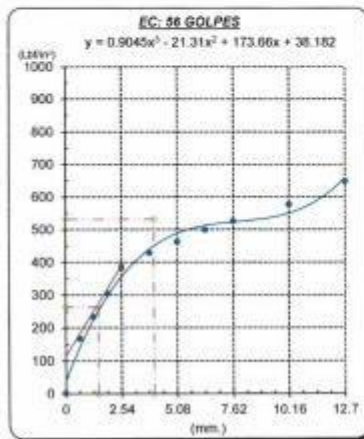


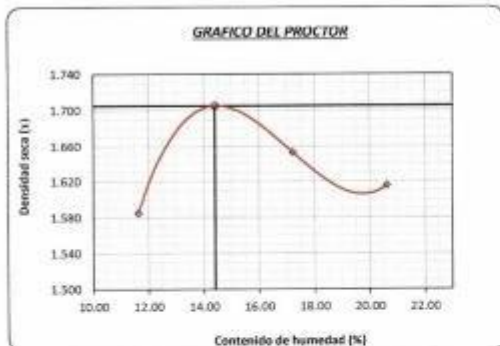
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	25 %	32 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	21 %	17 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 30% DE CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

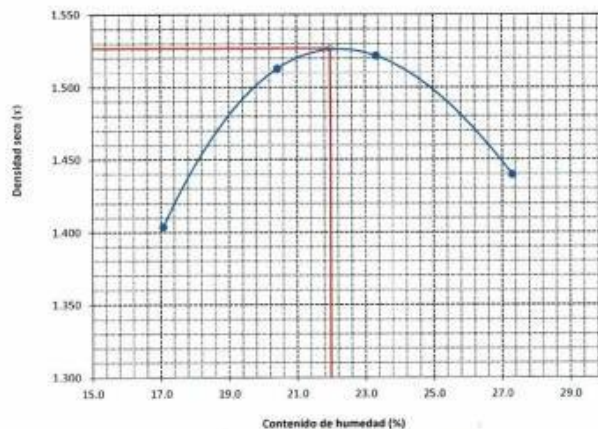
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5440	5610	5662	5620
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1566	1736	1788	1746
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.644	1.822	1.877	1.833

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	210.50	265.50	235.60	246.50
Peso del suelo seco + tara	g.	186.00	226.50	201.00	204.50
Peso de tara	g.	42.50	35.50	52.50	50.50
Peso de agua	g.	24.5	39	34.6	42
Peso de suelo seco	g.	143.5	190.9	148.4	153.9
Contenido de agua	%	17.1	20.4	23.3	27.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.404	1.513	1.522	1.440

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.527	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	21.98	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tenista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-02 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : 30% DE CCF

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-9				A-10				A-11				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12210		12329		11450		11710		12560		12860		
Peso de molde (g)		8706		8708		7749		7749		8916		8916		
Peso del suelo húmedo (g)		3504		3614		3701		3961		3644		3944		
Volumen del molde (cc)		1885		1885		2133		2133		2124		2124		
Densidad húmeda (g/cc)		1.859		1.917		1.735		1.857		1.716		1.857		
% de humedad		21.95		25.14		22.03		29.15		22.96		31.30		
Densidad seca (g/cc)		1.524		1.532		1.422		1.438		1.395		1.414		
HUMEDAD														
Tamo N°		-		-		-		-		-		-		
Tamo + Suelo húmedo (gr.)		189.5	189.5	3614	3614	210.5	210.5	3961	3961	245.6	245.6	3944.0	3944.0	
Tamo + Suelo seco (gr.)		160.0	160.0	3504	3504	172.5	172.5	3701	3701	205.0	205.0	3644.0	3644.0	
Peso del Agua (gr.)		29.5	29.5	110.0	110.0	38.0	38.0	260.0	260.0	40.6	40.6	300.0	300.0	
Peso del tarro (gr.)		25.6	25.6	0	0	0	0	0	0	28.14	28.14	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		134.4	134.4	3451.4	3451.4	172.5	172.5	3649.1	3649.1	176.9	176.9	3593.9	3593.9	
% de humedad		21.95	21.95	25.14	25.14	22.03	22.03	29.15	29.15	22.96	22.96	31.30	31.30	
Promedio de Humedad (%)		21.95		25.14		22.03		29.15		22.96		31.30		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
			DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%	DIAL	Pulg	%			
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
08/07/2023	14.3	24	0.35	0.009		0.23	0.006		0.32	0.008				
09/07/2023	14.3	48	0.42	0.011		0.29	0.007		0.42	0.011				
10/07/2023	14.3	72	0.48	0.012		0.32	0.008		0.6	0.015				
11/07/2023	14.3	96	0.5	0.013		0.38	0.015		0.9	0.023				
			4.57	total	0.27	4.57	total	0.32	4.57	total	0.49			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-9				MOLDE N° A-10				MOLDE N° A-11			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	36	90	30	76	10	27	10	27	10	27		
1.270	0.050	1'00"	121	298	65	161	15	39	15	39	15	39		
1.910	0.075	1'30"	142	349	75	185	26	66	26	66	26	66		
2.540	0.100	2'00"	176	432	92	212	201.2	20.1	36	90	61.4	6.1		
3.810	0.150	3'00"	221	541	104	227	42	105	42	105	42	105		
5.080	0.200	4'00"	260	636	104	256	276.3	18.4	56	139	140.8	9.4		
6.350	0.250	5'00"	305	745	112	276	58	148	58	148	58	148		
7.620	0.300	6'00"	324	792	135	332	75	185	75	185	75	185		



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesis : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

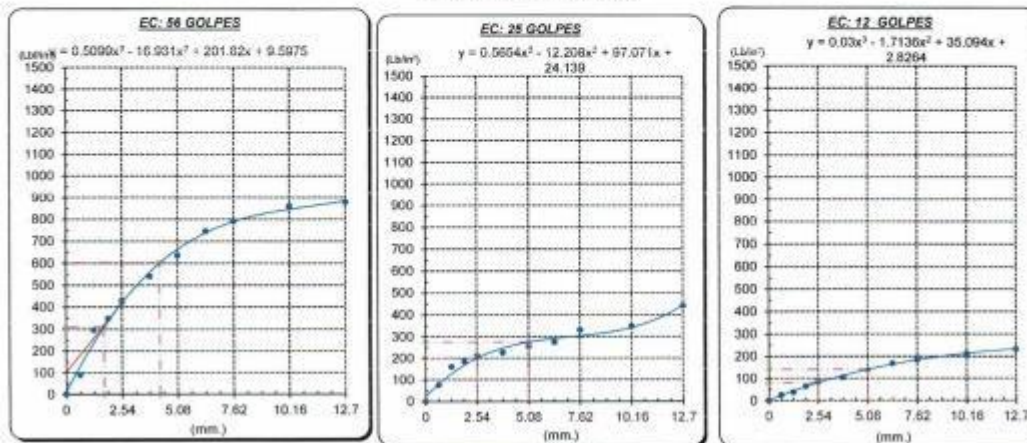


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

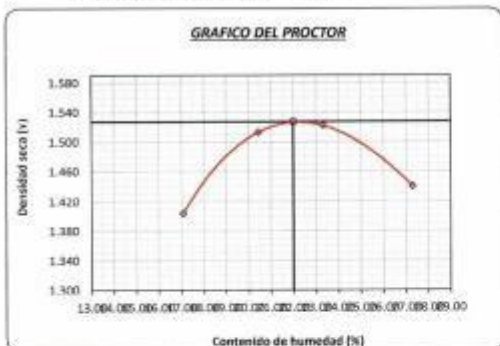
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.527 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.451 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	21.98 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	32 %	41 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	33 %	28 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-ibf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1567

Tesista : Quesquín Castro Hilary
Esuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-02
MUESTRA : 30% DE CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

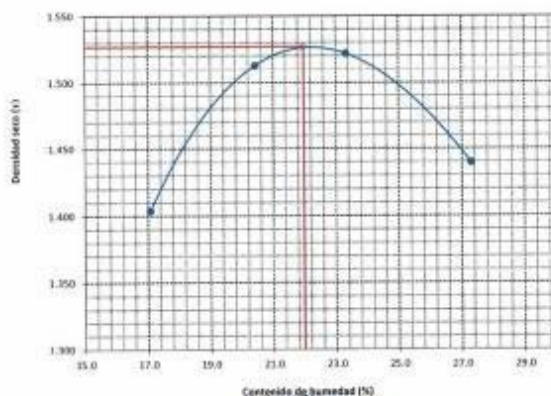
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5440	5610	5662	5620
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1566	1736	1788	1746
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.644	1.822	1.877	1.833

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	210.50	265.50	235.50	246.50
Peso del suelo seco + tara	g	186.00	226.50	201.00	204.50
Peso de tara	g	42.50	35.60	62.60	60.60
Peso de agua	g	24.5	39	34.6	42
Peso de suelo seco	g	143.5	190.9	148.4	153.9
Contenido de agua	%	17.1	20.4	23.3	27.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.404	1.513	1.522	1.440

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.627	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	21.98	%

GRAFICO DEL PROCTOR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-02
 MUESTRA : 30% DE CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-12				A-13				A-14				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12542	12850	11620	11860	11420	11750							
Peso de molde (g)		8610	8610	7821	7821	7808	7808							
Peso del suelo húmedo (g)		3932	4240	3799	4039	3612	3942							
Volumen del molde (cc)		2118	2118	2123	2123	2120	2120							
Densidad húmeda (g/cc)		1.856	2.002	1.789	1.902	1.704	1.859							
% de humedad		21.95	29.90	22.42	28.83	22.92	32.18							
Densidad seca (g/cc)		1.522	1.541	1.462	1.477	1.386	1.407							
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		215.6	215.6	4240	4240	136.5	136.5	4039	4039	210.5	210.5	3942.0	3942.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		181.4	181.4	3932	3932	111.5	111.5	3799	3799	176.5	176.5	3612.0	3612.0	
Peso del Agua (gr.)		34.2	34.2	308.0	308.0	25.0	25.0	240.0	240.0	34.0	34.0	330.0	330.0	
Peso del tarro (gr.)		25.6	25.6	0	0	0	0	0	0	28.14	28.14	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		155.8	155.8	3873.0	3873.0	111.5	111.5	3744.3	3744.3	148.4	148.4	3562.6	3562.6	
% de humedad		21.95	21.95	29.90	29.90	22.42	22.42	28.83	28.83	22.92	22.92	32.18	32.18	
Promedio de Humedad (%)		21.95	29.90	22.42	28.83	22.92	32.18							
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
08/07/2023	14.3	24	0.25	0.006	0.35	0.009	0.36	0.009	0.36	0.009	0.009			
09/07/2023	14.3	48	0.36	0.009	0.42	0.011	0.42	0.011	0.42	0.011	0.011			
10/07/2023	14.3	72	0.42	0.011	0.52	0.013	0.56	0.014	0.56	0.014	0.014			
11/07/2023	14.3	96	0.56	0.014	0.59	0.015	0.7	0.018	0.7	0.018	0.018			
			4.57	total	0.31	4.57	total	0.32	4.57	total	0.38			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-12				MOLDE Nº A-13				MOLDE Nº A-14			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	136	334	58	144	21	54	21	54	21	54		
1.270	0.050	1'00"	210	515	102	251	76	188	76	188	76	188		
1.910	0.075	1'30"	242	593	126	310	92	227	92	227	92	227		
2.540	0.100	2'00"	286	700	145	356	101	249	101	249	101	249		
3.810	0.150	3'00"	315	770	160	393	123	302	123	302	123	302		
5.080	0.200	4'00"	345	846	172	422	139	341	139	341	139	341		
6.350	0.250	5'00"	383	980	186	456	148	363	148	363	148	363		
7.620	0.300	6'00"	413	1038	205	502	162	378	162	378	162	378		



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

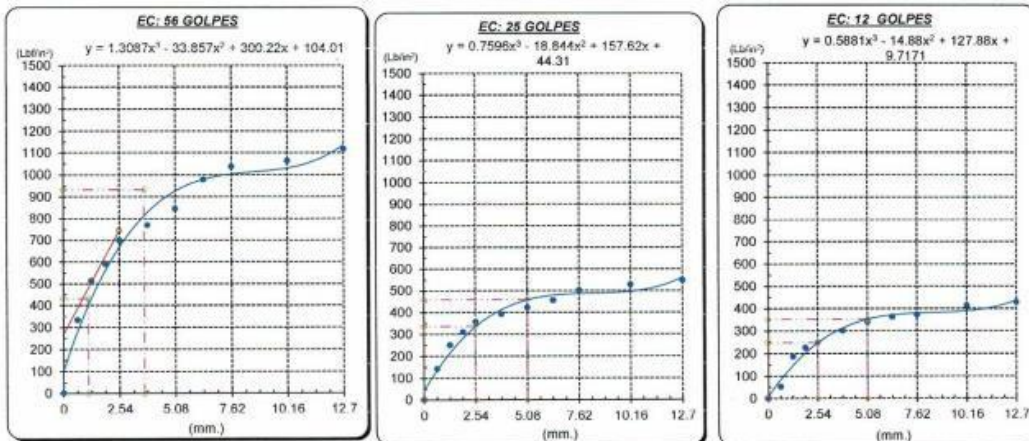


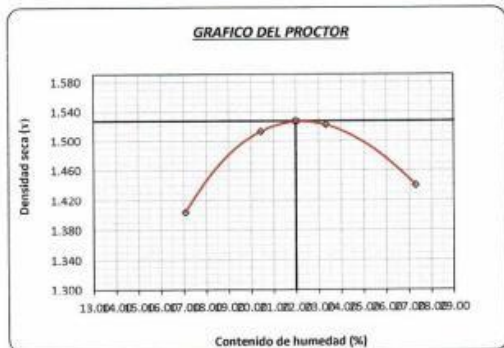
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.527 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.451 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	21.98 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	44 %	65 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	32 %	30 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-02
MUESTRA : 30% DE CCF
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

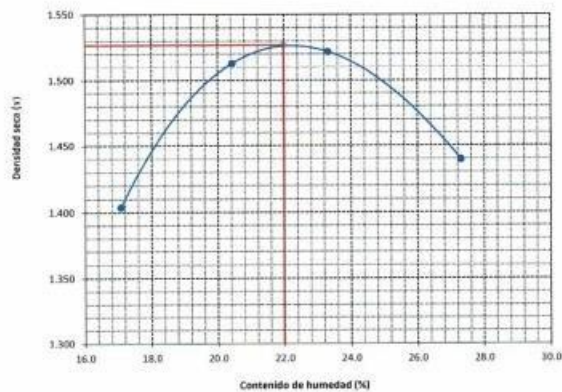
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5440	5610	5662	5620
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1566	1736	1788	1746
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.644	1.822	1.877	1.833

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	210.50	265.50	235.60	246.50
Peso del suelo seco + tara	g	186.00	226.50	201.00	204.50
Peso de tara	g	42.50	35.50	52.60	59.60
Peso de agua	g	24.5	39	34.6	42
Peso de suelo seco	g	143.5	190.9	148.4	153.9
Contenido de agua	%	17.1	20.4	23.3	27.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.404	1.513	1.522	1.440

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.527	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	21.99	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
 MUESTRA : 30% DE CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-15				A-16				A-17				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		11912	12180	11520	11790	11120	11350							
Peso de molde (g)		8003	8003	7835	7835	7788	7788							
Peso del suelo húmedo (g)		3909	4177	3685	3955	3332	3562							
Volumen del molde (cc)		2107	2107	2108	2108	2115	2115							
Densidad húmeda (g/cc)		1.855	1.982	1.748	1.876	1.575	1.684							
% de humedad		21.03	27.99	20.29	27.72	21.01	28.01							
Densidad seca (g/cc)		1.533	1.549	1.453	1.469	1.302	1.316							
HUMEDAD														
Tarro N°														
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		310.5	310.5	4177	4177	210.5	210.5	3955	3955	186.5	186.5	3562.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		261.0	261.0	3909	3909	175.0	175.0	3685	3685	159.0	159.0	3332.0		
Peso del Agua (gr.)		49.5	49.5	268.0	268.0	35.5	35.5	270.0	270.0	27.5	27.5	230.0		
Peso del tarro (gr.)		25.6	25.6	0	0	0	0	0	0	28.14	28.14	0		
Peso del suelo seco (gr.)		235.4	235.4	3850.0	3850.0	175.0	175.0	3632.2	3632.2	130.9	130.9	3289.2		
% de humedad		21.03	21.03	27.99	27.99	20.29	20.29	27.72	27.72	21.01	21.01	28.01		
Promedio de Humedad (%)		21.03		27.99		20.29		27.72		21.01		28.01		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
08/07/2023	14.3	24	0.2	0.005		0.26	0.007		0.3	0.008				
09/07/2023	14.3	48	0.26	0.007		0.35	0.009		0.48	0.012				
10/07/2023	14.3	72	0.36	0.009		0.45	0.011		0.65	0.016				
11/07/2023	14.3	96	0.45	0.011		0.6	0.015		0.75	0.019				
			4.57	total	0.25	4.57	total	0.33	4.57	total	0.41			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-15				MOLDE N° A-16				MOLDE N° A-17			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2	
0.640	0.025	0'30"	75	185			36	90				10	27	
1.270	0.050	1'00"	136	334			75	185				21	54	
1.910	0.075	1'30"	168	412			91	224				42	105	
2.540	0.100	2'00"	186	456	402	100.8	89	241	256.2	25.6	53	132	123.4	
3.810	0.150	3'00"	192	471			136	324				68	168	
5.080	0.200	4'00"	215	527	588	146	358	369.0	24.6	75	185	192.5	12.8	
6.350	0.250	5'00"	236	578			157	395				86	212	
7.620	0.300	6'00"	275	673			168	412				82	227	

USAT
 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 TECNICO DE LABORA FORO

Tesis : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

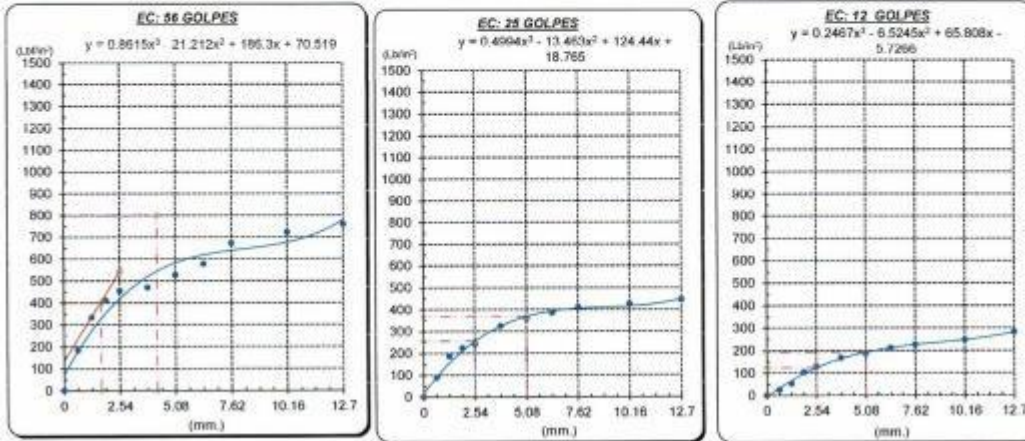


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

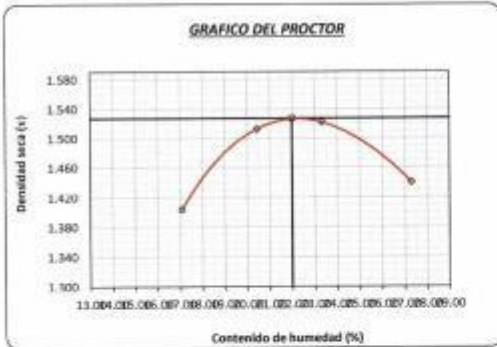
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.527 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.451 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	21.98 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	40 %	51 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	25 %	24 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Ing. Laboratorio USAT
 Universidad Católica del Perú - Lima

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓDROVEJID
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-02
MUESTRA : 30% DE CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

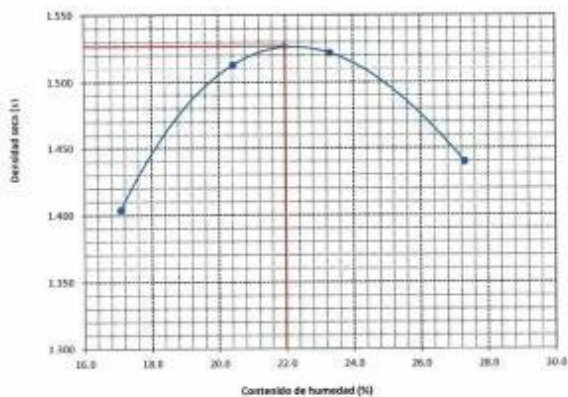
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5440	5610	5662	5620
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1566	1736	1788	1746
Volumen del molde	cm ³	962.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.644	1.822	1.877	1.833

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	210.60	266.60	236.60	246.60
Peso del suelo seco + tara	g	186.00	226.60	201.00	204.60
Peso de tara	g	42.60	36.60	52.60	60.60
Peso de agua	g	24.5	39	34.6	42
Peso de suelo seco	g	143.5	190.9	148.4	153.9
Contenido de agua	%	17.1	20.4	23.3	27.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.404	1.513	1.522	1.440

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.527	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	21.98	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos y Agente de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-02
MUESTRA : 30% DE CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-2				A-3				A-10				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12318	12644	12090	12590	11984	12312							
Peso de molde (g)		8804	8804	8453	8453	8650	8650							
Peso del suelo húmedo (g)		3514	3840	3637	4137	3334	3662							
Volumen del molde (cc)		1912	1912	2113	2113	1980	1980							
Densidad húmeda (g/cc)		1.838	2.008	1.721	1.958	1.684	1.849							
% de humedad		20.40	29.82	20.59	34.54	21.19	31.16							
Densidad seca (g/cc)		1.526	1.547	1.427	1.455	1.369	1.410							
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		128.6	128.6	3840	3840	325.6	325.6	4137	4137	132.8	132.8			
Tarro + Suelo seco (gr.)		111.6	111.6	3514	3514	270.0	270.0	3637	3637	114.5	114.5			
Peso del Agua (gr.)		16.9	16.9	326.0	326.0	55.6	55.6	500.0	500.0	18.3	18.3			
Peso del tarro (gr.)		28.56	28.56	0	0	0	0	0	0	28.18	28.18			
Peso del suelo seco (gr.)		83.0	83.0	3461.2	3461.2	270.0	270.0	3585.8	3585.8	86.3	86.3			
% de humedad		20.40	20.40	29.82	29.82	20.59	20.59	34.54	34.54	21.19	21.19			
Promedio de Humedad (%)		20.40	20.40	29.82	29.82	20.59	20.59	34.54	34.54	21.19	21.19			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
11/09/2023	14.3	0	0.35	0	0	0.2	0	0	0.58	0	0			
12/09/2023	14.3	24	0.38	0.010		0.23	0.006		0.68	0.017				
13/09/2023	14.3	48	0.39	0.010		0.24	0.006		0.6	0.015				
14/09/2023	14.3	72	0.4	0.010		0.28	0.007		0.81	0.015				
15/09/2023	14.3	96	0.45	0.011		0.58	0.015		0.82	0.016				
			4.57	total	0.25	4.57	total	0.32	4.57	total	0.34			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3				MOLDE Nº A-10			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbal pulg2	Lbal pulg2	%	Lect. Dial	Lbal pulg2	Lbal pulg2	%	Lect. Dial	Lbal pulg2	Lbal pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2	
0.640	0.025	0'30"	23	55			15	39				10	27	
1.270	0.050	1'00"	48	119			36	90				26	66	
1.910	0.075	1'30"	86	212			75	185				46	115	
2.540	0.100	2'00"	112	276	26.4	26.4	95	212	218.4	21.8	21.8	65	161	
3.810	0.150	3'00"	156	385	33.4	33.4	124	305	301.1	26.1	26.1	87	215	
5.080	0.200	4'00"	198	483	501.0	501.0	156	383	381.1	26.1	26.1	95	237	
6.350	0.250	5'00"	245	600			196	480				105	268	
7.620	0.300	6'00"	258	632			215	527				115	276	


USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO


Henry Rivas Obillos
Téc. Laboratorio
USAT


Tecnicista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO GENISA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

36% DE CCF

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

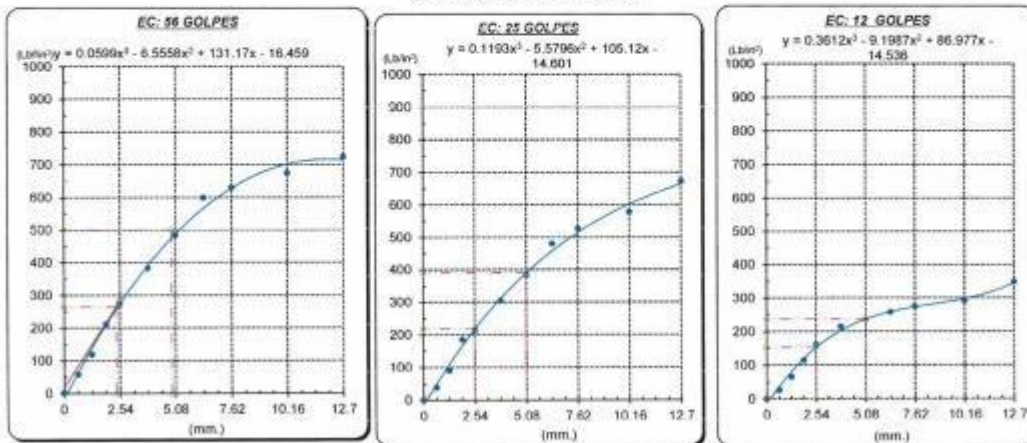


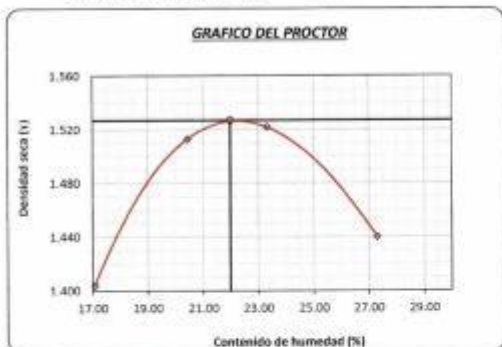
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.527 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.451 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	21.96 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	26 % 33 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	26 % 32 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGROYEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 309.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquin Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 28 del 2024

CALCADA : C-02
MUESTRA : 30% DE CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

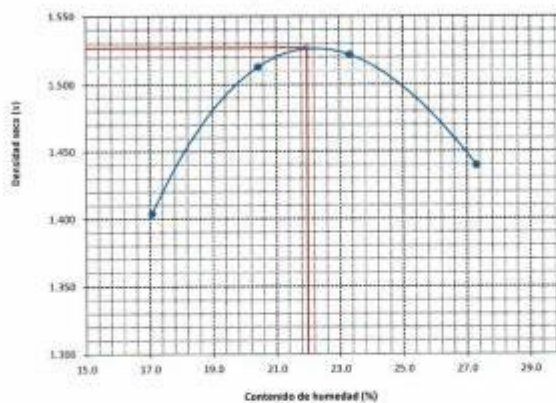
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5440	5610	5662	5620
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1566	1736	1788	1746
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.644	1.822	1.877	1.833

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g.	210.60	265.60	235.60	246.60
Peso del suelo seco + tara	g.	186.00	226.50	201.00	204.50
Peso de tara	g.	42.60	36.60	52.60	50.60
Peso de agua	g.	24.5	39	34.6	42
Peso de suelo seco	g.	143.5	190.9	148.4	153.9
Contenido de agua	%	17.1	20.4	23.3	27.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.404	1.513	1.522	1.440

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.627	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	21.98	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tecnicista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-02
 MUESTRA : 30% DE CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-2				A-3				A-10					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12358		12592		12190		12590		12072		12378			
Peso de molde (g)	8804		8904		8453		8453		8650		8650			
Peso del suelo húmedo (g)	3554		3788		3737		4137		3422		3728			
Volumen del molde (cc)	1912		1912		2113		2113		1980		1980			
Densidad húmeda (g/cc)	1.859		1.981		1.769		1.958		1.728		1.883			
% de humedad	21.48		28.17		21.71		32.56		20.92		29.99			
Densidad seca (g/cc)	1.530		1.540		1.453		1.477		1.429		1.448			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	153.6	153.6	378.8	378.8	125.6	125.6	413.7	413.7	151.8	151.8	3728.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)	131.5	131.5	355.4	355.4	103.2	103.2	373.7	373.7	130.4	130.4	3422.0			
Peso del Agua (gr.)	22.2	22.2	234.0	234.0	22.4	22.4	400.0	400.0	21.4	21.4	306.0			
Peso del tarro (gr.)	28.34	28.34	0	0	0	0	0	0	28.26	28.26	0			
Peso del suelo seco (gr.)	103.1	103.1	3500.4	3500.4	103.2	103.2	3683.5	3683.5	102.2	102.2	3373.8			
% de humedad	21.48	21.48	28.17	28.17	21.71	21.71	32.56	32.56	20.92	20.92	29.99			
Promedio de Humedad (%)	21.48		28.17		21.71		32.56		20.92		29.99			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
11/09/2023	14.3	0	0.15	0	0	0.3	0	0	0.1	0	0			
12/09/2023	14.3	24	0.25	0.006		0.32	0.008		0.25	0.006				
13/09/2023	14.3	48	0.46	0.012		0.45	0.011		0.35	0.009				
14/09/2023	14.3	72	0.5	0.013		0.59	0.015		0.56	0.014				
15/09/2023	14.3	96	0.58	0.015		0.6	0.015		0.62	0.016				
			4.57	total	0.32	4.57	total	0.33	4.57	total	0.34			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3				MOLDE Nº A-10			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2				0	2	
0.640	0.025	0'30"	125	307			62	154				25	63	
1.270	0.050	1'00"	145	356			98	237				63	156	
1.910	0.075	1'30"	178	437			124	305				85	212	
2.540	0.100	2'00"	1000	215	527	550.0	55.0	465	308	359.7	36.0	101	249	
3.810	0.150	3'00"		286	700			175	439			114	280	
5.080	0.200	4'00"	1500	292	714	1000.0	100.0	585	450	546.0	38.4	121	299	
6.350	0.250	5'00"		326	797			248	615			136	339	
7.620	0.300	6'00"		348	851			267	668			145	361	

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rkadeneyra Obilitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

30% DE CCF

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

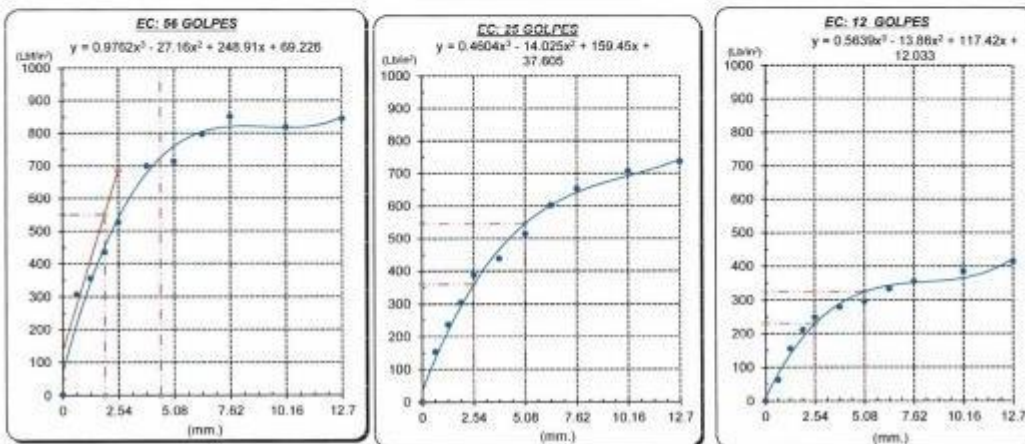


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

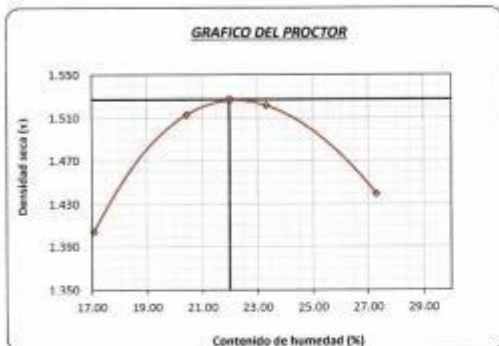
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.527 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.451 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	21.08 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	54 %	71 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	35 %	35 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT Universidad Católica

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL INDIANISMO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

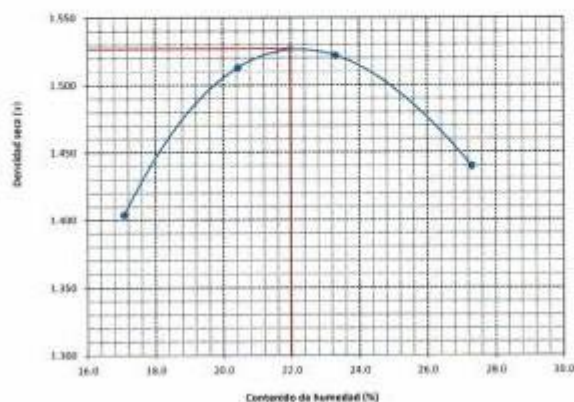
SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 330.141 ASTM D - 1557

Testista : Quisquán Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATE : C-02
MUESTRA : 30% DE CCF
PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4	
Peso del suelo + molde	g	5440	5610	5662	5620	
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874	
Peso del suelo húmedo compactado	g	1566	1736	1788	1746	
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77	
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.644	1.822	1.877	1.833	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº Recipiente		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo + tara	g	216.60	266.60	236.60	246.60	
Peso del suelo seco + tara	g	186.00	226.60	201.00	204.60	
Peso de tara	g	42.60	35.60	52.60	60.60	
Peso de agua	g	24.5	39	34.6	42	
Peso de suelo seco	g	143.5	190.9	148.4	153.9	
Contenido de agua	%	17.1	20.4	23.3	27.3	
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.404	1.513	1.522	1.440	
DENSIDAD MAXIMA SECA		1.527	g/cm ³			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		21.98	%			

GRAFICO DEL PROCTOR



Formatos. 125Cbr C2+30%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tenista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-02
 MUESTRA : 30% DE CCF PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
		A-10				A-11				A-12				
N° Molde		5				5				5				
N° Capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		11730		12050		11510		11820		11120		11450		
Peso de molde (g)		7749		7749		7755		7755		7639		7639		
Peso del suelo húmedo (g)		3981		4301		3755		4065		3481		3811		
Volumen del molde (cc)		2120		2120		2112		2112		2113		2113		
Densidad húmeda (g/cc)		1.878		2.029		1.778		1.925		1.647		1.804		
% de humedad		22.05		30.22		22.89		31.27		24.62		34.23		
Densidad seca (g/cc)		1.539		1.558		1.447		1.466		1.322		1.344		
HUMEDAD														
Tarro N°														
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		236.5	236.5	4301	4301	189.5	189.5	4065	4065	156.5	156.5	3811.0	3811.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		200.2	200.2	3981	3981	164.0	164.0	3755	3755	132.0	132.0	3481.0	3481.0	
Peso del Agua (gr.)		36.3	36.3	320.0	320.0	25.5	25.5	310.0	310.0	24.5	24.5	330.0	330.0	
Peso del tarro (gr.)		35.6	35.6	0	0	52.6	52.6	0	0	32.5	32.5	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		164.6	164.6	3920.7	3920.7	111.4	111.4	3701.4	3701.4	99.5	99.5	3435.6	3435.6	
% de humedad		22.05	22.05	30.22	30.22	22.89	22.89	31.27	31.27	24.62	24.62	34.23	34.23	
Promedio de Humedad (%)		22.05		30.22		22.89		31.27		24.62		34.23		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
02/09/2022	14.3	24	0.15	0.004		0.3	0.005		0.5	0.013				
03/09/2022	14.3	48	0.5	0.013		0.45	0.011		0.6	0.015				
04/09/2022	14.3	72	0.6	0.015		0.5	0.013		0.8	0.020				
04/09/2022	14.3	96	0.8	0.020		0.9	0.023		1.1	0.028				
			4.57	total	0.44	4.57	total	0.49	4.57	total	0.60			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	STAND.	MOLDE N° A-10				MOLDE N° A-11				MOLDE N° A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Libra pulg ²	Lect. Dial	Libra pulg ²	Lect. Dial	Libra pulg ²	Lect. Dial	Libra pulg ²	Lect. Dial	Libra pulg ²	Lect. Dial	Libra pulg ²
mm.	pulg.	Lb/in ²												
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	96	237	72	178	9	24						
1.270	0.050	1'00"	124	305	96	237	38	90						
1.910	0.075	1'30"	175	429	105	258	75	185						
2.540	0.100	2'00"	1000	210	515	355	724	305	298.5	30.0	92	227	204.3	
3.810	0.150	3'00"	256	627	148	363	110	271						
5.080	0.200	4'00"	1500	389	707	513	48	162	374.9	25.0	126	310	314.6	
6.350	0.250	5'00"	315	770	175	440	134	325						
7.620	0.300	6'00"	336	822	189	441	142	349						

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica del Norte - Chiclayo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

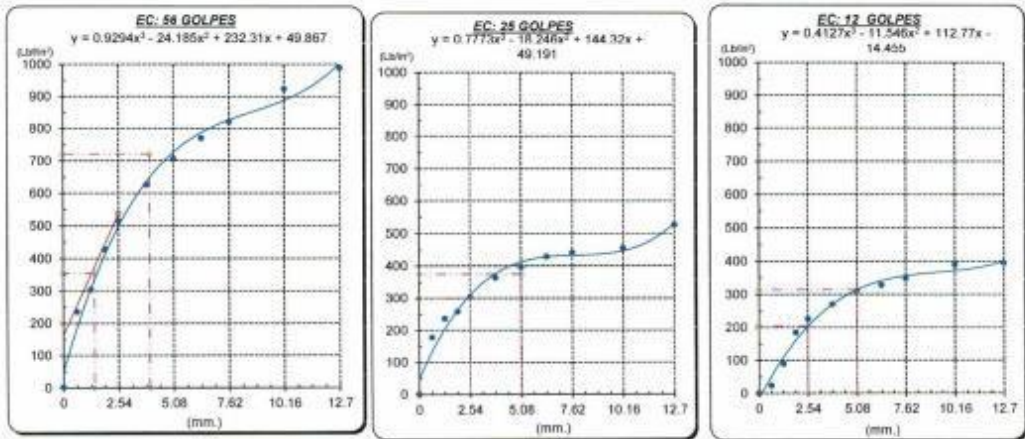


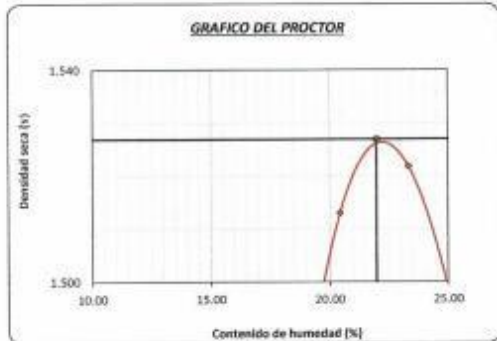
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.527 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.451 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	21.98 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	35 %	45 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	30 %	25 %



SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1567

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 20% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

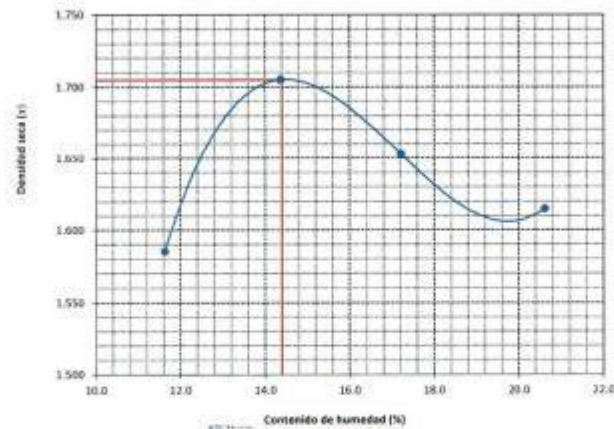
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g	52.50	42.50	45.60	52.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tac. Laboratorio USAT
 Universidad Católica del Perú

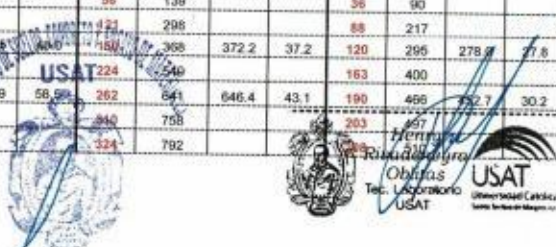
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Telista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
 MUESTRA : 20% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde	A-9				A-5				A-11					
N° Capa	5				5				5					
N° Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12586		12698		12269		12590		12450		12504			
Peso de molde (g)	8710		8710		8395		8385		8916		8916			
Peso del suelo húmedo (g)	3876		3988		3874		4195		3534		3588			
Volumen del molde (cc)	2015		2015		2112		2112		2124		2124			
Densidad húmeda (g/cc)	1.924		1.979		1.834		1.986		1.664		1.689			
% de humedad	11.45		14.39		13.41		21.83		13.74		15.29			
Densidad seca (g/cc)	1.726		1.730		1.617		1.630		1.463		1.465			
HUMEDAD														
Tarro N°	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr)	120.5	120.5	3988	3988	156.5	156.5	4195	4195	123.5	123.5	3588.0	3588.0		
Tarro + Suelo seco (gr)	111.0	111.0	3876	3876	138.0	138.0	3874	3874	112.0	112.0	3534.0	3534.0		
Peso del Agua (gr)	9.5	9.5	112.0	112.0	18.5	18.5	321.0	321.0	11.5	11.5	54.0	54.0		
Peso del tarro (gr)	28.23	28.23	0	0	0	0	0	0	28.51	28.51	0	0		
Peso del suelo seco (gr)	82.8	82.8	3810.2	3810.2	138.0	138.0	3812.3	3812.3	83.5	83.5	3483.0	3483.0		
% de humedad	11.45	11.45	14.39	14.39	13.41	13.41	21.83	21.83	13.74	13.74	15.29	15.29		
Promedio de Humedad (%)	11.45		14.39		13.41		21.83		13.74		15.29			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.36	0.009	0.2	0.005	0	0	0.51	0.013	0			
11/05/2023	14.3	48	0.45	0.011	0.36	0.009	0	0	0.6	0.015	0			
12/05/2023	14.3	72	0.52	0.013	0.45	0.011	0	0	0.68	0.017	0			
13/05/2023	14.3	96	0.53	0.013	0.55	0.016	0	0	0.76	0.019	0			
			4.57	total	0.29	4.57	total	0.36	4.57	total	0.42			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-9				MOLDE N° A-5				MOLDE N° A-11			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.	Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	8	22			8	17			2	7		
1.270	0.050	1'00"	95	234			55	139			36	90		
1.910	0.075	1'30"	168	412			121	298			68	217		
2.540	0.100	2'00"	223	546	490.4	64.0	150	368	372.2	37.2	120	296	278.7	71.8
3.810	0.150	3'00"	309	756	224	54.0	240	540	646.4	43.1	163	400	752.7	30.2
5.080	0.200	4'00"	375	917	375.9	58.9	262	641	646.4	43.1	190	466	752.7	30.2
6.350	0.250	5'00"	426	1041			240	768			203	467		
7.620	0.300	6'00"	450	1099			324	792						



FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tealista : Querequán Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

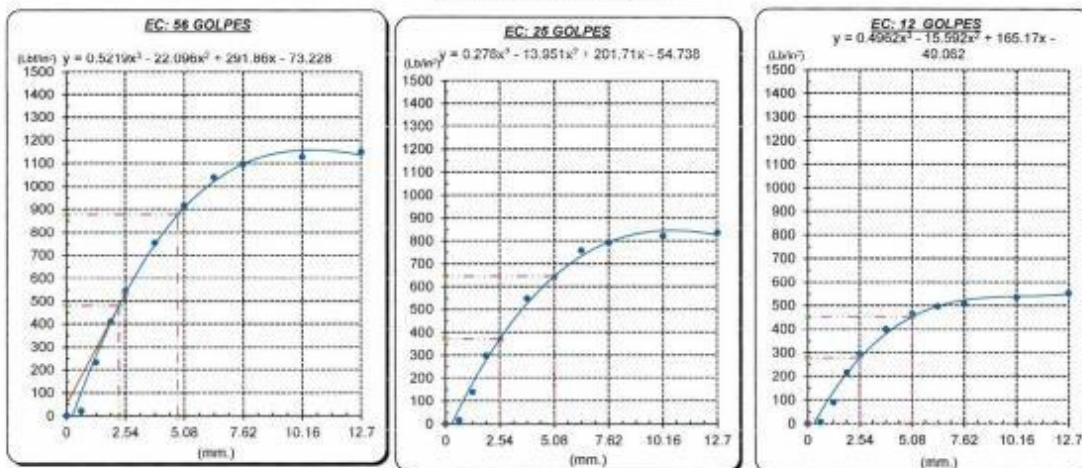


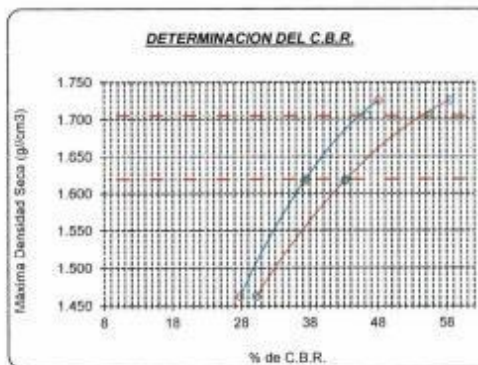
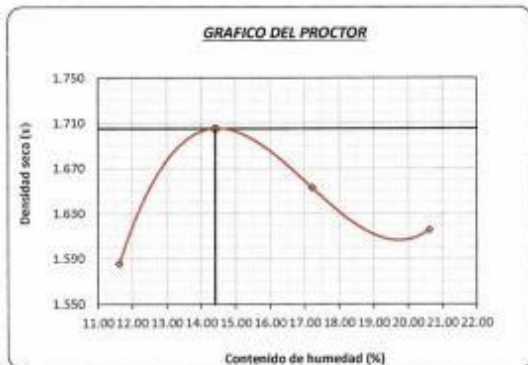
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	46 %	56 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	37 %	43 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica del Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
 MUESTRA : 20% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-1				A-2				A-3				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12862		13058		12469		12690		12210		12418		
Peso de molde (g)		8621		8621		8395		8395		8453		8453		
Peso del suelo húmedo (g)		4241		4437		4074		4295		3757		3965		
Volumen del molde (cc)		2120		2120		2132		2112		2113		2113		
Densidad húmeda (g/cc)		2.000		2.093		1.929		2.034		1.778		1.878		
% de humedad		17.12		21.82		17.45		22.96		17.42		23.04		
Densidad seca (g/cc)		1.708		1.718		1.642		1.654		1.514		1.525		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		156.0		156.0		4437		4437		210.0		210.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		133.2		133.2		4241		4241		178.8		178.8		
Peso del Agua (gr.)		22.8		22.8		196.0		196.0		31.2		31.2		
Peso del tarro (gr.)		0		0		0		0		0		0		
Peso del suelo seco (gr.)		133.2		133.2		4169.8		4169.8		178.8		178.8		
% de humedad		17.12		17.12		21.82		21.82		17.45		17.45		
Promedio de Humedad (%)		17.12		21.82		17.45		17.45		22.96		22.96		
17.42		17.42		23.04		23.04								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.5	0.013	0.5	0.013	0.013	0.013	0.6	0.015	0.015			
11/05/2023	14.3	48	0.65	0.016	0.65	0.016	0.016	0.016	0.8	0.020	0.020			
12/05/2023	14.3	72	0.8	0.020	0.78	0.020	0.020	0.020	1.1	0.028	0.028			
13/05/2023	14.3	96	1	0.025	1.2	0.030	0.030	0.030	1.5	0.038	0.038			
			4.57	total	0.55	4.57	total	0.66	4.57	total	0.82			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	15	39			12	32			8	22		
1.270	0.050	1'00"	64	158			65	119			15	39		
1.910	0.075	1'30"	132	324			128	219			32	80		
2.540	0.100	2'00"	189	463	356	35.6	165	406	280.3	28.0	58	144	12.6	
3.810	0.150	3'00"	275	673			165	406			75	188		
5.080	0.200	4'00"	280	685	0	43.0	198	485	468.2	46.8	95	232	14.6	
6.350	0.250	5'00"	305	746			215	527			96	238		
7.620	0.300	6'00"	312	763			226	558			96	238		



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

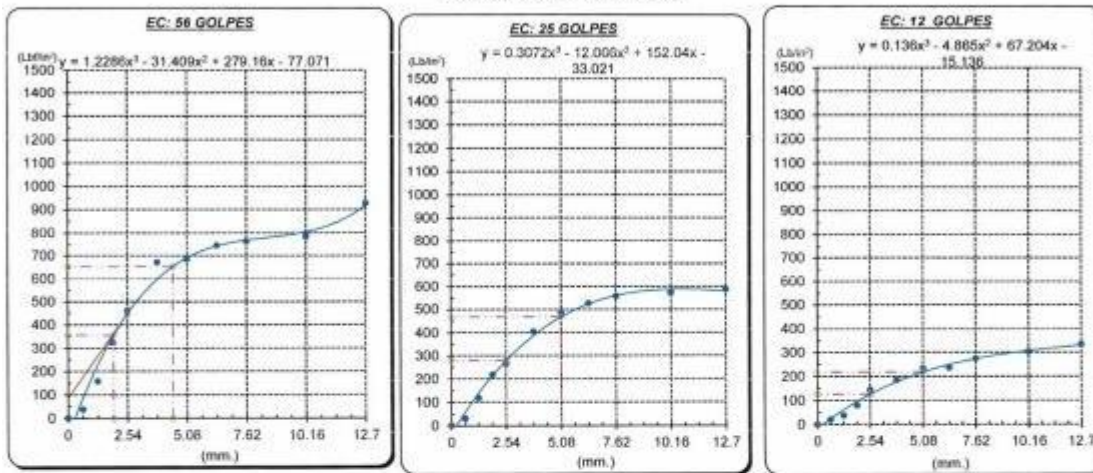


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	35 %	43 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	25 %	28 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

GALICATA : C-1
MUESTRA : 20% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

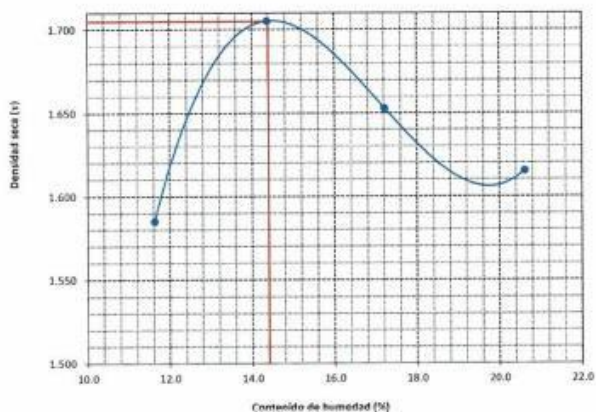
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1856	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g.	154.00	170.60	166.00	183.00
Peso de tara	g.	52.50	42.50	45.60	52.00
Peso de agua	g.	11.3	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g.	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN·mm³ (56000 pie-lbf/pe³))
 N.T.P. 338.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquín Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-1
 MUESTRA : 20% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

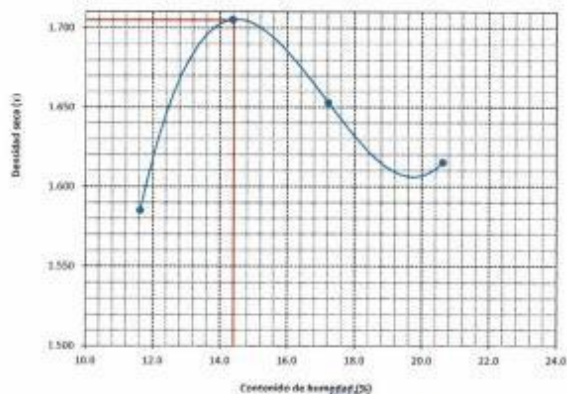
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	962.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	166.80	189.00	176.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g	52.60	42.60	46.60	62.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
 Rivadeneira
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Testista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
 MUESTRA : 20% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-4				A-5				A-6					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	11922	12459	11559	11990	11410	11818								
Peso de molde (g)	7943	7843	7671	7671	7940	7540								
Peso del suelo húmedo (g)	4079	4607	3879	4319	3570	3978								
Volumen del molde (cc)	2122	2122	2125	2125	2132	2132								
Densidad húmeda (g/cc)	1.922	2.171	1.825	2.032	1.674	1.866								
% de humedad	14.20	27.36	14.36	25.89	14.58	26.18								
Densidad seca (g/cc)	1.683	1.705	1.596	1.615	1.461	1.479								
HUMEDAD														
Tarro Nº	185.0		4607		215.0		4319		165.0		3978.0			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	185.0	4607	215.0	4319	165.0	3978.0								
Tarro + Suelo seco (gr.)	162.0	4079	188.0	3879	144.0	3570.0								
Peso del Agua (gr.)	23.0	528.0	27.0	440.0	21.0	408.0								
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0								
Peso del suelo seco (gr.)	162.0	4011.5	188.0	3818.1	144.0	3518.6								
% de humedad	14.20	27.36	14.36	25.89	14.58	26.18								
Promedio de Humedad (%)	14.20	27.36	14.36	25.89	14.58	26.18								
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.4	0.010	0.3	0.008		0.4	0.010					
11/05/2023	14.3	48	0.5	0.013	0.4	0.010		0.5	0.013					
12/05/2023	14.3	72	0.7	0.018	0.6	0.015		0.7	0.018					
13/05/2023	14.3	96	0.8	0.020	0.9	0.023		1	0.025					
			4.57	total 0.44	4.57	total 0.49		4.57	total 0.55					
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-6			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Leet. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Leet. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Leet. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	21	54			15	39			16	27		
1.270	0.050	1'00"	68	168			52	129			25	63		
1.910	0.075	1'30"	123	307			95	234			42	105		
2.540	0.100	2'00"	189	466	355.6	89.6	124	305	305.1	30.5	75	185	153.2	15.3
3.810	0.150	3'00"	285	697	448.6	110.6	185	465	465.4	46.5	86	212		
5.080	0.200	4'00"	394	984	644.4	161.1	256	640	640.4	64.0	101	249	201.4	17.4
6.350	0.250	5'00"	515	1287	822.2	205.6	339	848	848.4	84.8	124	305		
7.620	0.300	6'00"	634	1586	1011.4	252.9	428	1070	1070.4	107.0	135	332		



Henry Rivadeneyra Obilias
 USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Testista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CEMIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

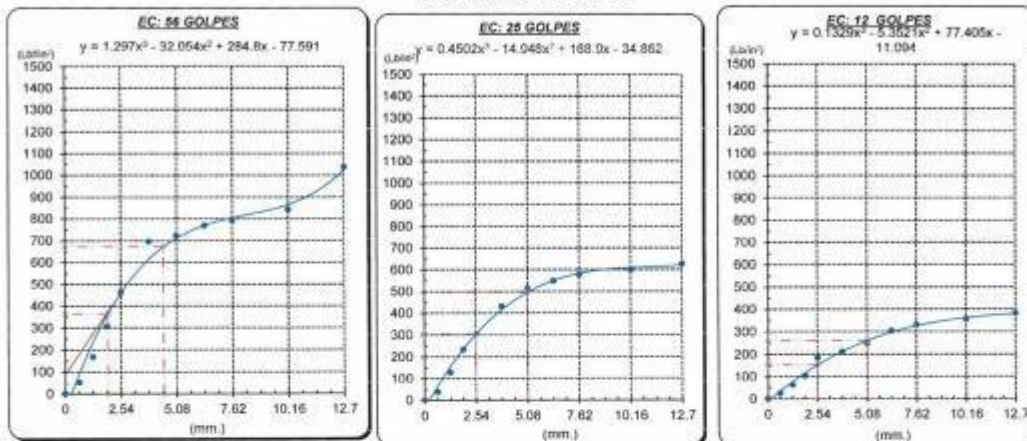


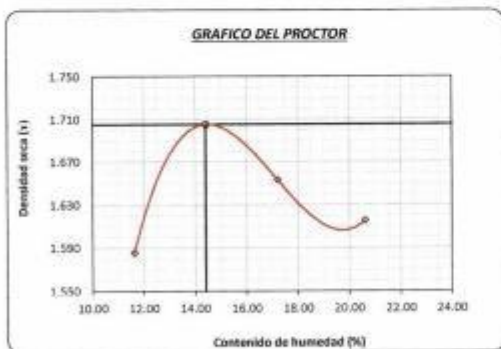
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	39 %	48 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	33 %	36 %



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-1
 MUESTRA : 20% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																						
Nº Molde	A-1				A-2				A-3													
Nº Capa	5				5				5													
Nº Golpes por capa	56				25				12													
CONDICION DE LA MUESTRA																						
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado											
Peso molde + Suelo húmedo	12732	12910	12360	12650	12328	12584																
Peso de molde (g)	8295	8295	8395	8395	8453	8453																
Peso del suelo húmedo (g)	4437	4615	3965	4255	3875	4131																
Volumen del molde (cc)	2280	2280	2112	2112	2113	2113																
Densidad húmeda (g/cc)	1.946	2.024	1.877	2.015	1.834	1.955																
% de humedad	14.09	18.17	14.65	22.08	15.25	21.96																
Densidad seca (g/cc)	1.706	1.713	1.638	1.650	1.591	1.603																
HUMEDAD																						
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
Tarro + Suelo húmedo (gr)	180.7	180.7	4615	4615	325.6	325.6	4255	4255	180.4	180.4	4131.0	4131.0										
Tarro + Suelo seco (gr)	164.6	164.6	4437	4437	284.0	284.0	3965	3965	163.3	163.3	3875.0	3875.0										
Peso del Agua (gr)	16.2	16.2	178.0	178.0	41.6	41.6	290.0	290.0	17.1	17.1	256.0	256.0										
Peso del tarro (gr)	49.87	49.87	0	0	0	0	0	0	50.89	50.89	0	0										
Peso del suelo seco (gr)	114.7	114.7	4362.6	4362.6	284.0	284.0	3901.1	3901.1	112.4	112.4	3814.3	3814.3										
% de humedad	14.09	14.09	18.17	18.17	14.65	14.65	22.08	22.08	15.25	15.25	21.96	21.96										
Promedio de Humedad (%)	14.09		18.17		14.65		22.08		15.25		21.96											
EXPANSIÓN																						
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN												
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%											
10/05/2023	14.3	0	1.1	0	0	0.97	0	0	0.84	0	0											
11/05/2023	14.3	24	3.5	0.088		1.25	0.031		4.85	0.121												
12/05/2023	14.3	48	4.17	0.104		2.8	0.070		4.98	0.125												
13/05/2023	14.3	72	4.17	0.104		3.5	0.088		4.98	0.125												
14/05/2023	14.3	96	4.17	0.104		4.2	0.105		4.98	0.125												
			4.57	total	2.26	4.57	total	2.30	4.57	total	2.73											
PENETRACIÓN																						
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3											
			Lect. Dial	CARGA			Lect. Dial	CARGA			Lect. Dial	CARGA										
				Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%		Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%		Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%								
mm.	pulg.	Lb/in2																				
0.000	0.000	0'00"	0	2		0	2		0	2		0	2									
0.640	0.025	0'30"	48	119		25	63		1	5		1	5									
1.270	0.050	1'00"	83	204		65	161		12	32		12	32									
1.910	0.075	1'30"	122	299		96	236		28	71		28	71									
2.540	0.100	2'00"	160	391	318	138	323	275	259.1	25.9	53	131	146.3	14.6								
3.810	0.150	3'00"	220	536	409.7	176	420	323	323	31.0	103	253	253									
5.080	0.200	4'00"	285	693	480.7	176	420	464.8	31.0	145	355	326.6	21.7									
6.350	0.250	5'00"	305	741		235	573				175	428										
7.620	0.300	6'00"	336	816		298	652				193	471										



 Henry Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

Formatos. 137Cbr C3+20%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024
20% CCF

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

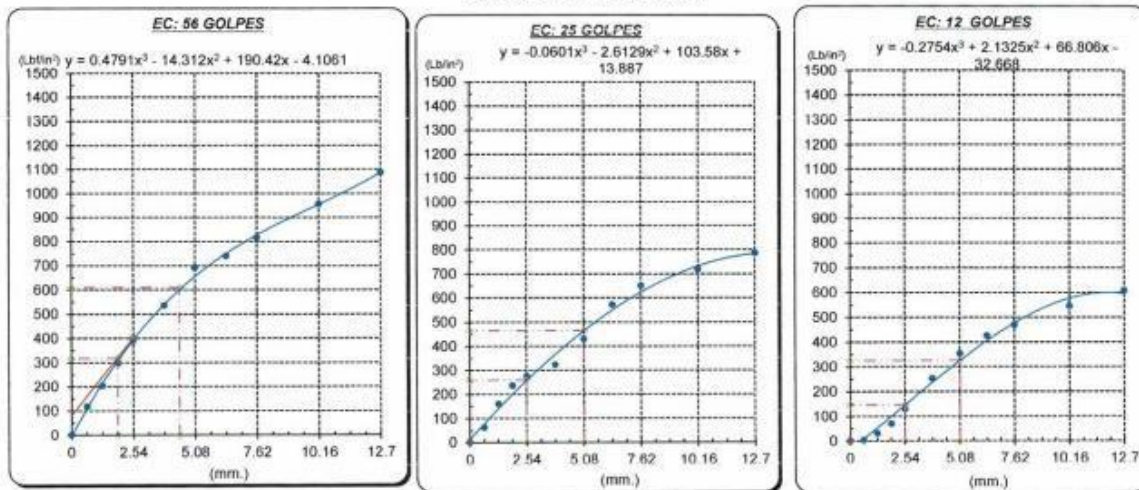


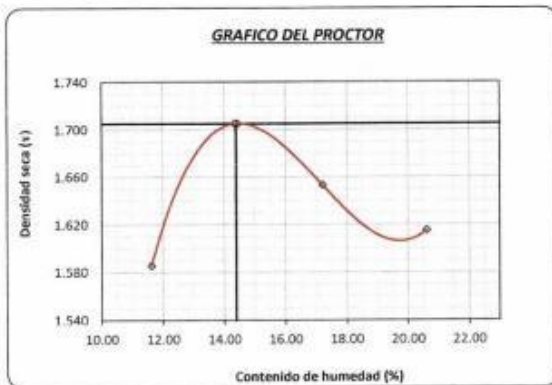
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	32 %	41 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	22 %	27 %



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 338.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-1
MUESTRA : 20% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

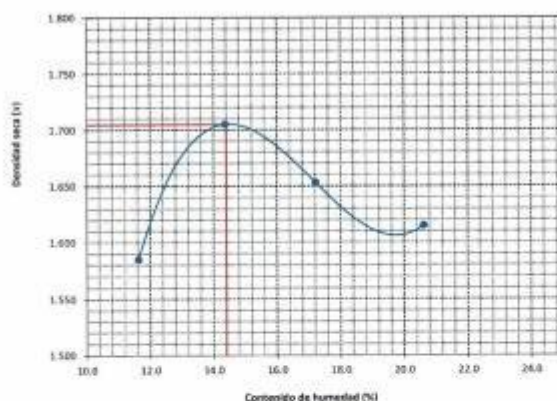
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g	52.50	42.50	45.50	52.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.765	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
Civadenebra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Obdulia Oblitas, de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CLASIFICACIÓN : C-1
MUESTRA : 20% CCF PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

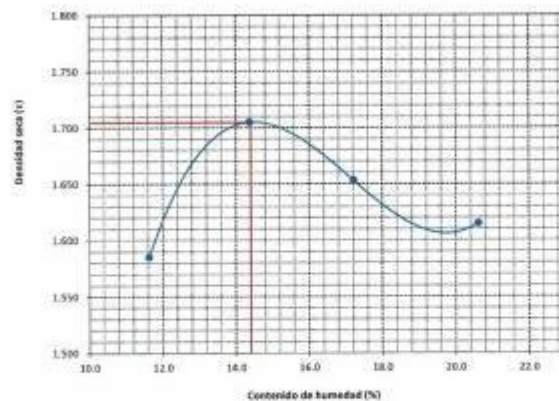
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5560	5732	5720	5730
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g	154.00	170.60	156.00	183.00
Peso de tara	g	62.60	42.60	46.60	62.00
Peso de agua	g	11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g	101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	%	11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.685	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos / Ing. Fernando de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
 MUESTRA : 20% CCF PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-9				A-2				A-12					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12706	13056	12360	12890	12396	12648	12396	12648	12396	12648	12396	12648	
Peso de molde (g)		8710	8710	8395	8395	8604	8604	8604	8604	8604	8604	8604	8604	
Peso del suelo húmedo (g)		3995	4346	3965	4495	3792	4044	3792	4044	3792	4044	3792	4044	
Volumen del molde (cc)		2055	2055	2112	2112	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	2118	
Densidad húmeda (g/cc)		1.945	2.115	1.877	2.128	1.790	1.909	1.790	1.909	1.790	1.909	1.790	1.909	
% de humedad		14.18	23.09	14.98	28.56	14.62	21.37	14.62	21.37	14.62	21.37	14.62	21.37	
Densidad seca (g/cc)		1.703	1.718	1.633	1.655	1.562	1.573	1.562	1.573	1.562	1.573	1.562	1.573	
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		152.7	152.7	4346	4346	178.9	178.9	4495	4495	156.7	156.7	4044.0	4044.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		137.3	137.3	3995	3995	165.6	165.6	3965	3965	140.3	140.3	3792.0	3792.0	
Peso del Agua (gr.)		15.5	15.5	350.0	350.0	13.3	13.3	530.0	530.0	16.4	16.4	252.0	252.0	
Peso del tarro (gr.)		28.34	28.34	0	0	76.8	76.8	0	0	28.09	28.09	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		108.9	108.9	3929.1	3929.1	88.8	88.8	3901.3	3901.3	112.2	112.2	3733.7	3733.7	
% de humedad		14.18	14.18	23.09	23.09	14.98	14.98	28.56	28.56	14.62	14.62	21.37	21.37	
Promedio de Humedad (%)		14.18	14.18	23.09	23.09	14.98	14.98	28.56	28.56	14.62	14.62	21.37	21.37	
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
02/09/2022	14.3	24	0.2	0.005		20	0.800		8.1	0.203				
03/09/2022	14.3	48	1.2	0.030		31	0.775		8.6	0.240				
04/09/2022	14.3	72	3.6	0.090		42	1.050		11.8	0.295				
04/09/2022	14.3	96	4.5	0.113		51	1.275		12.4	0.310				
			4.57	total	2.46	4.57	total	27.92	4.57	total	6.79			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-9				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	38	90			20	51			5	15		
1.270	0.050	1'00"	78	193			76	188			19	49		
1.910	0.075	1'30"	119	283			89	219			24	61		
2.540	0.100	2'00"	179	439	207.3	32.7	105	258	243.3	24.3	62	154	151.0	15.1
3.810	0.150	3'00"	210	515			131	305			112	276		
5.080	0.200	4'00"	278	680	815	11.1	162	396	438.9	29.3	128	310	316.3	21.1
6.350	0.250	5'00"	312	763			215	527			165	409		
7.620	0.300	6'00"	324	792			255	632			194	481		

USAT
 Laboratorio
 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesis: Quesquén Castro Hilary
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación: Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

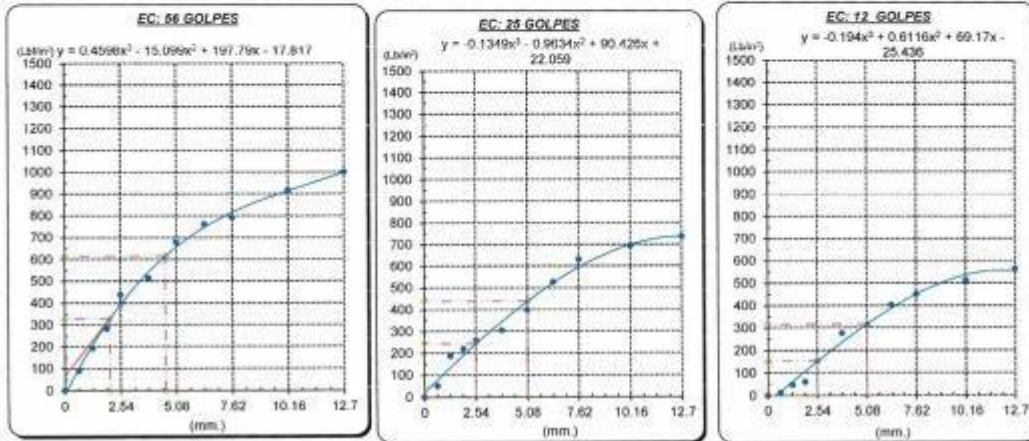


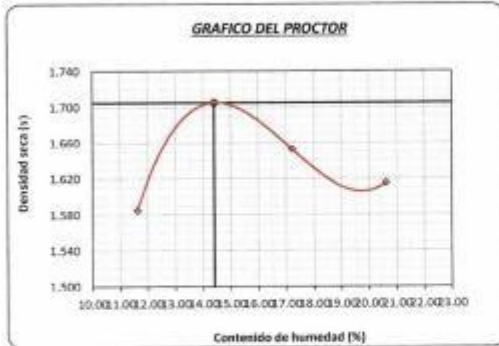
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SFCA AL 100%	1.705 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm	5.08 cm
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	33 %	41 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	23 %	28 %



Henry Rundenzo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesis : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-1
 MUESTRA : 20% CCF PROFUNDEAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-1				A-2				A-3					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		11990		12340		11680		12040		11680		12080			
Peso de molde (g)		7843		7843		7671		7671		7840		7840			
Peso del suelo húmedo (g)		4147		4497		4009		4369		3840		4240			
Volumen del molde (cc)		2120		2120		2112		2112		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)		1.956		2.121		1.898		2.069		1.817		2.007			
% de humedad		14.67		23.26		16.44		25.57		17.17		27.75			
Densidad seca (g/cc)		1.706		1.721		1.630		1.947		1.561		1.571			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		410.2	410.2	4497	4497	385.6	385.6	4389	4389	412.5	412.5	4240.0	4240.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		367.5	367.5	4147	4147	342.0	342.0	4009	4009	362.8	362.8	3840.0	3840.0		
Peso del Agua (gr.)		42.7	42.7	350.0	350.0	43.6	43.6	380.0	380.0	49.7	49.7	400.0	400.0		
Peso del tarro (gr.)		76.5	76.5	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		291.0	291.0	4077.4	4077.4	265.2	265.2	3944.7	3944.7	289.5	289.5	3781.3	3781.3		
% de humedad		14.67	14.67	23.26	23.26	16.44	16.44	25.57	25.57	17.17	17.17	27.75	27.75		
Promedio de Humedad (%)		14.67		23.26		16.44		25.57		17.17		27.75			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
02/09/2022	14.3	24	25	0.625		20	0.500		15	0.375					
03/09/2022	14.3	48	42	1.050		31	0.775		23	0.575					
04/09/2022	14.3	72	51	1.275		42	1.050		36	0.900					
04/09/2022	14.3	96	65	1.625		51	1.275		48	1.200					
			4.57	total	35.58	4.57	total	27.92	4.57	total	26.28				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Leet. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Leet. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%	Leet. Dial	Lbf/ pulg2	Lbf/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	85	210				52	129			26	66		
1.275	0.050	1'00"	85	241				74	183			42	105		
1.910	0.075	1'30"	165	405				88	241			68	168		
2.540	0.100	2'00"	1000	197	463	354.7	35.5	121	298	306.1	30.6	85	210	226.0	22.6
3.810	0.150	3'00"		265	649				429			121	298		
5.080	0.200	4'00"	1500	315	770			153	615	534.7	35.6	175	429	363.7	26.2
6.350	0.250	5'00"		345	844			262	641			202	471		
7.620	0.300	6'00"		390	953			290	710			236	502		



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesis : Quisquin Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFE
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chilayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

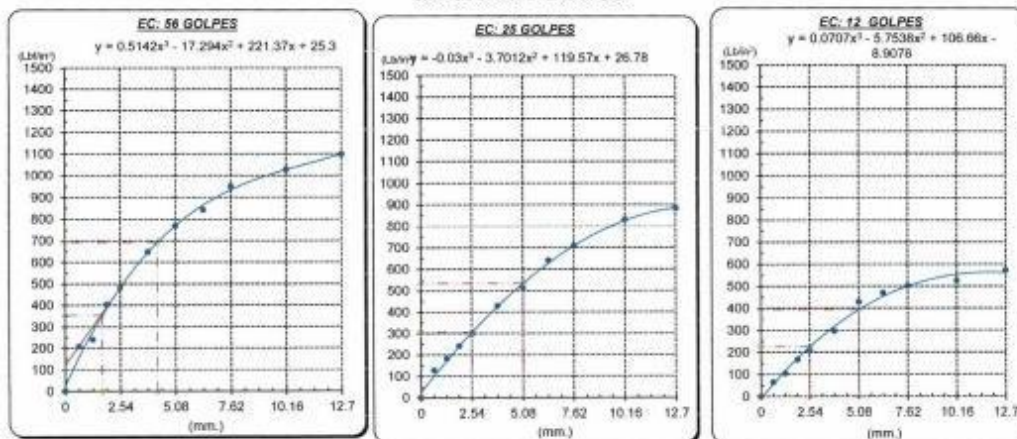


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.705 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.620 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	14.40 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	35 %	46 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	30 %	34 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (96000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quisquán Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

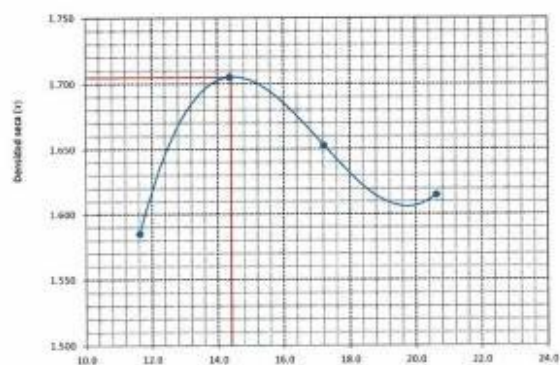
CAUCITA : C-1
MUESTRA : 20% CCF
PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo	1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g. 5580	5732	5720	5730
Peso del molde	g. 3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g. 1686	1858	1846	1856
Volumen del molde	cm ³ 952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³ 1.770	1.950	1.938	1.948

CONTENIDO DE HUMEDAD				
Nº Recipiente	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g. 165.80	189.00	175.00	210.00
Peso del suelo seco + tara	g. 154.00	170.60	166.00	183.00
Peso de tara	g. 52.55	42.50	45.60	52.00
Peso de agua	g. 11.8	18.4	19	27
Peso de suelo seco	g. 101.5	128.1	110.4	131
Contenido de agua	% 11.6	14.4	17.2	20.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³ 1.585	1.705	1.653	1.615

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.705	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	14.40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
Ruadesteira
Obillas
Tec. Laboratorio
USAT

Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos e Ingeniero de Laboratorio de PEA

TECNICO DE LA AREA CONTROL

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCF
PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

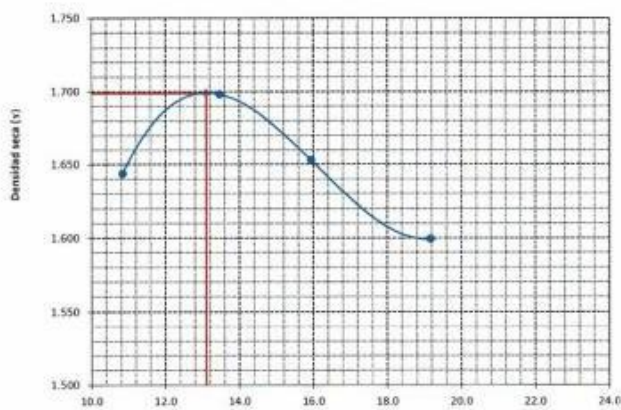
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1736	1036	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	175.60	196.50	210.50	192.50
Peso del suelo seco + tara	g.	162.00	177.90	188.50	170.00
Peso de tara	g.	35.50	39.80	50.40	52.50
Peso de agua	g.	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g.	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista en Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Formatos. 146. CBR C3+25%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-01
MUESTRA : 25% CCF

PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
N° Molde		A-1				A-2				A-3				
N° Capa		5				5				5				
N° Golpes por capa		56				25				12				
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12490		12740		11980		11940		11480		11580		
Peso de molde (g)		7843		7843		7671		7671		7840		7840		
Peso del suelo húmedo (g)		4647		4897		4309		4269		3640		3740		
Volumen del molde (cc)		2120		2120		2112		2112		2113		2113		
Densidad húmeda (g/cc)		2.192		2.310		2.040		2.021		1.723		1.770		
% de humedad		16.81		22.29		17.44		16.50		18.64		21.43		
Densidad seca (g/cc)		1.877		1.889		1.737		1.735		1.452		1.458		
HUMEDAD														
Tarro N°		-		-		-		-		-		-		
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		358.6	358.6	4897	4897	248.5	248.5	4269	4269	356.5	356.5	3740.0	3740.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		318.0	318.0	4647	4647	223.0	223.0	4309	4309	312.0	312.0	3640.0	3640.0	
Peso del Agua (gr.)		40.6	40.6	250.0	250.0	25.5	25.5	-40.0	-40.0	44.5	44.5	100.0	100.0	
Peso del tarro (gr.)		76.5	76.5	0	0	76.8	76.8	0	0	73.3	73.3	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		241.5	241.5	4561.4	4561.4	146.2	146.2	4235.4	4235.4	238.7	238.7	3587.9	3587.9	
% de humedad		16.81	16.81	22.29	22.29	17.44	17.44	16.50	16.50	18.64	18.64	21.43	21.43	
Promedio de Humedad (%)		16.81		22.29		17.44		16.50		18.64		21.43		
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
02/09/2022	14.3	24	0.2	0.005		0.3	0.008		0.2	0.005				
03/09/2022	14.3	48	0.58	0.015		0.8	0.020		0.96	0.024				
04/09/2022	14.3	72	0.9	0.023		0.95	0.024		1.2	0.030				
04/09/2022	14.3	96	1.2	0.030		1.4	0.035		1.6	0.040				
			4.57	total	0.96	4.57	total	0.77	4.57	total	0.88			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-1				MOLDE N° A-2				MOLDE N° A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	80	198			63	156			22	56		
1.270	0.050	1'00"	96	237			75	185			35	88		
1.910	0.075	1'30"	186	456			86	212			52	129		
2.540	0.100	2'00"	298	505	329.4	32.9	283.5	292.0	29.2	98	241	188.7	18.9	
3.810	0.150	3'00"	278	680	670.4	44.7	165	405			112	276		
5.080	0.200	4'00"	306	749	870.4	44.7	225	551	535.2	35.7	124	305	229.0	21.9
6.350	0.250	5'00"	315	770			243	644			145	356		
7.620	0.300	6'00"	350	856			312	763			180	441		

TECNICO DE LABORATORIO

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesis : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

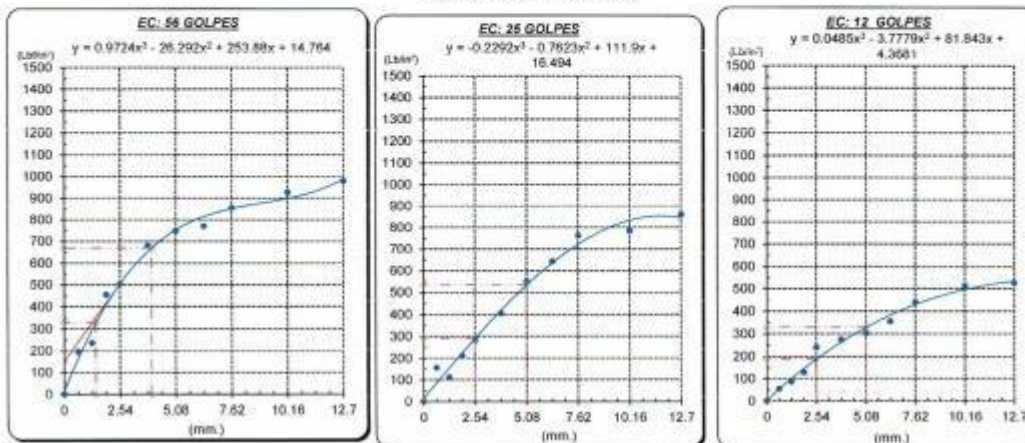


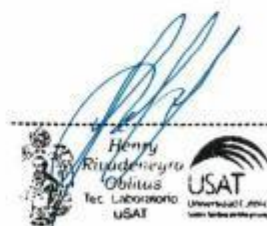
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.699 g./cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.614 g./cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	27 %	36 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	25 %	30 %





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquín Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCULA : C-01
MUESTRA : 25% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

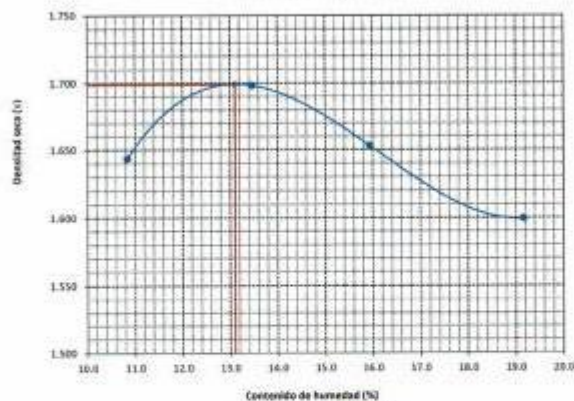
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1736	1836	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	175.80	196.50	210.50	192.50
Peso del suelo seco + tara	g	162.00	177.90	188.50	170.00
Peso de tara	g	35.50	39.80	50.40	52.60
Peso de agua	g	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio USAT

Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialidad en Suelos y Pavimentos o Ingeniero de Laboratorio de PEA

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-01
 MUESTRA : 25% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN												
Nº Molde	A-1				A-2				A-3			
Nº Capa	5				5				5			
Nº Golpes por capa	56				25				12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado	
Peso molde + Suelo húmedo	12652	12768	12250	12890	12372	12492	12372	12492	12372	12492	12372	12492
Peso de molde (g)	8622	8622	8395	8395	8668	8668	8668	8668	8668	8668	8668	8668
Peso del suelo húmedo (g)	4030	4146	3855	4495	3704	3824	3704	3824	3704	3824	3704	3824
Volumen del molde (cc)	2095	2095	2095	2095	2085	2085	2085	2085	2085	2085	2085	2085
Densidad húmeda (g/cc)	1.924	1.979	1.840	2.146	1.776	1.834	1.776	1.834	1.776	1.834	1.776	1.834
% de humedad	13.21	16.14	13.35	30.22	14.16	17.45	14.16	17.45	14.16	17.45	14.16	17.45
Densidad seca (g/cc)	1.699	1.704	1.623	1.648	1.596	1.562	1.596	1.562	1.596	1.562	1.596	1.562

HUMEDAD												
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	137.8	137.8	4146	4146	236.9	236.9	4495	4495	146.7	146.7	3824.0	3824.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	125.0	125.0	4030	4030	209.0	209.0	3855	3855	132.0	132.0	3704.0	3704.0
Peso del Agua (gr.)	12.8	12.8	116.0	116.0	27.9	27.9	640.0	640.0	14.7	14.7	120.0	120.0
Peso del tarro (gr.)	28.48	28.48	0	0	0	0	0	0	28.26	28.26	0	0
Peso del suelo seco (gr.)	96.5	96.5	3062.7	3062.7	209.0	209.0	3793.4	3793.4	103.7	103.7	3647.2	3647.2
% de humedad	13.21	13.21	16.14	16.14	13.35	13.35	30.22	30.22	14.16	14.16	17.45	17.45
Promedio de Humedad (%)	13.21		16.14		13.35		30.22		14.16		17.45	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/07/2023	14.3	24	0.2	0.005	0.3	0.008	0.2	0.005	0.2	0.005	0.2
09/07/2023	14.3	48	0.8	0.020	0.85	0.024	1.3	0.033	1.3	0.033	1.3
10/07/2023	14.3	72	1.5	0.038	1.4	0.035	1.4	0.035	1.4	0.035	1.4
11/07/2023	14.3	96	1.6	0.040	1.8	0.040	1.8	0.040	1.8	0.040	1.8
			4.57	total 0.88	4.57	total 0.88	4.57	total 0.88	4.57	total 0.88	4.57

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Línl pulg2	Línl pulg2	%	Lect. Dial	Línl pulg2	Línl pulg2	%	Lect. Dial	Línl pulg2	Línl pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2		
0.640	0.025	0'30"	20	51	15	39	10	27	10	27	10	27		
1.270	0.050	1'00"	115	283	85	212	43	107	43	107	43	107		
1.910	0.075	1'30"	168	412	115	283	56	139	56	139	56	139		
2.540	0.100	2'00"	205	502	432.1	43.2	158	369	356.7	35.7	75	185		
3.810	0.150	3'00"	265	649	160	466	95	234	95	234	95	234		
5.080	0.200	4'00"	345	844	806.7	83.8	235	575	596.7	39.8	124	305		
6.350	0.250	5'00"	370	904	279	685	163	409	163	409	163	409		
7.620	0.300	6'00"	380	929	310	756	160	401	160	401	160	401		



Tecno : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024
 25% CCF

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

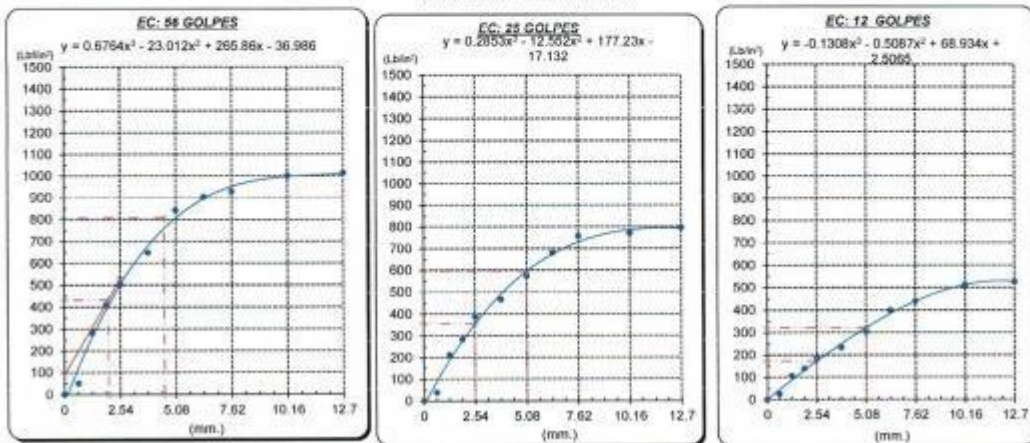


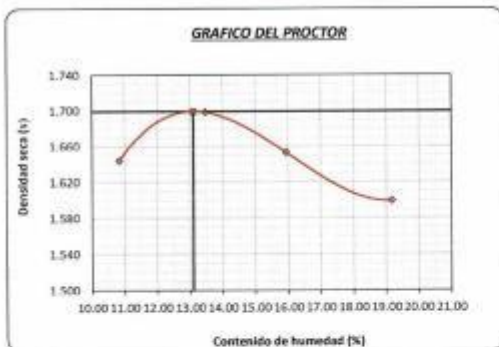
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.699 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	43 %	54 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	33 %	37 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1567

Tecista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

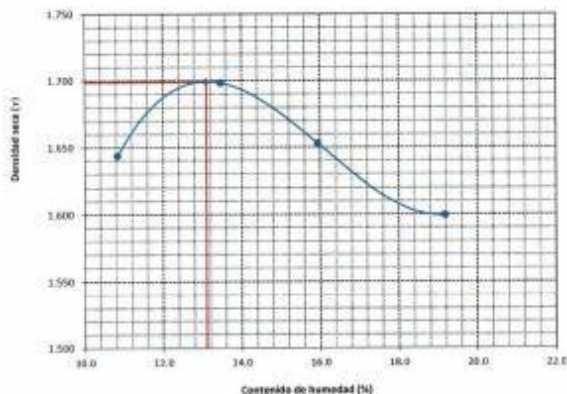
CALCATA : C-01
 MUESTRA : 25N CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1736	1836	1828	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	175.60	196.50	210.50	192.50
Peso del suelo seco + tara	g	162.00	177.90	188.50	170.00
Peso de tara	g	35.50	39.20	50.40	52.60
Peso de agua	g	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRÁFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingenero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-01
 MUESTRA : 25% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-1				A-2				A-3				
Nº Capa		5				5				5				
Nº Golpes por capa		56				25				12				
CONDICIÓN DE LA MUESTRA														
		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo		12196		12424		12220		12490		12588				
Peso de molde (g)		8622		8622		8395		8305		8668				
Peso del suelo húmedo (g)		3574		3802		3825		4095		3920				
Volumen del molde (cc)		1862		1862		2095		2095		2260				
Densidad húmeda (g/cc)		1.919		2.042		1.826		1.955		1.735				
% de humedad		13.39		19.88		13.78		20.96		14.54				
Densidad seca (g/cc)		1.693		1.703		1.605		1.616		1.514				
HUMEDAD														
Tarro Nº		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		187.6	187.6	3802	3802	210.5	210.5	4095	4095	168.9	168.9			
Tarro + Suelo seco (gr.)		171.5	171.5	3574	3574	185.0	185.0	3825	3825	154.0	154.0			
Peso del Agua (gr.)		16.1	16.1	228.0	228.0	25.5	25.5	270.0	270.0	14.9	14.9			
Peso del tarro (gr.)		51.26	51.26	0	0	0	0	0	0	51.51	51.51			
Peso del suelo seco (gr.)		120.2	120.2	3514.5	3514.5	185.0	185.0	3764.6	3764.6	102.5	102.5			
% de humedad		13.39	13.39	19.88	19.88	13.78	13.78	20.96	20.96	14.54	14.54			
Promedio de Humedad (%)		13.39		19.88		13.78		20.96		14.54				
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
08/07/2023	14.3	24	0.1	0.003		0.2	0.005		0.1	0.003				
09/07/2023	14.3	48	0.6	0.015		0.85	0.021		1.1	0.028				
10/07/2023	14.3	72	1	0.025		1.15	0.029		1.32	0.033				
11/07/2023	14.3	96	1.17	0.029		1.34	0.034		1.6	0.038				
			4.57	total	0.64	4.57	total	0.73	4.57	total	0.82			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND. Lbf/in2	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.													
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2		0	2			
0.640	0.025	0'30"	85	210			58	139		18	48			
1.270	0.050	1'00"	110	271			92	227		56	139			
1.910	0.075	1'30"	185	454			142	349		92	227			
2.540	0.100	2'00"	1000	213	522	406.6	40.7	183	400	319.5	32.0	101	240	
3.810	0.150	3'00"		275	673			254	500			124	305	
5.080	0.200	4'00"	1500	325	796	790.4	52.7	236	578	457.3	30.5	138	334	
6.350	0.250	5'00"		362	885			280	685			145	356	
7.620	0.300	6'00"		375	917			316	796			150	361	

Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquen Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 16 del 2024
 25% CCF

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

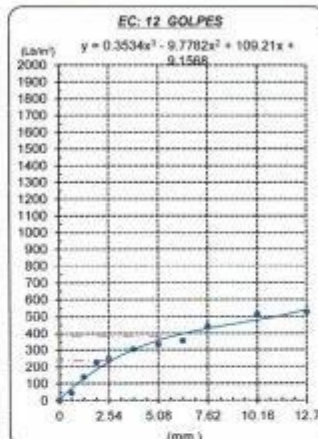
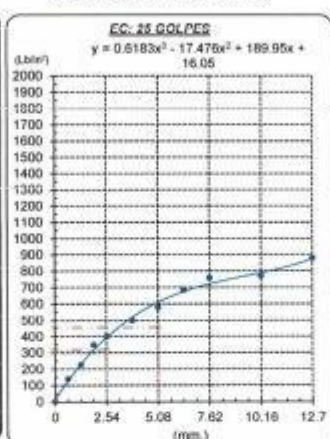
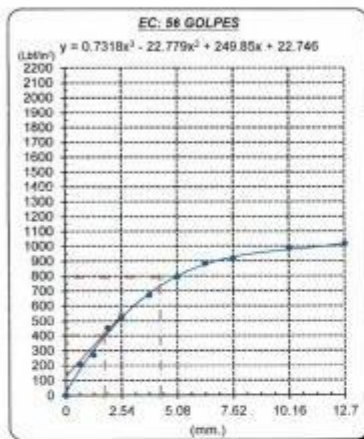


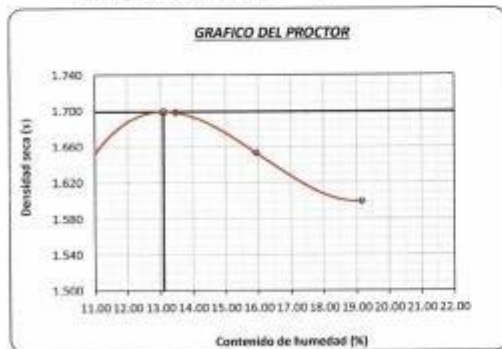
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.699 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	41 %	54 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	33 %	31 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT Universidad Católica



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-01
 MUESTRA : 25% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

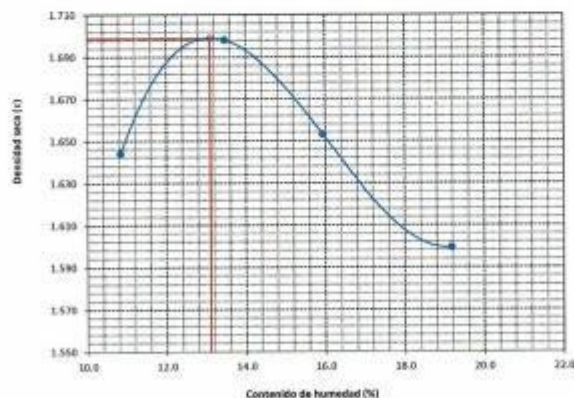
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1735	1836	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	175.50	196.50	210.50	192.50
Peso del suelo seco + tara	g	162.00	177.90	188.50	170.00
Peso de tara	g	35.50	39.80	50.40	52.40
Peso de agua	g	13.5	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.8	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Testeta : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-01
MUESTRA : 25% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
Nº Molde		A-4			A-5			A-6								
Nº Capa		5			5			5								
Nº Golpes por capa		56			25			12								
CONDICIÓN DE LA MUESTRA																
		Sin Saturado			Saturado			Sin Saturado			Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo		11922	12450	11550	11990	11410	11818	11410	11818	11410	11818					
Peso de molde (g)		7843	7843	7671	7671	7840	7840	7840	7840	7840	7840					
Peso del suelo húmedo (g)		4079	4607	3879	4319	3570	3978	3570	3978	3570	3978					
Volumen del molde (cc)		2132	2122	2125	2125	2132	2132	2132	2132	2132	2132					
Densidad húmeda (g/cc)		1.922	2.171	1.825	2.032	1.674	1.866	1.674	1.866	1.674	1.866					
% de humedad		13.14	26.31	13.71	25.24	13.95	25.55	13.95	25.55	13.95	25.55					
Densidad seca (g/cc)		1.699	1.719	1.605	1.623	1.489	1.486	1.489	1.486	1.489	1.486					
HUMEDAD																
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		198.0	198.0	4607	4607	175.0	175.0	4319	4319	196.0	196.0	3978.0	3978.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		175.0	175.0	4079	4079	153.9	153.9	3879	3879	172.0	172.0	3570.0	3570.0			
Peso del Agua (gr.)		23.0	23.0	528.0	528.0	21.1	21.1	440.0	440.0	24.0	24.0	408.0	408.0			
Peso del tarro (gr.)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Peso del suelo seco (gr.)		175.0	175.0	4010.9	4010.9	153.9	153.9	3817.7	3817.7	172.0	172.0	3518.3	3518.3			
% de humedad		13.14	13.14	26.31	26.31	13.71	13.71	25.24	25.24	13.95	13.95	25.55	25.55			
Promedio de Humedad (%)		13.14	26.31	13.71	25.24	13.95	25.55	13.95	25.55	13.95	25.55	13.95	25.55			
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
10/05/2023	14.3	24	0.4	0.010	0.3	0.008	0.4	0.010	0.4	0.010	0.4					
11/05/2023	14.3	48	0.5	0.013	0.4	0.010	0.5	0.013	0.5	0.013	0.5					
12/05/2023	14.3	72	0.7	0.018	0.6	0.015	0.7	0.018	0.7	0.018	0.7					
13/05/2023	14.3	96	0.8	0.020	0.9	0.023	1	0.025	1	0.025	1					
			4.57	total	0.44	4.57	total	0.49	4.57	total	0.55					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN		TIEMPO	STAND.	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-6				
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		
				Lect. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%	
mm.	pulg.	Lb/in2														
0.000	0.000	0'00"	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
0.640	0.025	0'30"	21	54	15	39	10	27	10	27	10	27	10	27	10	27
1.270	0.050	1'00"	66	168	52	129	26	63	26	63	26	63	26	63	26	63
1.910	0.075	1'30"	125	307	95	234	42	105	42	105	42	105	42	105	42	105
2.540	0.100	2'00"	190	466	365.0	924	79	185	153.2	15.3	79	185	153.2	15.3	79	185
3.810	0.150	3'00"	285	697	524	1310	86	212	86	212	86	212	86	212	86	212
5.080	0.200	4'00"	1500	296	724	67	168	44.8	112	515	496.4	33.1	101	249	261.4	17.4
6.350	0.250	5'00"	315	770	314	549	124	305	124	305	124	305	124	305	124	305
7.620	0.300	6'00"	324	792	324	578	135	332	135	332	135	332	135	332	135	332


 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivas Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

Tesis: Quesquén Castro Hilary
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación: Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

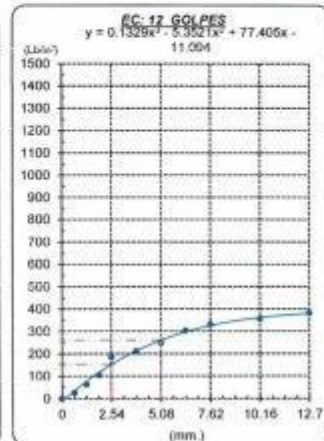
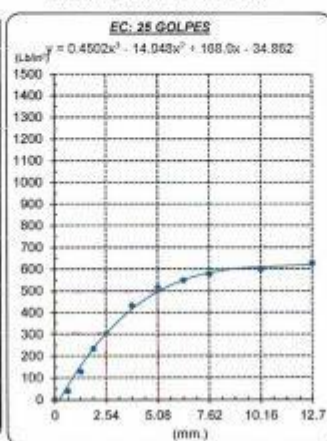
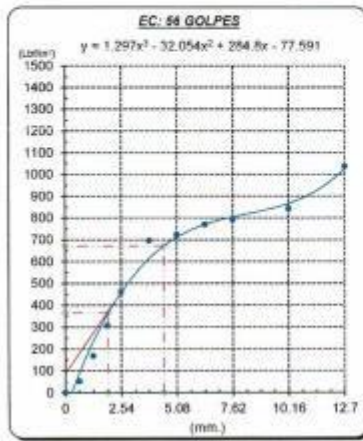


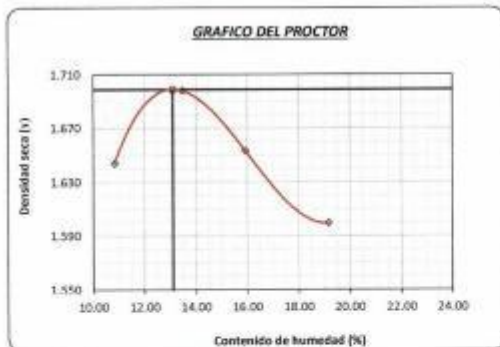
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.699 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g/cm ³
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	37 %	45 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	31 %	34 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³) (56000 pie-lb/ft³)
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **25% CCF**

PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

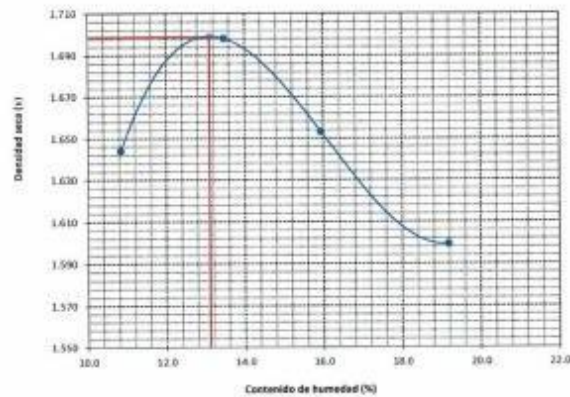
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1736	1836	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	175.60	196.60	210.60	192.60
Peso del suelo seco + tara	g	162.00	177.90	188.60	170.00
Peso de tara	g	36.60	39.90	50.40	52.60
Peso de agua	g	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.899	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Morguevo

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Testista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-01
MUESTRA : 25% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN																
N° Molde	A-7				A-8				A-9							
N° Capa	5				5				5							
N° Golpes por capa	56				25				12							
CONDICION DE LA MUESTRA																
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado					
Peso molde + Suelo húmedo	11942		12350		12450		12850		11510		11950					
Peso de molde (g)	7855		7855		8692		8692		7828		7828					
Peso del suelo húmedo (g)	4087		4495		3758		4158		3682		4122					
Volumen del molde (cc)	2117		2117		2080		2080		2125		2125					
Densidad húmeda (g/cc)	1.931		2.123		1.807		1.999		1.733		1.940					
% de humedad	14.40		24.55		14.60		25.41		14.40		26.53					
Densidad seca (g/cc)	1.688		1.705		1.577		1.594		1.515		1.533					
HUMEDAD																
Tarro N°	-		-		-		-		-		-					
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	210.5	210.5	4485	4495	190.0	190.0	4158	4158	210.5	210.5	4122.0	4122.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)	184.0	184.0	4087	4087	165.8	165.8	3758	3758	184.0	184.0	3682.0	3682.0				
Peso del Agua (gr.)	26.5	26.5	408.0	408.0	24.2	24.2	400.0	400.0	26.5	26.5	440.0	440.0				
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Peso del suelo seco (gr.)	184.0	184.0	4019.2	4019.2	165.8	165.8	3699.7	3699.7	184.0	184.0	3627.1	3627.1				
% de humedad	14.40	14.40	24.55	24.55	14.60	14.60	25.41	25.41	14.40	14.40	26.53	26.53				
Promedio de Humedad (%)	14.40			24.55		14.60		25.41		14.40		26.53				
EXPANSIÓN																
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN						
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%					
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
10/05/2023	14.3	24	0.5	0.013		0.4	0.010		0.5		0.013					
11/05/2023	14.3	48	0.6	0.015		0.5	0.015		0.8		0.020					
12/05/2023	14.3	72	0.8	0.020		0.8	0.020		0.9		0.023					
13/05/2023	14.3	96	0.9	0.023		1	0.025		1.2		0.030					
			4.57	total	0.49	4.57	total	0.55	4.57	total	0.66					
PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-7				MOLDE N° A-8				MOLDE N° A-9					
			mm.	pulg.	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2				
0.640	0.025	0'30"	20	51			18	46			10	27				
1.270	0.050	1'00"	65	161			45	112			29	73				
1.910	0.075	1'30"	96	237			76	188			34	85				
2.540	0.100	2'00"	1000	258	319.4	31.9	189.0	219	190.3	19.0	56	139	131.2	13.1		
3.810	0.150	3'00"		283							72	178				
5.080	0.200	4'00"	1500	305	640.0	62.7	384.0	263.1	17.5		86	212	206.5	17.7		
6.350	0.250	5'00"		334							92	227				
7.620	0.300	6'00"		368							96	237				



Henry Rivaldeneyra Oblias
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesis : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

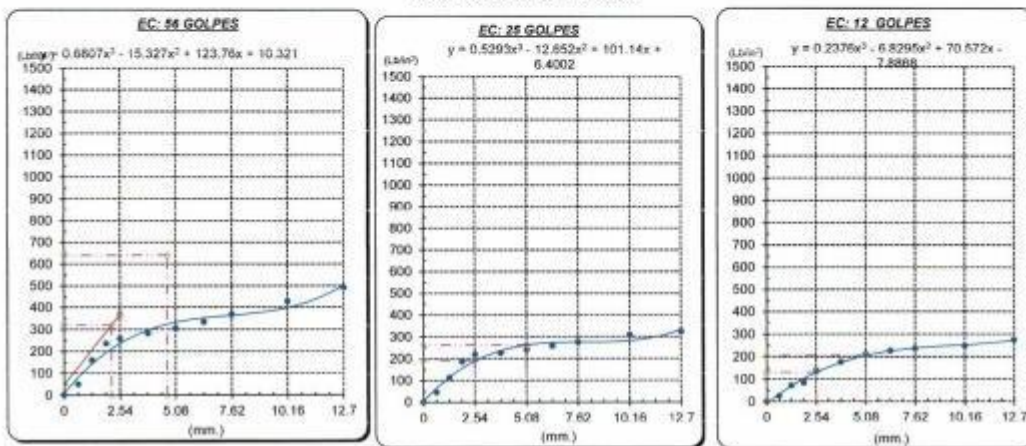


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

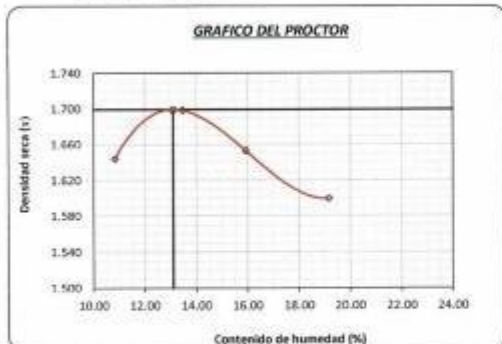
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.890 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	33 %	45 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	23 %	20 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
 IKAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Ousquin Castro Hilary
Esuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS AÑADIENDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-01
MUESTRA : 25% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

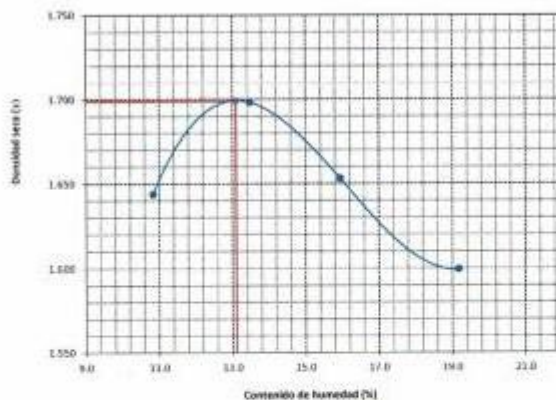
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5610	5710	5700	5690
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1736	1836	1826	1816
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.822	1.927	1.917	1.906

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	176.60	196.60	210.60	192.60
Peso del suelo seco + tara	g	162.00	177.90	188.60	170.00
Peso de tara	g	36.60	39.30	60.40	62.60
Peso de agua	g	13.6	18.6	22	22.5
Peso de suelo seco	g	125.5	138.1	138.1	117.4
Contenido de agua	%	10.8	13.5	15.9	19.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.644	1.698	1.653	1.599

DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.699	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.10	%

GRÁFICO DEL PROCTOR





FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Yesta : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-01
 MUESTRA : 25% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-10				A-11				A-12					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo	11922		12210		12490		12780		11380		11860			
Peso de molde (g)	7855		7855		8692		8692		7828		7828			
Peso del suelo húmedo (g)	4067		4355		3798		4088		3552		4032			
Volumen del molde (cc)	2117		2117		2000		2000		2125		2125			
Densidad húmeda (g/cc)	1.921		2.057		1.826		1.965		1.672		1.897			
% de humedad	13.47		20.67		13.25		21.01		13.43		27.14			
Densidad seca (g/cc)	1.693		1.705		1.612		1.624		1.474		1.492			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	215.6	215.6	435.6	435.6	235.0	235.0	408.8	408.8	245.0	245.0	403.2	403.2		
Tarro + Suelo seco (gr.)	190.0	190.0	406.7	406.7	207.5	207.5	379.8	379.8	216.0	216.0	355.2	355.2		
Peso del Agua (gr.)	25.6	25.6	288.0	288.0	27.5	27.5	290.0	290.0	29.0	29.0	480.0	480.0		
Peso del tarro (gr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	190.0	190.0	3999.3	3999.3	207.5	207.5	3737.7	3737.7	216.0	216.0	3500.4	3500.4		
% de humedad	13.47	13.47	20.67	20.67	13.25	13.25	21.01	21.01	13.43	13.43	27.14	27.14		
Promedio de Humedad (%)	13.47		20.67		13.25		21.01		13.43		27.14			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
09/05/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10/05/2023	14.3	24	0.6	0.015	0.5	0.013	0.6	0.015	0.6	0.015				
11/05/2023	14.3	48	0.8	0.020	0.8	0.020	0.9	0.028	1.1	0.028				
12/05/2023	14.3	72	0.9	0.023	0.9	0.023	1.1	0.028	1.3	0.033				
13/05/2023	14.3	96	1.1	0.028	1.2	0.030	1.3	0.033	1.3	0.033				
			4.57	total	0.50	4.57	total	0.66	4.57	total	0.71			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-10				MOLDE Nº A-11				MOLDE Nº A-12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	25	63			20	51			15	39		
1.270	0.050	1'00"	125	307			86	212			42	105		
1.910	0.075	1'30"	180	441			128	320			78	193		
2.540	0.100	2'00"	225	551	423.5	53.0	150	380.3	38.0		116	283	273.4	
3.810	0.150	3'00"	280	685			216	515			165	405		
5.080	0.200	4'00"	365	892	705.3	53.0	280	649	40.8		185	454	442	
6.350	0.250	5'00"	375	917			276	649			196	479		
7.620	0.300	6'00"	410	1002			284	649			210	515		



Henry Rivas Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaen Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

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

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

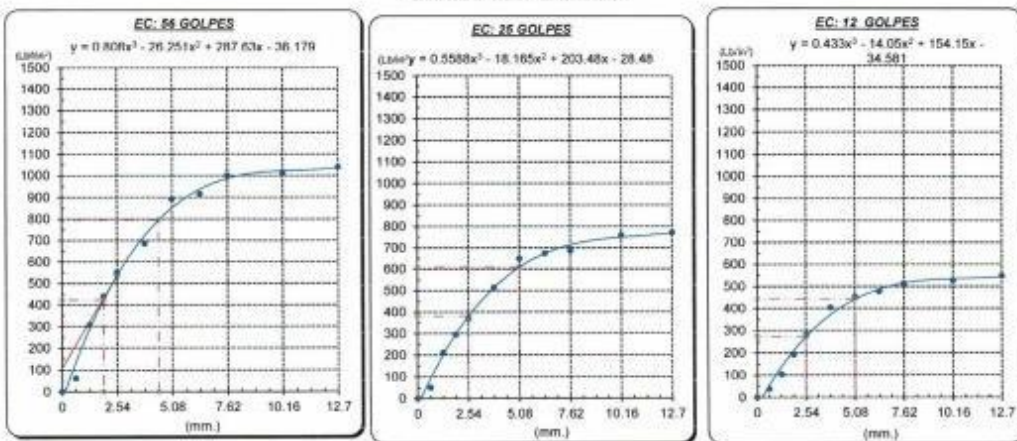


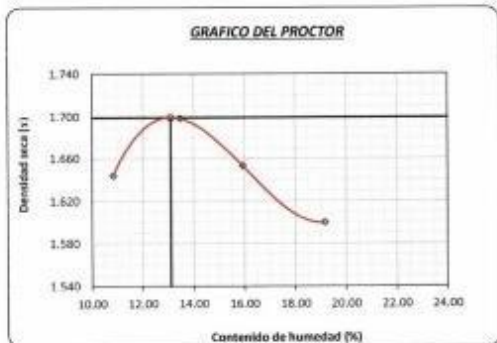
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.699 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.614 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.10 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	43 %	54 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	38 %	41 %



Henry Rivedeneyra Obilitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

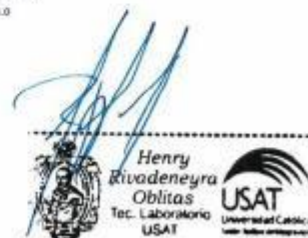
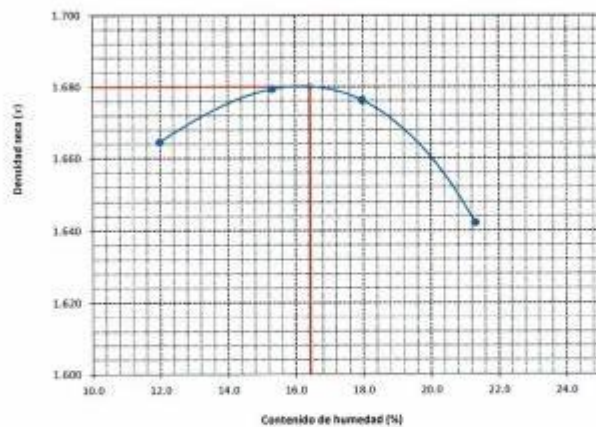
SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-mm³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 338.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALICATA : C-1
MUESTRA : 30% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5650	5719	5758	5772
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1776	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g	45.50	35.20	42.50	48.90
Peso de agua	g	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.865	1.679	1.676	1.642
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%			

GRÁFICO DEL PROCTOR



Formatos. 164 CBR c3+30%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 30% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde		A-4				A-5				A-9					
Nº Capa		5				5				5					
Nº Golpes por capa		56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12426		12494		12359		12450		12014		12096			
Peso de molde (g)		8852		8852		8395		8395		8706		8706			
Peso del suelo húmedo (g)		3574		3642		3964		4055		3308		3390			
Volumen del molde (cc)		1822		1822		2132		2132		1885		1885			
Densidad húmeda (g/cc)		1.962		1.999		1.859		1.902		1.755		1.798			
% de humedad		16.75		18.68		16.68		19.01		16.52		19.03			
Densidad seca (g/cc)		1.680		1.684		1.594		1.598		1.506		1.511			
HUMEDAD															
Tarro Nº		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		150.6	150.6	3642	3642	154.6	154.6	4055	4055	180.5	180.5	3390.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)		133.0	133.0	3574	3574	132.5	132.5	3964	3964	158.9	158.9	3308.0			
Peso del Agua (gr.)		17.6	17.6	88.0	88.0	22.1	22.1	91.0	91.0	21.6	21.6	82.0			
Peso del tarro (gr.)		27.92	27.92	0	0	0	0	0	0	28.14	28.14	0			
Peso del suelo seco (gr.)		105.1	105.1	3514.9	3514.9	132.5	132.5	3901.8	3901.8	130.8	130.8	3258.9			
% de humedad		16.75	16.75	18.68	18.68	16.68	16.68	19.01	19.01	16.52	16.52	19.03			
Promedio de Humedad (%)		16.75		18.68		16.68		19.01		16.52		19.03			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
08/07/2023	14.3	24	0.2	0.005		0.2	0.005		0.2	0.005					
09/07/2023	14.3	48	0.21	0.005		0.23	0.006		0.23	0.006					
10/07/2023	14.3	72	0.22	0.006		0.25	0.006		0.25	0.006					
11/07/2023	14.3	96	0.23	0.006		0.26	0.007		0.27	0.007					
				4.57	total	0.13	4.57	total	0.14	4.57	total	0.15			
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-4				MOLDE Nº A-5				MOLDE Nº A-9			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbf/in2	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"		45	112			25	63			3	10		
1.270	0.050	1'00"		125	307			98	241			25	63		
1.910	0.075	1'30"		205	502			135	332			72	178		
2.540	0.100	2'00"	1000	275	673	491.5	49.2	178	437	401.1	40.1	115	283	254.7	25.5
3.810	0.150	3'00"		354	885			219	527			160	393		
5.080	0.200	4'00"	1500	355	885	966.0	64.4	244	600	623.0	41.5	180	445	441.5	29.4
6.350	0.250	5'00"		356	870			268	656			202	485		
7.620	0.300	6'00"		357	873			301	736			219	535		

TECNOLOGÍA Y MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

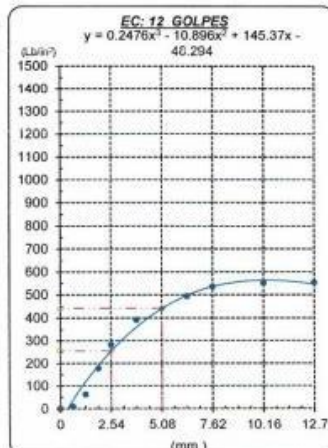
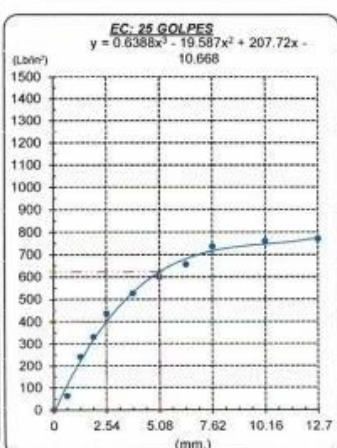
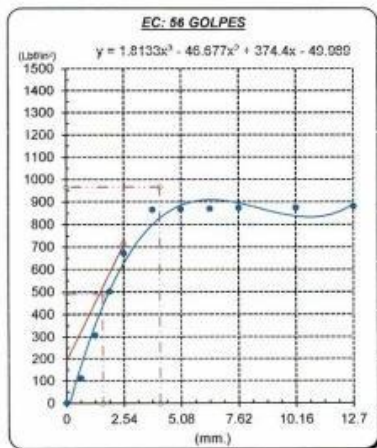


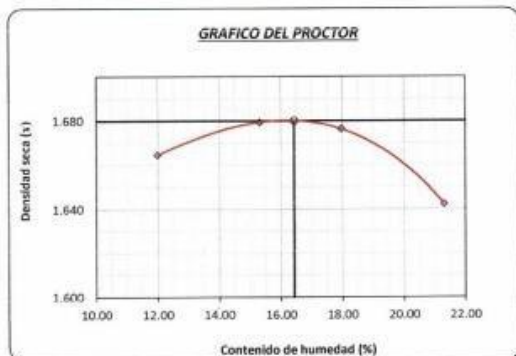
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.680 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.596 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	49 %	64 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	41 %	42 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-mm³ (58000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 338.141 ASTM D - 1557

Tesis: : Oúesquín Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ

Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

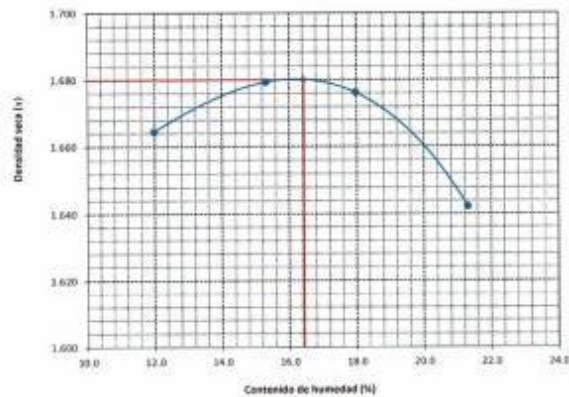
CAJONETA : C-1
MUESTRA : 30% CCF
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5650	5719	5758	5772
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1776	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.935	1.977	1.992

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g	46.80	36.20	42.50	48.90
Peso de agua	g	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.43	%

GRAFICO DEL PROCTOR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 30% CCF
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
		A-3				A-4				A-5					
N° Molde		5				5				5					
N° Capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		12610		12710		12250		12350		11610		11710			
Peso de molde (g)		8453		8453		8852		8852		7840		7840			
Peso del suelo húmedo (g)		4157		4257		3398		3498		3770		3870			
Volumen del molde (cc)		2113		2113		1822		1822		2132		2132			
Densidad húmeda (g/cc)		1.957		2.015		1.865		1.920		1.768		1.815			
% de humedad		16.75		19.20		16.94		19.93		16.60		19.30			
Densidad seca (g/cc)		1.685		1.690		1.595		1.601		1.517		1.522			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		150.6	150.6	4257	4257	210.5	210.5	3498	3498	198.8	198.8	3870.0	3870.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		133.0	133.0	4157	4157	180.0	180.0	3398	3398	174.5	174.5	3770.0	3770.0		
Peso del Agua (gr.)		17.6	17.6	100.0	100.0	30.5	30.5	100.0	100.0	24.3	24.3	100.0	100.0		
Peso del tarro (gr.)		27.92	27.92	0	0	0	0	0	0	28.14	28.14	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		105.1	105.1	4088.1	4088.1	180.0	180.0	3344.7	3344.7	146.4	146.4	3713.7	3713.7		
% de humedad		16.75	16.75	19.20	19.20	16.94	16.94	19.93	19.93	16.60	16.60	19.30	19.30		
Promedio de Humedad (%)		16.75		19.20		16.94		19.93		16.60		19.30			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
08/07/2023	14.3	24	0.25	0.006	0.26	0.007	0.26	0.007	0.26	0.007	0.007				
09/07/2023	14.3	48	0.28	0.007	0.32	0.008	0.35	0.009	0.35	0.009	0.009				
10/07/2023	14.3	72	0.3	0.008	0.4	0.010	0.4	0.010	0.4	0.010	0.010				
11/07/2023	14.3	96	0.35	0.009	0.45	0.011	0.5	0.013	0.5	0.013	0.013				
			4.57	total	0.19	4.57	total	0.25	4.57	total	0.27				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-3				MOLDE N° A-4				MOLDE N° A-5			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lb/in ²	Lect. Dial	Lbs/ pulg ²	Lbs/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg ²	Lbs/ pulg ²	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg ²	Lbs/ pulg ²	%
0.000	0.000	0'00"	0	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	86	212				42	105			12	32		
1.270	0.050	1'00"	124	305				102	251			36	90		
1.910	0.075	1'30"	175	429				135	332			81	200		
2.540	0.100	2'00"	1000	280	685	508.5	50.9	187	458	432.2	43.2	124	305	283.9	28.4
3.810	0.150	3'00"		310	758			210	515			178	432		
5.080	0.200	4'00"	1500	315	770	1015.5	62.7	242	593	660.2	44.0	201	499	499.2	32.0
6.350	0.250	5'00"		318	778			275	673			215	527		
7.620	0.300	6'00"		324	792			280	685			235	575		



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

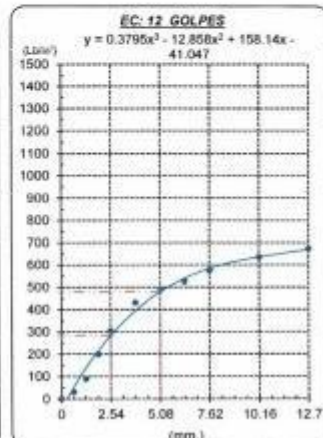
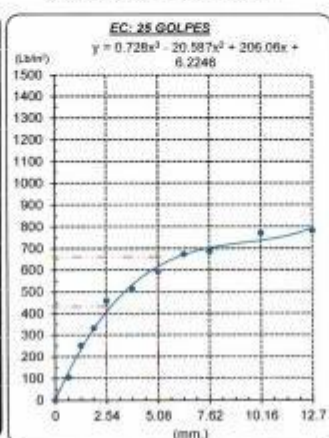
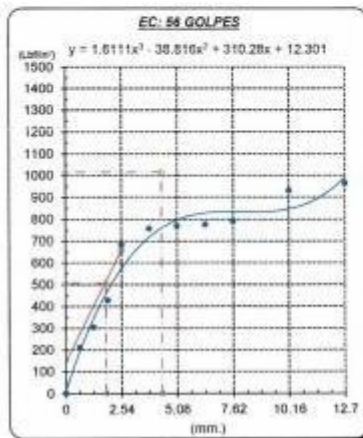


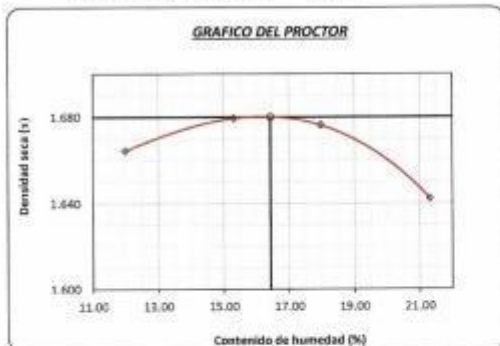
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.680 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.596 g/cm ³
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	50 %	66 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	43 %	44 %



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica del Perú

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 309.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quequén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CLASIFICACIÓN : C-1
MUESTRA : 30% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	6660	6719	6758	6772
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1776	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	246.60	224.60	216.60	206.60
Peso del suelo seco + tara	g	226.00	199.60	190.00	178.00
Peso de tara	g	66.60	36.20	42.60	48.90
Peso de agua	g	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%			

GRAFICO DEL PROCTOR



Formatos. 170CBR c3+30%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : 30% CCF

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN														
Nº Molde		A-6			A-7			A-8						
Nº Capa		5			5			5						
Nº Golpes por capa		56			25			12						
CONDICION DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		
Peso molde + Suelo húmedo		12020	12150	11780	11910	12120	12220							
Peso de molde (g)		7840	7840	7855	7855	8692	8692							
Peso del suelo húmedo (g)		4180	4310	3925	4055	3428	3528							
Volumen del molde (cc)		2132	2132	2117	2117	2080	2080							
Densidad húmeda (g/cc)		1.961	2.022	1.854	1.915	1.648	1.696							
% de humedad		16.42	19.58	16.50	19.87	16.26	19.22							
Densidad seca (g/cc)		1.684	1.691	1.591	1.598	1.418	1.423							
HUMEDAD														
Tarro Nº		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		265.5	265.5	431.0	431.0	240.0	240.0	405.5	405.5	210.5	210.5	3528.0	3528.0	
Tarro + Suelo seco (gr.)		232.0	232.0	418.0	418.0	206.0	206.0	392.5	392.5	185.0	185.0	3428.0	3428.0	
Peso del Agua (gr.)		33.5	33.5	133.0	133.0	34.0	34.0	133.0	133.0	25.5	25.5	100.0	100.0	
Peso del tarro (gr.)		27.92	27.92	0	0	0	0	0	0	28.14	28.14	0	0	
Peso del suelo seco (gr.)		204.1	204.1	4110.8	4110.8	206.0	206.0	3883.5	3883.5	156.9	156.9	3380.1	3380.1	
% de humedad		16.42	16.42	19.58	19.58	16.50	16.50	19.87	19.87	16.26	16.26	19.22	19.22	
Promedio de Humedad (%)		16.42	16.42	19.58	19.58	16.50	16.50	19.87	19.87	16.26	16.26	19.22	19.22	
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
07/07/2023	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
08/07/2023	14.3	24	0.3	0.006		0.2	0.005		0.3	0.008				
09/07/2023	14.3	48	0.38	0.009		0.38	0.009		0.4	0.010				
10/07/2023	14.3	72	0.4	0.010		0.45	0.011		0.5	0.013				
11/07/2023	14.3	96	0.45	0.011		0.56	0.014		0.8	0.020				
			4.57	total	0.25	4.57	total	0.31	4.57	total	0.44			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-6				MOLDE Nº A-7				MOLDE Nº A-8			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
mm.	pulg.	Lbf/in2												
0.000	0.000	0'00"	0	2					0	2				
0.640	0.025	0'30"	46	115					52	120				
1.270	0.050	1'00"	125	307					86	212				
1.910	0.075	1'30"	185	441					132	324				
2.540	0.100	2'00"	219	515	398.1	39.8	185	405	369.1	35.9	85	234	199.9	20.0
3.810	0.150	3'00"	280	685					186	456				
5.080	0.200	4'00"	340	831	784.7	150.7	295	502	524.0	34.9	119.7	293	296.9	16.9
6.350	0.250	5'00"	376	919					215	527				
7.620	0.300	6'00"	395	965					224	578				

Formatos. 171CBR c3+300%


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tecnicista: Quenigüán Castro Hilary
 Escalante: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación: Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión: Chilayo, 18 del 2024

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

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

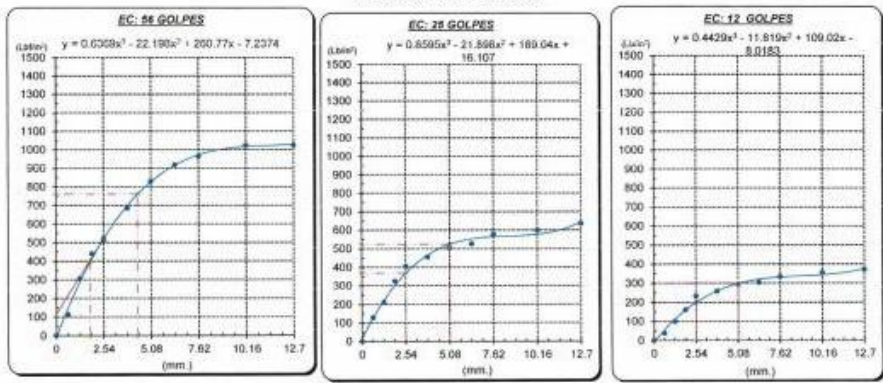


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%: 1.680 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95%: 1.596 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD: 16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm: 40 %
 5.08 cm: 50 %
 C.B.R. AL 100 % M.D.S.: 37 %
 C.B.R. AL 95 % M.D.S.: 35 %



Formatos. 172CBRc3+30%

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (50000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 330.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

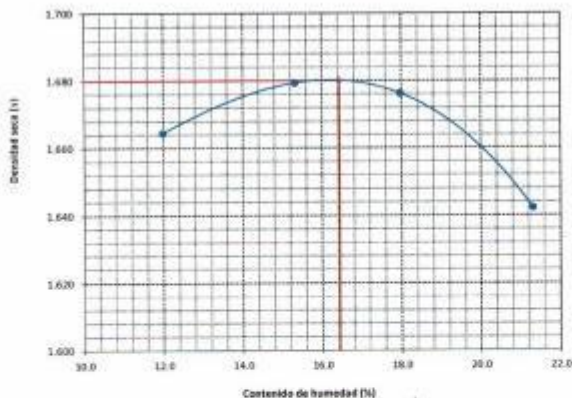
CALCATA : C-1
 MUESTRA : 30% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	9650	5719	5758	5772
Peso del molde	g.	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1776	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g.	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g.	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g.	45.50	36.20	42.50	48.90
Peso de agua	g.	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g.	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.666	1.679	1.676	1.642

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Personal del Área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos, Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

Formatos. 173CBRc3+30%

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-1
 MUESTRA : 30% CCF PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	A-1				A-2				A-3						
Nº Capa	5				5				5						
Nº Golpes por capa	56				25				12						
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12584	12704	12310	12410	12192	12272									
Peso de molde (g)	8622	8622	8395	8395	8648	8668									
Peso del suelo húmedo (g)	3962	4082	3915	4015	3524	3604									
Volumen del molde (cc)	2015	2015	2112	2112	2126	2126									
Densidad húmeda (g/cc)	1.966	2.026	1.854	1.901	1.658	1.695									
% de humedad	16.39	19.47	16.77	19.36	16.90	19.20									
Densidad seca (g/cc)	1.689	1.896	1.588	1.593	1.418	1.422									
HUMEDAD															
Tarro Nº	-														
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	163.0	163.0	408.2	408.2	256.3	256.3	401.5	401.5	149.5	149.5	3604.0	3604.0			
Tarro + Suelo seco (gr.)	144.0	144.0	396.2	396.2	219.5	219.5	391.5	391.5	132.0	132.0	3524.0	3524.0			
Peso del Agua (gr.)	19.0	19.0	120.0	120.0	36.8	36.8	100.0	100.0	17.5	17.5	80.0	80.0			
Peso del tarro (gr.)	28.23	28.23	0	0	0	0	0	0	28.45	28.45	0	0			
Peso del suelo seco (gr.)	115.8	115.8	3896.2	3896.2	219.5	219.5	3853.8	3853.8	103.6	103.6	3474.7	3474.7			
% de humedad	16.39	16.39	19.47	19.47	16.77	16.77	19.36	19.36	16.90	16.90	19.20	19.20			
Promedio de Humedad (%)	16.39		19.47		16.77		19.36		16.90		19.20				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
11/09/2023	14.3	0	0.9	0	0	0.9	0	0	0.54	0	0				
12/09/2023	14.3	24	0.95	0.024		1	0.025		0.62	0.016					
13/09/2023	14.3	48	0.98	0.025		1.05	0.026		0.75	0.019					
14/09/2023	14.3	72	1	0.025		1.1	0.028		0.8	0.020					
15/09/2023	14.3	96	1.12	0.028		1.2	0.030		1.25	0.031					
			4.57	total	0.61	4.57	total	0.66	4.57	total	0.68				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	STAND.	CARGA Lb/in2	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
				Lect. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbr/ pulg2	Lbr/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	101	249			86	212			36	90			
1.270	0.050	1'00"	136	334			101	249			76	188			
1.910	0.075	1'30"	262	641			139	427			92	227			
2.540	0.100	2'00"	305	746			210	515	439.1	43.9	145	356	317.1	31.7	
3.810	0.150	3'00"	342	836			223	545			175	429			
5.080	0.200	4'00"	378	924	1004.3	167.0	256	627	503.8	39.6	190	469	490.1	32.7	
6.350	0.250	5'00"	392	958			268	729			216	521			
7.620	0.300	6'00"	406	992			305	746			236	585			



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesis: | Queisquén Castro Hilarí
 Escuela: | Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: | EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación: | Distrito de Jain Cajamarca
 Fecha de emisión: | Chiclayo, 18 del 2024
 30% CCF

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

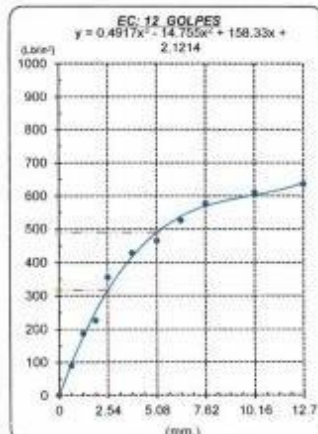
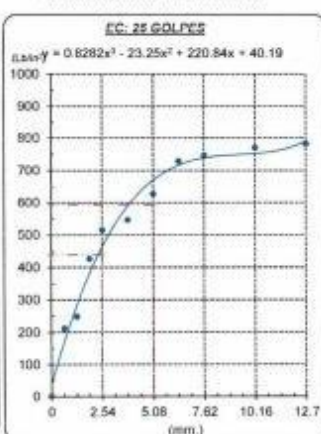
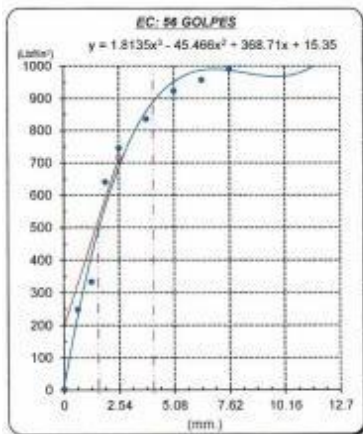


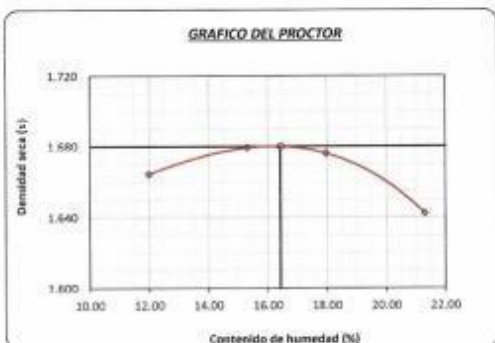
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.680 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.596 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	40 %	64 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	45 %	40 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 320.141 ASTM D - 1557

Tesista : Quesquín Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

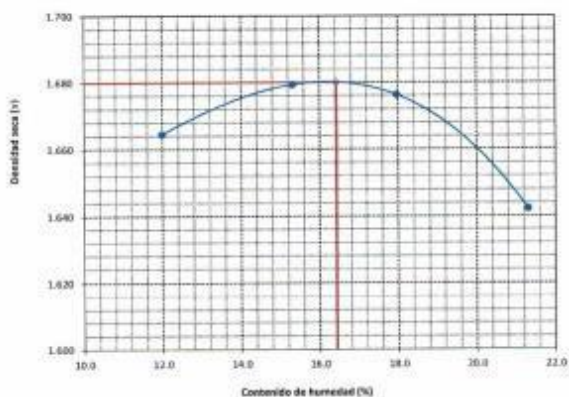
CLASIFICACIÓN: C-1
MUESTRA: 30% CCF
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5650	5719	5758	5772
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1776	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992

Nº Recipiente		T-16	F-3	C-4	M3
Peso del suelo húmedo + tara	g	246.50	224.60	216.60	205.60
Peso del suelo seco + tara	g	225.00	199.50	190.00	178.00
Peso de tara	g	46.60	38.20	42.50	48.90
Peso de agua	g	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.680	g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Obiitas
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Testista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CAUCITA : C-1 PROFUNDEDAZ : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : 30% CCF

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	A-1				A-2				A-3					
Nº Capa	5				5				5					
Nº Golpes por capa	56				25				12					
CONDICION DE LA MUESTRA														
	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12338		12428		12329		12410		11690		11788			
Peso de molde (g)	8622		8522		8395		8385		8668		8668			
Peso del suelo húmedo (g)	3716		3806		3925		4015		3022		3120			
Volumen del molde (cc)	1890		1890		2112		2112		1813		1813			
Densidad húmeda (g/cc)	1.965		2.014		1.858		1.901		1.667		1.721			
% de humedad	16.44		18.91		16.77		19.09		16.13		19.42			
Densidad seca (g/cc)	1.686		1.694		1.592		1.596		1.435		1.441			
HUMEDAD														
Tarro Nº	-													
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	129.5	129.5	3806	3806	256.3	256.3	4015	4015	146.8	146.8	3120.0	3120.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)	115.2	115.2	3716	3716	219.5	219.5	3925	3925	130.3	130.3	3022.0	3022.0		
Peso del Agua (gr.)	14.3	14.3	90.0	90.0	36.8	36.8	90.0	90.0	16.5	16.5	98.0	98.0		
Peso del tarro (gr.)	28.34	28.34	0	0	0	0	0	0	28.09	28.09	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)	86.8	86.8	3654.3	3654.3	219.5	219.5	3863.5	3863.5	102.2	102.2	2979.2	2979.2		
% de humedad	16.44	16.44	18.91	18.91	16.77	16.77	19.09	19.09	16.13	16.13	19.42	19.42		
Promedio de Humedad (%)	16.44		18.91		16.77		19.09		16.13		19.42			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%			
11/09/2023	14.3	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0.15	0	0			
12/09/2023	14.3	24	0.25	0.006		0.2	0.005		0.26	0.007				
13/09/2023	14.3	48	0.3	0.006		0.3	0.006		0.42	0.011				
14/09/2023	14.3	72	0.35	0.009		0.45	0.011		0.56	0.014				
15/09/2023	14.3	96	0.4	0.010		0.56	0.014		0.65	0.016				
			4.57	total	0.22	4.57	total	0.31	4.57	total	0.36			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº A-1				MOLDE Nº A-2				MOLDE Nº A-3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2		
0.640	0.025	0'30"	85	212			52	129			42	105		
1.270	0.050	1'00"	104	256			76	188			65	161		
1.910	0.075	1'30"	185	454			95	234			86	212		
2.540	0.100	2'00"	236	578	358.6	113.5	332	323.5	32.3	101	249	267.2	26.2	
3.810	0.150	3'00"	285	649			179	429			142	349		
5.080	0.200	4'00"	301	736	200.1	61.7	205	502	404.7	33.0	168	415	41.5	
6.350	0.250	5'00"	315	770			215	527			185	458		
7.620	0.300	6'00"	345	844			236	578			201	498		

USAT
 Henry Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica del Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Queaquín Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024
 38% CCF

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

GRAFICO CARGA - PENETRACION

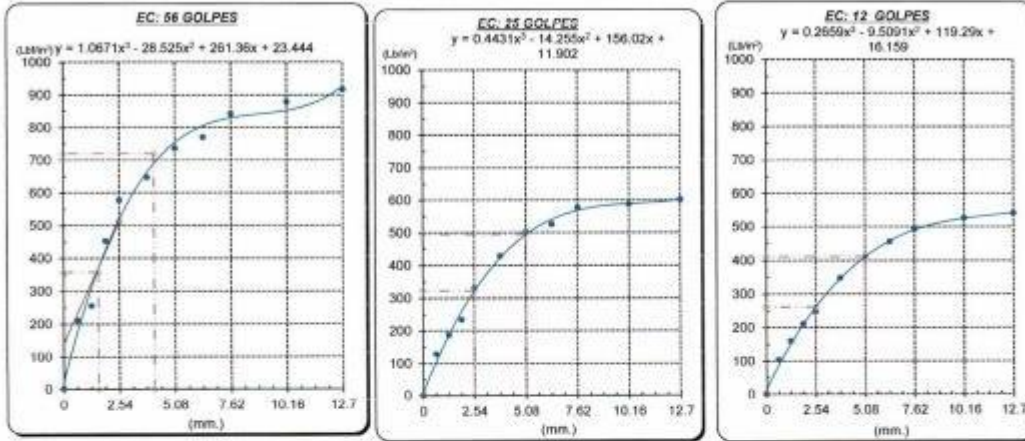


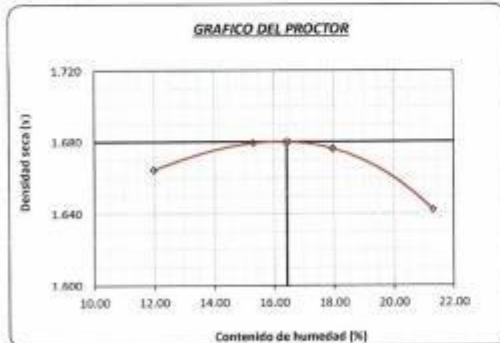
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.680 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.596 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	36 %	47 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	33 %	33 %



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

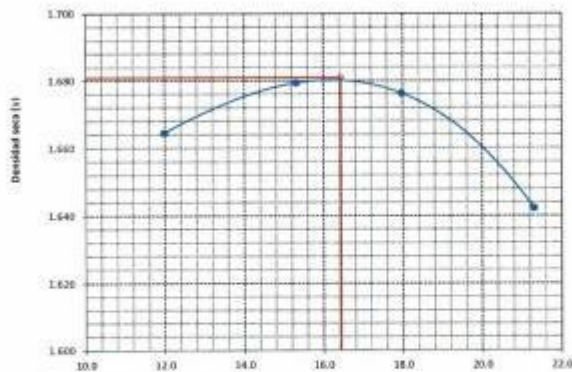
Tesista : Quisquén Castro Hilary
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-1
MUESTRA : 30% CCF

PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g	5650	5719	5758	5772
Peso del molde	g	3874	3874	3874	3874
Peso del suelo húmedo compactado	g	1775	1845	1884	1898
Volumen del molde	cm ³	952.77	952.77	952.77	952.77
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.864	1.936	1.977	1.992
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g	246.50	224.50	216.50	205.50
Peso del suelo seco + tara	g	225.00	199.60	190.00	178.00
Peso de tara	g	45.60	38.20	42.50	48.90
Peso de agua	g	21.5	25	26.5	27.5
Peso de suelo seco	g	179.4	163.3	147.5	129.1
Contenido de agua	%	12.0	15.3	18.0	21.3
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.665	1.679	1.676	1.642
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.681	g/cm ³			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	16.43	%			

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas Obitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

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

Testista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

CALCATA : C-1
 MUESTRA : 30% CCF PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

COMPACTACIÓN															
N° Molde		A-10				A-11				A-12					
N° Capa		5				5				5					
N° Golpes por capa		56				25				12					
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo		11910		12080		11690		11840		11120		11290			
Peso de molde (g)		7749		7769		7755		7755		7639		7630			
Peso del suelo húmedo (g)		4161		4331		3935		4085		3481		3651			
Volumen del molde (cc)		2120		2120		2112		2112		2113		2113			
Densidad húmeda (g/cc)		1.963		2.043		1.863		1.934		1.647		1.728			
% de humedad		16.32		20.47		16.51		20.39		16.57		21.52			
Densidad seca (g/cc)		1.667		1.696		1.599		1.607		1.413		1.422			
HUMEDAD															
Tarro N°		-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)		224.5	224.5	4331	4331	178.9	178.9	4085	4085	205.6	205.6	3651.0	3651.0		
Tarro + Suelo seco (gr.)		198.0	198.0	4161	4161	161.0	161.0	3935	3935	181.0	181.0	3481.0	3481.0		
Peso del Agua (gr.)		26.5	26.5	170.0	170.0	17.9	17.9	150.0	150.0	24.6	24.6	170.0	170.0		
Peso del tarro (gr.)		35.6	35.6	0	0	52.6	52.6	0	0	32.5	32.5	0	0		
Peso del suelo seco (gr.)		162.4	162.4	4092.0	4092.0	106.4	106.4	3873.1	3873.1	148.5	148.5	3432.5	3432.5		
% de humedad		16.32	16.32	20.47	20.47	16.51	16.51	20.39	20.39	16.57	16.57	21.52	21.52		
Promedio de Humedad (%)		16.32		20.47		16.51		20.39		16.57		21.52			
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				Pulg	%		Pulg	%		Pulg	%				
01/09/2022	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
02/09/2022	14.3	24	0.15	0.004		0.3	0.008		0.5	0.013					
03/09/2022	14.3	48	0.5	0.013		0.45	0.011		0.6	0.015					
04/09/2022	14.3	72	0.6	0.015		0.5	0.013		0.8	0.020					
04/09/2022	14.3	96	0.8	0.020		0.9	0.023		1.1	0.028					
			4.57	total	0.44	4.57	total	0.49	4.57	total	0.60				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE N° A-10				MOLDE N° A-11				MOLDE N° A-12			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/ pulg2	Lbs/ pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	2			0	2			0	2			
0.640	0.025	0'30"	145	356			32	80			15	39			
1.270	0.050	1'00"	180	441			86	237			76	188			
1.910	0.075	1'30"	257	629			110	277			92	227			
2.540	0.100	2'00"	1000	290	710	40.6	40.6	290	710	40.4	40.4	126	310	304.3	90.4
3.810	0.150	3'00"		342	836			210	540			175	429		
5.080	0.200	4'00"	1500	368	900	60.5	60.5	224	540	574.7	38.3	180	441	456.8	90.5
6.350	0.250	5'00"		390	963			236	578			199	478		
7.620	0.300	6'00"		425	1038			245	600			205	500		




 Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Quesquén Castro Hilary
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE ARCILLOSAS ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ
 Ubicación : Distrito de Jaén, Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

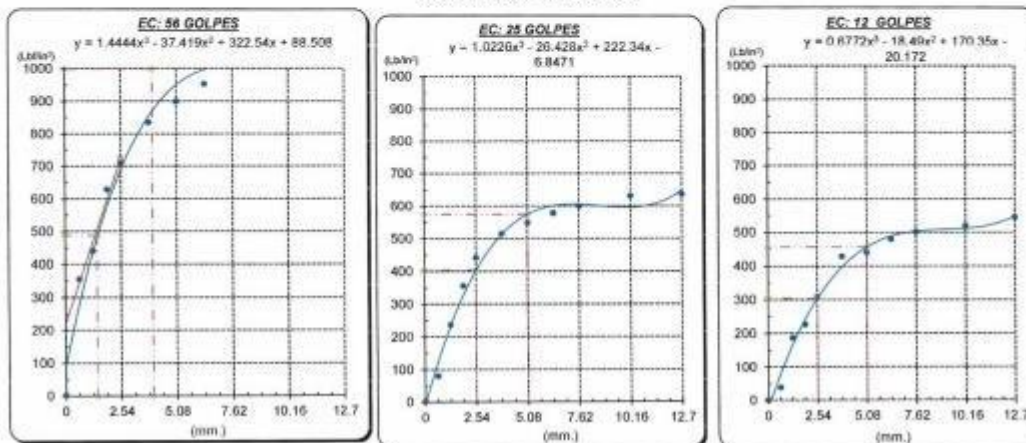


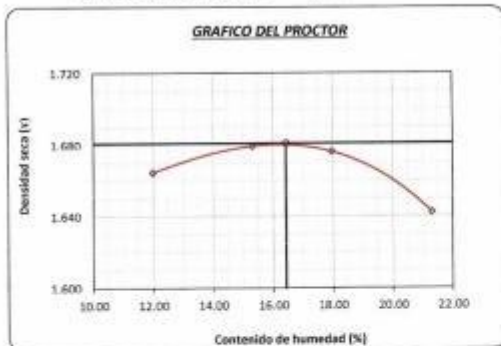
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.681 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.597 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	16.43 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	48 %	65 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	40 %	38 %



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Anexo 2. Panel Fotográfico









Imagen 43. Panel fotográfico de ensayos

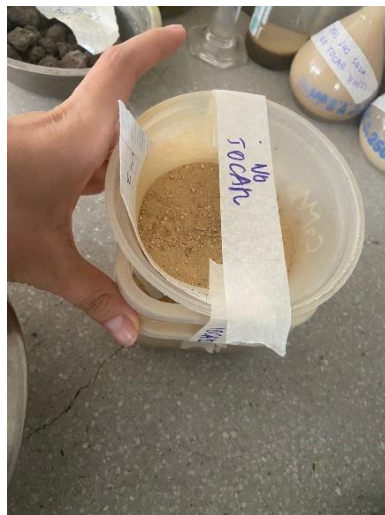


Imagen 44. Panel fotográfico de ensayos



Imagen 45. Panel fotográfico de ensayos