

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



Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal

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

AUTOR

Arnold Merardo Fernandez Yzquierdo

ASESOR

Atilio Ruben Lopez Carranza

<https://orcid.org/0000-0002-3631-2001>

Chiclayo, 2025

**Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de
pino y cal**

PRESENTADA POR
Arnold Merardo Fernandez Yzquierdo

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

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Victor Manuel Tepe Atoche
PRESIDENTE

Carlos Enrique Cumpa Vieyra
SECRETARIO

Atilio Ruben Lopez Carranza
VOCAL

Dedicatoria

Dedicado con mucho amor a mis padres. A mi madre, la mejor mujer que me ha podido dar la vida y siempre estará presente conmigo, mi luz, mi guía, mi apoyo, mi fortaleza y mi motivación en todo momento. Y a mi padre, por ser mi principal ejemplo a seguir en todos los aspectos, mi principal maestro, forjándome en carácter, perseverancia y determinación. A ambos, por ser mi todo, por su cariño hacia mí, su paciencia, su comprensión, su bondad, sus enseñanzas y sabiduría brindada. Todo esto es por y para ustedes.

Agradecimientos

Mi eterno agradecimiento primeramente a Dios, el ser que me ha dado esta oportunidad y brindó la fortaleza y sabiduría para salir adelante, pues sin su gracia y bendición esto no sería posible.

A mis padres, por ser mi inspiración y guías en todo momento de esta vida, por creer y confiar en mí, motivándome a mejorar siempre y mantenerme firme.

A mis familiares, que me brindaron su ayuda y apoyaron incondicionalmente en la realización de este proyecto.

A todos ellos muchas gracias, este logro es gracias a ustedes.

Arnold_Merardo_Fernandez_Yzquierdo.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----|---|-----|
| 1 | tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet | 3% |
| 2 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 3% |
| 3 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | 1% |
| 4 | repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | core.ac.uk Fuente de Internet | 1% |
| 7 | www.slideshare.net Fuente de Internet | 1% |
| 8 | cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 9 | Submitted to Universidad Senor de Sipan Trabajo del estudiante | <1% |
| 10 | www.coursehero.com Fuente de Internet | <1% |
| 11 | repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 12 | Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante | <1% |

Índice

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 11 |
| Abstract | 12 |
| Introducción..... | 13 |
| Revisión de literatura..... | 15 |
| <i>Antecedentes</i> | <i>15</i> |
| <i>Bases teóricas</i> | <i>18</i> |
| Materiales y métodos | 34 |
| Población, muestra y muestreo:..... | 35 |
| Procedimiento | 36 |
| Ensayos de laboratorio | 42 |
| <i>Ensayos para caracterizar las muestras de suelo.....</i> | <i>42</i> |
| <i>Ensayos para determinar las propiedades mecánicas del suelo.....</i> | <i>47</i> |
| Resultados | 57 |
| Ensayo de contenido de humedad: | 57 |
| Ensayo de análisis granulométrico:..... | 58 |
| Límites de Atterberg | 63 |
| Gravedad Específica | 68 |
| Clasificación de los suelos..... | 69 |
| <i>Clasificación SUCS de suelos:.....</i> | <i>69</i> |
| <i>Clasificación de suelos AASHTO:.....</i> | <i>70</i> |
| Perfiles estratigráficos de las calicatas:..... | 72 |
| Proctor Modificado:..... | 73 |

| | |
|--|------------|
| CBR - California Bearing Ratio: | 81 |
| Corte Directo: | 89 |
| Discusiones | 95 |
| Conclusiones | 101 |
| Recomendaciones | 103 |
| Referencias..... | 104 |
| ANEXOS | 107 |

Lista de Tablas

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1: Clasificación de suelos según tamaño de partículas..... | 21 |
| Tabla 2: Clasificación de suelos según índice de plasticidad..... | 23 |
| Tabla 3: Clasificación de suelos SUCS | 24 |
| Tabla 4: Clasificación de suelos AASHTO | 25 |
| Tabla 5: Composición Química del Aserrín | 32 |
| Tabla 6: Operacionalización de Variables | 35 |
| Tabla 7: Matriz de Consistencia | 36 |
| Tabla 8: Coordenadas de ubicación de las calicatas | 39 |
| Tabla 9: Contenido de humedad de la calicata N°1 | 57 |
| Tabla 10: Contenido de humedad de la calicata N°2 | 58 |
| Tabla 11: Contenido de humedad de la calicata N°3 | 58 |
| Tabla 12: Análisis granulométrico de la calicata N°1 | 58 |
| Tabla 13: Análisis granulométrico de la calicata N°2 | 60 |
| Tabla 14: Análisis granulométrico de la calicata N°3 | 62 |
| Tabla 15: Límites de consistencia de C-1 | 63 |
| Tabla 16: Límites de Consistencia de C-2 | 65 |
| Tabla 17: Límites de Consistencia de C-3 | 66 |
| Tabla 18: Gravedad específica para la calicata N°1 | 68 |
| Tabla 19: Gravedad específica para la calicata N°2 | 68 |
| Tabla 20: Gravedad específica para la calicata N°3 | 68 |
| Tabla 21: Clasificación de muestras de suelos..... | 69 |
| Tabla 22: Clasificación AASHTO de suelos según el % que pasa..... | 70 |
| Tabla 23: Clasificación de suelos AASHTO, considerando su LL e IP..... | 71 |
| Tabla 24: Resultados de proctor modificado de las muestras naturales..... | 73 |
| Tabla 25: Resultados de proctor modificado de C-1 + Adición | 74 |
| Tabla 26: Resultados de proctor modificado de C-2 + Adición | 75 |

| | |
|---|-----------|
| Tabla 27: Resultados de proctor modificado de C-3 + Adición | 75 |
| Tabla 28: Resultados de CBR para muestras naturales | 81 |
| Tabla 29: Resultados de CBR para C-1 + adiciones | 84 |
| Tabla 30: Resultados de CBR para C-2 + adiciones | 85 |
| Tabla 31: Resultados de CBR para C-3 + adiciones | 86 |
| Tabla 32: Capacidad portante de la muestra patrón y experimentales óptimas | 92 |
| Tabla 33: Análisis de Precio Unitario para la muestra patrón | 92 |
| Tabla 34: Análisis de Precio Unitario para la muestra experimental más óptima con aserrín..... | 93 |
| Tabla 35: Análisis de Precio Unitario para la muestra experimental más óptima con cal ... | 93 |

Lista de Gráficos

| | |
|---|-----------|
| Gráfico 1: Curva granulométrica de la calicata N°1 | 60 |
| Gráfico 2: Curva granulométrica de la calicata N °2 | 61 |
| Gráfico 3: Curva granulométrica de la calicata N°3 | 63 |
| Gráfico 4: Límites de consistencia C1 + % Aserrín..... | 64 |
| Gráfico 5: Límites de consistencia C1 + % Cal..... | 65 |
| Gráfico 6: Límites de consistencia C2 + % Aserrín..... | 66 |
| Gráfico 7: Límites de consistencia C2 + % Cal..... | 66 |
| Gráfico 8: Límites de consistencia C3 + % Aserrín..... | 67 |
| Gráfico 9: Límites de consistencia C3 + % Cal..... | 67 |
| Gráfico 10: Carta de plasticidad de Casagrande | 70 |
| Gráfico 11: IP y LL de Muestras Naturales | 71 |
| Gráfico 12: Perfil estratigráfico de la calicata C-1..... | 72 |
| Gráfico 13: Perfil estratigráfico de la calicata C-2..... | 72 |
| Gráfico 14: Perfil estratigráfico de la calicata C-3..... | 73 |
| Gráfico 15: Proctor Modificado 1 para C-2 + 5% aserrín | 76 |
| Gráfico 16: Proctor Modificado 2 para C-2 + 5% aserrín | 76 |
| Gráfico 17: Proctor Modificado 3 para C-2 + 5% aserrín | 77 |
| Gráfico 18: Proctor Modificado 1 para C-1 + 15% cal | 78 |
| Gráfico 19: Proctor Modificado 2 para C-1 + 15% cal | 78 |
| Gráfico 20: Proctor Modificado 3 para C-1 + 15% cal | 79 |
| Gráfico 21: MDS vs OCH de Calicata 1..... | 80 |
| Gráfico 22: MDS vs OCH de Calicata 2..... | 80 |
| Gráfico 23: MDS vs OCH de Calicata 3..... | 81 |
| Gráfico 24: Determinación del CBR para C-1 | 82 |
| Gráfico 25: Determinación del CBR para C-2 | 83 |
| Gráfico 26: Determinación del CBR para C-3 | 83 |

| | |
|---|-----------|
| Gráfico 27: CBR máximo y mínimo de Calicatas | 84 |
| Gráfico 28: CBR de C-1..... | 85 |
| Gráfico 29: CBR de C-2..... | 86 |
| Gráfico 30: CBR de C-3..... | 87 |
| Gráfico 31: Determinación del CBR para C-3 + 5% aserrín..... | 88 |
| Gráfico 32: Determinación del CBR para C-3 + 15% cal | 88 |
| Gráfico 33: Curvas de resistencia de C-3..... | 89 |
| Gráfico 34: Curvas de resistencia de C-3 + 5% aserrín | 90 |
| Gráfico 35: Curvas de resistencia de C-3 + 15% cal..... | 91 |

Resumen

El suelo es un componente muy importante en el sector construcción, pues sobre él se asentarán las bases de las nuevas edificaciones e infraestructuras realizadas en favor de las personas. Pero, así como constantemente se está buscando beneficios sociales, también se debe tener en cuenta el cuidado ambiental, pues el acelerado desarrollo por el que pasa la humanidad, va dejando un rastro oscuro al planeta, la contaminación.

Es así que una gran industria como lo es la maderera, con el transcurrir de los tiempos ha ido afectando cada vez más y más al medio que nos rodea, tanto por la tala no sostenible de árboles como por los posteriores desechos que deja.

El principal residuo generado por esta industria es el aserrín, el cual con esta investigación se está buscando que sea empleado como estabilizante para suelos arcillosos, los cuales son la clase de suelo presentes en mayor porcentaje en el Perú, haciendo una comparación con un estabilizante como la cal, para analizar si es que el residuo de las madereras le puede dar al suelo similares propiedades mecánicas que la cal, empleando porcentajes de 5%, 10% y 15% de cada adición.

Las muestras fueron evaluadas mediante ensayos como el CBR y Corte Directo que permitieron establecer la muestra patrón del suelo en estado natural, así como las muestras experimentales más óptimas, las cuales resultaron para las adiciones de 5% de aserrín y 15% de cal individualmente.

Palabras clave: estabilización, aserrín, cal, suelos arcillosos, CBR, corte directo

Abstract

Soil is a very important component in the construction sector, since it will be the foundation for new buildings and infrastructures built for the benefit of people. But, just as social benefits are constantly being sought, environmental care must also be taken into account, since the accelerated development of mankind is leaving a dark trace on the planet: pollution.

Thus, a large industry such as the timber industry, over the years has been affecting more and more the environment around us, both for the unsustainable felling of trees and for the subsequent waste it leaves behind.

The main waste generated by this industry is sawdust, which this research is seeking to use as a stabilizer for clay soils, which are the type of soil that occur in the highest percentage in Peru, making a comparison with a stabilizer such as lime, to analyze whether the residue of logging can give the soil similar mechanical properties to lime, using percentages of 5%, 10% and 15% of each addition.

The samples were evaluated by means of tests such as the CBR and direct cut, which allowed establishing the standard sample of the soil in its natural state, as well as the most optimal experimental samples, which resulted for the additions of 5% sawdust and 15% lime individually.

Keywords: stabilization, sawdust, lime, clayey soils, CBR, direct cutting

Introducción

El suelo es uno de los factores muy importantes a tomar en cuenta al momento de realizar una obra de ingeniería pues este influye significativamente en la estabilidad de la misma, considerándose más aptos el tipo de suelos conformado por gravas y arenas, y todo lo contrario son los limos y arcillas los cuales son bastante inestables y no adecuados, más aún cuando entran en contacto con el agua.

El Perú, según el MIDRAGI, está conformado por alrededor del 50% de suelos arcillosos ubicados en la parte norte y nororiente, existiendo un gran porcentaje de eventualidad de encontrarse con este tipo de suelo durante la ejecución de proyectos. [1]

Ante esto, lo que generalmente se suele hacer es reemplazarlo por un material que tenga mejores propiedades para el propósito que se está buscando, lo cual aumenta considerablemente los costos, inclusive llegando a hacer un proyecto inviable.

Este problema se suele encontrar en la ejecución de proyectos amplios o con grandes longitudes en las que se debe hacer frente a los diferentes tipos de suelo que se encuentre, siendo uno de ellos el arcilloso. Así, una de las soluciones que ha ganado relevancia en los últimos tiempos es la estabilización con la cal, pues resulta un método viable y con buenos resultados. Pero la extracción de piedra caliza de canteras genera la liberación de partículas perjudiciales para el ambiente, y también en el proceso de cocción y la calcinación implican un alto consumo energético y emiten gases de efecto invernadero, incluyendo considerables cantidades de CO₂. Por esta razón, se considera fundamental buscar nuevas alternativas a emplear como estabilizantes para este tipo de suelos.

Ante una problemática similar, Mohamed y Yuan, investigaron acerca del uso del aserrín como estabilizante, comprobando que el uso de este material disminuye el IP de los suelos arcillosos, volviéndolos menos sensible frente a la humedad y manteniendo su consistencia sólida, llegando a la conclusión que el aserrín mejora las propiedades de un suelo alto en contenido de arcillas. [2]

En el Perú, la industria maderera resulta bastante favorecida a razón de la gran variedad de recursos forestales, basándose en la extracción y procesos de fabricación para emplearlo como material de construcción, producción de muebles, entre otros productos derivados de la misma y que a su vez, en cuanto a la actividad maderera formal, representan alrededor del 5% de las actividades económicas, llegando a contribuir hasta un 0.7% del PBI del país, y en la región Lambayeque, esta industria representa el 1.9% del total a nivel nacional [3], formando parte de una de las actividades que más residuos va generando, como es el caso del aserrín, y que

en esta investigación se plantea que sea empleado como estabilizante de suelos arcillosos ante la interrogante si los suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino pueden adquirir propiedades mecánicas similares o superiores a los suelos arcillosos estabilizados con cal, esperando que efectivamente el aserrín cumpla con una estabilización similar a la realizada con cal, y se busca que este residuo de madera pueda ser considerado como una alternativa ecológica al momento de estabilizar un suelo, lo que permitirá un mejor aprovechamiento de esta materia, evitando la incineración masiva de estos, y por tanto disminuyendo la emisión de contaminantes al ambiente, proponiendo así nuevas alternativas que tengan la capacidad de optimizar las propiedades mecánicas del suelo, en especial para la construcción de carreteras, reduciendo los gastos económicos elevados, que aparecen si se opta por cambiar todo el material que conforma el suelo inestable, aumentando la rentabilidad y viabilidad del proyecto.

De todo lo mencionado surgen los siguientes objetivos, teniendo como objetivo general analizar de manera comparativa las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal.

Y los objetivos específicos, los cuales son realizar la caracterización de las muestras a emplear, establecer una muestra patrón del suelo, determinar la capacidad portante, relación de compactación y resistencia al corte de la muestra patrón y experimental de los suelos arcillosos estabilizados empleando 5%, 10% y 15% de aserrín de pino y cal, comparar los resultados de los ensayos entre la muestra patrón y experimental de los suelos arcillosos estabilizados con 5%, 10% y 15% de aserrín de pino y cal, identificar cuál es el mejor porcentaje experimental de los suelos arcillosos estabilizados con 5%, 10% y 15% de aserrín de pino y cal, realizar el análisis económico de la muestra patrón y experimental óptimo estabilizada con aserrín de pino y cal.

Revisión de literatura

Antecedentes

Kalkan et al. [4], en su investigación: “Efectos del aserrín de pino en la compresibilidad volumétrica de suelos expansivos”, utilizaron el aserrín de pino como un material estabilizante de suelos expansivos extraídos a 75 cm de profundidad de la cuenca Oltu Narman en Turquía, y el aserrín fue obtenido de las fábricas cortadoras de madera en Oltu. Posteriormente, el suelo fue combinado con el aserrín en % de 0.5%, 1% y 1.5%, los cuales fueron sometidos a pruebas del edómetro estándar para medir la tensión y deformación del suelo cuando es sometido a compresión o expansión. De ello se obtuvo como resultado que los suelos con aserrín aumentaron su coeficiente de compresibilidad volumétrica (mv), por el contrario, disminuyeron su coeficiente de consolidación, además se pudo observar que el aserrín de pino actuaba como un material cementante entre las partículas granulares del suelo, con lo cual se concluye que el aserrín de pino mejoró el comportamiento frente a la compresibilidad de las muestras y puede ser empleado como un estabilizante en suelos.

Mohamed et al. [2], en la investigación denominada: “Mejora de las características del suelo expansivo estabilizado con aserrín, cenizas volantes de alto contenido cálcico y cemento” mencionan que se puede emplear el aserrín y las cenizas volantes como alternativas a estabilizar suelos con cemento, debido a que este último es un método mucho más costoso. Para esto se obtuvieron muestras de suelo de la universidad de Hohai en China, el aserrín se consiguió a partir de desechos de madera y las cenizas volantes fueron residuos de una planta térmica de la ciudad de Jiangsu en China. Luego se realizaron pruebas de resistencia no confinada a la compresión para determinar cuál era la mejor relación entre el aserrín y las cenizas volantes a aplicar en el suelo, obteniendo que la proporción óptima de estabilizante está conformada por 70% de cenizas volantes y 30% de aserrín, puesto que se comprobó que en esos porcentajes el LP de la muestra aumenta y el IP disminuye considerablemente, mejorando su calidad, pues evitará que la muestra sea muy sensible a la variación como consecuencia de la humedad y por lo tanto cambie su consistencia de sólida a plástica fácilmente. Además, se comprobó mediante el mismo ensayo que con ese porcentaje de estabilizantes es cuando el suelo alcanza su fuerza máxima, pero al realizarse la prueba para el potencial de expansión o asentamiento se encontró el problema de que a pesar de que aumentara la fuerza máxima del suelo, también aumenta la falla por deformación máxima, volviendo al suelo más frágil. En cuanto al ensayo de permeabilidad, se determinó que esta

aumenta mínimamente luego de agregados los estabilizantes a las muestras. Todo ello fue comprobado para porcentajes a partir del 10% de estabilizantes respecto al peso de la muestra, obteniendo que el porcentaje más óptimo a emplear es de 15%. Con esto se llegó a la conclusión de que el aserrín y las cenizas volantes mejoran las propiedades del suelo, pero hay que tener en cuenta que, así como beneficia también puede afectar otras como volverlo más vulnerable a las fallas por deformación.

Parra et al. [5], en su investigación “Estabilización de suelos con cal y cenizas volantes” como parte de la Universidad Católica de Colombia, propusieron emplear la cal y cenizas volantes para estabilizar suelos a razón de que son productos de fácil adquisición y bajo costo, para lo cual emplearon ambos productos por separado en porcentajes de 2%, 4% , 6% y 8% respecto a la masa del suelo. Para esto se empleó suelo denominado caolín con alta cantidad de silicato de aluminio, el cual fue sometido al ensayo de Proctor Estándar para que se determinara su máxima densidad seca la cual resultó ser de 19 KN/m³ y su OCH que fue 19.5%. Siguiendo a ello se le agregó de manera paralela la cal y las cenizas volantes a diferentes muestras del mismo suelo, procediéndose a ensayar, de donde se obtuvo que la cal en un 4% da una mejor resistencia al suelo, por su parte, las cenizas volantes también dan una mejor resistencia en una adición del 4%. Además, se hizo la comparación de tensiones máximas entre ambos estabilizantes, de donde se obtuvo que la cal es la que ofrece una resistencia bastante significativa por encima de las cenizas. Esto también permitió comparar las deformaciones máximas y rigidez a la tracción de las muestras, obteniendo resultados similares a los mencionados anteriormente, donde la cal supera ampliamente a las cenizas volantes. De esto se concluye que la cal es el estabilizante que ofrece un mayor beneficio a las propiedades del suelo, a comparación de las cenizas volantes, cuyos beneficios no son tan notorios.

Tunque Cruz [6], en su tesis: “Estabilización de subrasantes blandos empleando resina natural de pino, trocha carrozable Mayupata, San Pablo, Cusco 2021” en Perú, propuso la estabilización de la trocha antes mencionada, para lo cual realizó calicatas de donde extrajo muestras de suelo y recolectó manualmente la resina de pino de especies de la zona, luego de ello preparó los especímenes con el respectivo estabilizante en porcentajes de 1%, 2% y 4%, para los cuales halló sus límites de consistencia y las sometió a pruebas teniendo como resultados que para todos los ensayos, el 4% de resina de pino aplicada al suelo es la más favorable, pues logró un 7.90% de CBR, un 1.775 g/cm³ como MDS y un OCH e IP de

14.25% y 4.92% respectivamente, alcanzando uno de sus objetivos que era igualar o superar el 4% para el índice de plasticidad, concluyendo que efectivamente dicha resina producto del pino funciona como estabilizante para el suelo.

Medina Arauco [7], realizó la tesis “Estudio del comportamiento del aserrín y la ceniza de carbón para la estabilización de la subrasante, Carabayllo, Lima 2019”, en donde tiene por objetivo principal determinar cómo influyen dichos estabilizantes en el suelo y sus propiedades mecánicas, que conforma la calle Santa Úrsula del distrito de Carabayllo en Lima, Perú. Para ello realizó calicatas a 1 m de profundidad para tomar muestras de suelo, de donde obtuvo que su espécimen es un suelo areno arcilloso pues estaba compuesto un 63% por arena y 37% por finos. En cuanto al aserrín lo obtuvo de la maderera cercana a su zona y la ceniza de carbón provino de ladrilleras también cercanas a su zona, las cuales luego combinó independientemente con sus muestras, con un 10% de aserrín y un 30% de cenizas de carbón, para las que realizó los ensayos al suelo para obtener sus parámetros de resistencia.

Como resultado de estas pruebas se obtuvo que el suelo tenía una humedad óptima del 9.1% en estado natural, pero agregando el aserrín y las cenizas de carbón, esta subió a 14.2% y 14% respectivamente, alcanzando el rango recomendable entre el 10% y 20% para lograr su capacidad máxima de retención. En cuanto al contenido de humedad, empleó el aserrín en porcentajes de 6%, 8% y 10%, logrando aumentar dicho parámetro de 9.1% a 11.7%, 13.9% y 14.2% respectivamente. Con respecto al CBR, los ensayos no resultaron beneficiosos, pues a pesar de que el suelo ya contaba con un CBR de 18.1%, al adicionarle 6% y 8% de aserrín, el CBR disminuye a 16.6% y 16.2%. Con esto se concluye que, si bien es cierto el aserrín y las cenizas de carbón mejoran ciertos parámetros de la muestra patrón, se debe tomar en cuenta que si la muestra a estabilizar ya cuenta con parámetros elevados hay que evaluar detenidamente que producto vamos a emplear, pues puede resultar desfavorable e inclusive llevar a disminuir las propiedades del suelo.

Ramos Pérez y Robledo Merino [8], en la tesis llamada: “Estabilización de la sub rasante de la Av. Ahuashiyacu por medio de la concentración de cal, en el distrito de la banda de Shilcayo, provincia y región San Martín – 2020” en Perú, buscaron determinar cómo es que influye la cal para estabilizar un suelo en subrasante, y que sea capaz de soportar cualquier tipo de pavimento que se coloque sobre ella. Para esto, extrajeron muestras de suelo por medio de 5 calicatas, de las cuales secaron las muestras al aire libre y ensayaron adicionando un 2%, 4%, 6% y 8% de cal, porcentajes de los cuales mencionan son recomendados por el

MTC. Con esto se obtiene la muestra del 4% resulta más favorable, pues es donde se obtiene un mayor límite líquido siendo 25.99%, pero es la muestra con 2% donde se logra mejores resultados respecto al LP e IP, ya que se obtuvo el más alto valor de 17.64% y más bajo de 7.91% respectivamente para cada uno. En cuanto al CBR, el mayor valor del 22% lo obtuvo la muestra con 8% de cal. Como conclusión de esta tesis se puede decir que la cal mejora favorablemente a los suelos en todo aspecto, pero el porcentaje de aplicación de esta dependerá de qué parámetro estemos buscando mejorar, pues si se trata de los límites de consistencia nos convendrá menos porcentaje de cal, pero si es para CBR, un mayor porcentaje de cal aumentará su valor.

Bases teóricas

Suelo

Aquella capa que naturalmente conforma la superficie terrestre, el cual deriva de la desintegración y meteorización de rocas, resultado de la concurrencia de factores climatológicos, biológicos y geológicos en el transcurso de un largo periodo de tiempo, el cual es un medio importante pues proporciona soporte físico, agua, nutrientes y un ambiente adecuado para los ecosistemas. [9]

Suelos Arcillosos

Caracterizado por su alta proporción de partículas diminutas con una textura fina y una alta plasticidad llamadas arcilla. Estas partículas están estrechamente unidas, lo que resulta en una estructura compacta que puede retener agua en cantidades significativas, la cual llega a influir en las cualidades del suelo, actuando negativamente respecto a su desempeño en diversos contextos, como la ingeniería. [9]

Características del suelo

Son aquellas que determinan el comportamiento y capacidad de los suelos, que en la ingeniería civil son muy importantes a tomar en cuenta en los proyectos. Estas características abarcan su capacidad portante, su expansividad, su compresibilidad, su permeabilidad, su expansividad, su resistencia al corte y su capacidad de drenaje, en conjunto con la estructura, textura, consolidación y humedad, propiedades que son evaluadas mediante ensayos de laboratorio y pruebas in situ. [10]

Propiedades físicas del suelo

Hacen referencia a su capacidad para retener y transportar agua. Estas propiedades incluyen la textura del suelo, que describe la distribución de diferentes tamaños de partículas, la estructura del suelo que se relaciona a su influencia en la porosidad y la permeabilidad del mismo. [9]

Contenido de Humedad

Referido al % de agua presente en relación con su peso o volumen total. Es una medida fundamental que influye en la plasticidad, resistencia, permeabilidad y capacidad de retención de agua. Este varía en función de factores climáticos, prácticas de manejo del agua y características del suelo, y puede afectar la productividad agrícola, la estabilidad de las estructuras y la salud del ecosistema. [9]

La NTP 339.127, tiene por fin determinar el contenido de humedad, y es importante para poder entender cómo actúan los suelos, especialmente los arcillosos pues debido a su contextura fina, son más variables en cuanto a su volumen y estabilidad. [11]

Instrumentos:

- Balanza calibrada con precisión de 0.01 gr.
- Taras metálicas.
- Horno a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento:

- Se pesa la tara a emplear y se registra.
- Se selecciona las muestras de suelo de las cuales queremos conocer su contenido de humedad y se coloca en las taras.
- Se pesa las taras conteniendo las muestras húmedas y se registran estos datos.
- Se ingresa las taras con las muestras húmedas al horno con temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Pasado el tiempo, se retira las taras, y se procede a registrar sus pesos.

Cálculos:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100$$

Donde:

M_{cws} = Peso de tara más la muestra húmeda.

Mcs = Peso de tara más la muestra seca.

Mc = Peso de tara.

Granulometría

Proceso de análisis que tiene como objetivo evaluar y cuantificar la distribución de tamaños de partículas de un suelo. Abarca la separación y clasificación de estas partículas en diversas fracciones según su tamaño, permitiendo establecer las proporciones relativas de arena, limo, arcilla y otros componentes. Esta información es esencial para comprender la composición del suelo, su permeabilidad, compresibilidad y capacidad de carga. [10]

La NTP 339.128, consiste en el establecimiento de cómo se distribuyen la granulometría de un suelo.

Instrumentos:

- Balanza de precisión de 0.01 g para pesar el material y pasar por las mallas.
- Un juego de tamices de malla cuadrada. Estos van desde la malla de 3" hasta la malla N° 200 y fondo.
- Cepillo y brocha, para mallas.

Procedimiento:

- Se selecciona una parte de la muestra, la cual será saturada y posteriormente lavada a través de la malla N°200, y lo que sea retenido será secado al horno por 24 horas.
- Luego de secada la muestra, se procede a tamizarla mediante las mallas haciendo movimientos horizontales y verticales junto con pequeños golpeteos para que la muestra no deje de moverse.
- Una vez tamizado, se procede a registrar los pesos retenidos en cada tamiz.

Cálculos:

- Para el porcentaje retenido en cada tamiz:

$$\%Retenido = \frac{W_{Retenido}}{W_{total}} \times 100\%$$

- Para el porcentaje que pasa:

$$\%Pasa = \frac{W_{Total} - W_{Retenido}}{W_{total}} \times 100\%$$

$$\%Pasa = 100\% - \%Retenido$$

Tabla 1: Clasificación de suelos según tamaño de partículas

| Tipo de Material | | Tamaño de las partículas |
|------------------|---------|---------------------------------|
| Grava | | 75 mm – 4.75 mm |
| Arena | | Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm |
| | | Arena media: 2.00 mm – 0.425mm |
| | | Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm |
| Material Fino | Limo | 0.075 mm – 0.005 mm |
| | Arcilla | Menor a 0.005 mm |

Fuente: Manual de Carreteras MTC 2014

Límites de Atterberg

Límites de consistencia que ayudan a describir su comportamiento en relación con la humedad. Estos límites incluyen el límite líquido, que representa la humedad con la cual el suelo pasa de un estado plástico a líquido. El límite plástico indica el valor en el cual el suelo cambia de un estado semisólido a plástico, y el índice de plasticidad que es la variación entre el límite líquido y el límite plástico y proporcionan las dimensiones de la plasticidad del suelo. [12]

En la NTP 339.129 es la que establece los parámetros para encontrar los límites de plasticidad de un suelo, es decir, los niveles de humedad en los que el suelo pasa entre una fase y otra. Con este ensayo se permite establecer tres límites fundamentales como lo son el LL, el LP y el IP. [11]

Instrumentos:

- Copa Casagrande, es una copa de bronce sobre un soporte que controle su caída.
- Espátula, empleada para colocar la muestra de suelo saturada en la copa.
- Ranurador, que es una herramienta metálica conformado por un lado conocido como cercha que hará la función de dividir la muestra colocada en la copa, y en el otro extremo por una parte cuadrada de 1 cm de lado, que será empleada para calibrar la altura de caída.
- Taras pequeñas en donde se colocarán las muestras de suelo producto del ensayo.
- Balanza con precisión de 0.01 g, para pesar las taras pequeñas y las muestras de suelos.
- Horno donde se pondrá a secar las muestras de suelo después de realizado el ensayo.

- Tamiz N° 40, pues es por donde tiene que pasar la muestra de suelo que va a ser empleada para el ensayo.

Procedimiento:

- Se tamiza la muestra de suelo por la malla N°40, de la cual se selecciona una cantidad de 150g a 200g mezclándola en agua destilada hasta alcanzar una consistencia ideal que permita cerrar la ranura con 25 a 35 golpes, y dejar reposando como mínimo 16 horas, cubierto para evitar pérdida de humedad.
- Después de pasado el tiempo de reposo, volver a remezclar la muestra y colocar una porción de esta en la copa. La altura de muestra no debe superar los 10 mm, y debe formar una superficie horizontal.
- Luego, con el ranurador, dividimos la muestra por su parte central mediante una línea central.
- Damos golpes a la copa, mientras contamos el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Tomar la parte del suelo que esté 1 cm por encima del borde inferior de la copa y colocarla en una tara que haya sido previamente pesada.
- Retiramos la muestra sobrante y remezclamos. Se limpia la copa para continuar con los siguientes ensayos con diferentes números de golpes. Generalmente se da 15, 25 y 35 golpes.
- Una vez realizada la prueba con diferente número de golpes, se selecciona una parte de la muestra de aproximadamente 20g para realizar el LP, el cual consistirá en formar hilos de 3.2 mm empleando la palma de manos y los dedos hasta que este se agriete mediante líneas horizontales, para lo cual es necesario que no exista exceso de humedad. Todos los hilos formados deberán ser colocados en una tara de peso conocido.
- Con todo eso, se tendrían un total de 4 taras con sus respectivas muestras de suelo, las cuales serán colocadas al horno por 24 horas y luego de pasado ese tiempo se retirarán, pesarán y se hallará su humedad.

Cálculos:

- El LL resultará de la intersección de la línea tendencia de todos los contenidos de humedad obtenidos y el golpe número 25, de ese punto se desplazará de manera horizontal hacia el eje del contenido de humedad, y en el punto que corte será el límite plástico.

- Para el LP, se toma la humedad obtenida mediante los hilos de suelo.
- El IP es la diferencia entre sus dos otros límites.

$$IP = LL-LP$$

Plasticidad

Capacidad de un suelo para deformarse y cambiar de forma sin romperse ante una fuerza o presión. Este comportamiento plástico está relacionado con la proporción y la naturaleza de las partículas finas en el suelo, especialmente la arcilla. Un suelo altamente plástico indica que contiene una cantidad elevada de arcilla y puede moldearse fácilmente cuando está húmedo, pero retiene esta forma después de secarse. [13]

Tabla 2: Clasificación de suelos según índice de plasticidad

| Índice de Plasticidad | Plasticidad | Característica |
|-----------------------|------------------|------------------------------------|
| IP > 20 | Alta | suelos muy arcillosos |
| IP ≤ 20 IP > 7 | Media | suelos arcillosos |
| IP < 7 | Baja | suelos poco arcillosos plasticidad |
| IP = 0 | No Plástico (NP) | suelos exentos de arcilla |

Fuente: Manual de Carreteras MTC 2014

Peso específico:

Indica la proporción entre la fuerza ejercida por una masa específica de suelo y su volumen total, medido en unidades de fuerza por unidad de volumen. Esta característica es primordial para comprender la densidad y la compactación del suelo. [10]

En la NTP 339.131, se detalla el procedimiento para este ensayo.

Instrumentos:

- Fiola, la cual es un envase de vidrio con forma alargada y un cuello delgado, usado para contener, medir y transferir líquidos de manera precisa. Su estructura cilíndrica con una base estable y el cuello estrecho hacen más fácil dosificar con precisión el líquido, evitando derrames y permitiendo una medición exacta del volumen contenido.
- Balanza, necesaria para obtener los pesos que se requieran.

Procedimiento:

- Se selecciona 50g de muestra seca del suelo.
- Se pesa la fiola vacía, y luego se le agrega los 50g de suelo.

- Se llena la fiola hasta sus $\frac{3}{4}$ partes con agua y se expulsa todo el aire atrapado.
- Se hierve a temperatura baja durante 600 seg.
- Se llena la fiola con agua destilada y se deja reposar, después de unas horas se pesa.

Propiedades mecánicas del suelo

Las características relacionadas con la resistencia y la deformabilidad del suelo frente a las cargas y los esfuerzos aplicados. Estas propiedades incluyen su capacidad de soporte, relacionada a su resistencia para soportar cargas sin sufrir fallas, la compresibilidad, que indica la capacidad del suelo para deformarse bajo cargas aplicadas, la permeabilidad, referida a su capacidad para permitir fluir el agua a través del mismo, la cohesión y el ángulo de fricción interna, que determinan su resistencia al corte. [10]

Clasificación de suelos

Es un proceso mediante el cual se categorizan y organizan los suelos en diferentes grupos según sus características físicas y propiedades. Esta categorización se basa en factores como su tamaño, la textura, la composición y otros atributos que influyen en su comportamiento [13]

Tabla 3: Clasificación de suelos SUCS

| Divisiones Mayores | | | | Simbolo del grupo | Nombre del grupo |
|---------------------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------|
| Suelos de grano grueso | Gravas | Gravas limpias | $Cu \geq 4$ $1 \leq Cc \leq 3$ | GW | Grava bien graduada |
| Más del 50% retenido en Malla No. 200 | Más 50% fracción gruesa retenido en Malla No. 4 | Menos del 5% de finos | $Cu < 4$ $1 > Cc > 3$ | GP | Grava mal graduada |
| | | Gravas con finos | Finos clasific. como ML o MH | GM | Grava limosa |
| | | Más del 12% de finos | Finos clasific. Como CL o CH | GC | Grava arcillosa |
| | Arenas | Arenas limpias | $Cu \geq 6$ $1 \leq Cc \leq 3$ | SW | Arena bien graduada |
| | 50% o más de gruesos | Menos del 5% de finos | $Cu < 6$ $1 < Cc < 3$ | SP | Arena mal graduada |
| | Fracción pasa la malla No. 4 | Arenas con finos | Finos clasific. como ML o MH | SM | Arena limosa |
| | | Más del 12% de finos | Finos clasific. Como CL o CH | SC | Arena arcillosa |
| Suelos de grano fino | Limos y arcillas | Inorgánicos | $IP > 7$ en o sobre línea "A" | CL | Arcilla lean |
| 50% o más pasa Malla No. 200 | Limite liquido menor de 50 | | $IP < 4$ o plotea bajo línea "A" | ML | Limo arenoso |
| | | Orgánico | LL secado al horno < 0.75 | OL | Arcilla orgánica |
| | | | LL no secado | | Limo orgánico |
| | Limos y arcillas | Inorgánicos | IP ploteado en o sobre línea A | CH | Arcilla fat |
| | LL 50 o más | | IP ploteado bajo línea "A" | MH | Limo elástico |
| | | Orgánico | LL secado al horno < 0.75 | OH | Arcilla orgánica |
| | | | LL no secado | | Limo orgánico |
| Suelos altamente orgánicos | Matriz primaria | Orgánica, color Negro, olor orgánico | | PT | Turba |

Fuente: ASTM 1985

Tabla 4: Clasificación de suelos AASHTO

| Clasificación general | Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200) | | | | | | | Suelos finos 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 | | | | | | | | | | | |
| | máx. 30 | máx. 50 | min. 51 | | | | | | | | | |
| | máx. 15 | máx. 25 | máx. 10 | Máx. 35 | máx. 35 | máx. 35 | máx. 35 | 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 |
| 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 ^(a) |
| Tipo de material | Piedras, gravas y arenas | | Arenas Finas | Gravas y arenas limosas o arcillosas | | | | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | | |
| Estimación general del suelo como subrasante | Excelente a bueno | | | | | | Regular a insuficiente | | | | | |

Fuente: AASHTO M 145

Proctor Estándar

El Proctor Estándar es una prueba de laboratorio que se emplea para evaluar las características de compactación de un suelo. En este ensayo, se compacta una muestra de suelo en distintos niveles de humedad y densidad, utilizando un molde específico y un martillo con caída regulada. A través de este proceso, se obtiene información sobre la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca. [14]

Proctor Modificado

Empleado para evaluar la compactación de un suelo, replicando condiciones más representativas al terreno real en campo. En este método, se compactan muestras de suelo utilizando un martillo aplicándole una energía de compactación. El propósito es simular las condiciones que se experimentarán en el suelo durante la realización de algún proyecto de ingeniería. [15]

El procedimiento involucra la compactación de capas del espécimen en un molde específico utilizando un martillo en 5 capas. Posteriormente, se determinan las densidades secas y se calcula el OCH para lograr la MDS en el suelo bajo esas condiciones.

Este enfoque ofrece una representación más realista de la densidad alcanzable en el terreno, lo que resulta esencial para carreteras, cimientos y estructuras, permitiendo establecer las condiciones de compactación más adecuadas para distintos tipos de suelo.

Instrumentos:

- Molde de Proctor, al tratarse de suelo arcilloso, se hará el Proctor tipo A, por lo que se emplea el molde de 4" de diámetro por 4.584" de alto.
- Martillo de compactación, empleado para dar los 25 golpes a cada una de las capas del suelo.
- Probeta, donde se mide el % de agua que se le agregará a la muestra con la cual se trabajará.
- Enrazador. para cortar el suelo compactado a nivel del molde.
- Balanza, necesaria para pesar el molde con el suelo ya enrazado.
- Taras.
- Horno, necesario para secar las muestras en las taras y determinar la humedad de cada una.

Procedimiento:

- Para esta prueba, en nuestro caso, previamente se requiere el IP de la muestra hallado en los límites de Atterberg.
- Antes de iniciar el ensayo, se debe medir las dimensiones del molde, y pesarlo vacío.
- Se escoge 3.5 kg de suelo que haya sido pasado por el tamiz N°4, y se le agrega el porcentaje de agua que debe ser igual al índice de plasticidad hallado.
- Además, para el proctor se requieren tomar 3 puntos más, con diferentes porcentajes de agua aparte del índice de plasticidad. En este caso se consideró un punto superior por 3 unidades al IP, y otros 2 puntos inferiores en 3 y 6 unidades respectivamente del IP.
- Una vez la muestra esté humedecida, se va colocando al molde del proctor en 5 capas diferentes progresivamente, y a cada una de ella se le da 25 golpes con el martillo.
- Ya completada la compactación, se retira la parte superior del molde y se enraza el suelo a nivel. Luego se limpia completamente los restos de suelo que pueden quedar en el molde y se pesa únicamente la parte conformada por la base y la parte inferior del molde que contiene el suelo compactado.
- Por otra parte, se debe seleccionar una parte de la muestra humedecida que fue empleada y llevarla al horno para conocer su % de humedad.
- Con los datos obtenidos de pesar el molde, se procesará y hallará el OCH para la muestra.

Cálculos:

$$W_{mhc} = W_{m+p} - W_p$$

Donde:

W_{mhc} = Peso de la muestra húmeda compactada.

W_{m+p} = Peso de la muestra húmeda compactada más el molde.

W_p = Peso del molde.

$$W_{vh} = \frac{W_{mhc}}{V_m}$$

Donde:

W_{vh} = Peso del volumen húmedo.

W_{mhc} = Peso de la muestra húmeda compactada.

V_m = Volumen de muestra.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100$$

Donde:

M_{cws} = Peso de la tara más la muestra húmeda.

M_{cs} = Peso de la tara más la muestra seca.

M_c = Peso de la tara.

$$W_{vs} = \frac{W_{mhc}}{(100 + \% \text{ humedad})} * 100$$

Donde:

W_{vs} = Peso volumétrico seco, en gr/cm³.

W_{mhc} = Peso de la muestra húmeda compactada.

% humedad = contenido de humedad, en %.

Relación de compactación

Relación entre la densidad seca máxima (DMS) lograda durante el proceso de compactación y el óptimo contenido de humedad (OCH) obtenido a partir del ensayo Proctor modificado. Este proceso da lugar a un gráfico que representa la curva de Proctor, la cual muestra las densidades secas en función de los contenidos de humedad. Esta relación es útil

para identificar el OCH en el punto más alto de la curva logarítmica, que se forma al unir los cuatro puntos medidos.

CBR

El Índice de Soporte California Bearing Ratio en suelos representa la resistencia del suelo a la penetración mediante una muestra estandarizada, lo que ofrece información sobre su capacidad de soporte. Es determinado mediante el ensayo de compresión en el que se aplica una carga en una muestra compactada y se mide la relación entre la presión aplicada y la resistencia ofrecida por el suelo. El CBR se expresa como un porcentaje comparativo entre la capacidad de soporte del suelo ensayado y la de un material de referencia estándar. [16]

La norma ASTM D1883 es la que establece los procedimientos para llevar a cabo este ensayo y determinar el CBR en suelos compactados en laboratorio.

Instrumentos:

- Molde de CBR, en donde se compactará la tierra.
- Martillo de compactación, con el cual se dará los golpes necesarios para compactar.
- Trípode de expansión, necesario para medir la expansión que sufre la muestra de suelo compactada.
- Máquina de CBR, en la cual se colocará la muestra para ser penetrada, la cual debe de estar equipada con el anillo que contenga el dial y el pistón de penetración que aplicará la carga sobre el suelo compactado.
- Spacer disc, es un disco separador de 61.37 mm de altura, y de diámetro de 152.4 mm, lo que le permite encajar en el molde de CBR perfectamente. Cumple la función de dejar el espacio libre donde posteriormente se colocará el vástago con las pesas.
- Papel de filtro, que se coloca en la parte superior e inferior, aislando la muestra.
- Enrazador, para dejar el suelo compactado al mismo nivel que el molde de CBR empleado.
- Balanza, será necesaria para pesar los pesos del molde con la muestra de suelo compactada antes de estar sumergida, y luego de sumergirla.
- Probeta, para medir la cantidad de agua óptima que se agregará a la muestra antes de compactar.
- Taras.
- Horno, permite secar las muestras colocadas en las taras para conocer su humedad.
- Tanque de remojo, ahí se colocarán los moldes de CBR que estén listos para ser sumergidos.

Procedimiento:

- Previamente, se debió obtener el OCH del Proctor modificado para el mismo tipo de muestra que se realizará el CBR.
- Con el OCH, se mide ese porcentaje de agua en una probeta, y se va añadiendo a la muestra de suelo preparada.
- La muestra tiene que estar conformada por suelo que haya pasado el tamiz N°4, y debe de pesar 5 kg aproximadamente.
- Debe de tener las dimensiones del molde vacío, así como su peso.
- Se prepara el molde, ajustándolo en su base y en cuyo interior debe de colocarse el space disk junto con el papel filtro, y se ajusta el collarín del molde en la parte superior.
- Se coloca la muestra humedecida en 5 capas dentro del molde, y por cada capa se van dando los golpes necesarios para compactar. En este caso se dan 12 golpes, que representa el 90% de compactación, 25 golpes representando el 95% de compactación, y 56 golpes para el 100 % de compactación.
- Una vez completadas todas las capas, se enraza la muestra compactada a nivel del molde, del cual se extraerá el space disk, y se invertirá el molde.
- Con el molde ya invertido, se vuelve a ajustar en su base y se procede a pesar.
- Finalmente se colocará el collarín junto con el vástago que debe ir acompañado con el papel filtro, y se sumergirá en el agua por 4 días. Midiendo su expansión todos los días que transcurren desde que se sumerge hasta que sea retirada del agua.
- Aparte, de la muestra empleada para compactar, se debe separar una porción de la misma para encontrar su contenido de humedad.
- Una vez transcurridos los 4 días, se retiran los moldes del agua, se pesan y serán llevados a la máquina de penetración en la cual se obtendrán datos con los cuales se proceden a obtener los resultados.

Cálculos:

$$Y_h = \frac{W_{mh}}{V_m}$$

Donde:

Y_h = Densidad seca.

W_{mh} = Peso de la muestra húmeda., en m

V_m = Volumen de muestra, en m³.

$$Y_s = \frac{Y_h}{1 + W\%}$$

Donde:

Y_s = Densidad húmeda.

Y_h = Densidad seca.

$W\%$ = Humedad de suelo compactado, en %.

Carga = Constante del anillo x lectura

Presión = (Carga/Área del pistón)

%CBR = (Presión/70) x 100 (Para 1")

%CBR = (Presión/105) x 100 (Para 2")

Capacidad portante del suelo

Presión máxima del terreno antes de que se produzca falla por cortante o asentamiento diferencial en exceso. Es una medida de oposición del suelo frente a la compresión y se relaciona con su capacidad para transmitir las cargas de una estructura a las capas subyacentes de suelo. Esta depende de factores como su cohesión y su ángulo de fricción interna, la distribución de las cargas y las características de carga aplicadas. [10]

Corte directo

Prueba empleada para medir la resistencia de un suelo a la falla por corte, aplicando una fuerza horizontal directa a una muestra confinada, generando una fractura o desplazamiento a lo largo de un plano de corte. [17]

Es útil para determinar la resistencia del suelo al corte bajo distintos niveles de esfuerzo, permitiendo entender cómo reacciona el suelo ante cargas aplicadas en un plano específico.

Durante este proceso, se aplican distintos niveles de esfuerzo cortante para evaluar la relación entre la tensión cortante aplicada y la deformación resultante, lo que permite comprender el comportamiento del suelo frente a diversas condiciones de carga.

Para la realización de este ensayo se debe considerar guía dada en la NTP 339.254 [18]

Instrumentos:

- Máquina de corte directo, en donde se colocará la muestra para ser sometida a la falla por corte.

- Caja de corte, donde va la muestra de suelo y que posteriormente será introducida en la máquina de corte.
- Aditamentos de carga, conformada por las pesas que generarán la fuerza a la que estará sometida la muestra.

Procedimiento:

- Se prepara la muestra a ensayar en forma de un prisma cuadrado.
- Se acomoda la muestra para garantizar que el plano de corte sea sobre una superficie plana y lisa. Se toma las dimensiones y el peso de la misma.
- La muestra se coloca en la caja de corte. La cual es introducida en la máquina de corte, que es donde se aplicarán las fuerzas horizontales y se medirán las deformaciones.
- La caja de corte es cubierta totalmente con agua, cubriendo totalmente la muestra. También se puede drenar y consolidar la muestra.
- Conforme se realiza el ensayo, se va registrando las fuerzas aplicadas y las deformaciones que se nos muestre en la pantalla de la máquina, en un cierto intervalo de tiempo hasta que se produzca la falla por corte.
- Con todos esos datos obtenidos, se procesarán para obtener la resistencia al corte del suelo, su Φ y su C .

Cálculos:

$$\tau = c + \sigma \tan \Phi$$

Donde:

τ = Resistencia a la tensión tangencial o resistencia al corte.

c = Cohesión de la muestra.

σ = Valor del esfuerzo normal aplicado.

φ = ángulo de rozamiento interno.

Estabilización de suelos

Proceso de mejorar las propiedades del suelo mediante la adición de materiales o técnicas que aumenten su resistencia, capacidad portante, durabilidad y comportamiento frente a agente como el agua. Esta técnica se utiliza en ingeniería civil para fortalecer los suelos y hacerlos adecuados para la construcción de infraestructuras como carreteras, cimentaciones, terraplenes, entre otros. Los insumos comúnmente utilizados en estas estabilizaciones

incluyen cemento, cal, cenizas volantes, polímeros y aditivos químicos, y las técnicas pueden involucrar compactación, mezclado o tratamientos químicos. [10]

Aserrín

El aserrín son aquellas partículas finas y polvillo que se generan como residuos producto de cortar y trabajar la madera. Además del polvo, durante el proceso de aserrado también se obtiene la viruta, que consiste en fragmentos residuales de forma curvada o espiral. Es importante tener en cuenta que el aserrín puede variar en tamaño y composición dependiendo del tipo de madera y del proceso de aserrado utilizado. Estas partículas y fragmentos de madera pueden ser utilizados en diversas aplicaciones, incluyendo la estabilización de suelos. [19]

En la investigación realizada por Serret et al. [19], encontraron que, al evaluar diferentes especímenes de aserrín de pino, la composición resultante de estos estaba alrededor de lo mostrado en la tabla 5:

Tabla 5: Composición Química del Aserrín

| Composición del aserrín | |
|-------------------------|--------|
| Característica | % |
| Carbono (C) | 50.65% |
| Hidrógeno (H) | 6.03% |
| Nitrógeno (N) | 0.14% |
| Oxígeno (O) | 43.18% |

Fuente: Caracterización de Aserrín de diferentes maderas.

Como se observa en la tabla 5, el aserrín de pino está conformado por Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno y Oxígeno, los cuales según la publicación de la Revista Gaceta UNAM acerca de la composición y estructura química del suelo, este está conformado por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno que resultan como producto de la actividad de los microorganismos y otros factores ambientales sobre este.

Además, tal como lo menciona la ONU, los componentes mencionados anteriormente como parte del aserrín, también están presentes de manera natural en el suelo, pero estos están relacionados e influyen directamente en el crecimiento y desarrollo vegetal, mas no tienen una participación importante en cuanto a la estabilidad del suelo.

Cal

La cal es un aglutinante que se produce mediante la calcinación de la piedra caliza a elevadas temperaturas. Este proceso antrópico da como resultado el óxido de calcio o cal viva. Sin embargo, en la naturaleza, la composición química de la roca caliza puede variar, lo que conduce a la formación de diferentes tipos de cal. Estos incluyen principalmente óxido e hidróxido de calcio y magnesio, y pueden variar desde cales altamente puras hasta cales altamente hidráulicas. La composición de la roca caliza y el proceso de calcinación influyen en las propiedades y características de la cal resultante, lo que a su vez afecta su idoneidad para diferentes aplicaciones, como la estabilización de suelos. [8]

La cal está compuesta por Calcio y Oxígeno, formando así el óxido de calcio, el cual, al entrar en contacto con los suelos arcillosos, bajará la humedad de este, además de que ocurrirá una reacción, la que le dará una mayor estabilidad al suelo.

Materiales y métodos

Tipo de investigación:

Este proyecto se basa en una investigación aplicada, pues se está buscando aplicar los conocimientos acerca de estabilización para solucionar el problema de suelos inestables, pero teniendo en cuenta al aserrín de pino y la cal en diferentes dosificaciones con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas del suelo y obteniendo resultados que posteriormente pueden ser tomados en cuenta al momento de optar por cualquiera de ambos insumos como estabilizantes cuando se presenten suelos arcillosos en un proyecto de ingeniería civil.

Según Borja Suárez [20], este tipo de investigación científica elegida tiene como propósito comprender, intervenir y transformar una problemática actual específica, centrándose en aplicaciones inmediatas en una realidad compleja en lugar de enfocarse en la generación y avance de nuevos conocimientos de relevancia universal.

Diseño de investigación:

Esta investigación será experimental, puesto según Hernández et al. [21] una investigación de este tipo se da cuando hay manipulación de las principales características de las variables, lo cual está ocurriendo al agregar aserrín de pino y cal a las muestras de suelo en porcentajes de 5%, 10% y 15% para realizar los ensayos en los cuales se determinan las propiedades del suelo.

Nivel de investigación:

El nivel en el que se encuentra esta investigación es explicativo, pues se busca establecer relaciones entre variables y comprender cómo cambian las propiedades de las muestras de suelo arcillosos al adicionarles porcentajes de aserrín de pino y cal.

En este sentido, el nivel explicativo se distingue por su alto grado de organización en comparación con otros niveles de investigación. Su enfoque radica en esclarecer el origen de los fenómenos y las condiciones que facilitan su manifestación, además de analizar su relación entre dos o más variables.

Hipótesis:

El aserrín de pino como estabilizante, sí puede dar a los suelos arcillosos similares propiedades mecánicas que las que se obtienen cuando se estabilizan este tipo de suelos con cal.

Tabla 6: Operacionalización de Variables

| Formulación del problema | Objetivos | Hipótesis | Tipo de variable | Variables | Descripción | Dimensiones | Indicadores | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | | | |
|--|-----------------------|---|------------------|----------------|-----------------------|-------------------------------------|---|---|---------------------------|-----|---------|
| ¿Los suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino pueden adquirir propiedades similares o superiores a los suelos arcillosos estabilizados con cal? | Objetivo General | Los suelos arcillosos estabilizados con aserrín sí pueden llegar a adquirir propiedades similares o inclusive superiores a los suelos arcillosos estabilizados con cal. | Independiente | Estabilizantes | Aserrín de pino | Cantidad / Porcentaje | 5% | Balanza | | | |
| | Objetivos Específicos | | | | | | -Analizar de manera comparativa las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal. | 10% | Balanza | | |
| | | | | | | | | 15% | Balanza | | |
| | | | | | | 5% | Balanza | | | | |
| | | | | | | | | Cal | Cantidad / Porcentaje | 10% | Balanza |
| | | | | | | | | | | 15% | Balanza |
| | | | | | | | | 5% | Balanza | | |
| | | | | Dependiente | Suelos Arcillosos | Propiedades físicas | Ensayos de los suelos sin estabilizar | Análisis granulométrico por tamizado | NTP 399.128 | | |
| | | | | | | | | Contenido de Humedad | NTP 339.127 | | |
| | | | | | | | | Límites de Atterberg | NTP 399.129 | | |
| | | | | | | | | Peso Específico | NTP 339.131 | | |
| | | | | | | | | Proctor Modificado | NTP 339.141 / ASTM D-1557 | | |
| | | | CBR | | | | | NTP 339.145 / ASTM D-1883 | | | |
| | | | | | Propiedades mecánicas | Ensayos de los suelos estabilizados | Resistencia al corte | NTP 339.171 / ASTM D-3080 | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Población, muestra y muestreo:

Población:

La población de estudio estará conformada únicamente por los suelos arcillosos existentes en los distritos de Catilluc y Tongod, de la provincia de San Miguel, región Cajamarca.

Esta población de suelos en los lugares mencionados, fue escogida gracias a la ayuda de Cerdan y Rios [22], pues en su investigación definieron que en dicha zona de estudio, que comprende el mismo tramo empleado en esta investigación, está conformada hasta en un 70% por suelos arcillosos.

Muestra:

Los suelos arcillosos que conforman el camino vecinal que une los distritos de Catilluc y Tongod en el tramo de 1+400 hasta 2+400, todo esto en la provincia de San Miguel, región Cajamarca. Se afianzará la muestra tomada en esta investigación mediante los ensayos de caracterización en laboratorio de estos suelos, garantizando así que se traten de suelos arcillosos, y evitando que cambie el tipo de suelo debido a procesos naturales, como lo es la pedogénesis.

Muestreo:

Se tratará de un muestreo no probabilístico, puesto que se va a extraer las muestras de suelos arcillosos en distintos puntos por juicio propio, lo que permitirá que cada suelo arcilloso representativo sea incluido dentro de esta investigación para posteriormente ser ensayados.

Tabla 7: Matriz de Consistencia

| Formulación del problema | Objetivos | Hipótesis | Tipo de variable |
|--|--|---|---|
| ¿Los suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino pueden adquirir propiedades similares o superiores a los suelos arcillosos estabilizados con cal? | Objetivo General | Los suelos arcillosos estabilizados con aserrín sí pueden llegar a adquirir propiedades similares o inclusive superiores a los suelos arcillosos estabilizados con cal. | Independiente |
| | -Analizar de manera comparativa las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal.. | | Aserrín de pino |
| | Objetivos Específicos | | Cal |
| | -Realizar la caracterización de las muestras a emplear. -Establecer una muestra patrón del suelo. -Determinar la capacidad portante, relación de compactación y resistencia al corte de la muestra patrón y experimental de los suelos arcillosos estabilizados empleando 5%, 10% y 15% de aserrín de pino y cal. -Comparar los resultados de los ensayos entre la muestra patrón y experimental de los suelos arcillosos estabilizados con 5%, 10% y 15% de aserrín de pino y cal. -Identificar cuál es el mejor porcentaje experimental de los suelos arcillosos estabilizados con 5%, 10% y 15% de aserrín de pino y cal. -Realizar el análisis económico de la muestra patrón y experimental óptimo estabilizada con aserrín de pino y cal. | | Dependiente |
| | | | Propiedades físicas y Propiedades mecánicas de los suelos arcillosos |

Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento

Visita a la zona

En un comienzo, lo principal fue identificar lugares donde haya la presencia de suelos arcillosos, llegando así a visitar el distrito de Catilluc, en la provincia de San Miguel, región Cajamarca. Ahí se pudo identificar la presencia de suelos arcillosos en los alrededores del camino vecinal que une los distritos de Catilluc y Tongod, del cual se seleccionó el tramo entre los km 1+400 hasta 2+400, como se ve en la figura 1 para la extracción de las muestras de suelos, como se puede observar en las figuras 2 y 3.

Figura 1: Ubicación del tramo



Fuente: Google Maps

Figura 2: Visita a la zona Día 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Visita a la zona Día 2.



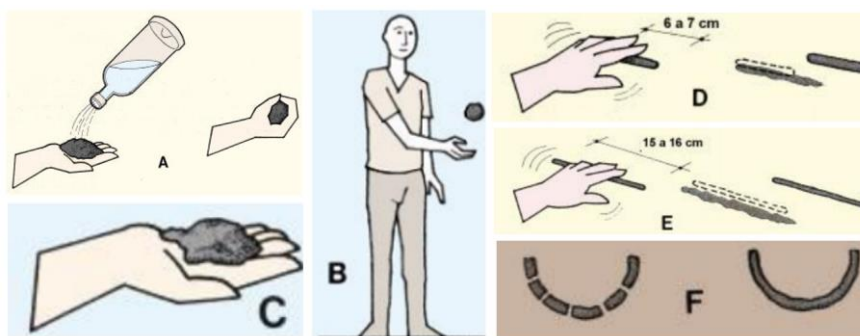
Fuente: Elaboración propia

Selección de las muestras a extraer

Para realizar esta selección, se realizaron los ensayos de campo rápidos para identificar el suelo [23], como la prueba de lavado de manos, en la que se humedece el suelo y se frota entre las palmas de las manos, si este resulta ser pegajoso y tiñe las manos, como fue el caso de esta, resulta tratarse de arcilla. Además, de realizar la prueba de lanzamiento de esfera del suelo, el cual consiste en formar una bola con la muestra en la mano, lanzarla al aire y si al momento de su caída, esta mantiene su forma sin desmoronarse, es porque se trata de un suelo arcilloso, aquí también podemos darnos cuenta de si al momento de oprimir fuerte la esfera con el puño, y esta mantiene la forma, se estaría tratando de un suelo arcilloso.

Finalmente, se realizó el ensayo de cintas con el suelo, el cual consiste en hacer listones con las muestras, y si con estas se pueden hacer cintas de 3 a 6 mm de espesor y mantienen su uniformidad haciéndose cada vez más largas, sin romperse, entonces se trata de un suelo arcilloso, tal y como se observa en las Figuras 4 y 5 a continuación:

Figura 4: Protocolo de ensayos de campo para la identificación de suelos



Fuente: Selección de suelos. Prácticas de campo - Red Argentina Protierra 2020

Figura 5: Realización de ensayos de campo para la identificación de suelos



Fuente: Elaboración Propia

Extracción de las muestras

Para extraer las muestras de suelo, se empleó el ensayo de campo denominado método de calicatas, siguiendo la recomendación dada en el Manual de Ensayo de Materiales del MTC E 10 [24], en donde se indica que para extraer una muestra de suelo in situ, se realizan calicatas a la profundidad deseada, previniendo desprendimientos de las paredes laterales de la misma. Aquí además se tomó otra consideración dada en el Manual de Carreteras del MTC/14 [25], que menciona que, por cada 1 km a analizar, se deben realizar 3 calicatas con una profundidad de 1.50 m. Y es así como se determinó el número de calicatas a hacer en el tramo a analizar y a que profundidad. La ubicación de cada calicata se encuentra dada en la Tabla 8 que se muestra a continuación:

Tabla 8: Coordenadas de ubicación de las calicatas

| | LATITUD | LONGITUD |
|-----|---------------|----------------|
| C-1 | 6°47'55.31" S | 78°47'16.43" O |
| C-2 | 6°47'47.20" S | 78°47'21.31" O |
| C-3 | 6°47'41.45" S | 78°47'24.47" O |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 8, tenemos las coordenadas de ubicación tanto en latitud como longitud de las calicatas realizadas y que se emplearon en esta investigación.

Figura 6: Método de la Calicata.



Fuente: Elaboración propia

La calicata C -1, ubicada en una latitud de $6^{\circ}47'55.31''$ S y a una longitud de $78^{\circ}47'16.43''$ O en el tramo que une los distritos de Catilluc y Tongod.

Figura 7: Calicata C-1.



Fuente: Elaboración propia

La calicata C -2, ubicada en una latitud de $6^{\circ}47'47.20''$ S y a una longitud de $78^{\circ}47'21.31''$ O del tramo anteriormente mencionado.

Figura 8: Calicata C-2.



Fuente: Elaboración propia

Y la calicata C-3 ubicada en una latitud de $6^{\circ}47'41.45''$ S y a una longitud de $78^{\circ}47'24.47''$ O en el tramo ya mencionado.

Figura 9: Calicata C-3.



Fuente: Elaboración propia

Una vez extraídas todos los especímenes, fueron transportados desde su lugar de origen hasta la ciudad de Chiclayo en dónde se procedió con su molienda al tratarse de grandes partes de suelo, y posterior soleado y secado al aire libre. Luego fueron llevadas a las instalaciones de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo – USAT para ser ensayadas.

Ensayos de laboratorio

Ensayos para caracterizar las muestras de suelo

Contenido de Humedad

Para empezar, lo que se realizó, siguiendo la NTP 339.127 [26], fue colocar una muestra de aproximadamente entre 1 kg a 2 kg de cada calicata en un horno, la cual fue pesada y luego colocada al horno a una temperatura de 120° C por 24 horas, luego será retirada y pesada para determinar su contenido de humedad.

Figura 10: Muestras de Calicatas para contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia

Análisis Granulométrico

Se tomó como referencia la NTP 339.128 [27]. Para el análisis granulométrico, previamente se lavó la muestra a través de la malla N°200 y se secó por un día a una temperatura de 120° C.

La muestra seca, es retirada del horno, se la dejó enfriar por unos minutos y se procede a tamizarla.

Los tamices a emplear, al tratarse de suelos arcillosos, serán el tamiz N°10, tamiz N°20, tamiz N°40, tamiz N°50, tamiz N°100, tamiz N°200 y el fondo, como se observa en la figura 11 y se tamizó de manera lateral y con el método de golpeteo, tal como se ve en la figura 12.

Una vez tamizado, se pesará en la balanza la porción de muestra de suelo retenida en cada malla y se verificará que la sumatoria de todos los pesos sea la misma que el peso total de la muestra total empleada.

El análisis granulométrico se realizó para todas las muestras extraídas de cada calicata.

Figura 11: Juego de tamices empleado para el análisis granulométrico



Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Proceso de tamizado



Fuente: Elaboración propia

Gravedad específica

Este ensayo se hizo para todas las muestras del suelo natural extraídas, según el procedimiento de la NTP 339.131. [28]

Al realizarse en suelos arcillosos, la gravedad específica se determinó en base al volumen que ocupa la fiola, empleando la relación 1:5, es decir, la fiola como es de 250 ml, el contenido de suelo a emplear fue de 50 gr, los cuales previamente fueron secados en el horno.

Una vez que se colocó la muestra en el agua, se agitó la fiola hasta que no quede burbujas de aire en su interior, y también se puede colocar el agua en un calentador hasta que esta ebulle para asegurarse de que salga toda el agua. Luego se deja reposar ahí por 24 horas y se pesará.

Figura 13: Fiola para gravedad específica



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Ebullición para liberar aire



Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Fiolas usadas para gravedad específica



Fuente: Elaboración propia

Límites de Atterberg

Para este ensayo se tomó como referencia la norma NTP 399.129. [29]

El ensayo de límites de Atterberg se realizó tanto para las muestras de suelo natural como para las muestras con adición, de esta forma se pudo conocer el LL y LP de cada una, y posteriormente su IP, el cual será necesario más adelante en los ensayos del proctor modificado que también se realizaron.

El suelo empleado forma parte del que anteriormente fue secado en el horno, seleccionando aproximadamente 500 gr por cada muestra de calicata, a los cuales se les agrega agua hasta llegar a una consistencia que permita una trabajabilidad adecuada para este ensayo, y se las deja saturar por 24 horas, cubriéndolas para evitar pérdida de humedad.

Figura 16: Muestras saturadas para límites de Atterberg



Fuente: Elaboración propia

Para determinar el LL de cada muestra, se hizo uso de la Copa Casagrande, dando 15, 25 y 35 golpes, dando dos golpes cada un segundo, y cuyas porciones centrales se colocan en taras y al horno para conocer los contenidos de humedades que nos permitirán hallar límite mencionado.

Figura 17: Uso de la Copa Casagrande para límites de Atterberg



Fuente: Elaboración propia

Para el límite plástico, se selecciona la muestra menos húmeda que sea adecuada para manipularse según su trabajabilidad. Luego, se formarán hilos alargados con un diámetro aproximado de 3.2 mm con la palma de la mano, hasta que en estos hilos empiecen a aparecer grietas horizontales, las cuales indican la presencia del límite plástico en la muestra. Cuando ya se tenga varios hilos de suelo

Si estas muestras alargadas muestran grietas, se identifica la presencia del límite plástico en el suelo. En este punto, se tomará una cantidad específica de suelo para secarlo en el horno por 24 horas y determinar la humedad que correspondería al LL.

Para el IP, ya simplemente se resta el valor obtenido entre el LL y LP el cual permitirá conocer el tipo de suelo al que pertenecen las muestras. En esta ocasión dando como resultado que todas las calicatas pertenecen a suelos arcillosos expansivos.

Figura 18: Rollos de 3.2 mm para el límite plástico



Fuente: Elaboración propia

Determinación de los porcentajes de adición a emplear

Para esta parte se tomó como referencia los porcentajes de adición empleados en los antecedentes que se consideraron en esta investigación, así pues, en los antecedentes dados por las investigaciones de Tunque Cruz [6] y Kalkan et al. [4], se emplearon porcentajes de aserrín por debajo del 5%, obteniéndose que ha medida que la cantidad de aserrín aumentaba llegando cerca al 5%, el suelo se volvía menos vulnerable frente a los cambios de volumen que suelen sufrir las arcillas.

Por otra parte, en las investigaciones de Parra et al. [5] y Mohamed et al. [2], se emplearon porcentajes entre 5% y 10% y entre el 10% y 15% de estabilizantes respectivamente, obteniéndose que los resultados más óptimos se presentaban cerca al 5% en el primer caso, pero en el segundo caso era el porcentaje de 15% el más óptimo.

Es así que para esta investigación se consideró tomar porcentajes de 5%, 10% y 15% de aserrín de pino para estabilizar los suelos arcillosos, y por tanto también se tienen que tomar los mismos porcentajes para las adiciones con cal.

Ensayos para determinar las propiedades mecánicas del suelo

Proctor modificado

Aquí se tomó como referencia la ASTM D – 1557 [15]. De este ensayo se realizarán 3 por cada muestra natural de cada calicata, y 3 por cada muestra de suelo con adición, siendo 3 porcentajes diferentes por cada insumo empleado como adición, en este caso 2 insumos que

son el aserrín y la cal, dando 21 proctor modificados por calicata, cada uno con 4 puntos, lo que resulta en un total de 63 proctor modificados con 252 puntos para esta investigación.

Posteriormente, se promediará entre los resultados de contenido óptimo de humedad que correspondan a la misma muestra de suelo, y se obtendrá un cuarto valor de contenido óptimo de humedad, el cual será el empleado para los CBR que posteriormente se realizaron.

Para los proctor, la muestra de suelo empleada debe de ser de 3.5 kg y haber pasado por la malla N°4.

En el caso del proctor con adición, tanto el suelo, como el aserrín y la cal fueron tamizados a través de la malla N°4, y en lo referente al peso, se usaron 3.5 kg y se agregó el porcentaje de adición respecto a ese peso, así, por ejemplo, para el 5% de adición se agregó 175 gr de muestra, para el 10% se agregó 350 gr y para el 15% se adicionó 525 gr de aserrín, lo mismo ocurrió para la adición con cal.

Figura 19: Tamizado a través de la malla N°4



Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de agua a emplear se tomó de acuerdo al IP de cada muestra, y en el caso de adiciones este porcentaje se sacó con respecto al peso total de la muestra que conformaba el suelo más la adición.

Existen 3 tipos de métodos para realizar el proctor modificado, los cuales dependen del tipo de suelo a emplear y el porcentaje de retenidos que quedan en los tamices, en esta ocasión, al tratarse de suelo con grandes cantidades de arcilla, se empleará el proctor tipo A.

Figura 20: Preparación de la muestra a emplear en Proctor



Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Proceso de compactación del Proctor.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Enrazado y pesado del molde con la muestra compactada



Fuente: Elaboración propia

CBR

Basándonos en la norma ASTM D-1883 [16], se realizó los ensayos de CBR tanto a las muestras de suelo en su estado natural, y al suelo con adición.

En esta parte se realizaron 6 CBR para cada uno de los Proctor promedio obtenidos de las muestras naturales y también con los 6 porcentajes de adición que se están investigando, es decir se tendrán 42 CBR por calicata, los cuales conforman un total de 126 CBR para toda esta investigación. El OCH a emplear para cada CBR sale de los resultados obtenidos mediante el ensayo de proctor modificado.

El peso del suelo empleado debe de ser de 5 kg y haber pasado por la malla N°4, aquí también tanto el aserrín como la cal fueron tamizados a través de la malla N°4.

Estos resultados se compararon respecto a la muestra patrón del suelo, la cual fue seleccionada como el suelo natural más desfavorable y que presenta mayor IP.

Figura 23: Moldes de CBR



Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Compactación de suelo para CBR



Fuente: Elaboración propia

Una vez compactado el suelo en los moldes para CBR, se procede a medir su expansión inicial y sumergir en el agua por un periodo de 4 días.

Figura 25: Lecturas de cargas y penetración de CBR



Fuente: Elaboración propia

Corte Directo

Este ensayo se tomó en cuenta, pues tal como lo menciona Mohamed et al. [2], en su investigación, ciertos insumos como el aserrín pueden mejorar la estabilidad y capacidad portante del suelo, pero se debe considerar que este a su vez lo vuelve más vulnerable a la falla por deformación, es por eso que se debe de verificar los efectos del aserrín y la cal.

Este ensayo se realizó únicamente a las muestras de suelo natural, como al suelo con adición más óptimo, es decir que muestren mejores resultados en cuanto a su capacidad portante, para la que previamente tuvo que completarse todos CBR, por lo que fueron seleccionadas la muestra patrón, y la muestra con adición más óptima.

Figura 26: Muestras de suelo consolidada para corte



Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Realización de saturación y posterior corte de la muestra de suelo



Fuente: Elaboración propia

Permeabilidad

Como lo menciona Mohamed et al. [2], en la investigación que realizó acerca de estabilizar suelos con aserrín y cenizas volantes, llegó a la conclusión de que la permeabilidad del suelo expansivo variaba mínimamente luego de agregarle porcentajes de estabilizantes entre 10% a 15%, al punto de que esta variación puede ser despreciada.

Es por ello que, en esta investigación, al estar experimentando con las mismas variables que consideró Mohamed, como lo son los suelos expansivos y el aserrín, se optó por despreciar este ensayo al tener evidencia de que la permeabilidad varía en lo más mínimo luego de que el suelo sea estabilizado.

Compresión no confinada y Ensayo Triaxial

Para esta parte, se tomó en consideración la investigación realizada por Maturrano y Rojas [30], en la cual se hizo un análisis comparativo del ensayo triaxial, compresión no confinada y corte directo para suelos finos, donde obtuvieron resultados que les permitieron concluir que el ensayo de corte directo daba como resultados un menor ángulo de fricción, pero con valores de cohesión muy cercanos y similares entre el ensayo de corte directo y ensayo triaxial. Por otra parte, el ensayo de compresión confinada mostró resultados muy alejados de la realidad al tratarse de suelos finos, pues el ángulo de fricción resulta muy elevado, y una cohesión muy baja, lo cual si se trata de suelos arcillosos es algo ilógico, pues estos se caracterizan por tener una elevada cohesión.

El mismo problema le ocurrió a Chumpitaz [31], al realizar ensayos de compresión confinada en suelos arcillosos, y debido a los datos registrados llegó a la conclusión de que este ensayo no es exacto, pues los resultados obtenidos se alejan bastante del comportamiento típico de un suelo arcilloso, pues al igual que a Maturrano y Rojas [30], el suelo arcilloso supuestamente eran muy firmes, lo cual no es así, porque estos están caracterizados por ser muy susceptibles al cambio y por tanto inestables.

Por todo lo mencionado anteriormente, es que se optó por omitir este ensayo, pues tenemos evidencias de que no sería tan preciso respecto a los resultados cuando se trata de suelos arcillosos. Además de que se realizó el ensayo de corte directo, el que sí da resultados más cercanos a la realidad, y que cuyos datos obtenidos se asemejan muy de cerca a los que obtendrían si se realizara el ensayo triaxial.

Por ello es que en esta investigación el ensayo que se prefirió es corte directo por encima de los otros ensayos como los son el triaxial y la compresión no confinada, pues al tener mejores resultados como una elevada cohesión, aspecto que caracteriza principalmente a los

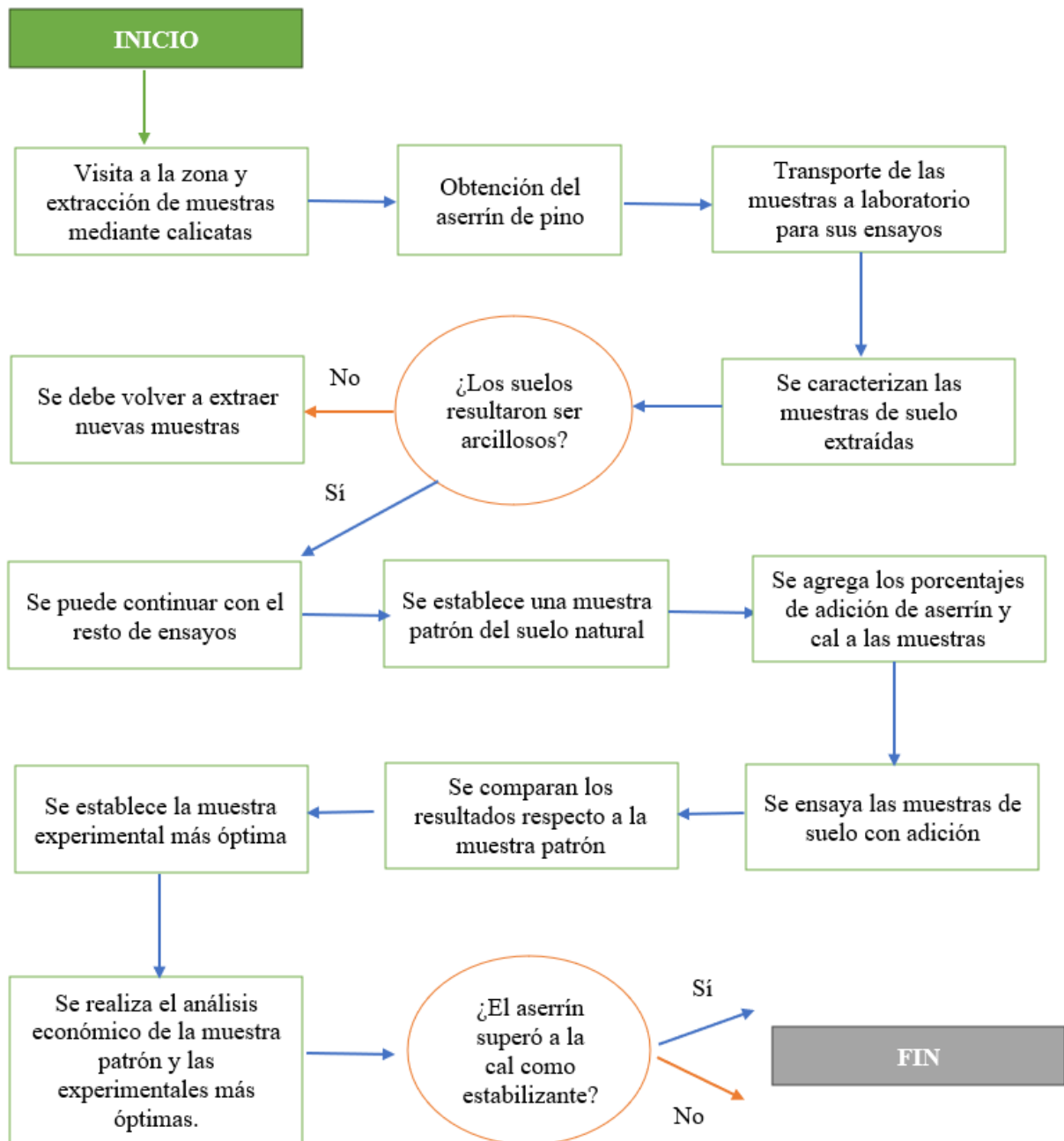
suelos arcillosos y un ángulo de fricción bajo, lo que indica que es un suelo inestable y se debe tener cuidado, por ejemplo, en el caso que se desee colocar una zapata sobre un suelo con un elevado ángulo de fricción, no se requerirá que dicha zapata sea tan robusta, pero en cambio sí se colocará la misma zapata sobre un suelo con ángulo de fricción bajo, se requerirá un mayor espesor de zapata, lo que indica también mayor seguridad y valores más conservadores, Decidiendo así que el ensayo a emplear es el de corte directo, y dejando de lado el triaxial pues muestra resultados similares al corte directo pero menos conservadores, y el de compresión no confinada que como se ha descrito suele generar problemas y obtención de datos erróneos cuando se trata de suelos arcillosos.

Referente al tramo de prueba

En lo que corresponde al tramo de prueba, este será realizado siempre y cuando se compruebe la hipótesis planteada al iniciar esta investigación, por eso es que se realizará el tramo siempre y cuando se demuestre y compruebe que el suelo arcilloso estabilizado con aserrín de pino es superior al suelo arcilloso estabilizado con cal respecto a las propiedades mecánicas que se están tomando en cuenta y siendo analizadas en esta investigación.

Por el contrario, si con los resultados obtenidos, la cal sigue siendo superior al aserrín de pino en lo que se refiere a estabilizar suelos arcillosos, no es necesario hacer el tramo de prueba con cal, puesto que este insumo, como lo mencioné desde un comienzo, ya es el más empleado en proyectos de ingeniería si lo que se busca es estabilizar el suelo, además de que esta ya ha sido comprobada y corroborada con otras investigaciones realizadas.

Figura 28: Flujograma del proceso investigativo



Fuente: Elaboración propia

Resultados

Seguidamente, se detalla todos los resultados obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio para las diferentes muestras obtenidas mediante calicatas con el propósito de cumplir con los objetivos de esta investigación.

Lo que primeramente se hizo fue caracterizar las muestras para obtener las propiedades físicas de los suelos arcillosos que conforman el camino vecinal que une los distritos de Catilluc y Tongod en San Miguel, Cajamarca. Para lo cual se han realizado los ensayos mencionados anteriormente como los son el contenido de humedad, análisis granulométrico, el peso específico, los límites de Atterberg, Proctor modificado, CBR, y el corte directo.

Para cada uno de estos ensayos, al tratarse de suelos, se ha considerado conveniente seguir los parámetros y procedimientos establecidos en las normas técnicas que correspondan a cada uno, y que serán mencionadas con el desarrollo de cada ensayo, los cuales se detallan a continuación, con sus respectivos resultados obtenidos.

Ensayo de contenido de humedad:

Este ensayo fue realizado en base a la NTP 339.127, la que a su vez está relacionada a la ASTM D53, obteniendo los siguientes resultados por calicata:

Calicata N°1:

Tabla 9: Contenido de humedad de la calicata N°1

| Contenido de Humedad | |
|-------------------------------|----------------|
| N° Tara = | 9 |
| W _{tara} = | 79.47 gr |
| W _{tara + mhumeda} = | 1147.69 gr |
| W _{tara + mseca} = | 947.40 gr |
| % Humedad = | 23.08 % |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se presenta el contenido de humedad para la calicata N°1, obteniéndose que esta presenta un % de humedad de 23.08%, lo que significa que casi la cuarta parte de la muestra está conformada por agua, y es la muestra que mayor porcentaje de humedad tiene respecto a las otras.

Calicata N°2:

Tabla 10: Contenido de humedad de la calicata N°2

| Contenido de Humedad | |
|-------------------------------|----------------|
| N° Tara = | 6 |
| W _{tara} = | 76.57 gr |
| W _{tara + mhumeda} = | 1505.88 gr |
| W _{tara + mseca} = | 1366.95 gr |
| % Humedad = | 10.77 % |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 10, se observa que el contenido de humedad de la calicata N°2 es de 10.77%, siendo la muestra que menor porcentaje de humedad tiene.

Calicata N°3:

Tabla 11: Contenido de humedad de la calicata N°3

| Contenido de Humedad | |
|-------------------------------|----------------|
| N° Tara = | 1 |
| W _{tara} = | 82.39 gr |
| W _{tara + mhumeda} = | 1205.61 gr |
| W _{tara + mseca} = | 1001.26 gr |
| % Humedad = | 22.24 % |

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla 11, el contenido de humedad resultante para la calicata N°03 es de 22.24%.

Ensayo de análisis granulométrico:

Para este ensayo, se siguió lo establecido en la NTP 399.129, la cual se relaciona con la ASTM E11, lográndose obtener los siguientes resultados:

Calicata N°1:

Tabla 12: Análisis granulométrico de la calicata N°1

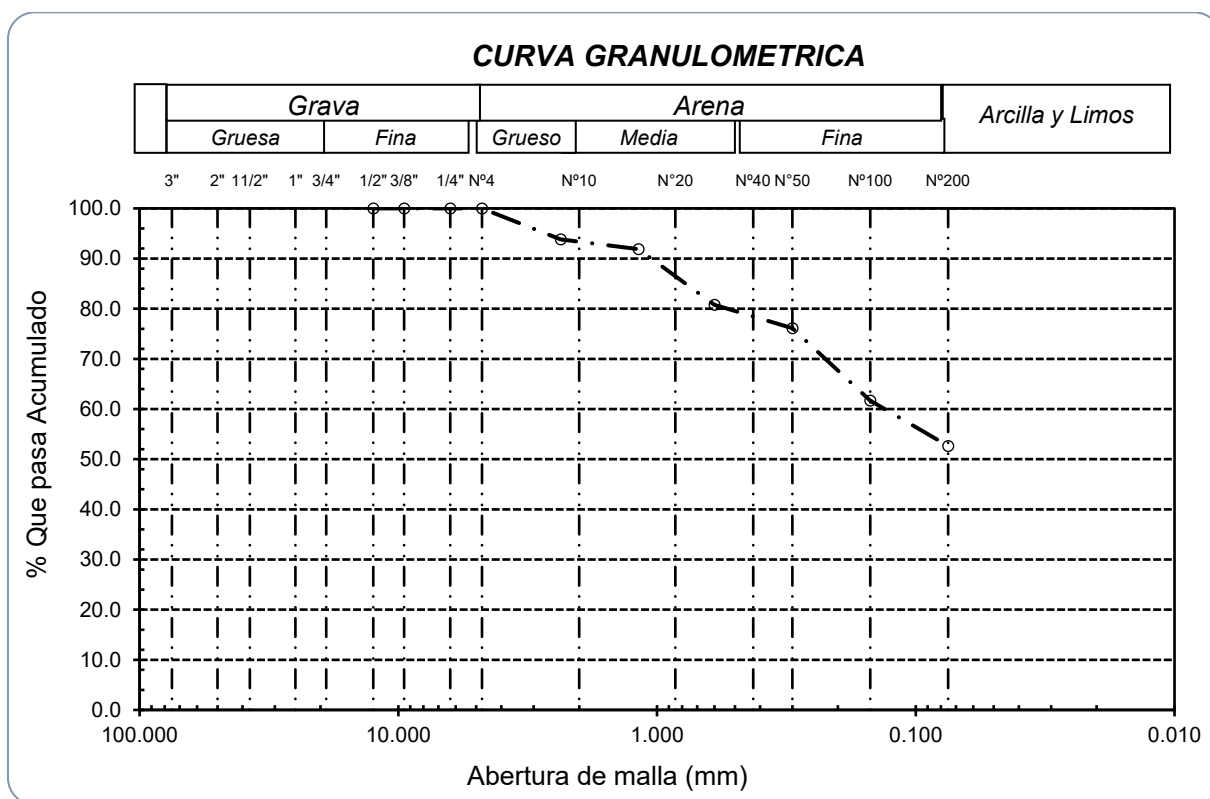
| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|------------------|--------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |

| | | | |
|------------------------------------|------------------|------|-------|
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| Nª 4 | 4.750 | 0.0 | 100.0 |
| Nª 10 | 2.000 | 6.2 | 93.8 |
| Nª 20 | 0.850 | 8.1 | 91.9 |
| Nº 40 | 0.425 | 19.2 | 80.8 |
| Nº 50 | 0.300 | 23.9 | 76.1 |
| Nª 100 | 0.150 | 38.3 | 61.7 |
| Nº 200 | 0.075 | 47.4 | 52.6 |
| Distribución granulométrica | | | |
| % Grava | G.G. % | 0.0 | |
| | G. F % | 0.0 | 0.0 |
| | A.G % | 6.2 | |
| % Arena | A.M % | 13.1 | |
| | A.F % | 28.1 | 47.4 |
| | % Arcilla y Limo | 52.6 | 52.6 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | | 23.1 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12, se muestran los resultados del análisis granulométrico de la muestra de suelo correspondiente a la calicata N°01, en donde se aprecia que está conformada en mayor proporción por partículas más pequeñas que 0.300 mm, pues como se observa, es la malla N°200 la que tiene mayor porcentaje de peso retenido. Así también se observa la distribución granulométrica, definiendo que se trata de un suelo arcilloso arenoso.

Gráfico 1: Curva granulométrica de la calicata N°1



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 1, se observa la curva granulométrica de la calicata N°01.

Calicata N°2:

Tabla 13: Análisis granulométrico de la calicata N°2

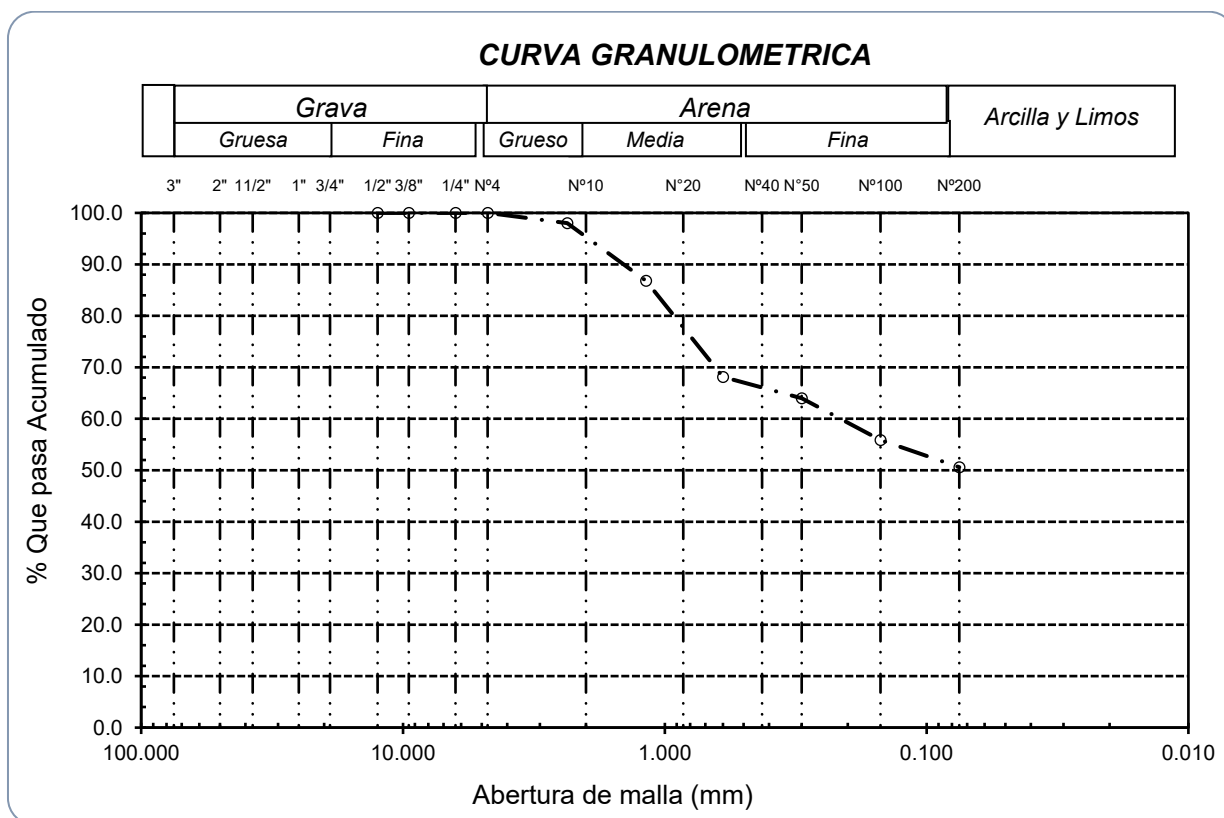
| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|---------------|--------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| Nª 4 | 4.750 | 0.0 | 100.0 |
| Nª 10 | 2.000 | 2.0 | 98.0 |
| Nª 20 | 0.850 | 13.2 | 86.8 |
| Nº 40 | 0.425 | 31.9 | 68.1 |
| Nº 50 | 0.300 | 36.0 | 64.0 |
| Nª 100 | 0.150 | 44.1 | 55.9 |
| Nº 200 | 0.075 | 49.4 | 50.6 |

| Distribución granulométrica | | | |
|------------------------------------|--------|------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | |
| | G. F % | 0.0 | 0.0 |
| | A.G % | 2.0 | |
| % Arena | A.M % | 29.9 | |
| | A.F % | 17.5 | 49.4 |
| % Arcilla y Limo | | 50.6 | 50.6 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | | 10.8 |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 13, se observan los resultados del análisis granulométrico de la muestra de suelo correspondiente a la calicata N°2, en donde se aprecia que está conformada en mayor proporción por partículas alrededor de los 300mm, pues como se observa, es la malla N°100 y N°200 la que tiene mayor porcentaje de peso retenido. Además, en su distribución granulométrica, se puede apreciar que se trata de un suelo arcilloso arenoso.

Gráfico 2: Curva granulométrica de la calicata N °2



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 2, se observa la curva granulométrica de la calicata N°02.

Calicata N°3:

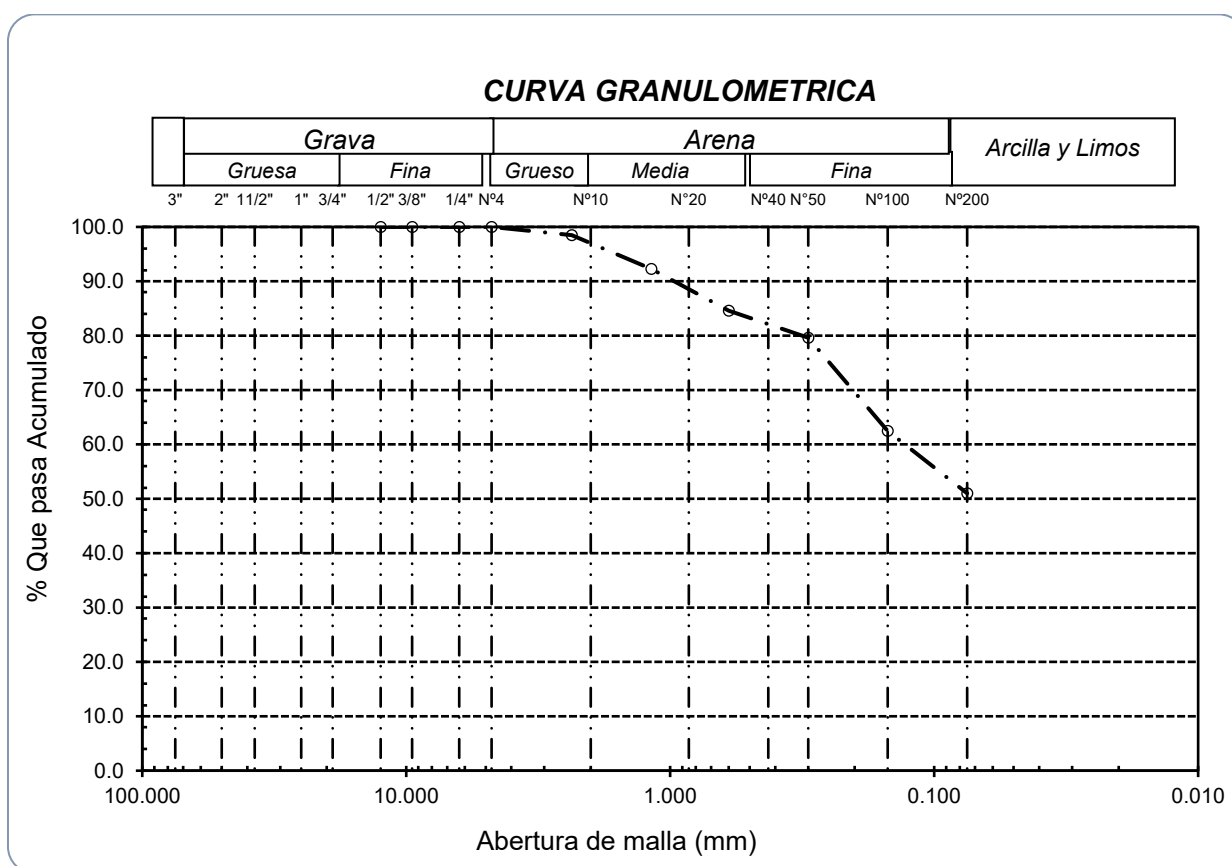
Tabla 14: Análisis granulométrico de la calicata N°3

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|---|------------------|--------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| Nª 4 | 4.750 | 0.0 | 100.0 |
| Nª 10 | 2.000 | 1.5 | 98.5 |
| Nª 20 | 0.850 | 7.7 | 92.3 |
| Nº 40 | 0.425 | 15.4 | 84.6 |
| Nº 50 | 0.300 | 20.4 | 79.6 |
| Nª 100 | 0.150 | 37.5 | 62.5 |
| Nº 200 | 0.075 | 49.0 | 51.0 |
| Distribución granulométrica | | | |
| % Grava | G.G. % | 0.0 | |
| | G. F % | 0.0 | 0.0 |
| | A.G % | 1.5 | |
| % Arena | A.M % | 13.9 | |
| | A.F % | 33.6 | 49.0 |
| | % Arcilla y Limo | 51.0 | 51.0 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | | 22.2 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14, se aprecia el análisis granulométrico de la muestra de suelo correspondiente a la calicata N°03, en donde se observa que está conformada en mayor proporción por partículas alrededor de los 0.075 mm, pues como se ve, el mayor porcentaje de peso retenido se encuentra en la malla N°200.

Gráfico 3: Curva granulométrica de la calicata N°3



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 3, se observa la curva granulométrica de la calicata N°03.

Límites de Atterberg

Para llevar a cabo este ensayo, se aplicaron las pautas definidas en la NTP 399.129 para límites líquido y plástico, resultando en la obtención de los datos siguientes.

Calicata N°01:

Tabla 15: Límites de consistencia de C-1

| | CALICATA N°01 | | | | | | |
|----|---------------|-------------|--------------|--------------|---------|----------|----------|
| | Mnatural | +5% Aserrín | +10% Aserrín | +15% Aserrín | +5% Cal | +10% Cal | +15% Cal |
| LL | 54.22 | 47.00 | 45.07 | 41.15 | 45.67 | 42.55 | 39.72 |
| LP | 27.77 | 29.27 | 30.79 | 32.26 | 31.50 | 32.44 | 34.98 |
| IP | 26.45 | 17.73 | 14.28 | 8.89 | 14.17 | 10.11 | 4.74 |

Fuente: Elaboración propia.

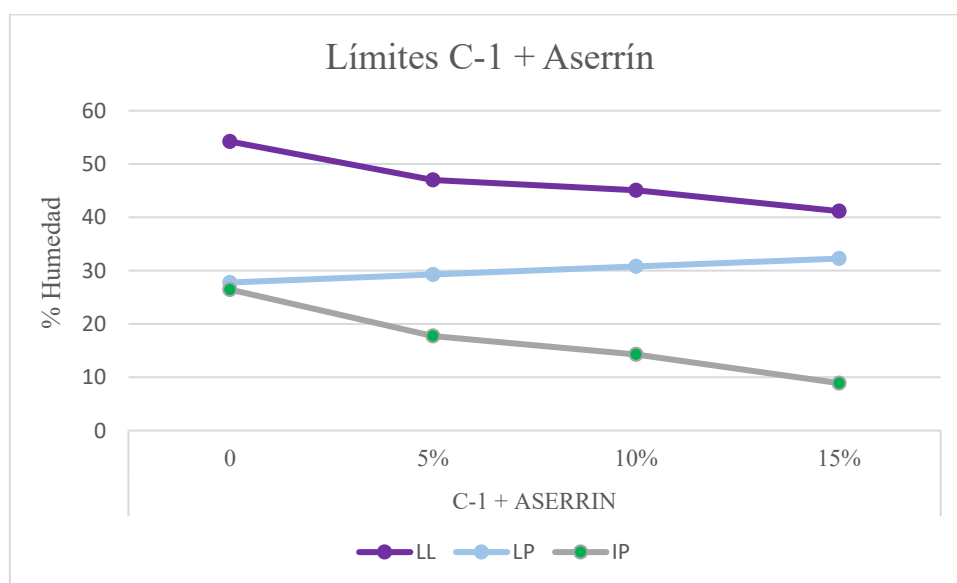
Como se observa en la Tabla 15, la muestra natural de la Calicata N°01 tiene un valor elevado de IP, siendo de 26.45, por lo que se entiende por se trata de una arcilla arenosa de alta plasticidad. Así mismo, se aprecia como el límite líquido de la muestra natural va disminuyendo conforme aumenta el porcentaje de adición, es así como de 54.22 disminuye a 41.15 como valor de límite líquido con aserrín, y con la cal disminuye aún más, bajando hasta 39.72 con 15% cal.

En lo referente al límite plástico, podemos observar que sucede todo lo contrario al LL, pues en este caso, el LP va aumentando, siendo así que con 15% de aserrín pasa de 27.77 a 32.26, y llega a 34.98 con 15% de cal.

Como consecuencia de ello, observamos una variación significativa en el IP, pues baja drásticamente desde los 26.45 hasta los 8.89 con 15% de aserrín, y hasta los 4.74 con 15% de cal, considerándose que mejoró la calidad del suelo significativamente.

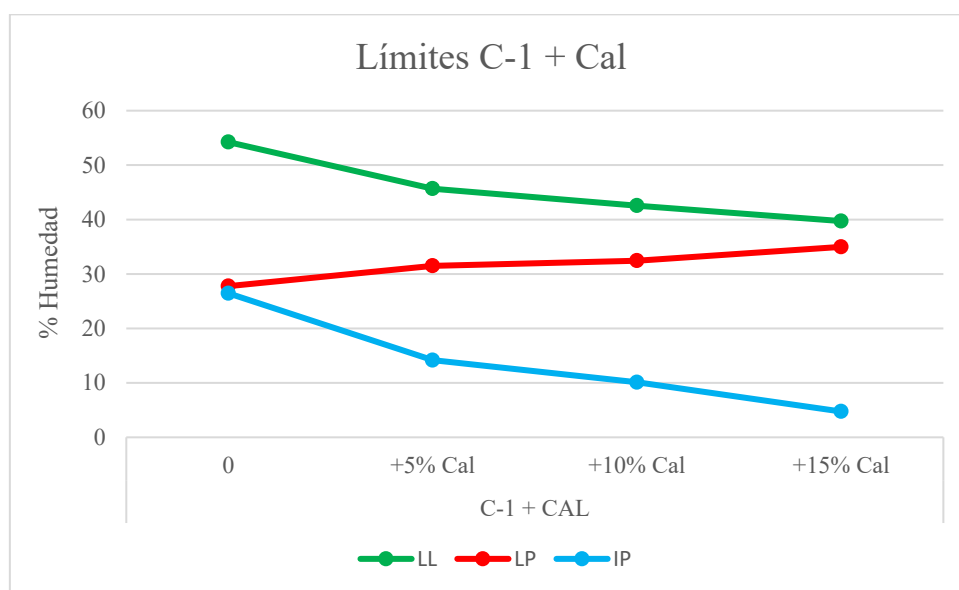
Lo mencionado se puede observar de manera gráfica en lo que se muestra a continuación:

Gráfico 4: Límites de consistencia C1 + % Aserrín



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5: Límites de consistencia C1 + % Cal



Fuente: Elaboración propia.

Calicata N°02:

Tabla 16: Límites de Consistencia de C-2

| | CALICATA N°02 | | | | | | |
|----|---------------|-------------|--------------|--------------|---------|----------|----------|
| | Mnatural | +5% Aserrín | +10% Aserrín | +15% Aserrín | +5% Cal | +10% Cal | +15% Cal |
| LL | 55.88 | 50.48 | 48.89 | 45.13 | 46.30 | 44.07 | 40.04 |
| LP | 29.40 | 30.28 | 32.86 | 35.56 | 31.62 | 33.92 | 36.20 |
| IP | 26.48 | 20.20 | 16.03 | 9.57 | 14.68 | 10.15 | 3.84 |

Fuente: Elaboración propia.

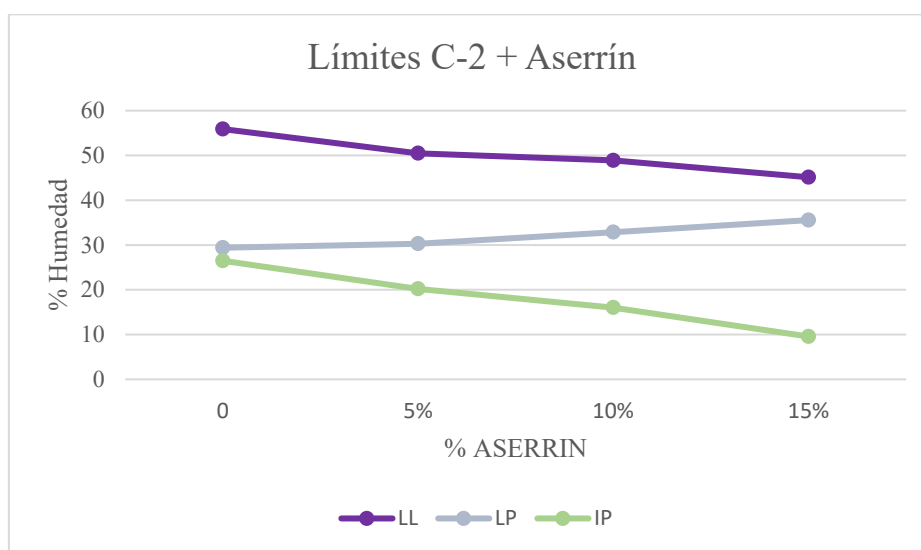
En la Tabla 16, se puede apreciar un comportamiento en los límites de consistencia, similar al presentado en la C-1, pues para la C-2, ocurre lo mismo que con un mayor porcentaje de adición, menor será el límite líquido de esta muestra de suelo, pasando de 55.88 a 45.13 con 15% de aserrín, y a 40.04 con 15% de cal.

En lo que corresponde a límite plástico, este tiene la tendencia de aumentar cuando mayor sea el porcentaje de adición, es así que de 29.4 de LP en la muestra natural, sube a los 35.56 de muestra adicionando el 15% de aserrín, y llega a los 36.2 de LP cuando se trata de la muestra con el 15% de cal.

Consecuentemente, el índice de plasticidad tiende a bajar en ambos casos, llegando hasta 9.57 en el caso de 15% de aserrín, y 3.84 con 15% de cal.

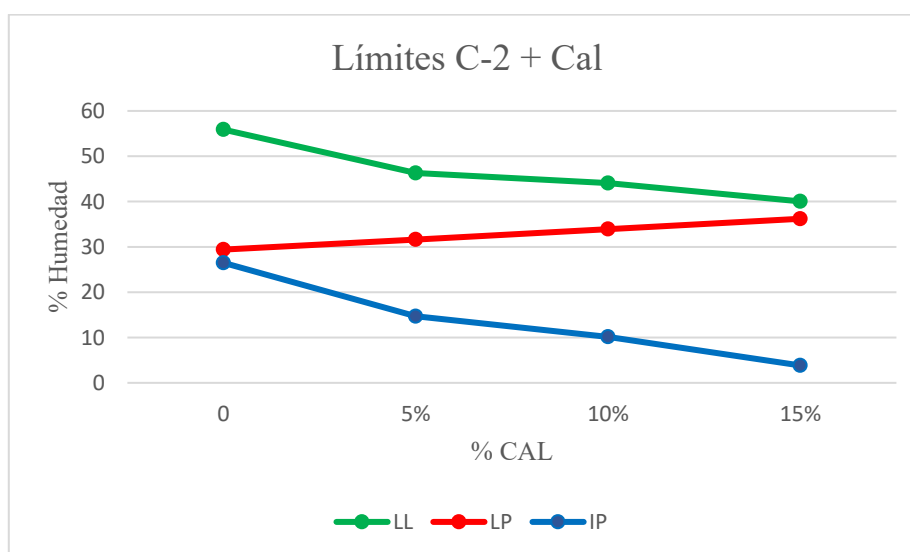
Estos resultados, se pueden apreciar en los gráficos a continuación:

Gráfico 6: Límites de consistencia C2 + % Aserrín



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7: Límites de consistencia C2 + % Cal



Fuente: Elaboración propia.

Calicata N°03:

Tabla 17: Límites de Consistencia de C-3

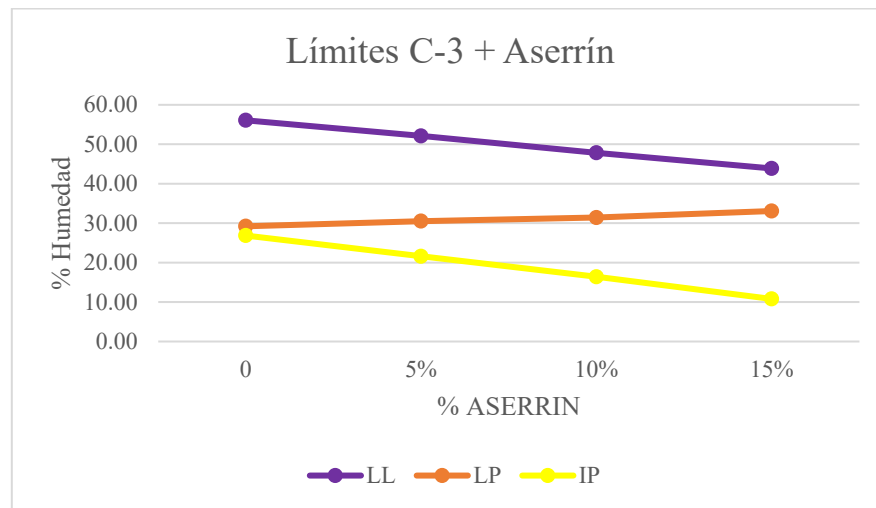
| | CALICATA N°03 | | | | | | |
|----|---------------|-------------|--------------|--------------|---------|----------|----------|
| | Mnatural | +5% Aserrín | +10% Aserrín | +15% Aserrín | +5% Cal | +10% Cal | +15% Cal |
| LL | 56.07 | 52.12 | 47.84 | 43.87 | 47.49 | 43.02 | 39.10 |
| LP | 29.21 | 30.51 | 31.43 | 33.08 | 31.25 | 32.60 | 34.50 |
| IP | 26.86 | 21.61 | 16.41 | 10.79 | 16.24 | 10.42 | 4.60 |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 17 presenta los resultados de los límites de consistencia para la C-3, en donde se observa un comportamiento similar a las anteriores calicatas, pues se trata de un suelo de alta plasticidad, pero su IP va disminuyendo conforme se le aumenta los porcentajes de adición. Como se observa, dicho IP inicia en 26.86, y baja hasta 10.79 cuando se trata de 15% de aserrín, y hasta 4.60 con el 15% de cal, esto debido a que, a mayor porcentaje de adición, los límites líquidos van disminuyendo, viéndose que baja de 56.07 a 43.87 con 15% de aserrín, y hasta 39.10 con 15% de cal. Y los límites plásticos, aumentan junto con los porcentajes de adición, pasando de 29.21 a 33.08 con 15% aserrín, y hasta 34.50 con 15% de cal. Y los límites plásticos, aumentan junto con los porcentajes de adición, pasando de 29.21 a 33.08 con 15% aserrín, y hasta 34.50 con 15% de cal.

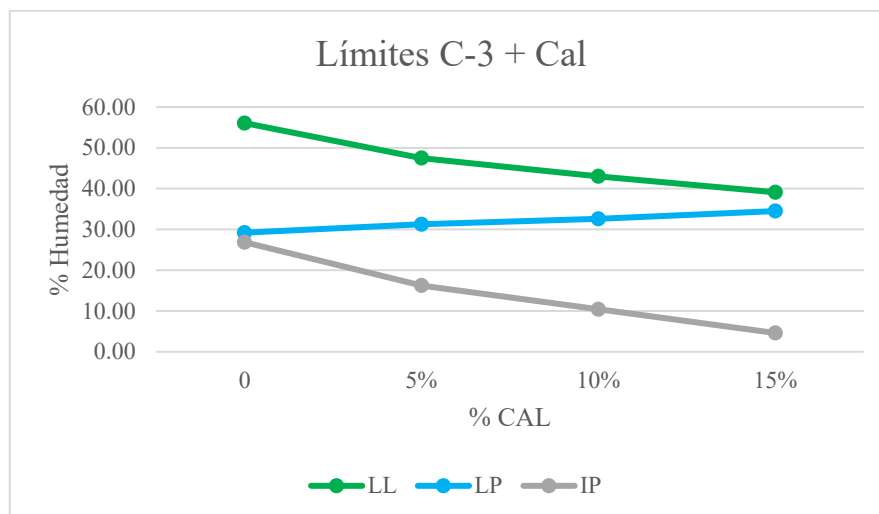
Todas estas variaciones se pueden apreciar en los gráficos mostrados a continuación:

Gráfico 8: Límites de consistencia C3 + % Aserrín



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9: Límites de consistencia C3 + % Cal



Fuente: Elaboración propia.

Gravedad Específica

El ensayo se realizó basándose en la NTP 339.131, y se obtuvo los siguientes resultados.

Calicata N°1:

Tabla 18: Gravedad específica para la calicata N°1

| CALICATA C-1 | | C-01 |
|--|-------------------|-------------|
| 1. N° de fiola | | F-1 |
| 2. Peso de la fiola | g. | 91.55 |
| 3. Peso de la muestra de suelo - seco | g. | 50 |
| 4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola | g. | 141.55 |
| 5. Peso de la muestra + Fiola + agua | g. | 371.65 |
| 6. Peso de la fiola + peso de agua | g. | 341.55 |
| 7. Peso específico relativo de sólidos (Gs) | g/cm ³ | 2.51 |

Fuente: Elaboración propia.

Para la Calicata N°1, se obtuvo una gravedad específica de 2.51 gm/cm³ tal y como se muestra en la Tabla 18.

Calicata N°2:

Tabla 19: Gravedad específica para la calicata N°2

| CALICATA C-2 | | C-02 |
|--|-------------------|-------------|
| 1. N° de fiola | | F-2 |
| 2. Peso de la fiola | g. | 89.05 |
| 3. Peso de la muestra de suelo - seco | g. | 50 |
| 4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola | g. | 139.05 |
| 5. Peso de la muestra + Fiola + agua | g. | 368.38 |
| 6. Peso de la fiola + peso de agua | g. | 339.05 |
| 7. Peso específico relativo de sólidos (Gs) | g/cm ³ | 2.42 |

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo una gravedad específica de 2.42 g/cm³ para la calicata N°2, tal y como se muestra en la Tabla 19.

Calicata N°3:

Tabla 20: Gravedad específica para la calicata N°3

| CALICATA C-3 | | C-03 |
|---------------------------------------|----|-------------|
| 1. N° de fiola | | F-3 |
| 2. Peso de la fiola | g. | 102.91 |
| 3. Peso de la muestra de suelo - seco | g. | 50 |

| | | |
|--|-------------------|-------------|
| 4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola | g. | 152.91 |
| 5. Peso de la muestra + Fiola + agua | g. | 381.99 |
| 6. Peso de la fiola + peso de agua | g. | 352.9 |
| 7. Peso específico relativo de sólidos (Gs) | g/cm ³ | 2.39 |

Fuente: Elaboración propia.

La gravedad específica para la calicata N°3 es de 2.39 g/cm³ según la Tabla 20.

Clasificación de los suelos

Según su índice de plasticidad:

De acuerdo a la Tabla 2, se puede clasificar los suelos respecto a su índice de plasticidad, así obtenemos la siguiente clasificación para las muestras tomadas de las calicatas.

- Como la Calicata N°01 obtuvo un IP de 26.45, siendo mayor que 20, lo que hace saber que se trata de un suelo muy arcilloso.
- Para la Calicata N°02, de similar manera se obtuvo un IP de 26.48, por tanto, se entiende que también es un suelo muy arcilloso.
- En la Calicata N°03, el IP obtenido es de 26.86, perteneciendo también al grupo de suelos muy arcillosos.

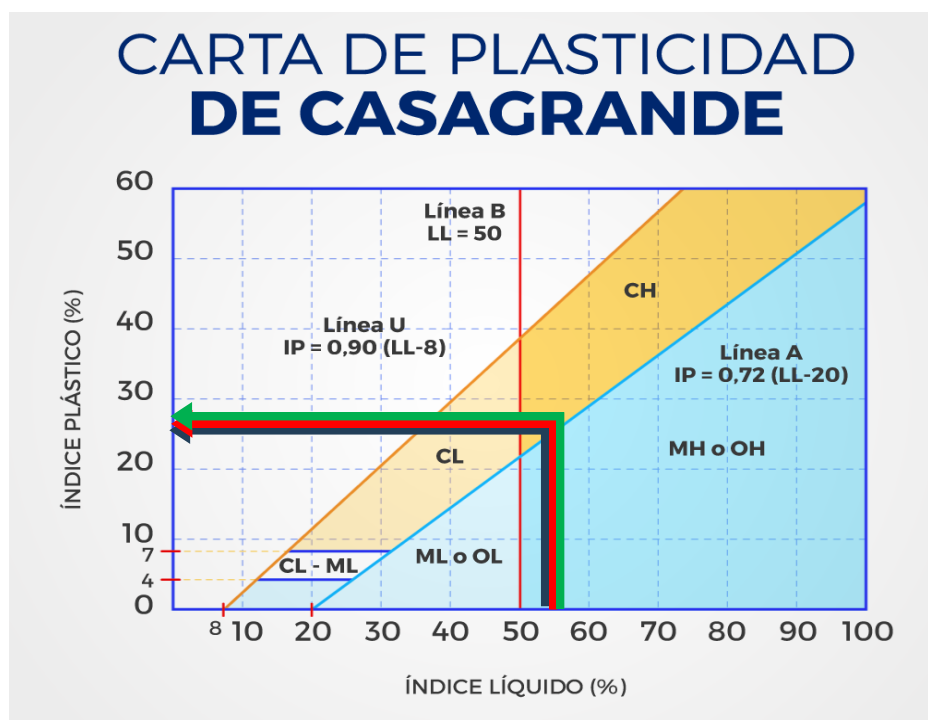
Clasificación SUCS de suelos:

En esta parte, haremos uso de la carta de plasticidad de Casagrande y de la Tabla 2.

Tabla 21: Clasificación de muestras de suelos

| | IP | Límite Líquido | Característica | Color |
|---------------|-------|----------------|-----------------------|--------------|
| Muestra C - 1 | 26.45 | 54.22 | Suelos muy arcillosos | Flecha Azul |
| Muestra C - 2 | 26.48 | 55.88 | Suelos muy arcillosos | Flecha Roja |
| Muestra C - 3 | 26.86 | 56.07 | Suelos muy arcillosos | Flecha Verde |

Gráfico 10: Carta de plasticidad de Casagrande



Fuente: Carta de Casagrande.

El gráfico 10, muestra la representación de la Tabla 21, en donde producto de la intersección del límite líquido con el índice plástico para las 3 muestras, se obtiene que todas se ubican en la porción denominada CH, lo cual, si nos dirigimos a la Tabla 3 correspondiente a la clasificación SUCS, nos indica que CH se refiere a una arcilla expansiva.

Clasificación de suelos AASHTO:

En esta parte emplearemos la Tabla 4 junto con el análisis granulométrico de la muestra al ser lavada a través de la malla N°200, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 22: Clasificación AASHTO de suelos según el % que pasa

| | Peso muestra | Peso lavado | % que pasa | Clasificación |
|---------------|--------------|-------------|------------|---------------|
| Muestra C - 1 | 500.00 | 71.05 | 85.79 | Suelos finos |
| Muestra C - 2 | 500.00 | 74.11 | 85.18 | Suelos finos |
| Muestra C - 3 | 500.00 | 73.49 | 85.30 | Suelos finos |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 22, para la clasificación AASHTO según el % que pasa, todas las muestras resultaron ser suelos finos.

Ahora también al clasificar los suelos bajo el mismo sistema AASHTO, para la cual usaremos la tabla 4 pero tomando en cuenta su límite líquido e IP, se obtiene la siguiente clasificación:

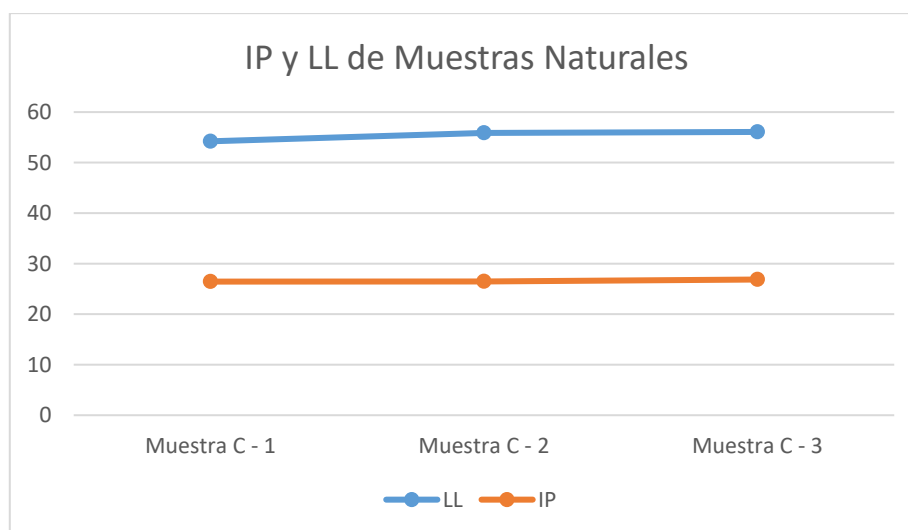
Tabla 23: Clasificación de suelos AASHTO, considerando su LL e IP

| | Límite Líquido | | Índice de plasticidad | |
|---------------|----------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | LL | Clasificación | IP | Clasificación |
| Muestra C - 1 | 54.22 | Suelos arcillosos | 26.45 | Suelos arcillosos |
| Muestra C - 2 | 55.88 | Suelos arcillosos | 26.48 | Suelos arcillosos |
| Muestra C - 3 | 56.07 | Suelos arcillosos | 26.86 | Suelos arcillosos |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 23, se observa que todas las muestras de suelo escogidos corresponden a ser suelos arcillosos, según sus valores de LL e IP, que se aprecian en el gráfico a continuación:


Gráfico 11: IP y LL de Muestras Naturales



Como se observa, de la clasificación realizada a los suelos que son objeto de estudio, en las Tablas 21, 22 y 23, y en los Gráficos 10 y 11, se garantiza que estos suelos sí son arcillosos, pues los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio así lo demuestran, asegurando además que el tipo de suelo no se haya visto afectado por algún proceso natural como es el de la pedogénesis, pues los ensayos para la caracterización de suelos realizados lo evidencian y nos dan la confiabilidad de que esta investigación está siendo realizada con suelos arcillosos.

Perfiles estratigráficos de las calicatas:


Gráfico 12: Perfil estratigráfico de la calicata C-1

| Profundidad (m) | | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS |
|-----------------|------|--------------------|------------|--|--------------------|
| 0.0 | | | | | |
| 0.2 | 0.20 | A | M - 1 |  | OL |
| 0.4 | | C | | CH | |
| 0.5 | 0.50 | I | | | |
| 0.6 | | E | | | |
| 0.8 | L | | | | |
| 1.0 | O | | | | |
| 1.2 | A | | | | |
| 1.4 | B | | | | |
| 1.5 | 1.50 | I | | | |
| | | E | | | |
| | | R | | | |
| | | T | | | |
| | | O | | | |

Fuente: Elaboración propia

Como nos muestra el gráfico 12, la calicata C-1 está conformada únicamente por un estrato de arcilla de alta plasticidad, puesto que los primeros 20 cm de excavación fueron desechados al notarse la presencia de vegetación y restos orgánicos.

Gráfico 13: Perfil estratigráfico de la calicata C-2

| Profundidad (m) | | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS |
|-----------------|------|--------------------|------------|--|--------------------|
| 0.0 | | | | | |
| 0.2 | 0.20 | A | M - 2 |  | OL |
| 0.4 | | C | | CH | |
| 0.5 | 0.50 | I | | | |
| 0.6 | | E | | | |
| 0.8 | L | | | | |
| 1.0 | O | | | | |
| 1.2 | A | | | | |
| 1.4 | B | | | | |
| 1.5 | 1.50 | I | | | |
| | | E | | | |
| | | R | | | |
| | | T | | | |
| | | O | | | |

Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 13, la calicata C-2 también está conformada únicamente por un estrado de arcilla de alta plasticidad, y de igual manera, los primeros 20 cm de excavación fueron desechados.

Gráfico 14: Perfil estratigráfico de la calicata C-3

| Profundidad (m) | | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS |
|-----------------|------|--------------------|------------|---------|--------------------|
| 0.0 | 0.20 | A | M - 3 | | OL |
| 0.2 | | C | | | |
| 0.4 | | I | | | |
| 0.5 | 0.50 | E | | | |
| 0.6 | | L | | | |
| 0.8 | | O | | | |
| 1.0 | | A | | | |
| 1.2 | | B | | | |
| 1.4 | | I | CH | | |
| 1.5 | 1.50 | E | | | |
| | | R | | | |
| | | T | | | |
| | | O | | | |

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 14, se muestra como la calicata C-3 está conformada por un estrado de arcilla de alta plasticidad, y de igual manera, los primeros 20 cm fueron desechados por contener materia orgánica.

Proctor Modificado:

Una vez teniendo clasificados todos los suelos y obtenido el índice de plasticidad, se procede a realizar el ensayo de proctor modificado, en este caso Tipo A, correspondiente para suelos y arcillas. Para la metodología se usó de apoyo la NTP 339.141 y la ASTM D-1557. Obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 24: Resultados de proctor modificado de las muestras naturales

| | Máxima Densidad Seca | Óptimo contenido de humedad |
|--------------|----------------------|-----------------------------|
| Calicata Nº1 | 1.688 | 13.162 |
| Calicata Nº2 | 1.680 | 13.215 |
| Calicata Nº3 | 1.600 | 13.045 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la Tabla 24, se obtuvieron del promedio MDS y OCH obtenidos de los 3 Proctor Modificados realizados para cada una de las muestras naturales de cada calicata.

Como observamos, las densidades máximas secas obtenidas para el suelo en estado natural se encuentran entre 1.600 y 1.688, así como sus contenidos óptimos de humedad oscilan entre 13.045% y 13.215%.

Este mismo ensayo fue realizado para cada las muestras naturales adicionándoles el 5, 10% y 15% de aserrín, y los mismos porcentajes en adición de cal. De estos ensayos tenemos los siguientes resultados:

Tabla 25: Resultados de proctor modificado de C-1 + Adición

| CALICATA N°1 | | |
|--------------|----------------------|-----------------------------|
| | Máxima Densidad Seca | Óptimo contenido de humedad |
| +5% aserrín | 1.643 | 14.047 |
| +10% aserrín | 1.622 | 15.161 |
| +15% aserrín | 1.598 | 15.670 |
| +5% cal | 1.768 | 14.100 |
| +10% cal | 1.829 | 15.185 |
| +15% cal | 1.871 | 15.866 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 25, muestra los resultados obtenidos de MDS Y OCH para la C-1 con adiciones. Es así que la MDS para el aserrín se obtuvo con el 5% de esta adición, dando un valor de 1.643. Por el contrario, la MDS con la adición de cal, se obtuvo para el 15%, dando un resultado de 1.871.

Con respecto a los OCH se obtuvieron valores entre 14.047 y 15.670 para los porcentajes de aserrín, y entre 14.100 y 15.866 para los porcentajes de adición con cal.

A comparación de los resultados obtenidos para la muestra natural de la C-1 y que están especificados en la tabla 24, notamos que las MDS van disminuyendo según se le va aumentando el porcentaje de aserrín, en cambio estas densidades van en aumento cuando se trata de los porcentajes de cal.

En cuanto a los óptimos contenidos de humedad, se puede apreciar que estos aumentan mientras mayor sea el porcentaje para ambas adiciones, a su vez que estos OCH son mayores a los que requiere la muestra natural.

Tabla 26: Resultados de proctor modificado de C-2 + Adición

| CALICATA N°2 | | |
|--------------|----------------------|-----------------------------|
| | Densidad máxima Seca | Óptimo contenido de humedad |
| +5% aserrín | 1.647 | 14.040 |
| +10% aserrín | 1.604 | 14.790 |
| +15% aserrín | 1.563 | 15.268 |
| +5% cal | 1.715 | 14.210 |
| +10% cal | 1.757 | 15.481 |
| +15% cal | 1.797 | 16.064 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26, se dan los resultados obtenidos al realizar los proctor modificados para la C-2, en donde se aprecia que la densidad al adicionar el porcentaje de aserrín, va disminuyendo respecto a la muestra natural, y con los porcentajes de cal va en aumento.

Los óptimos contenidos de humedad, tanto para el aserrín como con la cal, van aumentando conforme mayor sea el porcentaje de adición.

Tabla 27: Resultados de proctor modificado de C-3 + Adición

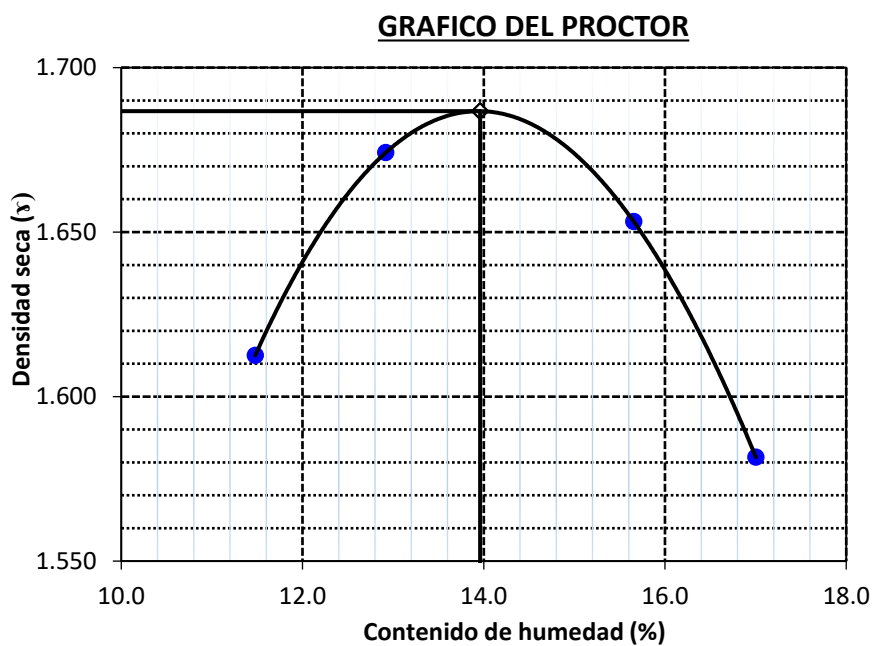
| CALICATA N°3 | | |
|--------------|----------------------|-----------------------------|
| | Densidad máxima Seca | Óptimo contenido de humedad |
| +5% aserrín | 1.557 | 13.838 |
| +10% aserrín | 1.508 | 14.272 |
| +15% aserrín | 1.479 | 15.487 |
| +5% cal | 1.646 | 14.015 |
| +10% cal | 1.704 | 14.472 |
| +15% cal | 1.743 | 15.239 |

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 27, muestra las MDS para la C-3 más los porcentajes de aserrín y cal individualmente, así como sus respectivos contenidos óptimos de humedad necesarios para lograr obtener dichas densidades.

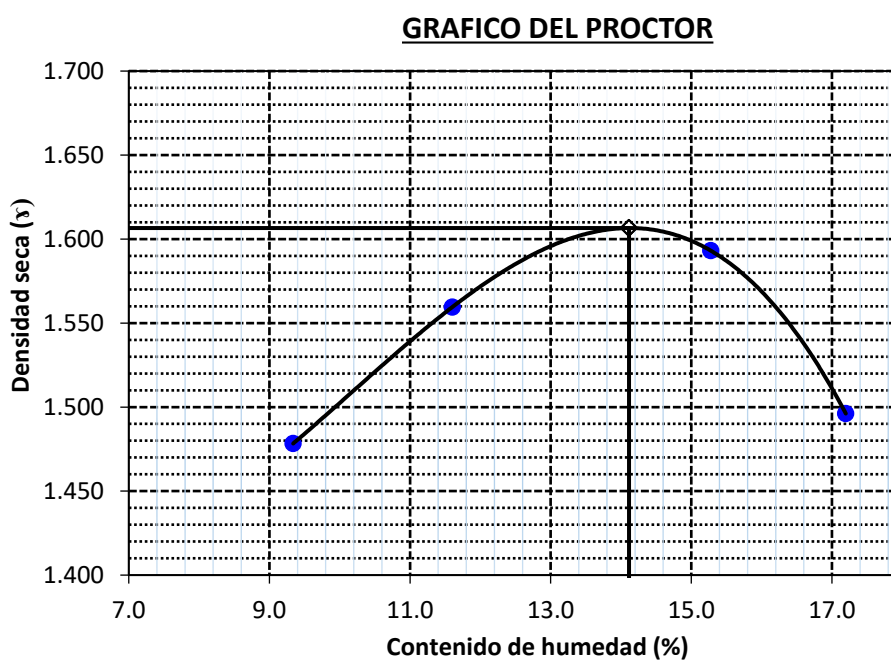
De estos resultados mostrados, observamos que en el caso del aserrín, la máxima densidad seca entre todas las calicatas, se obtiene para la calicata 2 con el 5% de aserrín, dando 1.647 para un OCH de 14.040, lo cual se obtuvo a partir de los promedios de los gráficos mostrados a continuación:

Gráfico 15: Proctor Modificado 1 para C-2 + 5% aserrín



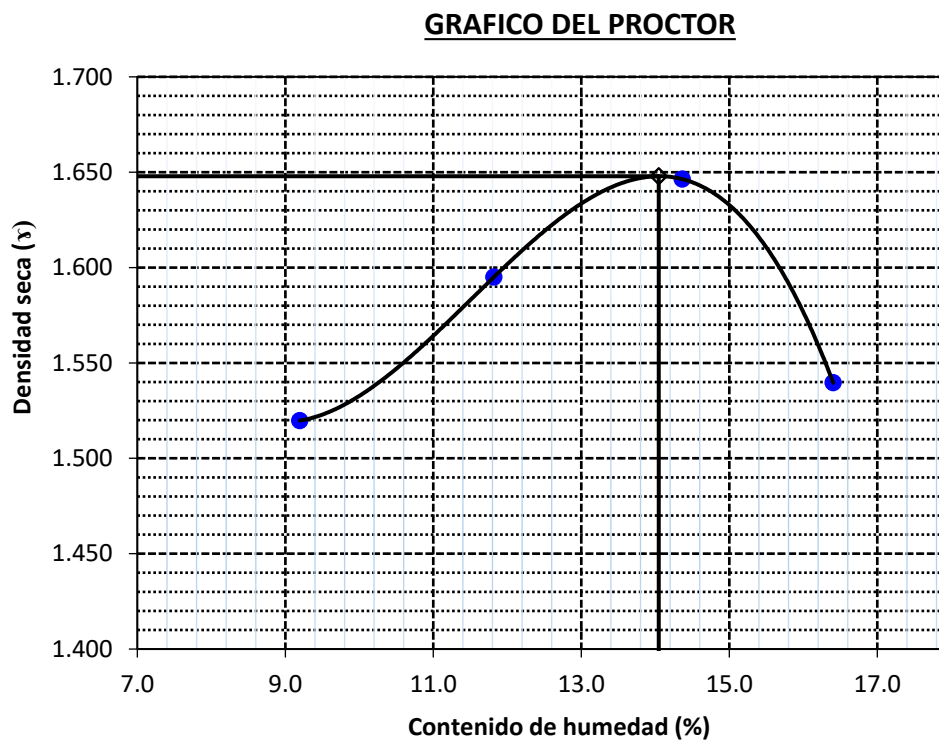
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16: Proctor Modificado 2 para C-2 + 5% aserrín



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17: Proctor Modificado 3 para C-2 + 5% aserrín

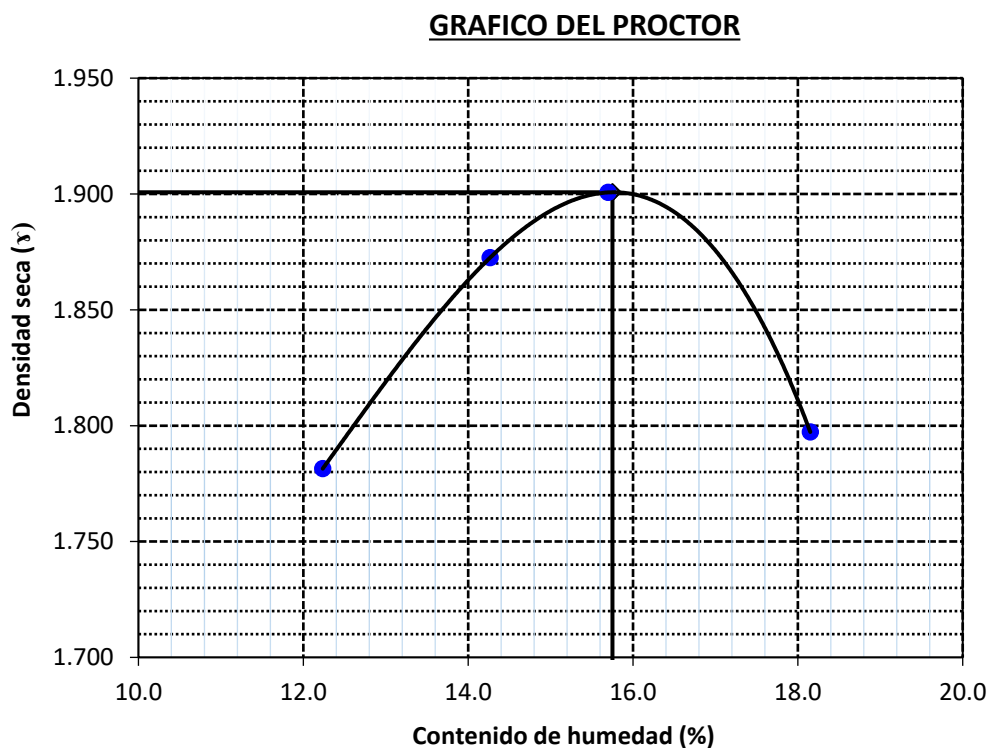


Fuente: Elaboración propia

De los presentado anteriormente, los datos de MDS y óptimo OCH se obtienen de la proyección desde la cima de la curva formada por los 4 puntos realizados para el ensayo del Proctor. Es así como en el gráfico 15, el punto más alto se encuentra en la intersección del eje de las abscisas en 13.96 y el eje de ordenadas en 1.687, lo que correspondería a la OCH y MDS respectivamente. En el gráfico 16, el MDS es de 1.607 y OCH de 14.114, y en el gráfico 17, el OCH es 14.046 y la MDS es de 1.648. Estos valores fueron promediados, con lo cual se obtuvieron los datos a emplear para realizar los posteriores CBR, así salió la MDS promedio de 1.647 y OCH de 14.040 correspondientes a la C-2 + 5% de aserrín, el cual resultó el valor máximo para esta adición.

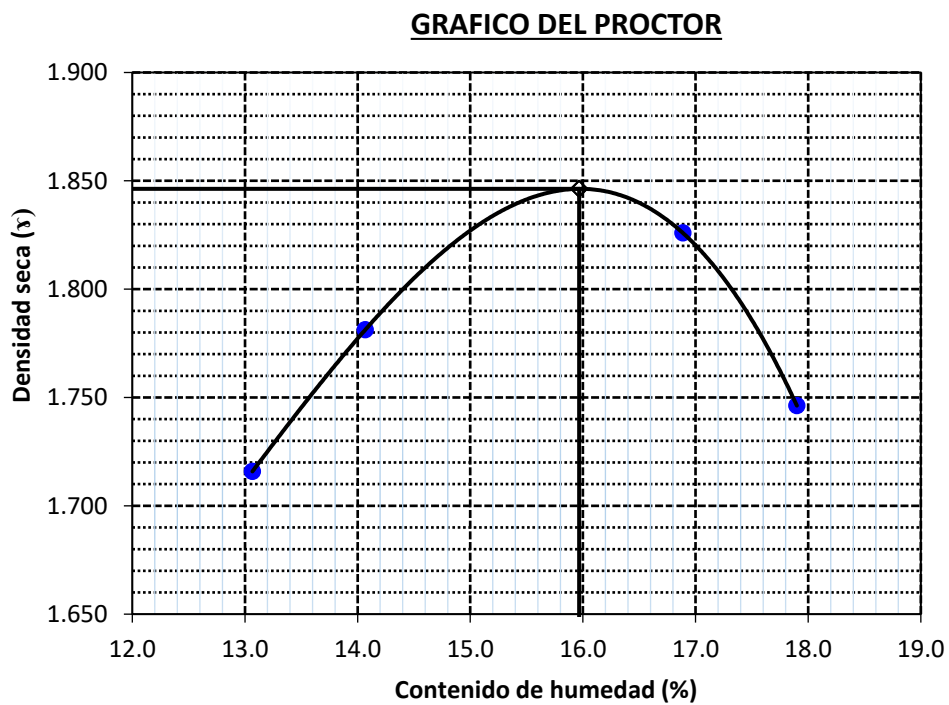
En el caso de la cal, la MDS se obtuvo para la C-1 con el 15% de adición, y los valores promedios fueron obtenidos a partir de los siguientes gráficos:

Gráfico 18: Proctor Modificado 1 para C-1 + 15% cal



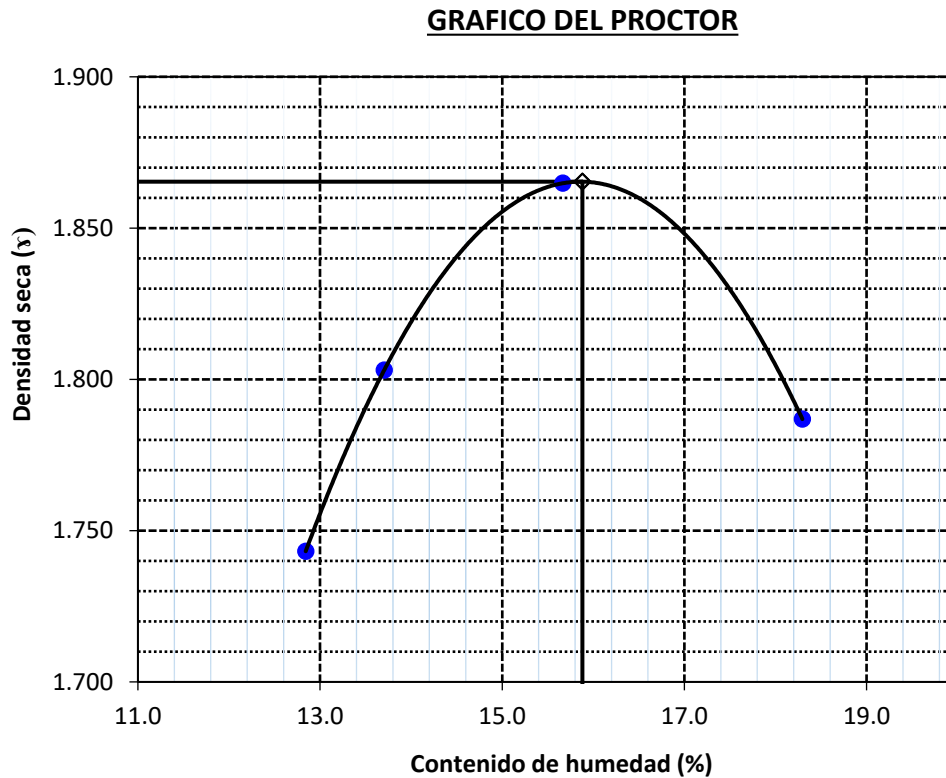
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 19: Proctor Modificado 2 para C-1 + 15% cal



Fuente: Elaboración propia

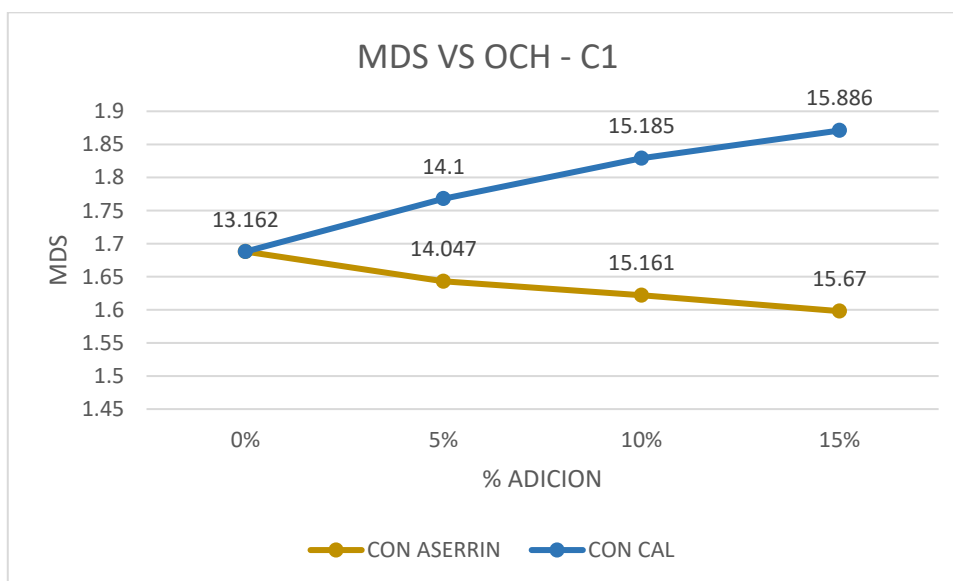
Gráfico 20: Proctor Modificado 3 para C-1 + 15% cal



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos 18, 19 y 20, se muestra los gráficos de los Proctor modificados que resultaron de ensayar la C1 + 15% de cal. Dichos datos obtenidos de cada gráfico fueron promediados, y así se obtuvo la MDS y OCH promedios para dicha adición, siendo 1.871 y 15.862% respectivamente. De la misma forma, es decir promediando todos los valores extraídos a partir de los Proctor modificados, se realizaron para el resto de calicatas y adiciones, teniendo así todos los valores promedios de MDS y OCH que serán empleados para las pruebas de CBR.

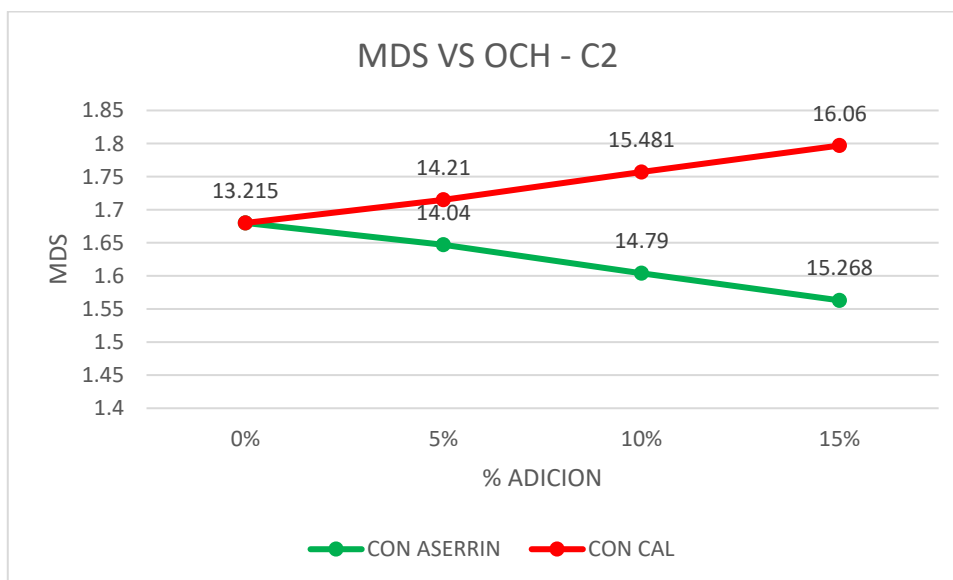
Gráfico 21: MDS vs OCH de Calicata 1



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 21 muestra la comparación entre las MDS y los OCH para la Calicata 2 obtenidos.

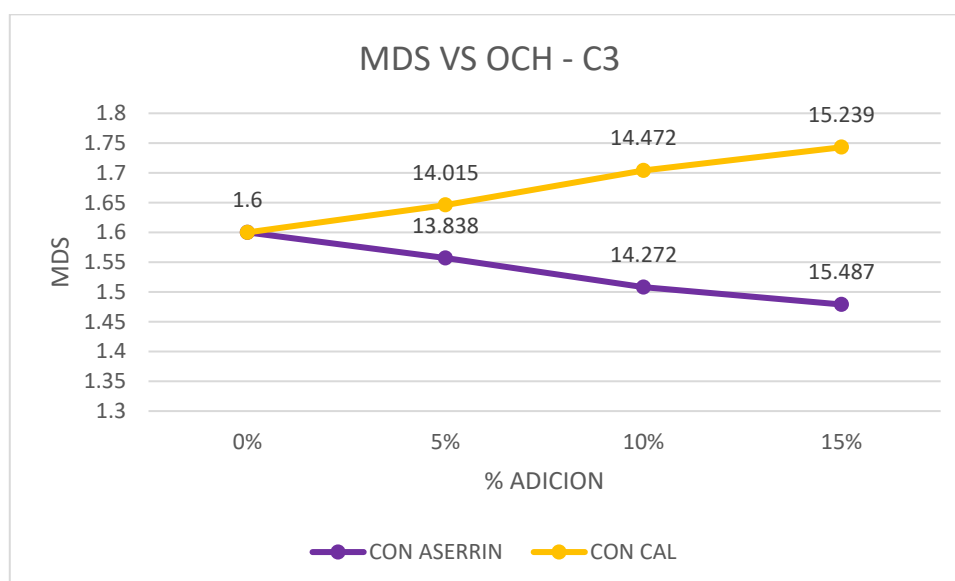
Gráfico 22: MDS vs OCH de Calicata 2



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 22, se observa la comparación entre la MDS y el OCH obtenidos para cada muestra correspondiente a la C-2 y sus adiciones.

Gráfico 23: MDS vs OCH de Calicata 3



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 23 muestra la relación de la MDS con el OCH encontrados para la Calicata 3 adicionándole cada uno de los porcentajes de cal y aserrín.

CBR - California Bearing Ratio:

Seguidamente, se muestran los resultados de CBR de las muestras en su estado natural.

Tabla 28: Resultados de CBR para muestras naturales

| | CBR 1 | CBR 2 | CBR 3 | CBR 4 | CBR 5 | CBR 6 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C-1 MN | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| C-2 MN | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| C-3 MN | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

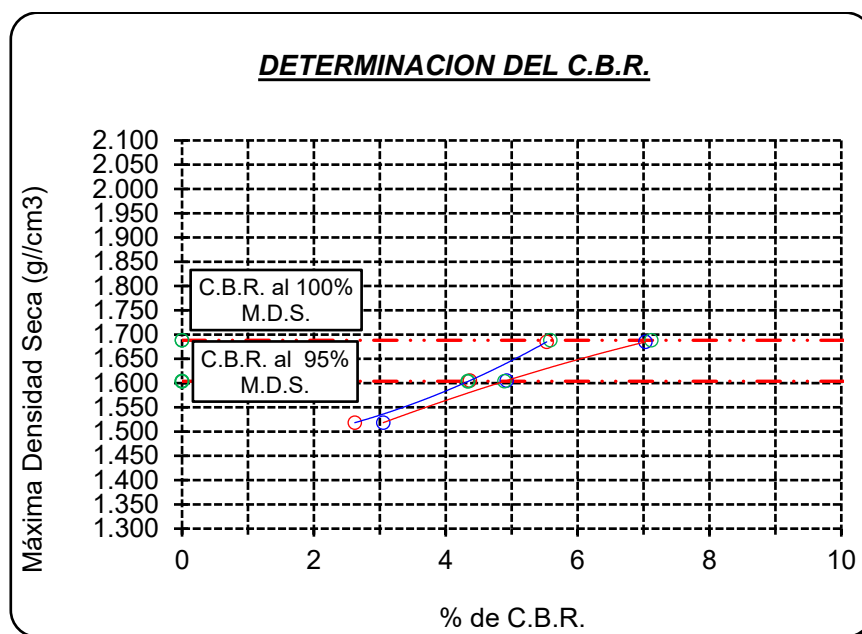
Como se puede ver en la Tabla 28, los valores resultantes para CBR resultan muy cercanos entre las calicatas, además de que todas están por debajo del 6%, se tratan de suelos blandos inadecuados e insuficientes, por lo que se debe considerar estabilizarlos. [32]

Además, con estos resultados, podemos notar como los CBR de todas las calicatas se encuentran en valores entre 4 y 5, por lo que al presentarse esta situación, no podemos establecer una muestra más desfavorable, pues tienen los mismos valores de CBR, así que en este caso, para establecer una muestra patrón, se tendrá en cuenta los datos mostrados en las tablas 15, 16 y 17, correspondientes a los límites de consistencia en donde se tomará la

calicata con el IP más elevado para ser escogida como muestra patrón, pues un mayor IP, indica una mayor cantidad de presencia de arcilla y por tanto un suelo más inestable y expansivo.

Es así como se establece la muestra patrón, siendo escogida la C-3, puesto que es la que presenta un IP de 26.86 en su estado natural, siendo el mayor respecto a las otras calicatas.

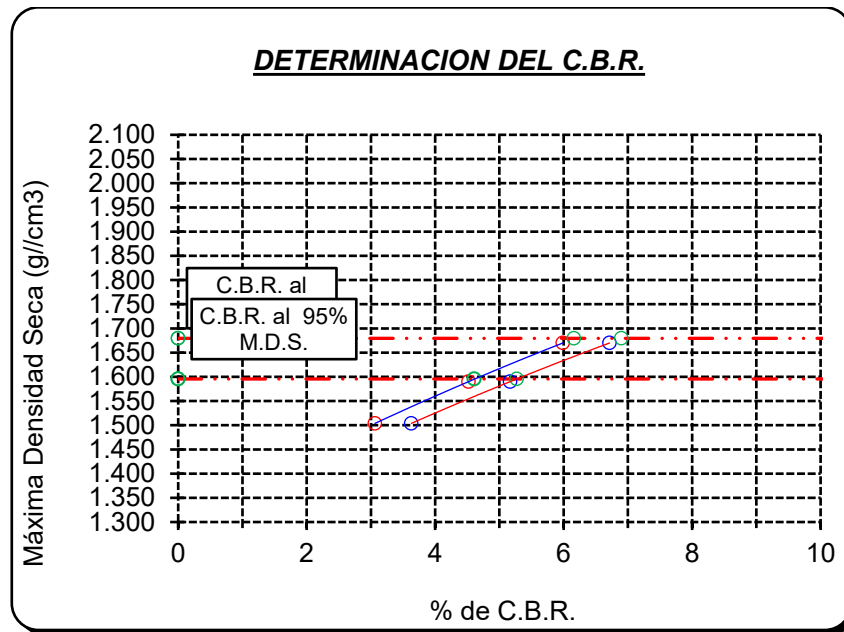
Gráfico 24: Determinación del CBR para C-1



Fuente: Elaboración propia

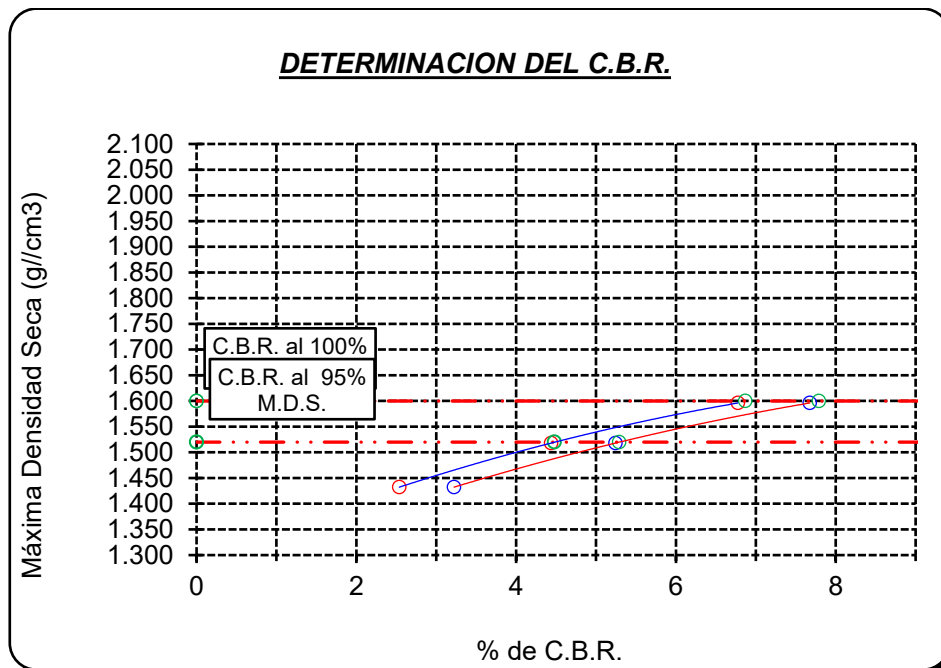
El gráfico 24 representa la determinación del valor de CBR, en donde se está tomando en cuenta la intersección de la línea horizontal que representa al 95% del CBR, con la línea azul, que representa a la curva de penetración, y de proyectar dicha intersección de manera vertical, es donde se puede obtener el valor de 4 de CBR para la C-1 en su estado natural.

Gráfico 25: Determinación del CBR para C-2



Fuente: Elaboración propia

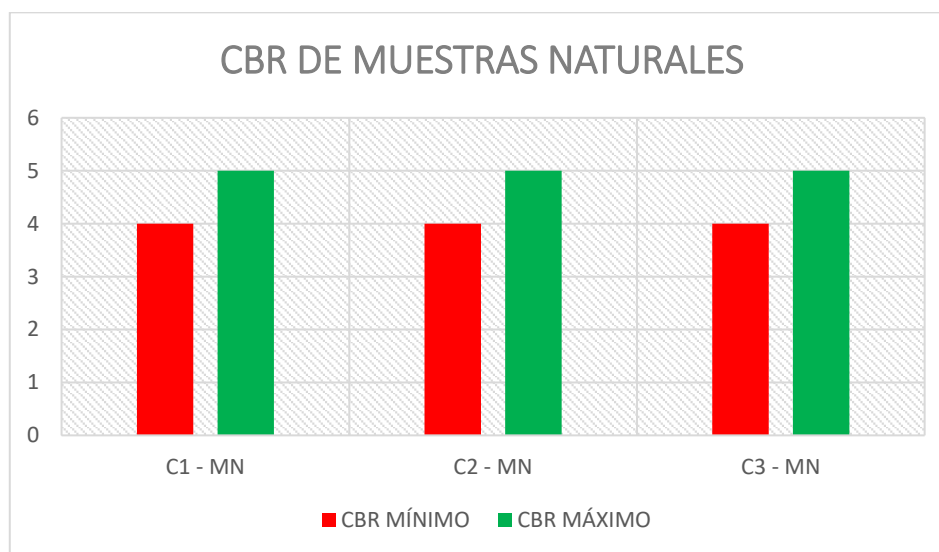
Gráfico 26: Determinación del CBR para C-3



Fuente: Elaboración propia

De igual manera, los gráficos 25 y 26 muestran la representación gráfica de las curvas de penetración y la obtención de valores de CBR para las muestras naturales de las Calicatas 2 y 3.

Gráfico 27: CBR máximo y mínimo de Calicatas



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 27 muestra los resultados de las pruebas de CBR obtenidos para las Calicatas en estado natural.

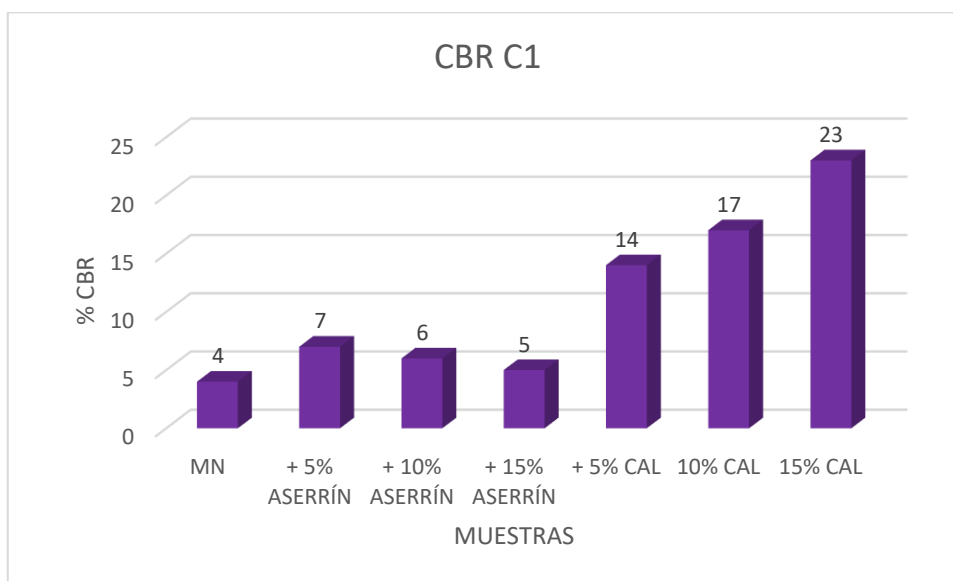
Tabla 29: Resultados de CBR para C-1 + adiciones

| | CALICATA 1 | | | | | | PROMEDIO |
|-------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | CBR 1 | CBR 2 | CBR 3 | CBR 4 | CBR 5 | CBR 6 | |
| 5% ASERRIN | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6.83 |
| 10% ASERRIN | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 5.33 |
| 15% ASERRIN | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 4 | 5.00 |
| 5% CAL | 14 | 14 | 13 | 14 | 15 | 14 | 14.00 |
| 10% CAL | 17 | 17 | 16 | 16 | 19 | 19 | 17.33 |
| 15% CAL | 22 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 23.17 |

Fuente: Elaboración propia

En lo referente a la C-1 agregándole las adiciones, se observa en la Tabla 29 como el mayor CBR respecto a la adición de aserrín se obtiene con un porcentaje de 5%, siendo de 7, es decir la muestra presenta una mejor estabilización con el menor porcentaje de aserrín ensayado. Ocurre lo contrario cuando se trata de la cal, pues observamos que el CBR sigue en aumento y llega hasta 24 con 15% de cal, dando a entender que, a mayor porcentaje de cal, mejor será la estabilidad del suelo.

Gráfico 28: CBR de C-1



Fuente: Elaboración propia

Los resultados mostrados en el Gráfico 28, son los que se obtuvieron del ensayo de CBR para la Calicata 1 y cada uno de sus porcentajes de adiciones.

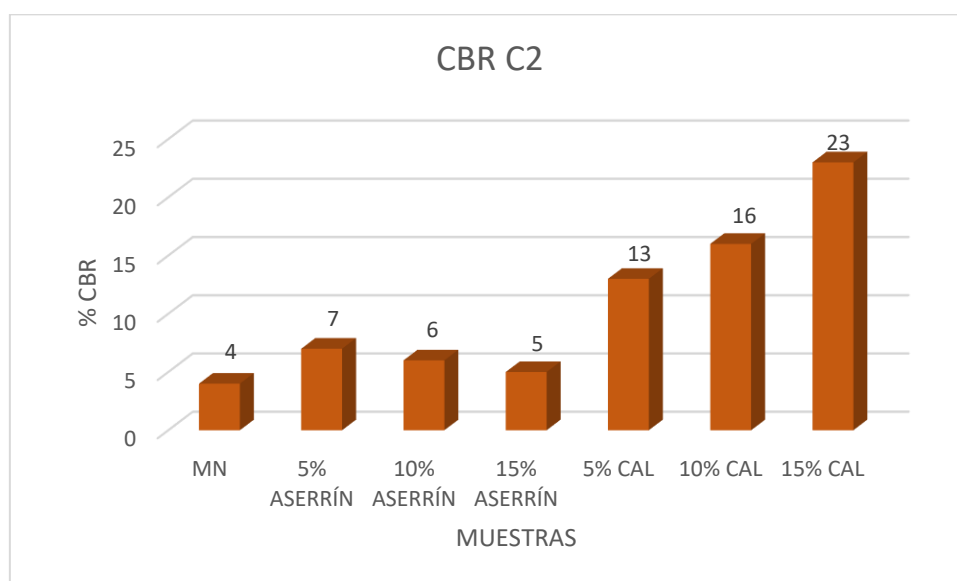
Tabla 30: Resultados de CBR para C-2 + adiciones

| | CALICATA 2 | | | | | | PROMEDIO |
|-------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | CBR 1 | CBR 2 | CBR 3 | CBR 4 | CBR 5 | CBR 6 | |
| 5% ASERRIN | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 6.83 |
| 10% ASERRIN | 6 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5.50 |
| 15% ASERRIN | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5.00 |
| 5% CAL | 12 | 14 | 12 | 14 | 13 | 14 | 13.17 |
| 10% CAL | 15 | 18 | 17 | 16 | 16 | 15 | 16.17 |
| 15% CAL | 23 | 24 | 22 | 23 | 23 | 24 | 23.17 |

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la C-2, notamos en la Tabla 30 que de igual manera que la C-1, se obtiene un mejor valor de CBR con solo el 5% de aserrín, siendo de 7. Con la cal, también vemos que obtenemos un mejor valor de CBR con el 15% de esta adición, resultando de 24.

Gráfico 29: CBR de C-2



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 29, se presentan los resultados de CBR obtenidos para la calicata 2 con sus respectivos porcentajes de adición.

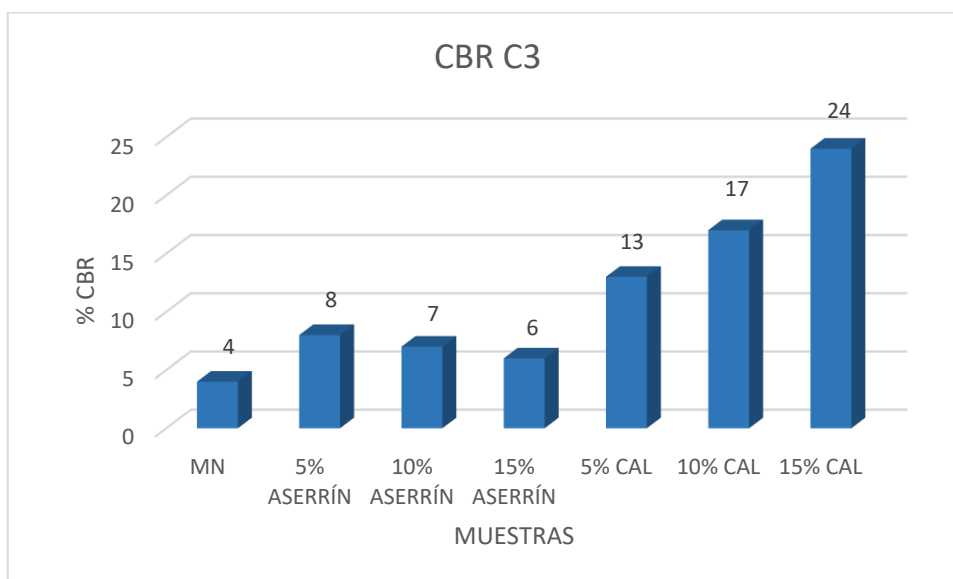
Tabla 31: Resultados de CBR para C-3 + adiciones

| | CALICATA 3 | | | | | | PROMEDIO |
|-------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | CBR 1 | CBR 2 | CBR 3 | CBR 4 | CBR 5 | CBR 6 | |
| 5% ASERRIN | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8.00 |
| 10% ASERRIN | 7 | 7 | 6 | 7 | 8 | 8 | 7.17 |
| 15% ASERRIN | 7 | 8 | 7 | 8 | 6 | 7 | 7.17 |
| 5% CAL | 14 | 12 | 13 | 13 | 11 | 14 | 12.83 |
| 10% CAL | 17 | 18 | 18 | 17 | 18 | 17 | 17.50 |
| 15% CAL | 24 | 24 | 23 | 24 | 28 | 26 | 24.83 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 31 se puede extraer que la C-3 presenta un comportamiento similar al resto de calicatas, pues su mayor valor de CBR para aserrín, resulta cuando tiene un 5% de esta adición, dando 8, el mayor valor obtenido también respecto a las otras calicatas. En lo que involucra a la cal, también su mayor valor es de 28 con el 15% de esta adición.

Gráfico 30: CBR de C-3

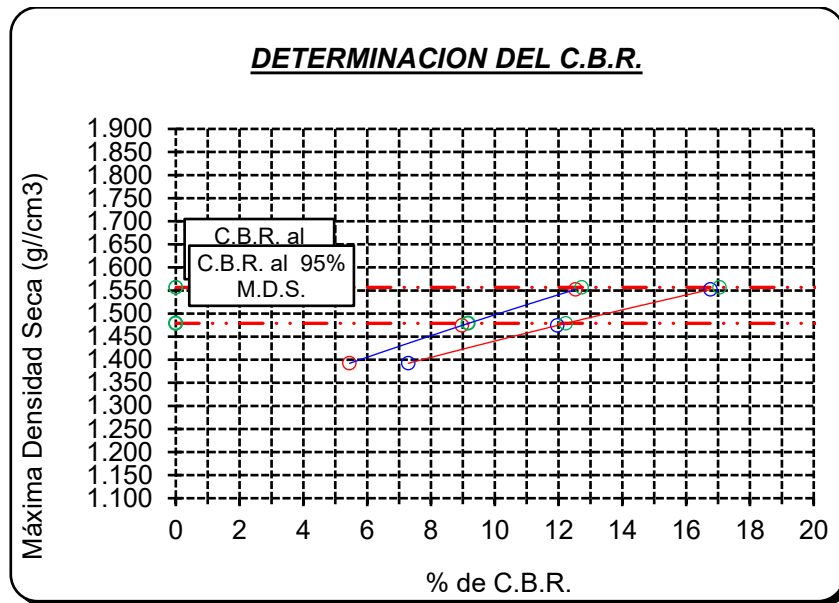


Fuente: Elaboración propia

El gráfico 30 da los resultados correspondientes a los ensayos de CBR obtenidos para la Calicata 3 con cada una de las adiciones.

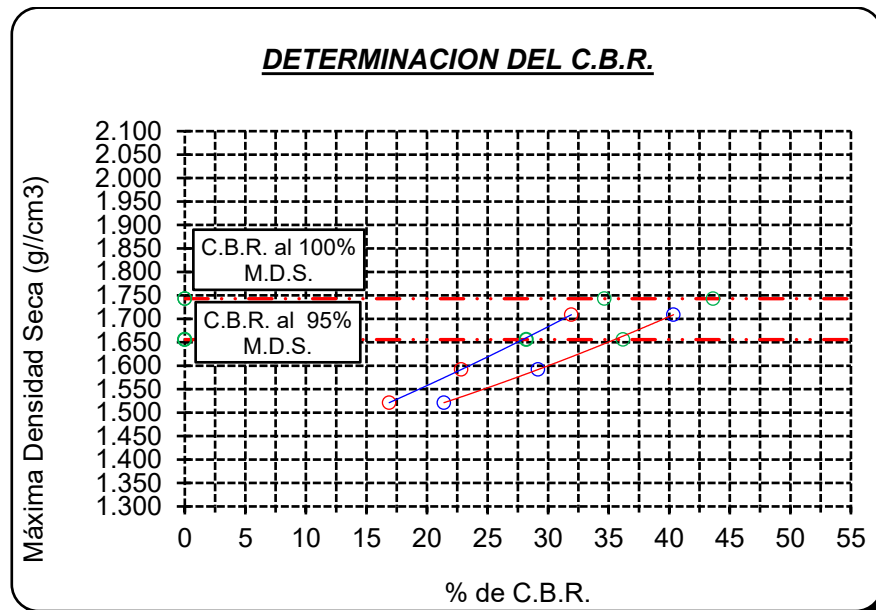
Al realizar la comparación entre las Tablas 28, 29, 30 y 31, podemos obtener que la muestra con adición que mejor respondió a los porcentajes agregados, es la Calicata 3 con el 5% de aserrín, dando un valor de 9, por lo que esta resultaría ser la muestra experimental más óptima de esta adición. En cuanto a la adición de cal, la muestra experimental más óptima resultó ser con 5% de cal, dando un CBR de hasta 28.

Gráfico 31: Determinación del CBR para C-3 + 5% aserrín



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 32: Determinación del CBR para C-3 + 15% cal



Fuente: Elaboración propia

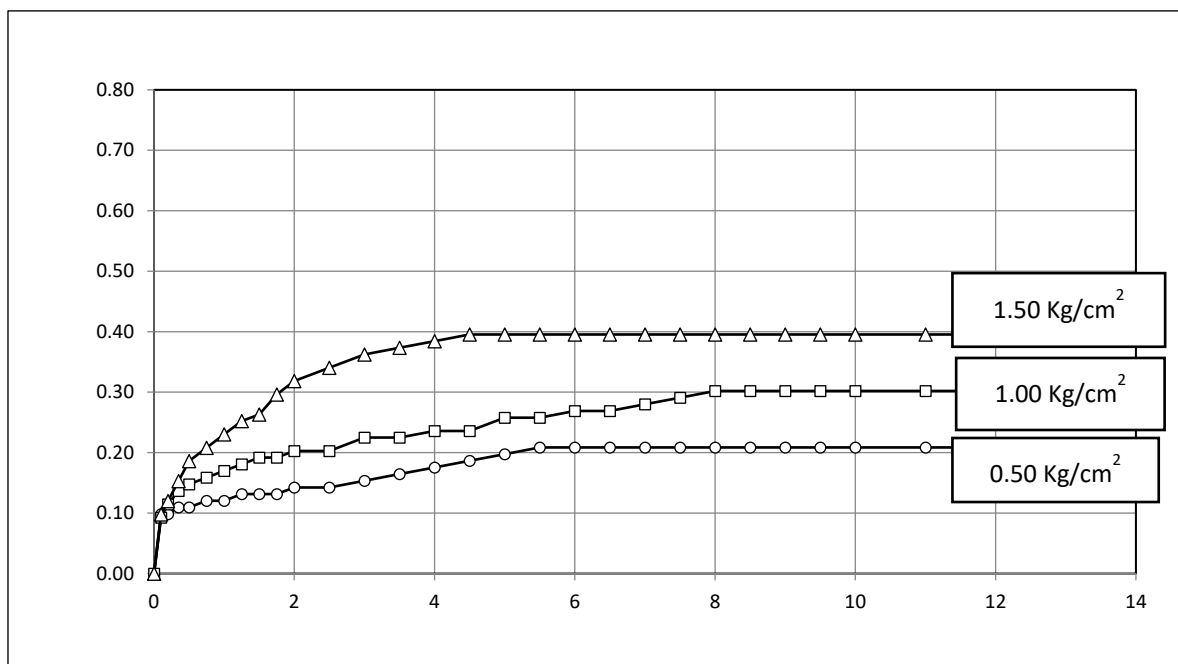
Los gráficos 31 y 32, muestran las curvas de penetración, y las líneas de CBR al 95% y 100% necesarias para determinar el valor del CBR de la C-3 + 5% aserrín, donde resultó 9 y la C-3 + 15% cal, dando 28.

Corte Directo:

Este ensayo de corte directo, fue realizado únicamente para la muestra patrón y las experimentales con adición más óptimas, como ya especificamos anteriormente, pues estas presentarían el cambio más notable respecto a los resultados que arroje este ensayo, en caso de existan posibles variaciones.

Con respecto a la muestra natural de la C-1, se obtuvieron los siguientes resultados:

Gráfico 33: Curvas de resistencia de C-3



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 33, es la representación de las curvas de resistencia obtenidas a partir de los esfuerzos de corte registrados en la máquina de corte, y a partir de ello podemos obtener los esfuerzos máximo y mínimo, siendo 0.209 kg/cm² el menor, y 0.395 el mayor. A partir de ello podemos obtener el valor del ángulo de fricción, el cual resulta de la siguiente operación:

$$\phi_{MP} = \text{atan}(\varphi)$$

$$\phi_{MP} = \text{atan}\left(\frac{\Delta\sigma_{corte}}{\Delta\sigma_{normal}}\right)$$

$$\phi_{MP} = \text{atan}\left(\frac{0.395 - 0.209}{1.50 - 0.50}\right)$$

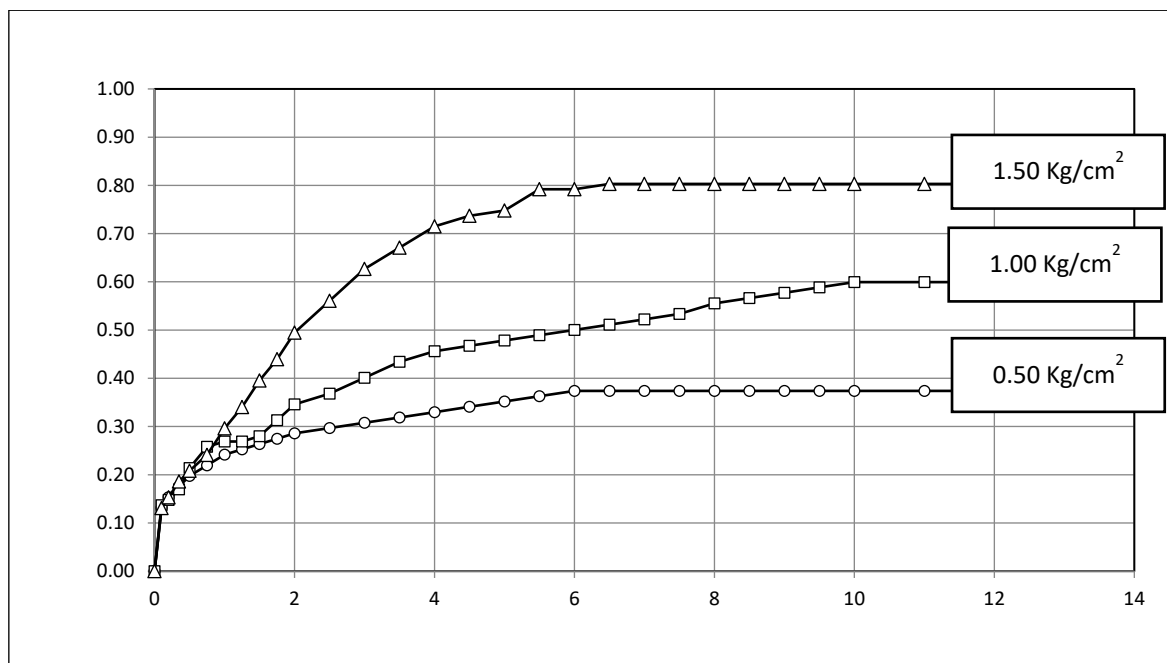
$$\phi_{MP} = \text{atan}(0.186)$$

$$\phi_{MP} = 10.6^\circ$$

Así es como obtenemos que el ángulo de fricción para la muestra patrón, que resultó ser de 10.6°

En cuanto al corte directo para la muestra más óptima con aserrín, se obtuvo el siguiente gráfico:

Gráfico 34: Curvas de resistencia de C-3 + 5% aserrín



Fuente: Elaboración propia

Se representa gráficamente las curvas de resistencia obtenidas en el ensayo de corte directo para la C-3 con adición del 5% de aserrín, dando como resultados un esfuerzo de corte máximo de 0.803 y mínimo de 0.374, con dichos datos, igual que lo hicimos anteriormente, procedemos a calcular el ángulo de fricción correspondiente a esta muestra.

$$\phi_{MOA} = \text{atan}(\varphi)$$

$$\phi_{MOA} = \text{atan}\left(\frac{\Delta\sigma_{corte}}{\Delta\sigma_{normal}}\right)$$

$$\phi_{MOA} = \text{atan}\left(\frac{0.803 - 0.374}{1.50 - 0.50}\right)$$

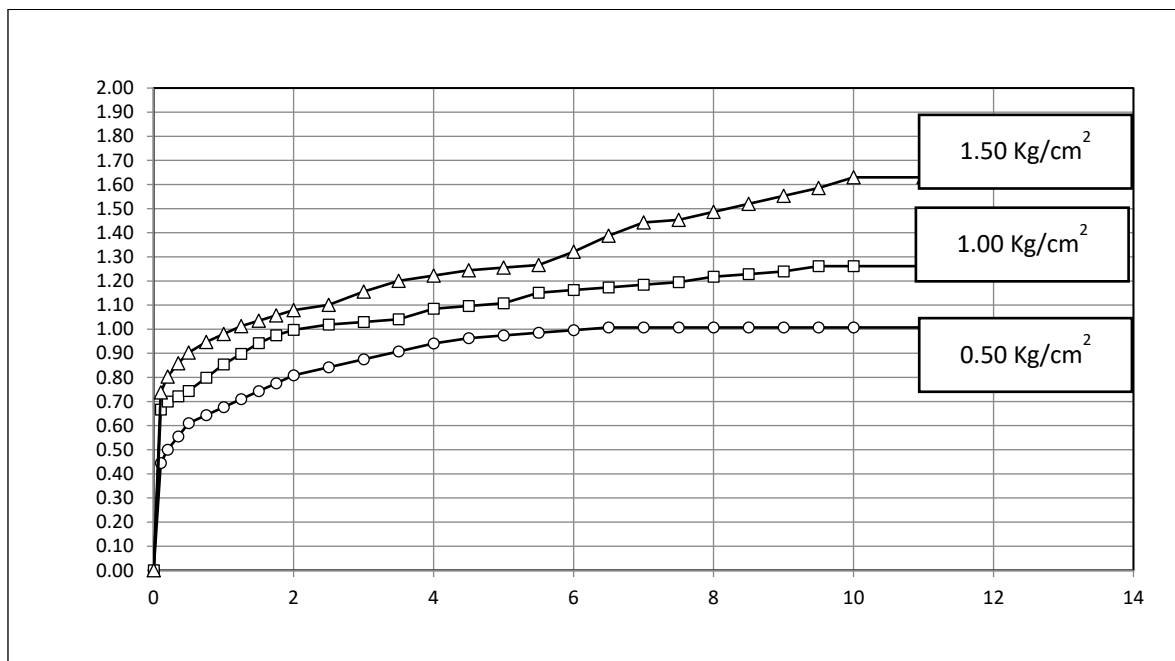
$$\phi_{MOA} = \text{atan}(0.429)$$

$$\phi_{MOA} = 23.2^\circ$$

Entonces, el ángulo de fricción correspondiente a la muestra más óptima de aserrín, resulta ser de 23.2°

Para la muestra más óptima de cal, también se realizó el ensayo de corte directo, cuya gráfica se muestra a continuación:

Gráfico 35: Curvas de resistencia de C-3 + 15% cal



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 35 se observa que el esfuerzo máximo de corte para la C-3 con el 15% de cal, resulta de 1.630 y el esfuerzo mínimo es de 1.007, por lo que, para calcular el ángulo de fricción, de igual manera debemos aplicar:

$$\phi_{MOC} = \text{atan}(\varphi)$$

$$\phi_{MOC} = \text{atan}\left(\frac{\Delta\sigma_{corte}}{\Delta\sigma_{normal}}\right)$$

$$\phi_{MOC} = \text{atan}\left(\frac{1.630 - 1.007}{1.50 - 0.50}\right)$$

$$\phi_{MOC} = \text{atan}(0.623)$$

$$\phi_{MOC} = 31.9^\circ$$

Como nos damos cuenta, el ángulo de fricción sufre una variación de subida, verificando así que, al estabilizar un suelo, mejora su estructura interna, aumentando tanto su ángulo de fricción y su cohesión interna.

Es así como el ángulo de fricción pasa de 10.6° a 23.2° con el 5% de aserrín que es el porcentaje experimental más óptimo, y en lo referente a la cohesión, pasa de 0.12 a 0.29, notándose que efectivamente ha sido estabilizado.

Del mismo modo ocurre con el 15% de cal, pues se obtiene un ángulo de fricción de 31.9°, con una cohesión de 0.61.

Con estos datos obtenidos, podemos hacer una estimación de la capacidad portante las muestras, mediante el método de Terzaghi, considerando las cohesiones obtenidas de $C = 0.12$ para la muestra patrón, $C = 0.29$ para la muestra experimental más óptima con aserrín, y de $C = 0.61$ para la muestra experimental más óptima con cal.

Tabla 32: Capacidad portante de la muestra patrón y experimentales óptimas

| MUESTRA | C | Φ | γ | Df | B | Nc | Nq | Ny | qu (kg/cm ²) |
|------------------|------|--------|----------|-----|-----|------|-------|-------|-----------------------------|
| C-3 MN | 0.12 | 10.6 | 1.44 | 1.5 | 3.6 | 3.07 | 9.01 | 52.29 | 0.52 |
| C-3 + 5% ASERRIN | 0.29 | 23.2 | 1.557 | 1.5 | 3.6 | 3.63 | 10.59 | 61.24 | 1.25 |
| C-3 + 15% CAL | 0.61 | 31.9 | 1.743 | 1.5 | 3.6 | 4.09 | 12.47 | 74.17 | 2.76 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 32 muestra los resultados obtenidos mediante la ecuación de Terzaghi, notándose así que la muestra patrón tiene una q_u de 0.52 kg/cm, y conforme se estabiliza, esta capacidad va en aumento, llegando a 1.25 kg/cm² con 5% de aserrín, y a 2.76 con 15% de cal, las cuales son las muestras experimentales más óptimas.

Análisis económico:

Los análisis económicos para la estabilización tanto de la muestra patrón, como con los porcentajes más óptimos de adición, se muestran a continuación:

Tabla 33: Análisis de Precio Unitario para la muestra patrón

| Partida | COMPACTACION DE SUELO EN ESTADO NATURAL | | | | Costo unitario directo por : m2 | | | 8.49 |
|--------------|--|----------------|----------------|----------|---------------------------------|-------------|--|------|
| Rendimiento | m2/DIA | MO. 1,080.0000 | EQ. 1,080.0000 | | | | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | | |
| | Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0074 | 28.48 | 0.21 | | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0074 | 22.41 | 0.17 | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 5.0000 | 0.0370 | 20.29 | 0.75 | | |
| | Materiales | | | | | | | |
| 0290130021 | AGUA | m3 | | 0.1300 | 5.00 | 0.65 | | |
| | Equipos | | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.13 | 0.03 | | |
| 030110000600 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton | hm | 1.0000 | 0.0074 | 161.02 | 1.19 | | |
| 030117000200 | RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 94 HP | hm | 1.0000 | 0.0074 | 199.43 | 1.48 | | |
| 030120000100 | MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | hm | 1.0000 | 0.0074 | 282.40 | 2.09 | | |
| 030122000500 | CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.) | hm | 1.0000 | 0.0074 | 260.03 | 1.92 | | |
| | 6.71 | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Análisis de Precio Unitario para la muestra experimental más óptima con aserrín

| Partida | ESTABILIZACION DE SUELO CON ASERRIN DE PINO | | | | | Costo unitario directo por : m2 | 8.64 |
|---------------------|--|----------------|----------------|----------|------------|---------------------------------|-------------|
| Rendimiento | m2/DIA | MO. 1,080.0000 | EQ. 1,080.0000 | | | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0074 | 28.48 | 0.21 | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0074 | 22.41 | 0.17 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 5.0000 | 0.0370 | 20.29 | 0.75 | |
| | | | | | | | 1.13 |
| Materiales | | | | | | | |
| 0207040002 | ASERRIN | kg | | 0.0500 | 2.24 | 0.11 | |
| 0290130021 | AGUA | m3 | | 0.1383 | 5.00 | 0.69 | |
| | | | | | | | 0.80 |
| Equipos | | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.13 | 0.03 | |
| 030110000600 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton | hm | 1.0000 | 0.0074 | 161.02 | 1.19 | |
| 030117000200 | RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 94 HP | hm | 1.0000 | 0.0074 | 199.43 | 1.48 | |
| 030120000100 | MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | hm | 1.0000 | 0.0074 | 282.40 | 2.09 | |
| 030122000500 | CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.) | hm | 1.0000 | 0.0074 | 260.03 | 1.92 | |
| | | | | | | | 6.71 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Análisis de Precio Unitario para la muestra experimental más óptima con cal

| Partida | ESTABILIZACION DE SUELO CON CAL | | | | | Costo unitario directo por : m2 | 8.74 |
|---------------------|--|----------------|----------------|----------|------------|---------------------------------|-------------|
| Rendimiento | m2/DIA | MO. 1,080.0000 | EQ. 1,080.0000 | | | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| Mano de Obra | | | | | | | |
| 0101010003 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0074 | 28.48 | 0.21 | |
| 0101010004 | OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0074 | 22.41 | 0.17 | |
| 0101010005 | PEON | hh | 5.0000 | 0.0370 | 20.29 | 0.75 | |
| | | | | | | | 1.13 |
| Materiales | | | | | | | |
| 0213020001 | CAL | kg | | 0.1500 | 0.90 | 0.14 | |
| 0290130021 | AGUA | m3 | | 0.1524 | 5.00 | 0.76 | |
| | | | | | | | 0.90 |
| Equipos | | | | | | | |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.13 | 0.03 | |
| 030110000600 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 ton | hm | 1.0000 | 0.0074 | 161.02 | 1.19 | |
| 030117000200 | RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 94 HP | hm | 1.0000 | 0.0074 | 199.43 | 1.48 | |
| 030120000100 | MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | hm | 1.0000 | 0.0074 | 282.40 | 2.09 | |
| 030122000500 | CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.) | hm | 1.0000 | 0.0074 | 260.03 | 1.92 | |
| | | | | | | | 6.71 |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en las Tablas 33, 34 y 35, los precios son de S/. 8.49, S/. 8.64 y S/. 8.74 por m2, para estabilizar la muestra patrón, la muestra experimental óptima con aserrín y la muestra experimental óptima con cal respectivamente.

Para este análisis económico, los precios empleados, en lo que se refiere a la mano de obra, fueron obtenidos de las Tablas Salariales que resultaron del Convenio Colectivo del Sector Construcción suscrito entre la Federación de Trabajadores en Construcción Civil del Perú

(FTCCP) y la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), aprobado mediante Resolución Ministerial N° 139-2024-TR, vigente al 31 de mayo del 2025, y respecto a maquinarias fueron obtenidos de la Tabla de Tarifa de alquiler de equipos y maquinarias para la industria de la construcción vigente, también según CAPECO. [33]

Discusiones

1. De acuerdo a mi primer objetivo específico, que consiste en realizar la caracterización de las muestras a emplear, refiriéndome así a los suelos naturales extraídos en cada calicata, por lo que se procedió a realizar los ensayos que permitan cumplir con este objetivo, haciéndose así los ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de Atterberg y gravedad específica para cada una de las muestras naturales. Es así como se obtuvieron los contenidos de humedad de 23.08%, 10.77% y 22.24% para las C-1, C-2 y C-3 respectivamente. En cuanto a los análisis granulométricos, se obtuvo que todas las muestras presentan un porcentaje mayor a su 50% de limos y arcillas. Con respecto a los límites de Atterberg, la C-1, tuvo como resultado un LL de 54.22, un LP de 27.77 y un IP de 26.45, es así como según la carta de plasticidad de Casagrande mostrada en el gráfico 10 y la clasificación SUCS, resulta ser un tipo de suelo CH, y esta nomenclatura, según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos [25], hace referencia a un tipo de suelo conformado por arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa, y esto mismo ocurre con las otras dos calicatas, obteniendo también una caracterización CH para ambas, con lo cual se verificó que esta investigación sea realizada con el tipo de suelo que se está buscando ensayar, ya que tal y como mencionan Quispe et al. [34], y Salazar Gallardo [35], la cal y el aserrín funcionan mejor como estabilizantes en suelos arcillosos, a comparación de otras adiciones o en otros tipos de suelos.
En lo que se refiere a la gravedad específica, se obtuvo valores de 2.513 gr/cm³, 2.419 gr/cm³ y 2.391 gr/cm³ correspondientemente a la C-1, C-2 y C-3, comprobando así que son suelos arcillosos inestables, pues se encuentran en los valores cercanos a 2.4 y 3.1 correspondientes a arcillas. [36]
2. En concordancia con mi segundo objetivo específico, se estableció la muestra patrón escogiendo a la muestra natural más desfavorable, en este caso, al tratarse todas de suelos arcillosos inestables, se continuó con la realización de los ensayos de proctor modificado y CBR a las muestras, en donde se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 24 y Tabla 28, obteniendo que el peor suelo se trata del correspondiente a la C-3, pues a pesar de que los ensayos de CBR arrojaran valores entre 4 y 5 para todas las calicatas en estado natural, se la pudo definir como la muestra más desfavorable gracias a su IP de 26.86, siendo el mayor respecto al IP de las otras calicatas tal y como es mostrado en la Tabla 21. Es así que se trató de optar siguiendo el mismo

procedimiento que hizo Tunque Cruz [6], que estableció su muestra patrón como la calicata que menor CBR presentaba, pero como las 3 calicatas presentan CBR similares, se consideró lo de López et al. [37], que mencionaron que mientras mayor sea el índice de plasticidad, es más probable de que se trate de arcillas expansivas y por tanto sean más inestables, escogiendo así al suelo más desfavorable, la C-3 como muestra patrón.

3. Se determinó la relación de compactación mediante el ensayo de Proctor Modificado, junto con la relación de capacidad portante mediante el ensayo de CBR, para las muestras con cada porcentaje de adición, así como su resistencia al corte de la muestra patrón y la muestra con adición que resulte más óptima mediante el ensayo de corte directo, cumpliendo así con mi tercer objetivo específico. En cuanto a los resultados obtenidos del Proctor Modificado, que relaciona el óptimo contenido de humedad necesario para lograr la máxima densidad seca, estos se pueden apreciar en las tablas 24, 25, 26 y 27. Las MDS para las muestras natural C-1 están en el rango de entre 1.6 Y 1.688, con OCH alrededor del 13%, lo cual resulta en valores cercanos a los obtenidos por Quispe [34], cuyos ensayos para suelos arcillosos tipo CL y CH, tienen un OCH de entre 10.0 y 15.0. Respecto a la adición con aserrín, en la C-1, las MDS bajan a un rango de 1.598 a 1.643, y los OCH suben progresivamente a valores entre 14.047 a 15.67, entendiéndose así que, a mayor porcentaje de aserrín, la MDS baja, tal y como le sucedió a Salazar [35] pero el OCH sube. En el caso de la cal, las MDS suben entre valores de 1.768 a 1.871, junto con el contenido de humedad que asciende al rango entre 14.1 a 15.866, coincidiendo con lo hallado por Quispe [34].

La misma situación ocurre con la C-2, pues a mayor porcentaje de aserrín, mayor será su OCH, alcanzando los 15.268 cuando en estado natural solo requería de 13.215, pero su MDS disminuirá hasta 1.563, cuando en estado natural era 1.68. Esta misma calicata, al adicionarle cal, su MDS subirá a valores entre 1.715 y 1.797, y subiendo también su humedad entre 14.21 y 16.064.

En la C-3, su OCH aumenta a 13.838 hasta 15.487 con la adición entre el 5% y 15% de aserrín, y sus MDS bajan hasta 1.479 para el mismo caso. En cambio, con el rango de 5% a 15% de cal, sus MDS sube hasta 1.743 y su OCH también sube hasta los 15.239. En el caso de la cal, los resultados discrepan con lo obtenido por Ramos Pérez y Robledo Merino [8], ya que a ellos, el contenido de humedad disminuía a medida que le iban aumentando el porcentaje de cal, en lo cual discrepo pues como mencionan

Bragagnini et al. [38], la cal al contacto con el agua produce una reacción exotérmica, liberando una gran cantidad de calor, por lo cual para compensar lo perdido y lograr una compactación adecuada se requerirá un mayor porcentaje de agua.

Los resultados de CBR se muestran en las tablas 28, 29, 30 y 31, en donde las calicatas C1, C2 y C3, tienen CBR entre 4 y 5 en sus muestras naturales, lo cual según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones [32], son suelos que requieren estabilización. Al agregar los porcentajes de 5%, 10% y 15% de aserrín, se obtienen valores de CBR alrededor de 7, 6 y 5 respectivamente. Para la cal, los CBR resultantes fueron alrededor de 14, 17 y 23 para el 5%, 10% y 15% de esta adición.

En la C-2 los resultados de CBR también están cerca de 7, 6 y 5 conforme aumentan los porcentajes de aserrín, y rondan los 13, 16 y 23 a mayor porcentaje de cal.

Con los porcentajes de 5%, 10% y 15% de aserrín, los valores de CBR que se obtienen son de 8, 7 y 6 correspondientemente, y en cuanto a los mismos porcentajes de cal, se obtuvieron 13, 17 y 24 como CBR.

En lo que respecta al ensayo de corte directo, fue realizado para la muestra patrón y las muestras experimentales más óptimas con cada adición, así por ejemplo para la muestra patrón, se obtuvo un ángulo de fricción de 10.6° y una cohesión interna de 0.12. Para la muestra experimental más óptima con aserrín, es decir para la C-3 + 5% de aserrín, los resultados fueron $\Phi = 23.2^\circ$ y $C = 0.29$, y para la muestra experimental más óptima con cal, la C-3 + 15% de cal, lo obtenido es $\Phi = 31.9^\circ$ y $C = 0.60$.

Con los datos recientemente descritos, se empleó la fórmula de Terzaghi para calcular la capacidad portante de las muestras ensayadas mediante el corte directo, así es como se obtuvieron los datos mostrados en la Tabla 32, siendo una capacidad portante de 0.52 kg/cm² para la muestra patrón, esta sube a 1.25 kg/cm² con el porcentaje más óptimo de aserrín, y llega hasta 2.76 kg/cm² en la muestra experimental óptima con cal.

4. Mi cuarto objetivo hace referencia a una comparación entre la muestra patrón y las muestras experimentales ensayadas. Respecto al contenido de humedad, la muestra que presenta mayor porcentaje es la C-1 con 23.08% de agua, y la que menor humedad tiene es la C-2 con 10.77%. Respecto a la granulometría, todas las muestras naturales presenta finos y arcillas en más del 50% de su contenido, por tanto todas se clasifican como Suelos arcillosos, lo cual se verificó también con sus límites de consistencia, pues todas resultaron con un índice de plasticidad elevado, pero esto varía con cada

porcentaje de adición, tal y como lo representan los gráficos 21, 22 y 23, en donde se puede apreciar como los límites líquidos disminuyen respecto a la muestra patrón, conforme aumenta el porcentaje de adición, esta diferencia es mayor al tratarse de la adiciones con cal, pues tiene un mayor efecto, disminuyendo considerablemente el límite líquido, pero los límites plásticos aumentan progresivamente juntamente con el porcentaje de aserrín o cal que se le agregue, esto ocasiona que los índices de plasticidad disminuyan hasta un tercio de su valor natural con la adición de aserrín, o se reduzcan hasta 7 y 8 veces con la adición de cal, llegando a valores de IP entre 3 y 4, coincidiendo con lo verificado por Mohamed et al. [2], con lo que, según la Norma Técnica CE.010, estaría cumpliendo con el IP máximo de 6% para ser considerado un material de buena calidad. [39]

En cuanto a los resultados del ensayo de Proctor modificado, se pueden apreciar representativamente en los gráficos 21, 22 y 23, obteniéndose que conforme se le adiciona más y más porcentaje de aserrín, también aumenta el óptimo contenido de humedad necesario, pues al tratarse de un material natural y orgánico, este tiende a absorber una parte de la humedad que entre en contacto con él, tal y como lo comprobaron Espinoza y Hernández. [40]

A medida también que aumenta el porcentaje de aserrín, la MDS de la muestra tiende a reducirse, esto puede ser porque la densidad del aserrín es mucho menor que un suelo, es decir ocupa más espacio en volumen, pero tiene poco peso.

Respecto a la adición con cal, también requerirá mayor OCH a mayor cantidad de cal agregada, pues esta genera una reacción exotérmica al entrar en contacto con el agua, liberando calor, y por tanto quitándole un poco de agua al suelo, la cual debe ser compensada, coincidiendo con Ramos Pérez y Robledo Merino. [8]

La MDS aumenta, respecto a la muestra patrón, cuanto mayor sea el porcentaje de cal, esto debido a que en suelos arcillosos, la cal actúa como un cementante que mejora la estructura interna del suelo, formando compuestos que unen mejor las partículas del mismo, coincidiendo así con Parra et al. [5].

Con los resultados respecto a los ensayos del CBR, estos se pueden apreciar en las gráficas 27, 28, 29 y 30, obteniendo que todas las adiciones, sin importar el porcentaje, aumentan el valor de CBR, pero es con el 5% de aserrín en donde se obtiene el mayor CBR con esta adición respecto a la muestra patrón, llegando a 9 correspondiente a la C-3. La cal como adición, mejora mucho más el CBR de los

suelos, pues llega hasta 28 en la Calicata 3, evidenciándose lo dicho tanto por Medina Arauco [7] como por Parra et al. [5].

En cuanto al corte directo, los ensayos demostraron que la muestra patrón tenía un ángulo de fricción y una cohesión bastante baja, las cuales son $\Phi = 10.6$ y $C = 0.12$. Pero al adicionarle el porcentaje más óptimo de aserrín, estos valores aumentan, convirtiéndose a $\Phi = 23.2$ y $C = 0.29$, lo mismo ocurre con el porcentaje más óptimo de cal, sufriendo una gran variación de dichos valores, con los cuales se llega hasta $\Phi = 31.9$ y $C = 0.61$, verificando así que la cal mejora el suelo en mayor medida que el aserrín.

Con estos valores, también se pudo aplicar la ecuación de Terzaghi para estimar cuál es la capacidad portante de la muestra patrón y las muestras experimentales más óptimas, dando como resultado lo mostrado en la Tabla 32, de donde se extrae que la muestra patrón tiene una capacidad portante de 0.52 kg/cm^2 , y esta sube a 1.25 kg/cm^2 con el porcentaje óptimo de aserrín, y a 2.76 kg/cm^2 con la adición más óptima de cal, comprobando así lo mencionado líneas atrás.

5. En mi quinto objetivo, se menciona identificar el porcentaje experimental más óptimo para las muestras experimentales, es así que siguiendo el procedimiento de los ensayos anteriormente especificados, y que permitieron realizar el ensayo de CBR, se obtiene que en todas las calicatas, el porcentaje más óptimo corresponde al 5% de aserrín pues da un CBR de 9, pues luego de pasar este porcentaje, el CBR disminuye, coincidiendo con Medina Arauco [7], en donde sus ensayos de CBR con aserrín, iban disminuyendo a medida que adicionaba aserrín a sus muestras.

Respecto a la cal, el porcentaje óptimo resultó ser de 15% para todas las muestras experimentales, alcanzando hasta 28, lo cual guarda relación con la investigación hecha por Quispe et al. [34], el cual ensayó de 9%, 15% y 21%, donde obtuvo que el CBR era mayor cuando se trataba del 15% de cal.

6. Mi objetivo específico final, el sexto, refiere la realización del análisis económico para la muestra patrón y experimental óptimo, resultados que se muestran en las tablas 33, 34 y 35, obteniendo que el más bajo costo estaría dado por la estabilización de la muestra patrón sin ninguna adición, pues solo se basaría en la compactación de suelo hasta lograr una mayor densidad del mismo, para ello su costo por m^2 sería de S/. 8.49. Seguido del costo de la muestra experimental óptimo con aserrín, que resultó ser

de S/ 8.64 por m², aunque este precio podría reducirse si consideramos que el aserrín se puede obtener de los residuos de madereras, disminuyendo el costo que involucra la compra de aserrín. Finalmente, el mayor costo lo obtiene la estabilización con cal, con un costo de S/. 8.74 por m², entendiéndose así de que, a una mejor estabilización del suelo, con nuevas propiedades mejoradas, el costo total sería más elevado a comparación de las otras estabilizaciones.

Conclusiones

1. Se concluye que, a pesar de que el aserrín mejora en cierta medida las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, como lo son su capacidad portante, hallada mediante el CBR, su resistencia al corte, su ángulo de fricción y la cohesión, este no llega a darle las mismas propiedades mecánicas que la estabilización con cal, pues se comprobó que la cal funciona mucho mejor como estabilizante para este tipo de suelos.
2. Se caracterizó las muestras de suelo en estado natural a emplear, mediante ensayos como son el contenido de humedad, el análisis granulométrico por tamizado, la gravedad específica, los límites de Atterberg, el Proctor modificado que posteriormente permite realizar el ensayo de CBR y el corte directo, determinando así sus propiedades físicas y mecánicas.
3. Se estableció la muestra patrón, escogiendo a la que tiene un mayor índice de plasticidad IP, pues respecto a otras propiedades físicas y mecánicas como el tipo de suelo y su % de CBR, todas las calicatas eran muy similares entre una y otra.
4. Se determinó la relación de compactación, la capacidad portante y la resistencia la corte de los suelos arcillosos, tanto en la muestra patrón como para cada una de las adiciones, correspondientes al 5%, 10% y 15% de aserrín de pino y cal de manera individual.
5. Al comparar los resultados de los ensayos, comprobamos que efectivamente, tanto el aserrín como la cal estabilizan al suelo, pero a pesar de ello, entre una adición y otra, se puede decir que no existe punto de comparación, pues las propiedades mecánicas del suelo con aserrín están bastante por debajo de las propiedades que se obtienen al adicionar la cal.
6. Con los resultados también se obtuvo que el aserrín en un menor porcentaje estabiliza la muestra de una mejor manera, siendo el menor porcentaje de aserrín empleado el más óptimo respecto a la muestra patrón. A comparación de la cal, que tiene mejores resultados cuando mayor sea el porcentaje de esta adición, es así que se puede concluir que un 5% de aserrín da una muestra más óptima y con la cal se necesita un 15% de esta adición para obtener mejores propiedades.

7. Se realizó el análisis económico, concluyendo que una estabilización con cal es un poco más costosa que una estabilización con aserrín, pero a su vez, lo más costoso trae beneficios más notorios al suelo, dando como resultado una mejoría considerable en todo aspecto.

Recomendaciones

1. Se recomienda que, en caso se desee continuar investigando acerca de la estabilización con aserrín, se opte por considerar porcentajes de adición cercanos al 5%, ya sea mayores o menores, pero no tan alejados, pues se ha comprobado que el aserrín en mayor cantidad aún mejora al suelo, pero no resulta ser tan óptimo como con un porcentaje bajo.
2. Antes de tomar una decisión entre estabilizar con una de los dos estabilizantes empleados en esta investigación, se recomienda realizar los ensayos de CBR para cada el suelo con cada una de las adiciones, pues se puede dar el caso de que, dependiendo del porcentaje de aserrín agregado, el suelo mejore, pero no logre superar el 6% recomendable por el MTC, con lo cual solo se tendría que proceder a retirar y reemplazar el suelo por un mejor material, lo que sería más costoso.
3. Se recomienda que, si solo se está buscando que el suelo supere el 6% de CBR para no ser considerado como un suelo de mala calidad según el Manual de Carreteras del MTC, se puede optar por estabilizar con aserrín, pues se tendría una mejor rentabilidad económica.
4. Si se demuestra que, siempre y cuando se compruebe la efectividad del aserrín como estabilizante en el tipo de suelo que se va a emplear, se opte por usar este material, pues estaríamos ayudando a mitigar la contaminación ambiental a consecuencia de los residuos de aserraderos.
5. Se recomienda realizar un análisis económico para verificar la viabilidad económica entre la estabilización con uno u otro insumo, pues en algunos casos, el costo dependerá de la distancia en la que será transportado el material desde el punto de compra u obtención, hasta el lugar en donde se encuentre el suelo a estabilizar.

Referencias

- [1] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI, «La zonificación ecológica económica potencial de los suelos». [En línea]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/43-sector-agrario/suelo>
- [2] A. A. M. S. Mohamed, J. Yuan, M. Al-Ajamee, Y. Dong, Y. Ren, y T. Hakuzweyezu, «Improvement of expansive soil characteristics stabilized with sawdust ash, high calcium fly ash and cement», *Case Studies in Construction Materials*, vol. 18, p. e01894, ene. 2023, doi: 10.1016/j.cscm.2023.e01894.
- [3] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, «Industria de la Madera». [En línea]. Disponible en: <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/oee-documentos-publicaciones/documentos-de-trabajo/item/792-industria-de-la-madera>
- [4] E. Kalkan y N. Yarba, «The Effects of Pine Tree Sawdust on the Volume Compressibility of Expansive Soils», *IJSEA*, vol. 10, n.º 04, pp. 029-033, mar. 2021, doi: 10.7753/IJSEA1004.1001.
- [5] G. Parra, J. Bastidas, y J. Ruge, *Soil stabilization with lime and fly ash Estabilización de suelos con cal y ceniza volante*. 2019, p. 6. doi: 10.1109/CONIITI48476.2019.8960697.
- [6] F. A. Tunque Cruz, «Estabilización de subrasantes blandos empleando resina natural de pino, trocha carrozable Mayupata, San Pablo, Cusco 2021», *Repositorio Institucional - UCV*, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70768>
- [7] G. R. Medina Arauco, «Estudio del comportamiento del aserrín y la ceniza de carbón para la estabilización de la sub rasante, Carabayllo, Lima 2019», *Repositorio Institucional - UCV*, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53368>
- [8] M. J. Ramos Pérez y S. Robledo Merino, «Estabilización de la sub rasante de la Av. Ahuashiyacu por medio de la concentración de cal, en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y región San Martín - 2020», *Universidad Científica del Perú*, mar. 2021, [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1241>
- [9] R. Weil y N. Brady, *The Nature and Properties of Soils. 15th edition*. Pearson, 2017.
- [10] B. M. Das, *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning, 2021.
- [11] aurix P. System, «Normas Técnicas Peruanas - INACAL», INACAL portal. Accedido: 15 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [12] ASTM International, «Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. ASTM D4318-17e1». [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/d4318-17e01.html>
- [13] J. Knappett y R. F. Craig, *Craig's Soil Mechanics*. CRC Press, 2012.
- [14] ASTM International., «Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³)) ASTM D698-12». [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/d0698-12r21.html>
- [15] ASTM International., «Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³)) ASTM D1557-12». [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/d1557-12r21.html>
- [16] ASTM International, «Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils. ASTM D1883-21.» [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/d1883-21.html>

- [17] «Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions». Accedido: 16 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/d3080-04.html>
- [18] INACAL, «NTP 339.254:2004 - SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de agua (humedad) del suelo por calentamiento directo. 1ª Edición». Accedido: 24 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=31279>
- [19] N. Serret Guasch, G. Giralt-Ortega, y M. Quintero-Ríos, «Caracterización de aserrín de diferentes maderas», *Tecnología Química*, vol. 36, n.º 3, pp. 395-405, dic. 2016.
- [20] M. Borja Suárez, «Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil», Accedido: 17 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil
- [21] Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, y Pilar Baptista Lucio, «Metodología de la Investigación», 2014, Accedido: 17 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/32697156/Hern%C3%A1ndez_R_2014_Metodologia_de_la_Investigacion
- [22] K. G. Cerdan Malaver y Y. P. Rios Cabanillas, «MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON ÓXIDO DE CALCIO AL 5%, 8% y 12% PARA EL TRATAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA EL EMPALMECATILLUC KM 01+000-KM 06+000, CAJAMARCA - 2023», UPN, Cajamarca, Perú, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/37177#:~:text=La%20presente%20tesis%20tiene%20como%20objetivo%20determinar,06+000%2C%20Cajamarca-2023.Así%20mismo%2C%20determinar%20las%20propiedades%20físico>
- [23] «Protocolo-de-ensayos-de-campo-para-la-identificación-de-suelos.pdf». Accedido: 9 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://redprotierra.com.ar/wp-content/uploads/2020/11/Protocolo-de-ensayos-de-campo-para-la-identificaci%C3%B3n-de-suelos.pdf>
- [24] «Manual de Ensayo de Materiales - MTC E 101». Accedido: 16 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf
- [25] MTC, «MC-05-14 Seccion Suelos y Pavimentos_Manual_de_Carreteras». [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
- [26] «NTP 339.127.1998 (revisada el 2019) - Contenido DE Humedad - © INACAL 2019 NORMA TÉCNICA NTP 339. - Studocu». Accedido: 24 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/servicio-nacional-de-capacitacion-para-la-industria-de-la-construccion/laboratorio-suelos-asfalto-y-concreto/ntp-3391271998-revisada-el-2019-contenido-de-humedad/34415052>
- [27] «NTP 339.128 1999 (Revisión 2019) - PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL © INACAL 2019 NORMA - Studocu». Accedido: 24 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-mayor-de-san-marcos/calidad-total/ntp-339128-1999-revision-2019/83492674>
- [28] «NTP 339.131 (2019) Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas - Studocu». Accedido: 24 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-del-centro-del->

- peru/mecanica-de-suelos-i/ntp-339131-2019-metodo-de-ensayo-para-determinar-el-peso-especifico-relativo-de-las-particulas-solidas-de-un-suelo/58325582
- [29] «NTP 339.129 - Límites de plasticidad - Mecánica De Suelos - UNP - Studocu». Accedido: 24 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-piura/mecanica-de-suelos/ntp-339129-limites-de-plasticidad/19842015>
- [30] A. J. Maturrano Vilchez y B. M. Rojas Medina, «Análisis comparativo de ensayos triaxial, compresión no confinada y corte directo para suelos granulares y finos Puente Piedra – Lima 2022», *Repositorio Institucional - UCV*, 2022, Accedido: 17 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106949>
- [31] «COMPRESION NO CONFINADA». Accedido: 17 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/tavooo23/compresion-no-confinada>
- [32]: ::«Ministerio de Transportes y Comunicaciones»: Accedido: 21 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
- [33] «Resolución Ministerial N. ° 139-2024-TR», Resolución Ministerial N. ° 139-2024-TR. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/normas-legales/5962234-139-2024-tr>
- [34] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), A. B. Moale Quispe, y E. J. Rivera Justo, «Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica», Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2019. doi: 10.19083/tesis/648846.
- [35] A. Y. Salazar Gallard, «Análisis del comportamiento del aserrín para estabilización de trochas carrozables, Cajamarca 2023», Cajamarca, Perú, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/35935/Salazar%20Gallardo%2c%20Antero%20Yampier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [36] D. Escobar y Carlos Enrique, «Relaciones Gravimétricas y Volumétricas del Suelo», vol. 2, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/relacionesgravimetricasyvolumetricasdelsuelo.pdf>
- [37] C. López-Niño *et al.*, «Arcillas expansivas del Norte de Venezuela: Caracterización mediante el uso de los límites de Atterberg, índices de consistencia y ensayos de expansión», *Obras y proyectos*, n.º 34, pp. 111-122, dic. 2023, doi: 10.4067/s0718-28132023000200111.
- [38] V. M. Bragagnini, R. A. Beltrán, P. Morea, P. Maldonado, y L. A. Toselli, «ANALISIS DE REACTIVIDAD Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE CALES INDUSTRIALES PARA PRODUCCIÓN DE CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO».
- [39] «Pavimentos_Urbanos.pdf». Accedido: 23 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf
- [40] D. Espinoza Tantaleán y J. L. Hernández Quispe, «Potencial de absorción del aserrín mediante variación de tiempo y peso, para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua», UCV, Chiclayo, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50259/Espinoza_TD.%20Hernandez_QJL%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

INFORME N° LEM USAT 048-2024-II

FECHA: 23 de octubre del 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Fernández Yzquierdo Arnold Merardo

TITULO DE LA TESIS: Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal

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
- Análisis granulométrico por tamizado
- Gravedad específica
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- CBR
- Corte Directo

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

**ENSAYOS DE
CONTENIDO DE HUMEDAD**



Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Tesis : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal.
 Lugar : Dist. Catiluc, Prov. San Miguel, Reg. Cajamarca.

ENSAYO : Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
 REFERENCIA : NTP 339.127 ASTM D53

CALICATA C-1

MUESTRA 1

| Calicata | C-1 |
|----------------------------------|----------------|
| Muestra | 1 |
| N° Tara | 9 |
| Peso de la tara | 79.47 gr |
| Peso de la tara + muestra húmeda | 1147.69 gr |
| Peso de la tara + muestra seca | 947.40 gr |
| Peso de la muestra húmeda | 1068.22 gr |
| Peso de la muestra seca | 867.93 gr |
| Contenido de humedad | 23.08 % |



Henry Rivas
Rivas Obitos
Téc. Laboratorio
USAT




LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Tesis : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal.

Lugar : Dist. Catilluc, Prov. San Miguel, Reg. Cajamarca.

ENSAYO : Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
REFERENCIA : NTP 339.127 ASTM D53

CALICATA C-2

MUESTRA 2

| Calicata | C-2 |
|----------------------------------|------------|
| Muestra | 2 |
| N° Tara | 6 |
| Peso de la tara | 76.57 gr |
| Peso de la tara + muestra húmeda | 1505.88 gr |
| Peso de la tara + muestra seca | 1366.95 gr |
| Peso de la muestra húmeda | 1429.31 gr |
| Peso de la muestra seca | 1290.38 gr |
| Contenido de humedad | 10.77 % |



Henry Rivadeneyra Oblitas
Dir. Laboratorio USAT




LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO



Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Tesis : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal.

Lugar : Dist. Catilluc, Prov. San Miguel, Reg. Cajamarca.

ENSAYO : Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

REFERENCIA : NTP 339.127 ASTM D53

CALICATA C-3

MUESTRA 3

| Calicata | C-3 |
|----------------------------------|------------|
| Muestra | 3 |
| N° Tara | 1 |
| Peso de la tara | 82.39 gr |
| Peso de la tara + muestra húmeda | 1205.61 gr |
| Peso de la tara + muestra seca | 1001.26 gr |
| Peso de la muestra húmeda | 1123.22 gr |
| Peso de la muestra seca | 918.87 gr |
| Contenido de humedad | 22.24 % |



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT




LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**ENSAYOS DE
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR
TAMIZADO**

Tesista : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 Escuela : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 Tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y GAL
 Lugar : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 390.128 : 1999
 : N.T.P. 390.131
 : N.T.P. 339.127 : 1998

Calicata: C-01

Muestra: M-1

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 5" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.0 | 100.0 |
| N° 10 | 2.000 | 6.2 | 93.8 |
| N° 20 | 0.850 | 8.1 | 91.9 |
| N° 30 | 0.300 | 23.9 | 76.1 |
| N° 100 | 0.150 | 36.3 | 63.7 |
| N° 200 | 0.075 | 47.4 | 52.6 |

| Distribución granulométrica | | | |
|-----------------------------|--------|-------|-------|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | 0.0 |
| | G.F. % | 0.0 | |
| % Arena | A.G. % | 6.2 | 47.4 |
| | A.M. % | 13.1 | |
| | A.F. % | 28.1 | |
| % Arcilla y Limo | | 52.6 | 52.6 |
| Total | | 100.0 | 100.0 |

| Contenido de Humedad | | 23.1 | MALO |
|----------------------|--|------|------|
|----------------------|--|------|------|

| Ensayo de Límite de Atterberg | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Límite líquido (LL) | 54.22 (%) |
| Límite Plástico (LP) | 27.77 (%) |
| Índice Plástico (IP) | 26.45 (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | CH |
| Descripción del suelo | Arcilla arenosa de alta plasticidad |
| Clasificación (AASH/TC) | A-7-6 (11) |
| Descripción | |



Henry Rivas Arce
 Obispo
 Tes. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 REGISTRO DE LABORATORIO

Tesis : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
Escuela : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
Tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
Lugar : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C-02

Muestra: M-2

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Análisis Granulométrico por tamizado | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|----------|
| N° Tamiz | Apertura (mm) | % Acumulados | |
| | | Retenido | Que pasa |
| 3" | 75.000 | 0.0 | 100.0 |
| 2" | 50.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 37.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 0.0 | 100.0 |
| 1/2" | 12.500 | 0.0 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 0.0 | 100.0 |
| 1/4" | 6.300 | 0.0 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 0.0 | 100.0 |
| N° 10 | 2.000 | 2.0 | 98.0 |
| N° 20 | 0.850 | 13.2 | 86.8 |
| N° 50 | 0.300 | 36.0 | 64.0 |
| N° 100 | 0.150 | 44.1 | 55.9 |
| N° 200 | 0.075 | 48.4 | 51.6 |



| Distribución granulométrica | | | | Ensayo de Límite de Atterberg | |
|-----------------------------|--------|-------|-------|-------------------------------|-------------------------------------|
| % Grava | G.C. % | 0.0 | 0.0 | Límite líquido (LL) | 55.88 (%) |
| | G.F. % | 0.0 | | Límite Plástico (LP) | 29.40 (%) |
| % Arena | A.G. % | 2.0 | 48.4 | Índice Plástico (IP) | 26.48 (%) |
| | A.M. % | 29.9 | | Clasificación (S.U.C.S.) | CH |
| | A.F. % | 17.5 | | Descripción del suelo | Arcilla arenosa de alta plasticidad |
| % Arena y Limo | | 80.6 | 50.6 | Clasificación (AASHTO) | A-7-6 (10) |
| Total | | 100.0 | 100.0 | Descripción | MALO |
| Contenido de Humedad | | | 10.6 | | |




 Henry
 Riquelme
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 SECRETARÍA DE LABORATORIO

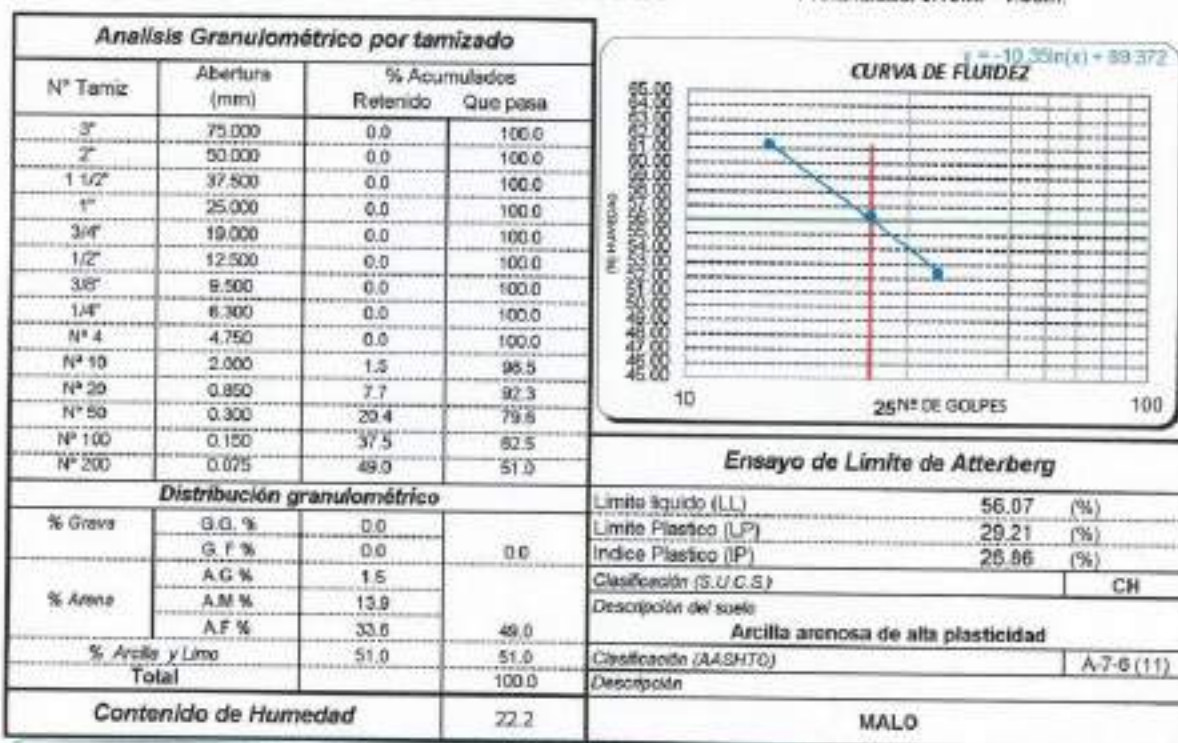
Tesista : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 Escuela : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 Tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y GAL.
 Lugar : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127 : 1995

Calcata: C-03

Muestra: M-3

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.



Henry Rivas Negre Obitos
 Tnc. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**ENSAYOS DE
GRAVEDAD ESPECÍFICA**

Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Tesis : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal.

Lugar : Dist. Catilluc, Prov. San Miguel, Reg. Cajamarca.

ENSAYO : Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo

REFERENCIA : NTP 339.131

CALICATA C-1

| | | | | C-01 |
|--|-----------------|--|-------------------|--------------|
| 1. N° de fiola | | | | F-1 |
| 2. Peso de la fiola | | | g. | 91.55 |
| 3. Peso de la muestra de suelo - seco | | | g. | 50.0 |
| 4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola | (2+3) | | g. | 141.6 |
| 5. Peso de la muestra + Fiola + agua | | | g. | 371.7 |
| 6. Peso de la fiola + peso de agua | | | g. | 341.6 |
| 7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) | $(3)/((3+6)-5)$ | | g/cm ³ | 2.513 |

CALICATA C-2

| | | | | C-02 |
|--|-----------------|--|-------------------|--------------|
| 1. N° de fiola | | | | F-2 |
| 2. Peso de la fiola | | | g. | 89.05 |
| 3. Peso de la muestra de suelo - seco | | | g. | 50.0 |
| 4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola | (2+3) | | g. | 139.1 |
| 5. Peso de la muestra + Fiola + agua | | | g. | 368.4 |
| 6. Peso de la fiola + peso de agua | | | g. | 339.1 |
| 7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) | $(3)/((3+6)-5)$ | | g/cm ³ | 2.419 |

CALICATA C-3

| | | | | C-03 |
|--|-----------------|--|-------------------|--------------|
| 1. N° de fiola | | | | F-3 |
| 2. Peso de la fiola | | | g. | 102.91 |
| 3. Peso de la muestra de suelo - seco | | | g. | 50.0 |
| 4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola | (2+3) | | g. | 152.9 |
| 5. Peso de la muestra + Fiola + agua | | | g. | 382.0 |
| 6. Peso de la fiola + peso de agua | | | g. | 352.9 |
| 7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) | $(3)/((3+6)-5)$ | | g/cm ³ | 2.391 |

**ENSAYOS DE
LÍMITES DE ATTERBERG**

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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 + 5% ASERRIN

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|------|------|-----------------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| N° de tarro | | | | | |
| N° de golpes | 35 | 23 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 47.0 | 47.9 | 50.1 | 29.79 | |
| Tarro + suelo seco | 41.3 | 41.6 | 42.8 | 29.07 | |
| Agua | 5.6 | 6.3 | 7.4 | 0.72 | |
| Peso del tarro | 26.5 | 26.6 | 26.7 | 26.61 | |
| Peso del suelo seco | 12.9 | 13.1 | 14.1 | 2.46 | |
| Porcentaje de humedad | 43.5 | 47.9 | 52.3 | 29.27 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 47.00 |
| Límite Plástico | 29.27 |
| Índice de Plasticidad | 17.73 |



Observaciones:


 Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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 + 10% ASERRIN

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 5 | 2 | 4 | 9 | |
| N° de tarro | 5 | 2 | 4 | 9 | |
| N° de golpes | 35 | 24 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 46.22 | 52.12 | 40.32 | 22.46 | |
| Tarro + suelo seco | 41.07 | 47.31 | 40.21 | 21.45 | |
| Agua | 5.15 | 4.81 | 6.11 | 1.01 | |
| Peso del tarro | 29.48 | 36.79 | 28.28 | 18.17 | |
| Peso del suelo seco | 12.59 | 10.52 | 11.93 | 3.28 | |
| Porcentaje de humedad | 40.91 | 45.72 | 51.22 | 30.79 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 45.07 |
| Límite Plástico | 30.79 |
| Índice de Plasticidad | 14.27 |



Observaciones:


 Henry Rivasdenegra Obillos
 Tec. Laboratorio USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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 + 15% ASERRIN

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de tarro | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de golpes | 35 | 24 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 40.1 | 54.95 | 45.65 | 30.3 | |
| Tarro + suelo seco | 41.2 | 47.15 | 40.4 | 29.4 | |
| Agua | 4.9 | 7.8 | 5.25 | 0.9 | |
| Peso del tarro | 28.45 | 28.55 | 28.66 | 26.61 | |
| Peso del suelo seco | 12.75 | 18.61 | 11.72 | 2.79 | |
| Porcentaje de humedad | 38.43 | 41.91 | 44.80 | 32.25 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 41.25 |
| Límite Plástico | 32.26 |
| Índice de Plasticidad | 8.90 |



Observaciones:

[Signature]
 Henry Rivas Enciso
 Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
[Signature]
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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 + 5% CAL

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo: | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 5 | 2 | 4 | 4 | |
| Nº de tarro | 5 | 2 | 4 | 4 | |
| Nº de golpes | 35 | 24 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 41.85 | 46.95 | 47.48 | 35.21 | |
| Tarro + suelo seco | 37.77 | 41.12 | 41.10 | 33.15 | |
| Agua | 3.88 | 5.83 | 6.39 | 2.06 | |
| Peso del tarro | 28.45 | 28.55 | 28.68 | 28.61 | |
| Peso del suelo seco | 9.32 | 12.57 | 12.42 | 6.54 | |
| Porcentaje de humedad | 41.89 | 46.38 | 51.45 | 31.50 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 45.67 |
| Límite Plástico | 31.50 |
| Índice de Plasticidad | 14.17 |



Observaciones:

Henry
Rivadeneiro
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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 + 10% CAL


Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de tarro | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de golpes | 35 | 25 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 39.4 | 53.35 | 45.01 | 25.8 | |
| Tarro + suelo seco | 38.31 | 48.4 | 39.65 | 23.78 | |
| Agua | 3.05 | 4.95 | 5.36 | 1.82 | |
| Peso del tarro | 28.48 | 38.79 | 28.28 | 18.17 | |
| Peso del suelo seco | 7.83 | 11.61 | 11.37 | 5.61 | |
| Porcentaje de humedad | 39.45 | 42.64 | 47.14 | 32.44 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 42.55 |
| Límite Plástico | 32.44 |
| Índice de Plasticidad | 10.11 |



Observaciones:


 Henry Rivas
 Oblitas
 Tel. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 CENTRO DE LABORATORIOS

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata: C-01

Muestra: M-1 + 15% CAL

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo: | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 8 | 9 | 16 | 13 | |
| N° de tarro | 8 | 9 | 16 | | |
| N° de golpes | 35 | 25 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 46.4 | 53.6 | 46 | 33.47 | |
| Tarro + suelo seco | 41.535 | 49.35 | 40.56 | 31.84 | |
| Agua | 4.865 | 4.25 | 5.44 | 1.63 | |
| Peso del tarro | 26.12 | 38.8 | 26.28 | 27.16 | |
| Peso del suelo seco | 13.415 | 10.55 | 12.28 | 4.68 | |
| Porcentaje de humedad | 36.27 | 40.28 | 44.30 | 34.98 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 39.71 |
| Límite Plástico | 34.98 |
| Índice de Plasticidad | 4.73 |



Observaciones:


 Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata: C-02

Muestra: M-2 + 5% ASERRIN

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|----|
| | 5 | 25 | 100 | 9 | 25 |
| N° de tarro | 5 | 2 | 4 | 9 | |
| N° de golpes | 35 | 25 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 37.73 | 40.78 | 40.93 | 30.31 | |
| Tarro + suelo seco | 34.74 | 36.66 | 36.60 | 29.45 | |
| Agua | 2.99 | 4.12 | 4.33 | 0.86 | |
| Peso del tarro | 28.45 | 28.55 | 28.68 | 28.61 | |
| Peso del suelo seco | 6.29 | 8.11 | 7.92 | 2.84 | |
| Porcentaje de humedad | 47.49 | 50.80 | 54.67 | 30.28 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 50.48 |
| Límite Plástico | 30.28 |
| Índice de Plasticidad | 20.20 |



Observaciones:

Henry Rivas
 Henry Rivas
 Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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-2 + 10% ASERRIN

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|--|
| | 15 | 1 | 3 | 8 | | |
| N° de tarro | 15 | 1 | 3 | 8 | | |
| N° de golpes | 34 | 24 | 15 | | | |
| Tarro + suelo húmedo | 42.21 | 52.91 | 43.69 | 20.96 | | |
| Tarro + suelo seco | 37.9 | 47.57 | 38.3 | 20.27 | | |
| Agua | 4.31 | 5.34 | 5.39 | 0.69 | | |
| Peso del tarro | 28.48 | 36.79 | 28.28 | 18.17 | | |
| Peso del suelo seco | 9.42 | 10.78 | 10.02 | 2.1 | | |
| Porcentaje de humedad | 45.75 | 49.54 | 53.79 | 32.86 | | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 48.89 |
| Límite Plástico | 32.86 |
| Índice de Plasticidad | 16.03 |



Observaciones:

[Signature]

Meery
Rivadeneira
Oblitas
Tec. LABORATORIO
USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT



FÍSICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e indice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Caliceta: C-02

Muestra: M-2 + 15% ASERRIN

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.


| Datos de ensayo. | Limite liquido | | | Limite Plástico | |
|-----------------------|----------------|--------|-------|-----------------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| N° de tarro | | | | | |
| N° de golpes | 35 | 24 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 47.2 | 48.08 | 45.88 | 29.85 | |
| Tarro + suelo seco | 41.75 | 41.919 | 40.05 | 29 | |
| Agua | 5.45 | 6.141 | 5.81 | 0.85 | |
| Peso del tarro | 28.45 | 28.55 | 28.68 | 26.61 | |
| Peso del suelo seco | 13.3 | 13.369 | 11.37 | 2.39 | |
| Porcentaje de humedad | 40.98 | 45.93 | 51.10 | 35.56 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 45.13 |
| Límite Plástico | 35.56 |
| Índice de Plasticidad | 9.57 |



Observaciones:

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT




ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e indice de plasticidad del suelo
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Calicata: C-02

Muestra: M-2 + 5% CAL

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.


| Datos de ensayo: | Limite liquido | | | Limite Plástico | | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|--|
| | 5 | 9 | 16 | 13 | | |
| N° de tarro | 5 | 9 | 16 | 13 | | |
| N° de golpes | 35 | 24 | 15 | | | |
| Tarro + suelo húmedo | 44.9 | 54.73 | 43.2 | 32.8 | | |
| Tarro + suelo seco | 39.9 | 49.62 | 38.12 | 31.45 | | |
| Agua | 5 | 5.11 | 5.08 | 1.35 | | |
| Peso del tarro | 28.12 | 38.8 | 28.28 | 27.18 | | |
| Peso del suelo seco | 11.78 | 10.82 | 9.84 | 4.27 | | |
| Porcentaje de humedad | 42.44 | 47.23 | 51.63 | 31.82 | | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 46.30 |
| Límite Plástico | 31.62 |
| Índice de Plasticidad | 14.68 |



Observaciones:

Henry Rivas Encaya
 Obispa
 Tec. Laboratorio
 USAT




ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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-2 + 10% CAL

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Detos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|--|
| | 15 | 1 | 3 | 9 | | |
| N° de tarro | 15 | 1 | 3 | 9 | | |
| N° de golpes | 35 | 25 | 15 | | | |
| Tarro + suelo húmedo | 47.74 | 53.9 | 51.8 | 24.29 | | |
| Tarro + suelo seco | 42.15 | 48.65 | 44.1 | 22.74 | | |
| Agua | 5.59 | 5.25 | 7.7 | 1.55 | | |
| Peso del tarro | 28.48 | 36.79 | 28.28 | 18.17 | | |
| Peso del suelo seco | 13.67 | 11.86 | 15.82 | 4.57 | | |
| Porcentaje de humedad | 40.89 | 44.27 | 48.67 | 33.92 | | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 44.07 |
| Límite Plástico | 33.92 |
| Índice de Plasticidad | 10.15 |



Observaciones:

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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-2 + 15% CAL

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 6 | 9 | 16 | 13 | |
| N° de tarro | 6 | 9 | 16 | 13 | |
| N° de golpes | 35 | 25 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 40.48 | 55.85 | 48.5 | 33.2 | |
| Tarro + suelo seco | 37.07 | 50.83 | 41.04 | 31.6 | |
| Agua | 3.42 | 4.82 | 5.46 | 1.6 | |
| Peso del tarro | 28.12 | 38.8 | 28.28 | 27.18 | |
| Peso del suelo seco | 8.95 | 12.03 | 12.76 | 4.42 | |
| Porcentaje de humedad | 38.21 | 40.07 | 42.79 | 36.20 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 40.04 |
| Límite Plástico | 36.20 |
| Índice de Plasticidad | 3.84 |



Observaciones:

Henry Roldeneza Obitos
 Tec. Laboratorio
 USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica
 Santa Toribio de Mogrovejo



TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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

Calicata: C-03

Muestra: M-3 + 5% ASERRIN

Profundidad: 0.30m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de tarro | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de golpes | 35 | 25 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 56.22 | 49.49 | 42.11 | 21.25 | |
| Tarro + suelo seco | 47.332 | 45.13 | 37.1 | 20.63 | |
| Agua | 8.888 | 4.36 | 5.01 | 0.72 | |
| Peso del tarro | 28.48 | 36.79 | 28.68 | 18.17 | |
| Peso del suelo seco | 18.852 | 8.34 | 8.42 | 2.36 | |
| Porcentaje de humedad | 47.15 | 52.28 | 59.50 | 30.51 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 52.32 |
| Límite Plástico | 30.51 |
| Índice de Plasticidad | 21.61 |



Observaciones:

Henry Rivas
 Henry Rivas
 Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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-3 + 10% ASERRIN

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de tarro | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de golpes | 35 | 24 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 46.04 | 39.79 | 46.32 | 34.89 | |
| Tarro + suelo seco | 40.08 | 36.12 | 41.46 | 32.91 | |
| Agua | 5.96 | 3.67 | 6.86 | 1.98 | |
| Peso del tarro | 28.45 | 28.55 | 28.66 | 26.61 | |
| Peso del suelo seco | 12.23 | 7.57 | 12.78 | 6.30 | |
| Porcentaje de humedad | 43.87 | 46.46 | 53.68 | 31.43 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 47.84 |
| Límite Plástico | 31.43 |
| Índice de Plasticidad | 16.41 |



Observaciones:

Henry Rivas Obitas
 Henry Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESISTA : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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

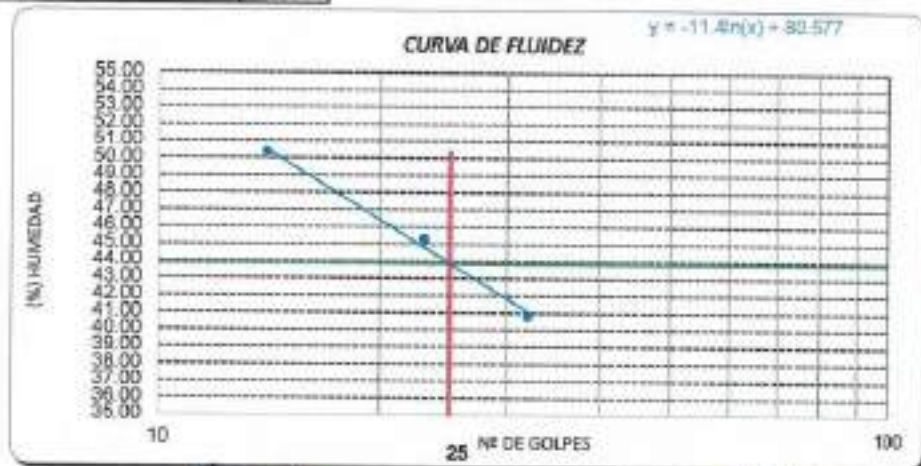
Calicata: C-03

Muestra: M-3 + 15% ASERRIN

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|--|
| | 15 | 1 | 3 | 8 | | |
| N° de tarro | 15 | 1 | 3 | 8 | | |
| N° de golpes | 32 | 23 | 14 | | | |
| Tarro + suelo húmedo | 48.79 | 57.16 | 48.11 | 23.40 | | |
| Tarro + suelo seco | 41.49 | 50.81 | 41.60 | 22.10 | | |
| Agua | 5.30 | 6.35 | 6.51 | 1.30 | | |
| Peso del tarro | 28.48 | 36.79 | 28.68 | 18.17 | | |
| Peso del suelo seco | 13.01 | 14.02 | 12.92 | 3.93 | | |
| Porcentaje de humedad | 40.77 | 45.29 | 50.39 | 33.08 | | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 43.87 |
| Límite Plástico | 33.08 |
| Índice de Plasticidad | 10.79 |



Observaciones:


 Henry Zavares
 Obispo
 Fac. Laboratorio
 USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
 Universidad Católica
 Santa Teresita de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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-3 + 5% CAL

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 6 | 9 | 16 | 13 | |
| N° de tarro | 6 | 9 | 16 | | |
| N° de golpes | 35 | 25 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 43.15 | 44.15 | 50.4 | 31.85 | |
| Tarro + suelo seco | 38.66 | 39.08 | 42.06 | 30.45 | |
| Agua | 4.49 | 5.07 | 7.44 | 1.2 | |
| Peso del tarro | 28.45 | 28.55 | 28.58 | 26.61 | |
| Peso del suelo seco | 10.21 | 10.53 | 14.28 | 3.84 | |
| Porcentaje de humedad | 43.98 | 48.15 | 52.10 | 31.25 | |

| CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 47.49 |
| Límite Plástico | 31.25 |
| Índice de Plasticidad | 16.24 |



Observaciones:


 Henry
 Rueda
 Coblas
 Ing. Laboratorio
 USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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

Calicata: C-03

Muestra: M-3 + 10% CAL

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

| Datos de ensayo. | Limite líquido | | | Limite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|
| | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de tarro | 15 | 1 | 3 | 8 | |
| N° de golpes | 35 | 23 | 15 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 38.59 | 53.6 | 38.25 | 23.66 | |
| Tarro + suelo seco | 35.77 | 48.45 | 35.08 | 22.25 | |
| Agua | 2.62 | 5.15 | 3.17 | 1.33 | |
| Peso del tarro | 28.48 | 36.79 | 28.68 | 18.17 | |
| Peso del suelo seco | 7.29 | 11.66 | 6.4 | 4.08 | |
| Porcentaje de humedad | 38.68 | 44.17 | 48.53 | 32.60 | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 43.02 |
| Límite Plástico | 32.60 |
| Índice de Plasticidad | 10.43 |



Observaciones:

[Handwritten Signature]
 Henry
 Vivandencya
 Obillos
 Ing. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
 TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL
 Ubicación : DISTRITO CATILLUC, PROVINCIA SAN MIGUEL, REGION CAJAMARCA

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-3 + 15% CAL

Profundidad: 0.10m. - 1.50m,


| Datos de ensayo. | Límite líquido | | | Límite Plástico | | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|--|--|
| | 6 | 9 | 16 | 13 | | |
| N° de tarro | 6 | 9 | 16 | 13 | | |
| N° de golpes | 35 | 25 | 15 | | | |
| Tarro + suelo húmedo | 44.1 | 51.44 | 41.08 | 35.6 | | |
| Tarro + suelo seco | 39.82 | 47.89 | 37.24 | 33.44 | | |
| Agua | 4.28 | 3.55 | 3.85 | 2.16 | | |
| Peso del tarro | 28.12 | 38.8 | 28.28 | 27.18 | | |
| Peso del suelo seco | 11.7 | 9.09 | 8.96 | 6.26 | | |
| Porcentaje de humedad | 36.58 | 39.05 | 42.97 | 34.50 | | |

| CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA | |
|-----------------------------------|-------|
| Límite Líquido | 39.10 |
| Límite Plástico | 34.50 |
| Índice de Plasticidad | 4.59 |



Observaciones:

Henry Yzquierdo Oblitas
 Henry Yzquierdo Oblitas
 Tcn. Laboratorio USAT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica
 Cajamarca



TÉCNICO DE LABORATORIO

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA : Ingeniería Civil Ambiental
 TESIS : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 TESIS : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal

CALICATA : N° 01 NIVEL FREÁTICO : No encontrado
 UBICACIÓN : Distrito de Cablluc, provincia de San Miguel, región Cajamarca
 PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m
 FECHA : 15/08/2023

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (m) | | Tipo de Excavación | Muestra n° | Simbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) | |
|------------------------|------|-----------------------|---------------|---------|-----------------------|--|-------------------------------|
| 0.2 | 0.20 | A | M - 1 | | OL | Material con composición orgánica, vegetación y suelos diversos. | |
| 0.4 | | C | | | CH | | Arcilla de alta plasticidad |
| 0.5 | 0.50 | E | | | | | Limite Líquido = 54.22 |
| 0.6 | | L | | | | | Índice de Plasticidad = 26.45 |
| 0.8 | | O | | | | | Contenido de Humedad = 23.08% |
| 1.0 | | A | | | | | |
| 1.2 | | B | | | | | |
| 1.4 | | E | | | | | |
| 1.5 | 1.50 | R | | | | | |
| 1.6 | | T | | | | | |
| 1.7 | | O | | | | | |
| 1.8 | | | | | | | |
| 1.9 | | | | | | | |
| 2.0 | | | | | | | |
| 2.1 | | | | | | | |
| 2.2 | | | | | | | |
| 2.3 | | | | | | | |
| 2.4 | | | | | | | |
| 2.5 | | | | | | | |
| 2.6 | | | | | | | |
| 2.7 | | | | | | | |
| 2.8 | | | | | | | |
| 2.9 | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA : Ingeniería Civil Ambiental
 TESISISTA : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 TESIS : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal

CALICATA : N° 02 NIVEL FREÁTICO : No encontrado
 UBICACIÓN : Distrito de Catlluc, provincia de San Miguel, región Cajamarca
 PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m
 FECHA : 15/08/2023

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (m) | Tipo de Excavación | Muestra N° | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) | |
|---------------------------|-----------------------|---------------|---------|-------------------------------|--|--|
| 0.2 | A | M - 2 | | OL | Material con composición orgánica, vegetación y suelos diversos. | |
| 0.4 | C | | | | Arcilla de alta plasticidad | |
| 0.5 | E | | | Limite Líquido = 55.88 | | |
| 0.6 | | | | Indice de Plasticidad = 26.48 | | |
| 0.8 | | | | Contenido de Humedad = 10.77% | | |
| 1.0 | | | | | | |
| 1.2 | A | | | | CH | |
| 1.4 | B | | | | | |
| 1.6 | I | | | | | |
| 1.8 | E | | | | | |
| 2.0 | R | | | | | |
| 2.2 | T | | | | | |
| 2.4 | O | | | | | |
| 2.6 | | | | | | |
| 2.8 | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
 C = Calicata





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA : Ingeniería Civil Ambiental
TESISTA : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
TESIS : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal

CALICATA : N° 03 NIVEL FREÁTICO : No encontrado

UBICACIÓN : Distrito de Castiluc, provincia de San Miguel, región Cajamarca

PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m

FECHA : 15/08/2023

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (m) | Tipo de Excavación | Muestra n° | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) | |
|---------------------------|---------------------------------|---------------|---------|-----------------------|--|--|
| 0.2 | A | M - 3 | | OL | Material con composición orgánica, vegetación y suelos diversos. | |
| 0.4 | C I E L L O | | | CH | Arcilla de alta plasticidad | |
| 0.5 | | | | | Límite Líquido = 56.07 | |
| 0.6 | | | | | Índice de Plasticidad = 26.86 | |
| 0.8 | | | | | Contenido de Humedad = 22.24% | |
| 1.0 | A B I E R T O | | | | | |
| 1.2 | | | | | | |
| 1.4 | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | |
| 1.50 | | | | | | |
| 1.6 | | | | | | |
| 1.7 | | | | | | |
| 1.8 | | | | | | |
| 1.9 | | | | | | |
| 2.0 | | | | | | |
| 2.1 | | | | | | |
| 2.2 | | | | | | |
| 2.3 | | | | | | |
| 2.4 | | | | | | |
| 2.5 | | | | | | |
| 2.6 | | | | | | |
| 2.7 | | | | | | |
| 2.8 | | | | | | |
| 2.9 | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | |

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata

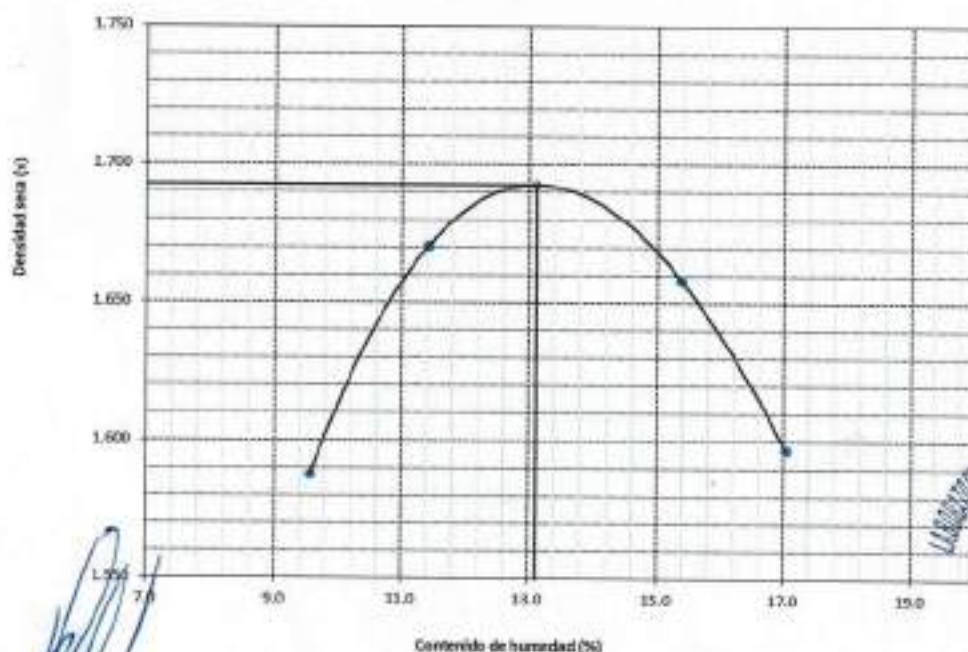
**ENSAYOS DE
PROCTOR MODIFICADO Y CBR C-1**

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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

| CALIDAD : C-1 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA : M-1 | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5784 | 5805 | 5757 | 5644 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1773 | 1725 | 1612 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.869 | 1.913 | 1.861 | 1.739 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 48.06 | 49.36 | 54.93 | 41.95 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 46.42 | 46.55 | 52.22 | 40.76 |
| Peso de tara | g | 36.79 | 28.28 | 28.49 | 28.31 |
| Peso de agua | g | 1.64 | 2.01 | 2.71 | 1.19 |
| Peso de suelo seco | g | 9.63 | 18.27 | 23.73 | 12.45 |
| Contenido de agua | % | 17.0 | 15.4 | 11.4 | 9.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.597 | 1.658 | 1.671 | 1.588 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.693 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.114 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



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



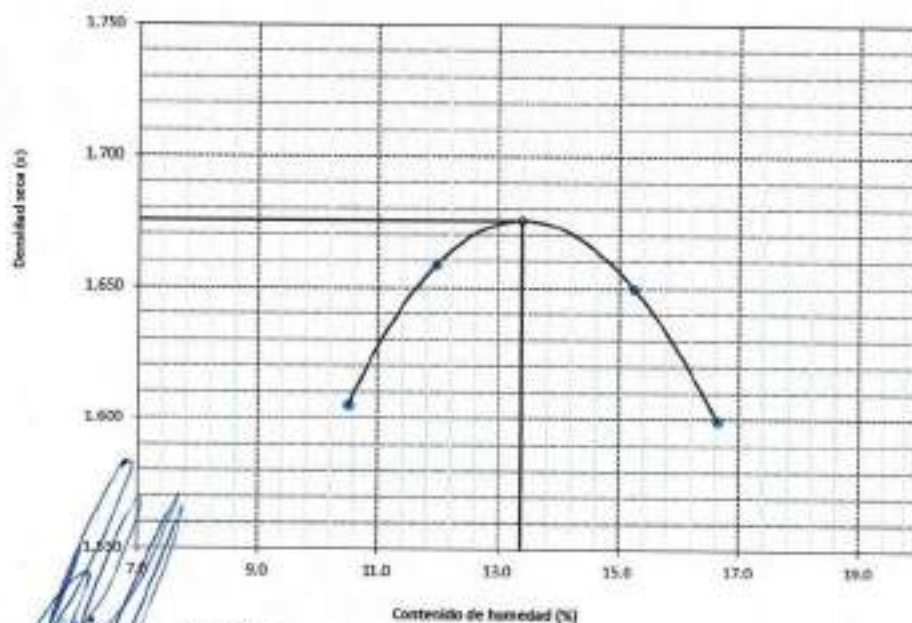
TÉCNICO DE LABORATORIO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·mm³ (56000 pie-lbf/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

| CALICATA: C-1 | COORDENADA: |
|------------------------------------|--|
| MUESTRA: M-1 | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m |
| Número de ensayo | 1 2 3 4 |
| Peso del suelo + molde | g 5761 5794 5753 5676 |
| Peso del molde | g 4032 4032 4032 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g 1729 1762 1721 1644 |
| Volumen del molde | cm ³ 926.8 926.8 926.8 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ 1.866 1.901 1.857 1.774 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | |
| N° Recipiente | 1 2 3 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g 48.99 50.58 52.65 44.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g 47.25 47.63 50.07 42.96 |
| Peso de tara | g 36.79 28.28 28.49 28.31 |
| Peso de agua | g 1.74 2.95 2.58 1.54 |
| Peso de suelo seco | g 10.46 19.35 21.58 14.65 |
| Contenido de agua | % 16.6 15.2 12.0 10.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ 1.600 1.650 1.659 1.605 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.676 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.371 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
Obilinas
Tec. Laboratorio
USAT

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

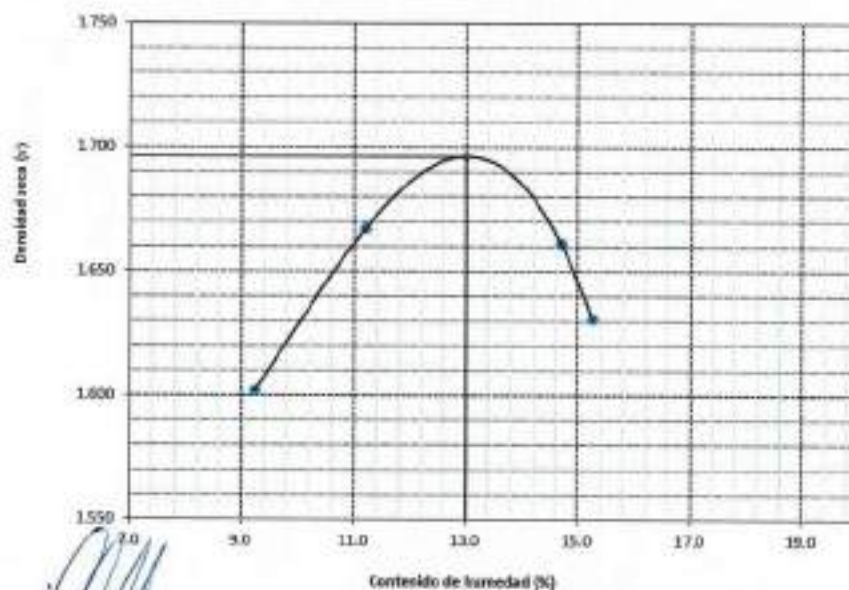
TÉCNICO DE LABORATORIO

**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**

Tesis: : Fernández Yazuierdo Arnold Merardo
Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación: : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión: : Chiclayo, setiembre del 2023

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------|----------|
| CALICATA: | C-1 | COORDENADAS: | | | |
| MUESTRA: | M-1 | PROFUNDIDAD: | 0.10 m - 1.50 m | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5774 | 5798 | 5750 | 5654 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1742 | 1766 | 1718 | 1622 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.880 | 1.906 | 1.854 | 1.750 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 51.07 | 52.64 | 58.09 | 44.73 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.18 | 49.52 | 55.11 | 43.34 |
| Peso de tara | g | 36.79 | 28.28 | 28.49 | 28.31 |
| Peso de agua | g | 1.89 | 3.12 | 2.98 | 1.39 |
| Peso de suelo seco | g | 12.39 | 21.24 | 26.62 | 15.03 |
| Contenido de agua | % | 15.3 | 14.7 | 11.2 | 9.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.631 | 1.681 | 1.667 | 1.602 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.696 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 12.909 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
 Ruedenebra
 Obispo
 Tec. LABORATORIO
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



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

Testeado : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

CLASIFICACIÓN : C-01
MUESTRA : M-1 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Nº Molde | | MOLDE 16 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 8 | | | | |
| 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 | | 11884 | | 12211 | | 11626 | | 12037 | | 11694 | | 11989 | | |
| Peso de molde (gr) | | 7895 | | 7835 | | 7749 | | 7749 | | 7840 | | 7940 | | |
| Peso del suelo húmedo (gr) | | 4019 | | 4376 | | 3876 | | 4288 | | 3864 | | 4149 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2188 | | 2106 | | 2133 | | 2133 | | 2132 | | 2132 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.907 | | 2.078 | | 1.817 | | 2.010 | | 1.719 | | 1.948 | | |
| % de humedad | | 13.15 | | 22.19 | | 13.21 | | 24.01 | | 13.18 | | 26.62 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.695 | | 1.689 | | 1.605 | | 1.621 | | 1.518 | | 1.537 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 59.8 | 59.8 | 4376 | 4376 | 63.5 | 63.5 | 4288 | 4288 | 54.4 | 54.4 | 4148.0 | 4148.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 54.7 | 54.7 | 4019 | 4019 | 60.9 | 60.9 | 3876 | 3876 | 50.2 | 50.2 | 3864.0 | 3864.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 4.8 | 4.8 | 357.0 | 357.0 | 5.9 | 5.9 | 412.0 | 412.0 | 4.2 | 4.2 | 488.0 | 488.0 | |
| Peso del tarro (gr.) | | 18.0 | 18.0 | 0 | 0 | 18.1 | 18.1 | 0 | 0 | 18.18 | 18.18 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 36.7 | 36.7 | 3652.4 | 3652.4 | 40.1 | 40.1 | 3814.5 | 3814.5 | 32.0 | 32.0 | 3808.2 | 3808.2 | |
| % de humedad | | 13.15 | 13.15 | 22.19 | 22.19 | 13.21 | 13.21 | 24.01 | 24.01 | 13.18 | 13.18 | 26.62 | 26.62 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.15 | | 22.19 | | 13.21 | | 24.01 | | 13.18 | | 26.62 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 7/09/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.46 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | | | |
| 8/09/2023 | 10.2 | 24 | 3.70 | 0.093 | | 4.41 | 0.110 | | 5.08 | 0.127 | | | | |
| 9/09/2023 | 10.2 | 48 | 6.22 | 0.156 | | 7.38 | 0.184 | | 8.48 | 0.212 | | | | |
| 10/09/2023 | 10.2 | 72 | 8.78 | 0.218 | | 10.28 | 0.257 | | 11.81 | 0.295 | | | | |
| 11/09/2023 | 10.2 | 96 | 11.22 | 0.281 | | 13.19 | 0.330 | | 15.16 | 0.379 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 7.22 | 4.57 | total | 8.30 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/ft ² | MOLDE Nº 16 | | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 8 | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Línea pulg. | Lect. Dial | Línea pulg. | Lect. Dial | Línea pulg. | Lect. Dial | Línea pulg. | Lect. Dial | Línea pulg. | Lect. Dial | Línea pulg. |
| min. | pulg. | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 39 | 13 | 39 | 10 | | | 14 | 8 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 88 | 28 | 83 | 22 | | | 37 | 12 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 115 | 46 | 89 | 36 | | | 48 | 20 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 163 | 84 | 126 | 50 | 43.7 | 4.4 | 69 | 38 | 26.2 | 2.6 | | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 221 | 86 | 146 | 57 | | | 93 | 37 | | | | |
| 5.090 | 0.200 | 400" | 281 | 113 | 188 | 73 | 73.9 | 4.6 | 114 | 45 | 45.8 | 3.1 | | |
| 6.360 | 0.250 | 500" | 338 | 131 | 218 | 85 | | | 135 | 53 | | | | |
| 7.630 | 0.300 | 600" | 396 | 144 | 242 | 94 | | | 156 | 61 | | | | |
| 10.180 | 0.400 | 800" | 448 | 176 | 293 | 114 | | | 203 | 72 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 601 | 197 | 327 | 138 | | | 253 | 78 | | | | |

Henry Rivas Araya Obitos
Tec. Laboratorio USAI

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAI
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TECNICO DE LABORATORIO

Testeado : Fernández Yzquierdo Arnold Miranda
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cejaamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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

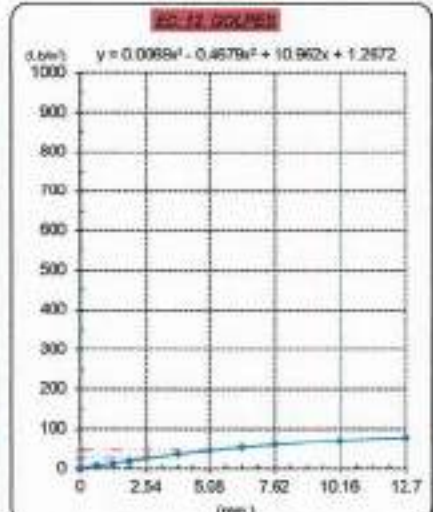
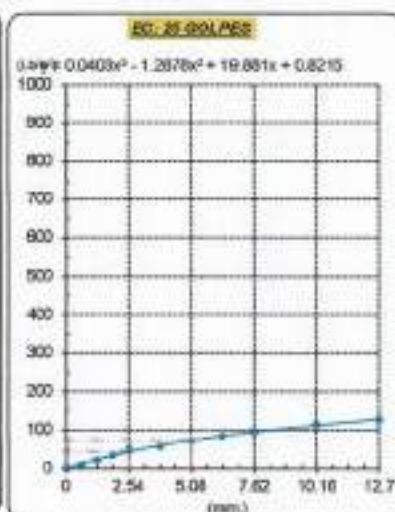
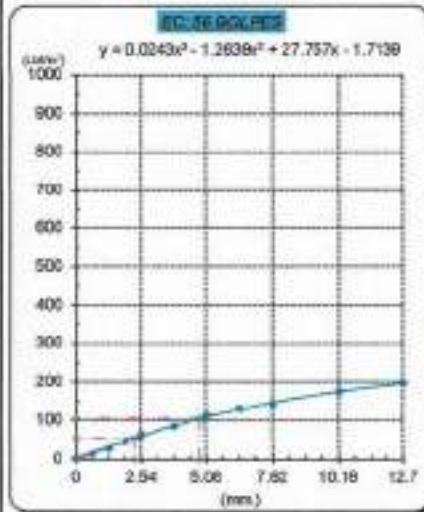


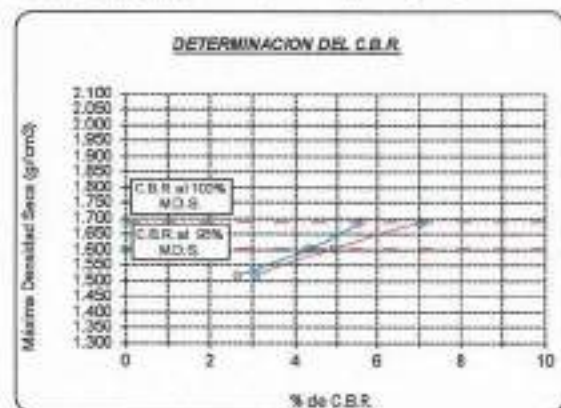
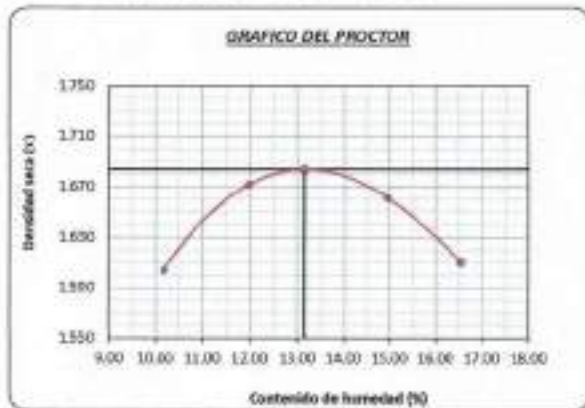
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.688 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.604 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.162 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 6.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 6 % | 7 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 4 % | 5 % |



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

Técnico: : Fernández Yaqierdo Arnold Merardo
Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación: : Dst. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de ensayo: : Chiclayo, setiembre del 2023

CALCUTA: : C-01
MUESTRA: : M-1

PROFUNDIDAD: : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|----------------------|----------|-----------|------------|--------------|-----------|-----------|------------|--------------|----------|-----------|------------|-----|
| N° Molde | | MOLDE 18 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | |
| 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 | | 11896 | | 12346 | | 11802 | | 12622 | | 11408 | | 11978 | | |
| Peso de molde (g) | | 7835 | | 7835 | | 7749 | | 7749 | | 7840 | | 7840 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 4071 | | 4410 | | 3633 | | 4273 | | 3548 | | 4138 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2588 | | 2108 | | 2133 | | 2133 | | 2132 | | 2132 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.907 | | 2.082 | | 1.797 | | 2.003 | | 1.711 | | 1.941 | | |
| % de humedad | | 13.23 | | 23.06 | | 13.37 | | 25.03 | | 13.56 | | 27.20 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.665 | | 1.700 | | 1.585 | | 1.602 | | 1.507 | | 1.526 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 43.6 | | 44.0 | | 50.8 | | 42.73 | | 52.5 | | 4138.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 40.6 | | 40.21 | | 46.8 | | 38.33 | | 48.4 | | 3548.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 3.0 | | 389.0 | | 3.8 | | 440.0 | | 4.1 | | 490.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 18.0 | | 0 | | 18.1 | | 0 | | 18.18 | | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 22.5 | | 3854.4 | | 28.7 | | 3773.2 | | 30.2 | | 3593.9 | | |
| % de humedad | | 13.23 | | 23.06 | | 13.37 | | 25.03 | | 13.56 | | 27.20 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.23 | | 23.06 | | 13.37 | | 25.03 | | 13.56 | | 27.20 | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/09/2023 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.07 | 0 | 0 | | | |
| 3/09/2023 | 16.5 | 24 | 3.54 | 0.088 | | 4.38 | 0.101 | | 4.63 | 0.113 | | | | |
| 4/09/2023 | 16.5 | 48 | 5.91 | 0.148 | | 6.89 | 0.167 | | 7.68 | 0.187 | | | | |
| 5/09/2023 | 16.5 | 72 | 8.27 | 0.207 | | 9.37 | 0.234 | | 10.43 | 0.261 | | | | |
| 6/09/2023 | 16.5 | 96 | 10.63 | 0.296 | | 12.01 | 0.300 | | 13.39 | 0.336 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.82 | 4.57 | total | 6.57 | 4.57 | total | 7.33 | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND. Lib/in2 | MOLDE N° | | MOLDE 18 | | MOLDE N° | | MOLDE 10 | | MOLDE N° | | MOLDE 6 | |
| | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | | Lib/in2 | Lib/pulg2 | Lib/pulg2 | % | Lib/in2 | Lib/pulg2 | Lib/pulg2 | % | Lib/in2 | Lib/pulg2 | Lib/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.840 | 0.025 | 0'30" | 36 | 15 | | | 27 | 12 | | | 9 | 3 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 65 | 27 | | | 50 | 21 | | | 18 | 8 | | |
| 1.810 | 0.075 | 1'30" | 112 | 44 | | | 86 | 35 | | | 30 | 14 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 160 | 63 | 48.2 | 4.8 | 135 | 42 | 37.4 | 3.7 | 46 | 20 | 17.9 | 1.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 266 | 80 | | | 229 | 51 | | | 82 | 26 | | |
| 5.090 | 0.200 | 4'00" | 345 | 95 | 93.0 | 6.2 | 242 | 56 | 62.4 | 4.2 | 73 | 32 | 31.8 | 2.1 |
| 6.390 | 0.250 | 5'00" | 400 | 117 | | | 292 | 71 | | | 94 | 38 | | |
| 7.820 | 0.300 | 6'00" | 442 | 133 | | | 316 | 84 | | | 110 | 44 | | |
| 10.190 | 0.400 | 8'00" | 496 | 167 | | | 371 | 109 | | | 136 | 50 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 489 | 192 | | | 318 | 123 | | | 116 | 56 | | |

Tecnicista: **Fernández Yzquierdo Arnold Merado**
 Escuela: **Ingeniería Civil Ambiental**
 Proyecto/Tesis: **Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal**
 Ubicación: **Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca**
 Fecha de emisión: **Chilayo, setiembre del 2023**

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

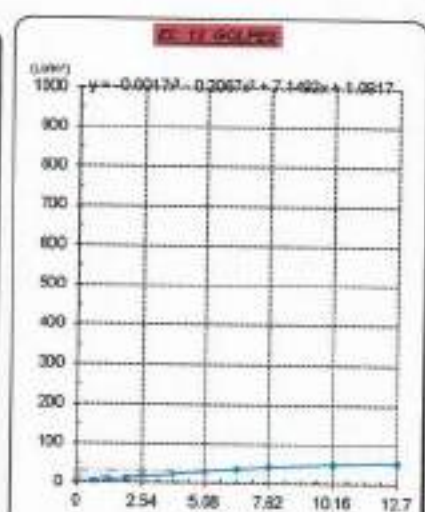
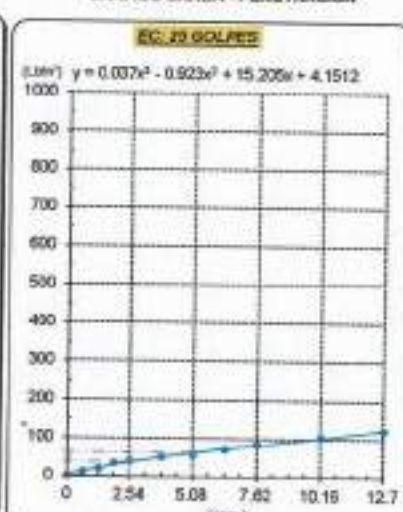
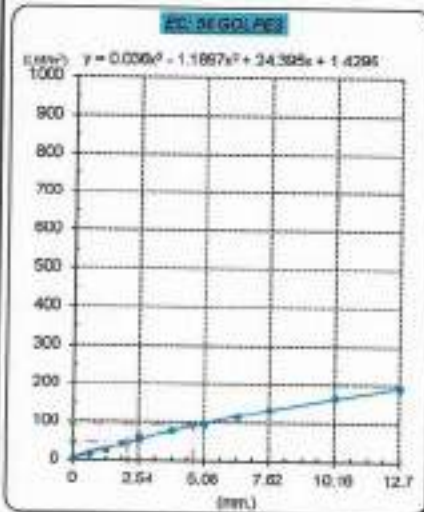


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.688 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.604 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.162 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 5 % | 8 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 4 % | 5 % |



Henry Rivasnegra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

N.T.P. 330.145 / ASTM D-1583

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

ESPECIE : C-01
MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 1,00 m - 1,50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------|-------------|--------------------|--------------------|-------|------------|--------------------|--------------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 18 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | | |
| | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 55 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11844 | 12001 | 11812 | 12035 | 11506 | 11584 | 11506 | 11584 | 11506 | 11584 | 11506 | 11584 | | |
| Peso de molde (g) | 7835 | 7835 | 7749 | 7749 | 7640 | 7640 | 7640 | 7640 | 7640 | 7640 | 7640 | 7640 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4009 | 4166 | 4063 | 4286 | 3866 | 3944 | 3866 | 3944 | 3866 | 3944 | 3866 | 3944 | | |
| Volumen del molde (cc) | 2108 | 2108 | 2133 | 2133 | 2133 | 2133 | 2133 | 2133 | 2133 | 2133 | 2133 | 2133 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.902 | 1.971 | 1.811 | 2.009 | 1.779 | 1.848 | 1.779 | 1.848 | 1.779 | 1.848 | 1.779 | 1.848 | | |
| % de humedad | 13.11 | 22.16 | 13.92 | 24.14 | 13.20 | 26.46 | 13.20 | 26.46 | 13.20 | 26.46 | 13.20 | 26.46 | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.651 | 1.635 | 1.602 | 1.619 | 1.519 | 1.537 | 1.519 | 1.537 | 1.519 | 1.537 | 1.519 | 1.537 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 58.4 | 58.4 | 4366 | 4366 | 58.4 | 58.4 | 4286 | 4286 | 144.2 | 144.2 | 4144.0 | 4144.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 52.0 | 52.0 | 4008 | 4008 | 54.7 | 54.7 | 3883 | 3883 | 129.5 | 129.5 | 3665.0 | 3665.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 4.5 | 4.5 | 357.0 | 357.0 | 4.8 | 4.8 | 403.0 | 403.0 | 14.7 | 14.7 | 479.0 | 479.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 18.0 | 18.0 | 0 | 0 | 18.1 | 18.1 | 0 | 0 | 18.18 | 18.18 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 34.0 | 34.0 | 3842.7 | 3842.7 | 36.6 | 36.6 | 3802.1 | 3802.1 | 111.3 | 111.3 | 3610.2 | 3610.2 | | |
| % de humedad | 13.11 | 13.11 | 22.16 | 22.16 | 13.02 | 13.02 | 24.14 | 24.14 | 13.20 | 13.20 | 26.46 | 26.46 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.11 | 13.11 | 22.16 | 22.16 | 13.02 | 13.02 | 24.14 | 24.14 | 13.20 | 13.20 | 26.46 | 26.46 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO H. | DIAL | | EXPANSIÓN | | DIAL | | EXPANSIÓN | | DIAL | | EXPANSIÓN | |
| | | | Pulg | % | Pulg | % | Pulg | % | Pulg | % | Pulg | % | | |
| 13/09/2023 | 10.2 | 0 | 1.37 | 0 | 0 | 1.37 | 0 | 0 | 0 | 3.56 | 0 | 0 | 0 | |
| 13/09/2023 | 10.2 | 24 | 4.23 | 0.108 | | 4.24 | 0.121 | | | 8.31 | 0.133 | | | |
| 14/09/2023 | 10.2 | 48 | 6.09 | 0.167 | | 7.48 | 0.187 | | | 11.23 | 0.207 | | | |
| 15/09/2023 | 10.2 | 72 | 8.06 | 0.226 | | 10.14 | 0.254 | | | 14.17 | 0.281 | | | |
| 16/09/2023 | 10.2 | 96 | 11.43 | 0.285 | | 12.39 | 0.320 | | | 14.17 | 0.354 | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.25 | 4.57 | total | 7.00 | 4.57 | total | 7.76 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 18 | | | | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 6 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | Pulg. | Lb/ft ² | Lact Dial | Lb/ft ² | Lb/ft ² | % | Lact Dial | Lb/ft ² | Lb/ft ² | % | Lact Dial | Lb/ft ² | Lb/ft ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 8 | 2 | | | 8 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 20 | 15 | | | 25 | 12 | | | 17 | 9 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 40 | 36 | | | 41 | 20 | | | 33 | 15 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 60 | 57 | | | 56 | 35 | | | 45 | 19 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 75 | 62.3 | 6.2 | 129 | 51 | 47.8 | 4.8 | 80 | 33 | 23.6 | 2.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 2000 | 101 | | | 185 | 66 | | | 77 | 31 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 122 | 116.4 | 7.9 | 208 | 81 | 82.1 | 6.5 | 101 | 40 | 38.1 | 2.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 144 | | | 242 | 94 | | | 114 | 45 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 167 | | | 279 | 109 | | | 130 | 51 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 190 | | | 328 | 127 | | | 166 | 65 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 212 | | | 373 | 146 | | | 205 | 80 | | |

Título: - Ferminio Yagüero Amold Marcelo
 Estudio: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: Dist. Cañayal, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, setiembre del 2023

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

N.T.P. 319.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

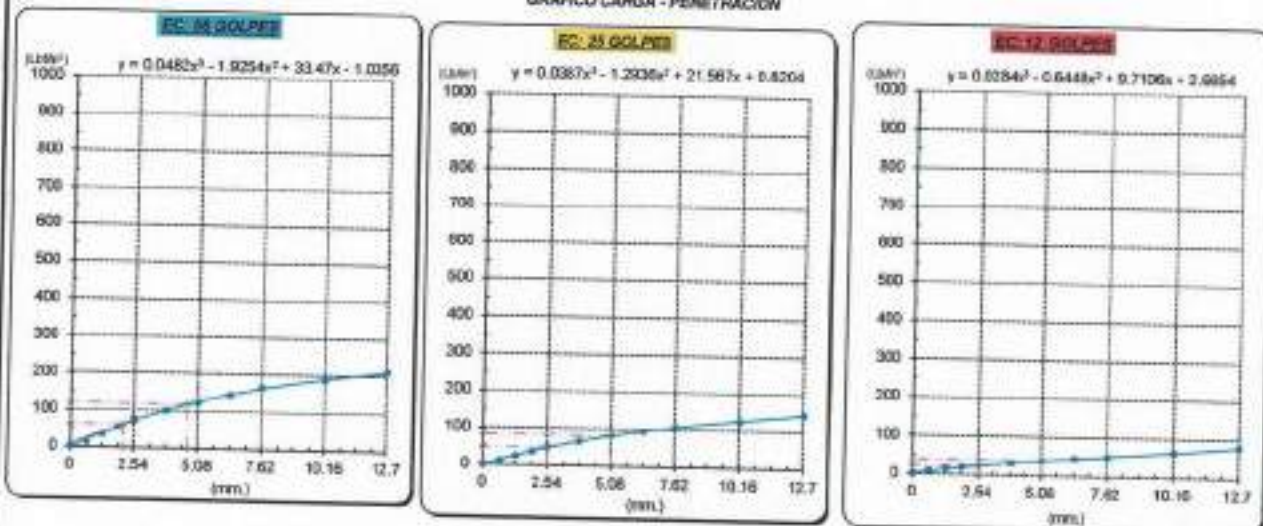


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.588 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.604 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 13.162 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.00 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 0 % | 0 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 5 % | 8 % |



Henry Rivadeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TECNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.F. 330.145 / ASTM D-1583

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Miranda
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

CAUCALCA : C-01
MUESTRA : M-1
ESPESOR : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|--------------------------------|------------|-----------------|-------------|--------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|------------|-------------|-------------|----|------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 16 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | | | |
| Nº Capas | | 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 | | 11821 | | 12177 | | 11424 | | 12038 | | 11476 | | 11941 | | | | |
| Peso de molde (g) | | 7835 | | 7836 | | 7749 | | 7749 | | 7640 | | 7640 | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3986 | | 4342 | | 3675 | | 4287 | | 3836 | | 4301 | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2108 | | 2108 | | 2133 | | 2133 | | 2132 | | 2132 | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.891 | | 2.060 | | 1.817 | | 2.010 | | 1.795 | | 1.924 | | | | |
| % de humedad | | 13.15 | | 22.23 | | 13.41 | | 24.21 | | 13.20 | | 26.22 | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.671 | | 1.686 | | 1.602 | | 1.618 | | 1.506 | | 1.524 | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 63.0 | 63.0 | 4342 | 4342 | 69.9 | 69.9 | 4287 | 4287 | 69.9 | 69.9 | 4181.0 | 4181.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 67.8 | 67.8 | 3986 | 3986 | 63.7 | 63.7 | 3675 | 3675 | 65.8 | 65.8 | 3636.0 | 3636.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 5.2 | 5.2 | 356.0 | 356.0 | 6.1 | 6.1 | 412.0 | 412.0 | 5.0 | 5.0 | 466.0 | 466.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 18.0 | 18.0 | 0 | 0 | 18.1 | 18.1 | 0 | 0 | 18.18 | 18.18 | 0 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 39.8 | 39.8 | 3920.5 | 3920.5 | 45.6 | 45.6 | 3813.9 | 3813.9 | 37.6 | 37.6 | 3581.1 | 3581.1 | | | |
| % de humedad | | 13.15 | 13.15 | 22.23 | 22.23 | 13.41 | 13.41 | 24.21 | 24.21 | 13.20 | 13.20 | 26.22 | 26.22 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.16 | | 22.23 | | 13.41 | | 24.21 | | 13.20 | | 26.22 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | EXPANSIÓN | | | EXPANSIÓN | | | EXPANSIÓN | | | | | | | |
| | | | DIAL | EXPANSIÓN Pulg. | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg. | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg. | % | | | | | |
| 17/09/2023 | 10.2 | 0 | 1.25 | 0 | 0 | 1.92 | 0 | 0 | 1.89 | 0 | 0 | | | | | |
| 18/09/2023 | 10.2 | 24 | 3.86 | 0.987 | | 4.44 | 0.111 | | 4.97 | 0.124 | | | | | | |
| 19/09/2023 | 10.2 | 48 | 6.27 | 0.157 | | 7.18 | 0.180 | | 8.07 | 0.202 | | | | | | |
| 20/09/2023 | 10.2 | 72 | 8.67 | 0.217 | | 9.83 | 0.248 | | 11.16 | 0.279 | | | | | | |
| 21/09/2023 | 10.2 | 96 | 11.89 | 0.277 | | 12.66 | 0.317 | | 14.26 | 0.356 | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.07 | 4.57 | total | 6.93 | 4.57 | total | 7.58 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/M ² | MOLDE 16 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Lect. Dial | Líbr. pulg. | Líbr. pulg. | % | Lect. Dial | Líbr. pulg. | Líbr. pulg. | % | Lect. Dial | Líbr. pulg. | Líbr. pulg. | % | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 41 | 16 | | | | | 26 | 12 | | | 19 | 6 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 79 | 32 | | | | | 67 | 24 | | | 36 | 16 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 130 | 51 | | | | | 81 | 37 | | | 54 | 23 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 182 | 72 | 98.1 | 5.8 | | | 126 | 50 | 46.0 | 4.6 | 73 | 30 | 28.3 | 2.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 240 | 94 | | | | | 167 | 62 | | | 90 | 39 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 303 | 118 | 111.1 | 7.4 | | | 188 | 77 | 76.0 | 5.2 | 102 | 49 | 48.5 | 3.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 365 | 138 | | | | | 230 | 90 | | | 142 | 66 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 396 | 156 | | | | | 261 | 102 | | | 160 | 64 | | |
| 10.190 | 0.400 | 8'00" | 488 | 182 | | | | | 369 | 129 | | | 197 | 77 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 529 | 205 | | | | | 380 | 137 | | | 228 | 89 | | |

Henry Rivas de la Cruz
Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

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

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callitua, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

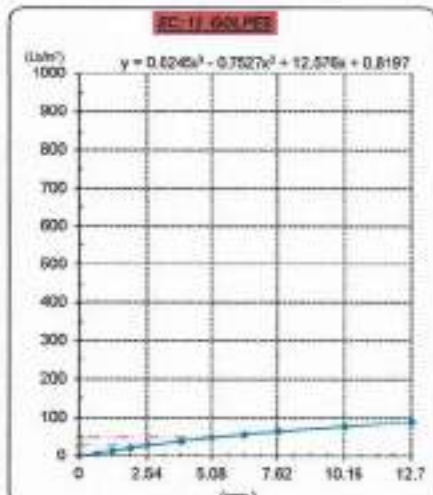
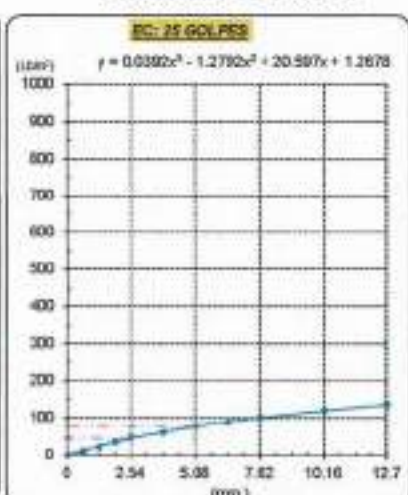
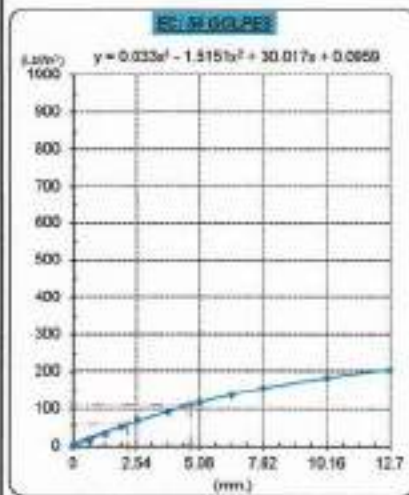


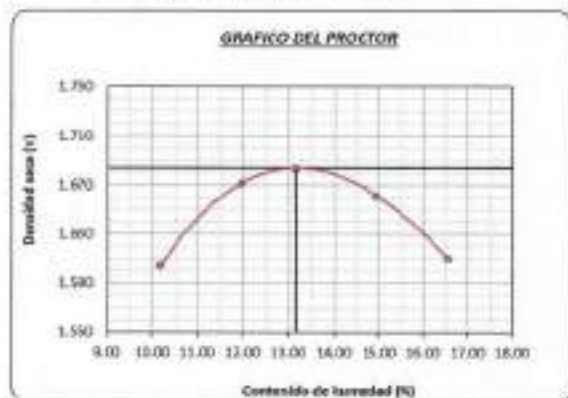
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.688 g./cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.604 g./cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.162 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 9.05 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 0 | % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 5 | % |



Henry Rivas de la Cruz
 Oblitos
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 335.145 / ASTM D-1883

Técnico : Fernández Tapia Arnoldo Merardo
 Escala : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Título : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

CALCADA : C-01
 MUESTRA : M-1
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------|------------|-------------------------|-------------------------|-----|
| N° Molde | MOLDE 18 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 9 | | | | | |
| | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | | |
| N° Golpes | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11848 | | 12212 | | 11816 | | 12011 | | 11497 | | 11895 | | | |
| Peso de molde (g) | 7835 | | 7835 | | 7749 | | 7749 | | 7649 | | 7840 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4013 | | 4377 | | 4066 | | 4262 | | 3847 | | 4115 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2198 | | 2198 | | 2133 | | 2133 | | 2130 | | 2132 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.826 | | 1.990 | | 1.899 | | 1.997 | | 1.806 | | 1.926 | | | |
| % de humedad | 13.19 | | 22.42 | | 13.46 | | 23.72 | | 13.31 | | 26.02 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.582 | | 1.636 | | 1.600 | | 1.615 | | 1.574 | | 1.532 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 62.5 | 62.5 | 4377 | 4377 | 60.7 | 60.7 | 4262 | 4262 | 66.7 | 66.7 | 4115.0 | 4115.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 57.3 | 57.3 | 4013 | 4013 | 66.6 | 66.6 | 3880 | 3880 | 62.2 | 62.2 | 3667.0 | 3667.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 5.2 | 5.2 | 364.0 | 364.0 | 5.0 | 5.0 | 382.0 | 382.0 | 4.5 | 4.5 | 448.0 | 448.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 18.0 | 18.0 | 0 | 0 | 18.1 | 18.1 | 0 | 0 | 18.18 | 18.18 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 39.3 | 39.3 | 3946.6 | 3946.6 | 37.5 | 37.5 | 3808.1 | 3808.1 | 34.0 | 34.0 | 3662.5 | 3662.5 | | |
| % de humedad | 13.19 | 13.19 | 22.42 | 22.42 | 13.46 | 13.46 | 23.72 | 23.72 | 13.31 | 13.31 | 26.02 | 26.02 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.19 | | 22.42 | | 13.46 | | 23.72 | | 13.31 | | 26.02 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | | DIAL | EXPANSIÓN | | | DIAL | EXPANSIÓN | | |
| | | | | Pulg. | % | | | Pulg. | % | | | Pulg. | % | |
| 22/09/2023 | 10.2 | 0 | 1.31 | 0 | 0 | 1.60 | 0 | 0 | 1.39 | 0 | 0 | | | |
| 23/09/2023 | 10.2 | 24 | 3.08 | 0.096 | | 4.44 | 0.111 | | 4.97 | 0.124 | | | | |
| 24/09/2023 | 10.2 | 48 | 6.27 | 0.157 | | 7.18 | 0.179 | | 8.37 | 0.202 | | | | |
| 25/09/2023 | 10.2 | 72 | 8.67 | 0.217 | | 8.83 | 0.248 | | 11.18 | 0.279 | | | | |
| 26/09/2023 | 10.2 | 96 | 11.09 | 0.277 | | 12.86 | 0.317 | | 14.34 | 0.366 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.07 | 4.37 | total | 6.93 | 4.57 | total | 7.79 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° 18 | | | | MOLDE N° 15 | | | | MOLDE N° 9 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Libra pulg ² | Libra pulg ² | % | Lect. Dial | Libra pulg ² | Libra pulg ² | % | Lect. Dial | Libra pulg ² | Libra pulg ² | % |
| mm. | pulg. | LBR/2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 33 | 14 | | | | | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 74 | 30 | | | | | | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 124 | 49 | | | | | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 175 | 68 | 56.2 | 5.5 | 120 | 41 | 42.1 | 4.2 | 77 | 31 | 29.5 | 3.0 |
| 3.210 | 0.150 | 300" | 228 | 88 | | | 147 | 58 | | | 102 | 41 | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 280 | 110 | 105.5 | 7.0 | 179 | 71 | 71.8 | 4.8 | 128 | 50 | 50.6 | 3.4 |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 338 | 131 | | | 214 | 83 | | | 148 | 59 | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 379 | 146 | | | 248 | 96 | | | 172 | 67 | | |
| 10.150 | 0.400 | 800" | 482 | 177 | | | 296 | 115 | | | 203 | 79 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 610 | 201 | | | 358 | 132 | | | 233 | 91 | | |

Henry Tapia Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Trujarero Arnold Moisés
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Caillash, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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

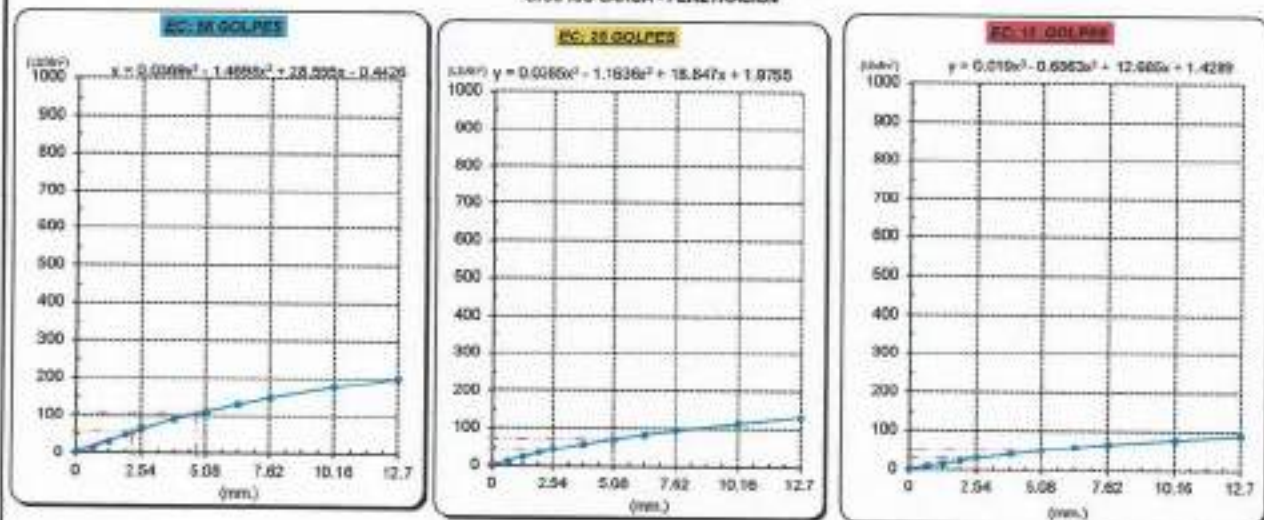


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1,666 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 96% : 1,604 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 13.562 %

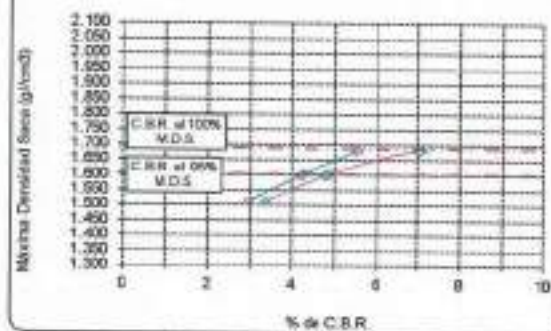
VALOR DEL C.B.R.

254 cm. 108 cm.
 C.B.R. AL 100% M.D.S. 6 % 7 %
 C.B.R. AL 96% M.D.S. 4 % 5 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Ruedeneza Oblitas
 Tec. Labor/Matm
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 539.145 / ASTM D-1883

Testista : Fernández Yazuendo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

ETIQUETA : C-01
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------|---------------------|----------|-----------|------------|--------------|-----------|----------|------------|--------------|----------|----------|------------|---|
| N° Molde | MOLDE 16 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | | |
| N° Capas | 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 | 11839 | 12189 | 11621 | 12022 | 11487 | 11954 | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 7835 | 7935 | 7740 | 7748 | 7880 | 7640 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4004 | 4354 | 3872 | 4273 | 3607 | 4314 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2188 | 2108 | 2133 | 2133 | 2192 | 2132 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.829 | 2.070 | 1.815 | 2.003 | 1.711 | 1.990 | | | | | | | | |
| % de humedad | 13.07 | 22.22 | 13.28 | 23.81 | 13.39 | 26.39 | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.680 | 1.694 | 1.602 | 1.618 | 1.509 | 1.527 | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 43.9 | 43.9 | 4384 | 4384 | 45.9 | 45.9 | 4173 | 4173 | 44.5 | 44.5 | 4114.0 | 4114.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 40.9 | 40.9 | 4004 | 4004 | 42.6 | 42.6 | 3872 | 3872 | 41.4 | 41.4 | 3847.0 | 3847.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 3.0 | 3.0 | 380.0 | 380.0 | 3.3 | 3.3 | 401.0 | 401.0 | 3.1 | 3.1 | 467.0 | 467.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 18.0 | 18.0 | 0 | 0 | 18.1 | 18.1 | 0 | 0 | 18.18 | 18.18 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 22.9 | 22.9 | 3937.9 | 3937.9 | 24.5 | 24.5 | 3810.9 | 3810.9 | 23.2 | 23.2 | 3582.8 | 3582.8 | | |
| % de humedad | 13.07 | 13.07 | 22.22 | 22.22 | 13.28 | 13.28 | 23.81 | 23.81 | 13.39 | 13.39 | 26.39 | 26.39 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.07 | | 22.22 | | 13.28 | | 23.81 | | 13.39 | | 26.39 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 27/09/2023 | 16.5 | 0 | 1.31 | 0 | 0 | 1.80 | 0 | 0 | 1.39 | 0 | 0 | | | |
| 28/09/2023 | 16.5 | 24 | 3.86 | 0.096 | | 4.44 | 0.111 | | 4.37 | 0.124 | | | | |
| 29/09/2023 | 16.5 | 48 | 8.27 | 0.157 | | 7.15 | 0.178 | | 8.37 | 0.202 | | | | |
| 30/09/2023 | 16.5 | 72 | 8.87 | 0.217 | | 8.33 | 0.246 | | 11.19 | 0.279 | | | | |
| 1/10/2023 | 16.5 | 96 | 11.08 | 0.277 | | 12.68 | 0.317 | | 14.34 | 0.350 | | | | |
| | | | 8.57 | total | 6.07 | 4.57 | total | 6.93 | 4.37 | total | 7.75 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | MOLDE 16 | | MOLDE N° | | MOLDE 10 | | MOLDE N° | | MOLDE 6 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbs | Dial | Lbs | % | Lbs | Dial | Lbs | % | Lbs | Dial | Lbs | % |
| min. | psig. | Lbs/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 8 | 2 | | | 8 | 2 | | | 8 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 33 | 15 | | | 25 | 12 | | | 17 | 8 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 77 | 31 | | | 56 | 23 | | | 36 | 15 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 128 | 50 | | | 91 | 36 | | | 54 | 22 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 180 | 70 | 56.1 | 5.6 | 121 | 48 | 43.5 | 4.4 | 73 | 30 | 38.4 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 233 | 91 | | | 160 | 59 | | | 87 | 38 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 285 | 112 | 107.2 | 7.1 | 193 | 71 | 73.8 | 4.9 | 123 | 48 | 48.4 | |
| 6.360 | 0.250 | 5'00" | 340 | 132 | | | 217 | 85 | | | 142 | 56 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 387 | 151 | | | 251 | 96 | | | 164 | 64 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 487 | 179 | | | 305 | 117 | | | 198 | 76 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 515 | 202 | | | 344 | 134 | | | 227 | 88 | | |

Henry Rivadeneyra Oblinas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Meardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Castilho, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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

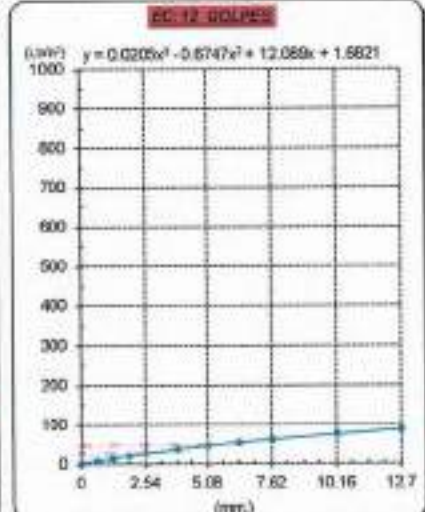
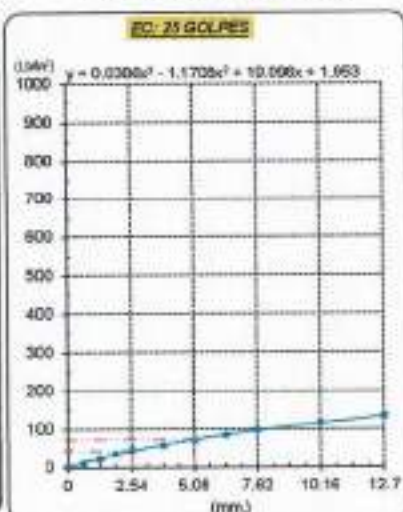
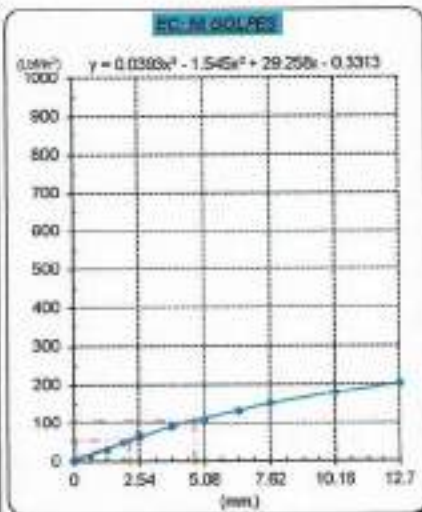


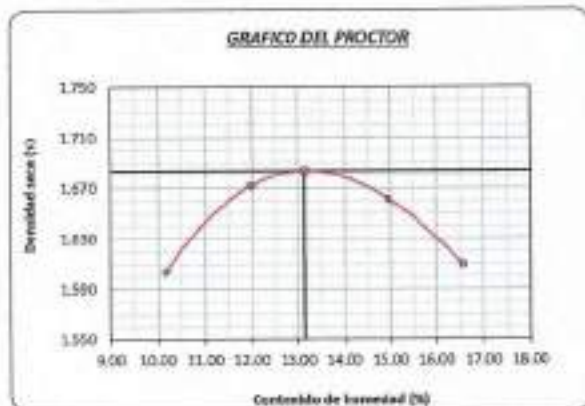
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.805 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.604 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 13.162 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.00 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 6 % | 7 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 4 % | 5 % |



[Signature]
 Arroyo
 Rivas
 Obitas
 T.E.C. LABORATORIO
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merando
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

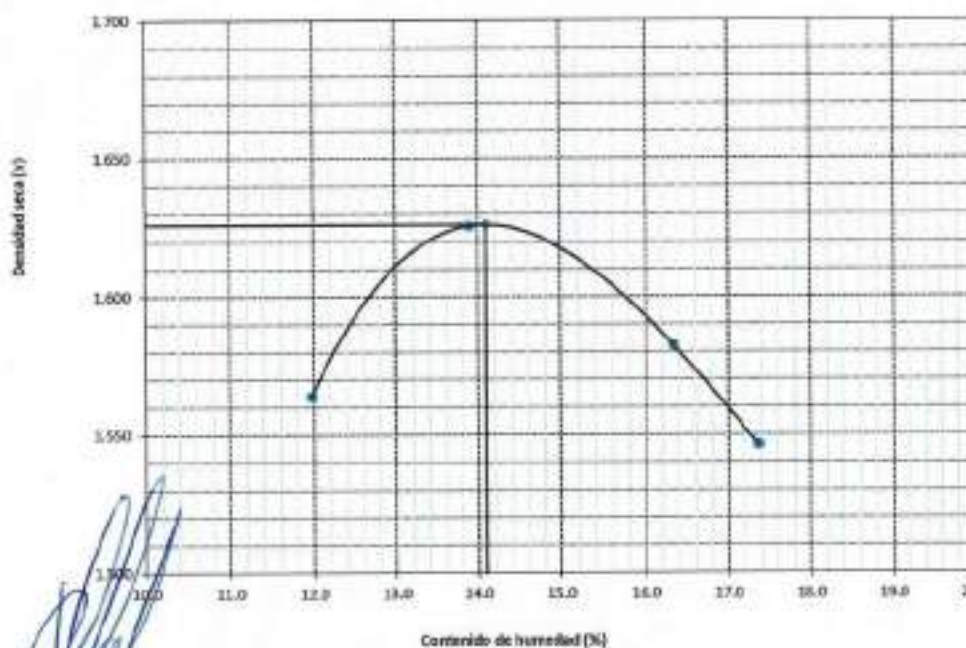
| | | | |
|----------|-------------------------|--------------|------------------------|
| CALCATA: | C-1 | COORDENADAS: | |
| MUESTRA: | M-1 + 5% ASERRIN | PROFUNDIDAD: | 0.00 m - 1.50 m |

| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g. | 5714 | 5736 | 5748 | 5655 |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1682 | 1706 | 1716 | 1623 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.815 | 1.841 | 1.852 | 1.751 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. | 113.15 | 107.25 | 123.81 | 100.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g. | 102.06 | 97.35 | 113.19 | 94.21 |
| Peso de tara | g. | 38.30 | 36.74 | 36.74 | 38.30 |
| Peso de agua | g. | 11.07 | 9.90 | 10.62 | 8.69 |
| Peso de suelo seco | g. | 63.78 | 60.61 | 76.45 | 55.91 |
| Contenido de agua | % | 17.4 | 16.3 | 13.9 | 12.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.546 | 1.562 | 1.626 | 1.504 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.626 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.098 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

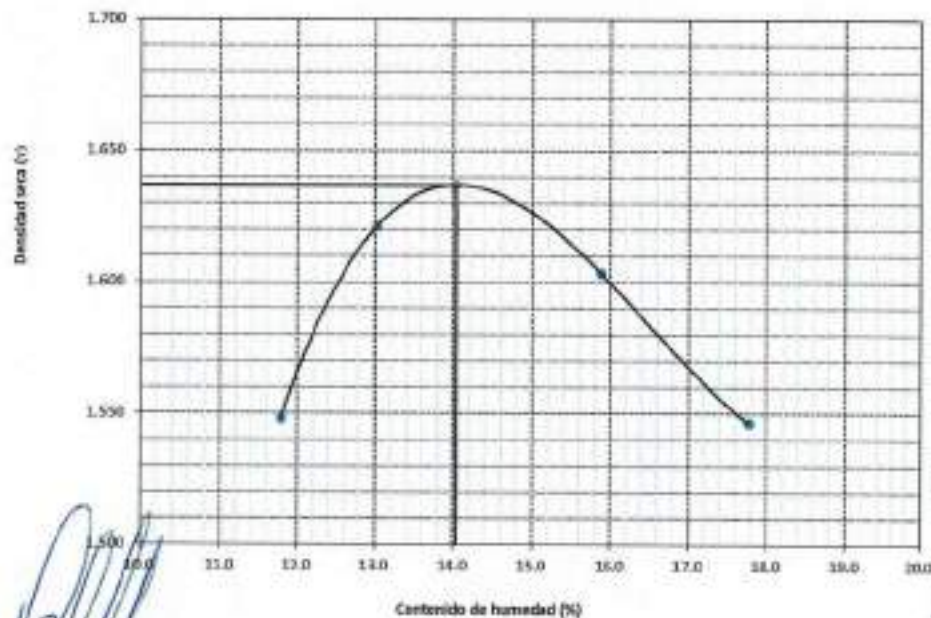
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Marardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

| CALICATA: C-1 | | COORDENADAS: | | | |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA: M-1 + 5% ASERRIN | | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5720 | 5754 | 5730 | 5636 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1688 | 1722 | 1698 | 1604 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.821 | 1.858 | 1.832 | 1.731 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 107.89 | 106.51 | 115.21 | 110.56 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.39 | 96.95 | 106.17 | 102.94 |
| Peso de tara | g | 38.30 | 36.74 | 36.74 | 38.30 |
| Peso de agua | g | 10.50 | 9.56 | 9.04 | 7.62 |
| Peso de suelo seco | g | 59.09 | 60.21 | 69.43 | 64.64 |
| Contenido de agua | % | 17.8 | 15.9 | 13.0 | 11.8 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.547 | 1.603 | 1.621 | 1.548 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.637 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.039 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Honra
 Ruedeneyra
 Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

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

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

| CALCATA : C-1 | | COORDENADAS : | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------|----------|----------------------|----------------------------------|------|-------|------|-------|--------|-------|------|-------|
| MUESTRA : M-1 + 5% ASERRIN | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | | | | | | | | | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo + molde | g | 5740 | 5767 | 5744 | 5681 | | | | | | | | | | |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1735 | 1712 | 1620 | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 | | | | | | | | | | |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.843 | 1.872 | 1.847 | 1.758 | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 113.03 | 109.58 | 118.16 | 107.93 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco + tara | g | 102.33 | 99.74 | 108.77 | 100.28 | | | | | | | | | | |
| Peso de tara | g | 38.30 | 36.74 | 36.74 | 38.30 | | | | | | | | | | |
| Peso de agua | g | 10.70 | 9.84 | 9.39 | 7.65 | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | g | 64.03 | 63.00 | 72.03 | 61.98 | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 16.7 | 15.8 | 13.0 | 12.3 | | | | | | | | | | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.579 | 1.610 | 1.634 | 1.565 | | | | | | | | | | |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.665 | g/cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 14.005 | % | | | | | | | | | | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>The graph plots Dry Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.500 to 1.700) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 10.0 to 18.0). A smooth curve is drawn through four data points, showing a peak at approximately 14% moisture content and 1.665 g/cm³ dry density.</p> <table border="1"> <caption>Data points from the Proctor Compaction Graph</caption> <thead> <tr> <th>Moisture Content (%)</th> <th>Dry Density (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12.3</td> <td>1.565</td> </tr> <tr> <td>13.0</td> <td>1.610</td> </tr> <tr> <td>14.005</td> <td>1.665</td> </tr> <tr> <td>16.7</td> <td>1.579</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | Moisture Content (%) | Dry Density (g/cm ³) | 12.3 | 1.565 | 13.0 | 1.610 | 14.005 | 1.665 | 16.7 | 1.579 |
| Moisture Content (%) | Dry Density (g/cm ³) | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 1.565 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.0 | 1.610 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.005 | 1.665 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.7 | 1.579 | | | | | | | | | | | | | | |



[Signature]
 Henry Rondero Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

[Signature]
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 330.145 / ASTM D-1583

Técnico : Fernández Yrquero de Arnold Mercedes
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dst. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, setiembre del 2023

CAUCUTA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 5% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------|-----------|------------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------|-----|--|
| N° Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | | | |
| | S | | S | | S | | S | | S | | S | | | | | |
| 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 | 11882 | 12182 | 12198 | 12981 | 11879 | 12399 | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 8793 | 8791 | 8893 | 8693 | 8697 | 8637 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3101 | 3391 | 3505 | 3888 | 3342 | 3762 | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1994 | 1984 | 1995 | 1985 | 1990 | 2000 | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.553 | 2.037 | 1.754 | 1.969 | 1.671 | 1.881 | | | | | | | | | | |
| % de humedad | 14.14 | 23.65 | 14.34 | 24.86 | 14.09 | 26.84 | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.632 | 1.648 | 1.560 | 1.577 | 1.466 | 1.463 | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 120.7 | 120.7 | 3391 | 3391 | 118.0 | 118.0 | 3968 | 3968 | 133.1 | 133.1 | 3762.0 | 3762.0 | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 109.2 | 109.2 | 3101 | 3101 | 106.7 | 106.7 | 3506 | 3506 | 120.2 | 120.2 | 3342.0 | 3342.0 | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 11.5 | 11.5 | 290.0 | 290.0 | 11.3 | 11.3 | 363.0 | 363.0 | 12.9 | 12.9 | 420.0 | 420.0 | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.11 | 28.1 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 81.2 | 81.2 | 3051.2 | 3051.2 | 78.6 | 78.6 | 3451.2 | 3451.2 | 91.8 | 91.8 | 3293.8 | 3293.8 | | | | |
| % de humedad | 14.14 | 14.14 | 23.65 | 23.65 | 14.34 | 14.34 | 24.86 | 24.86 | 14.09 | 14.09 | 26.84 | 26.84 | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.14 | | 23.65 | | 14.34 | | 24.86 | | 14.09 | | 26.84 | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | |
| 2/09/2023 | 16.5 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.34 | 0 | 0 | | | | | |
| 3/09/2023 | 16.5 | 24 | 2.27 | 0.072 | | 4.02 | 0.100 | | 6.00 | 0.125 | | | | | | |
| 4/09/2023 | 16.5 | 48 | 4.81 | 0.115 | | 8.81 | 0.165 | | 8.46 | 0.212 | | | | | | |
| 5/09/2023 | 16.5 | 72 | 8.98 | 0.167 | | 9.17 | 0.229 | | 11.93 | 0.296 | | | | | | |
| 8/09/2023 | 16.5 | 96 | 7.99 | 0.200 | | 11.81 | 0.295 | | 16.39 | 0.385 | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 4.38 | 4.57 | total | 6.47 | 4.57 | total | 6.43 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Lect. Dia | Lect. pulg | Lect. pulg | % | Lect. Dia | Lect. pulg | Lect. pulg | % | Lect. Dia | Lect. pulg | Lect. pulg | % | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 48 | 20 | | | | | 34 | 15 | | | 38 | 13 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 78 | 31 | | | | | 56 | 23 | | | 46 | 19 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 141 | 55 | | | | | 105 | 42 | | | 81 | 25 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 220 | 86 | 75.7 | 7.8 | 188 | 73 | 83.2 | 6.3 | 79 | 32 | 32.0 | 3.3 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 290 | 113 | | | 234 | 91 | | | 110 | 44 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 374 | 146 | 151.0 | 10.1 | 275 | 107 | 107.0 | 7.1 | 159 | 62 | 62.5 | 4.2 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 485 | 191 | | | 312 | 123 | | | 201 | 78 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 599 | 212 | | | 343 | 134 | | | 247 | 96 | | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | | 713 | 284 | | | 387 | 155 | | | 300 | 117 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 785 | 315 | | | 449 | 178 | | | 361 | | | | |

Henry Roldeneza Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TECNICO DE LABORATORIO

Tecista : Fernández Yajuelito Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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

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

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

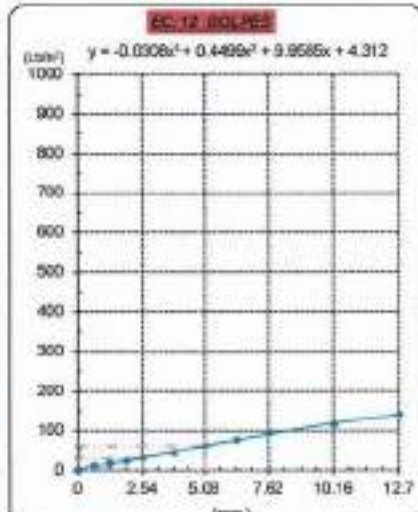
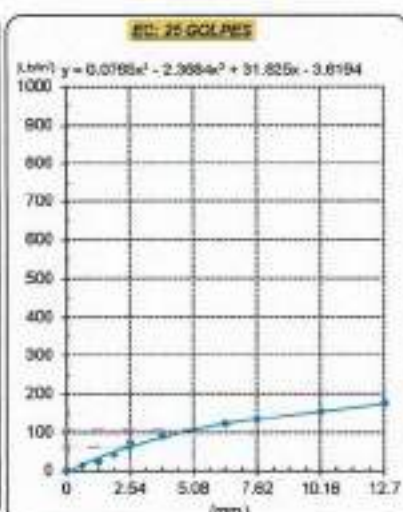
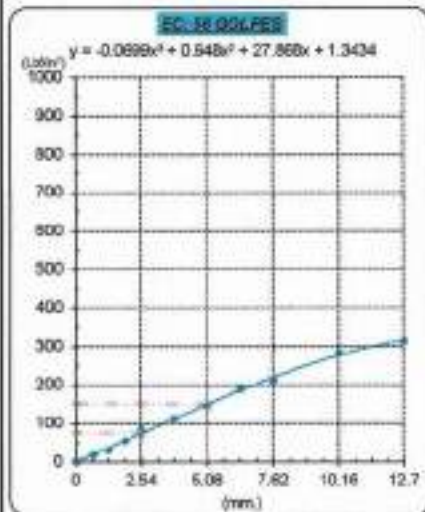


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

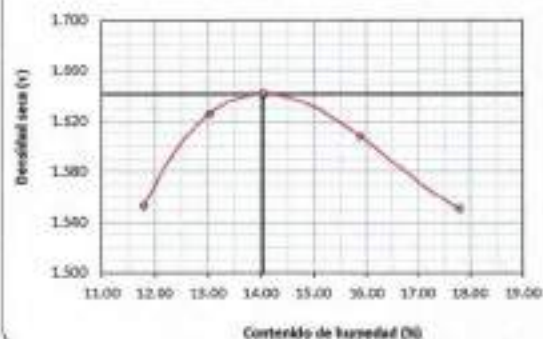
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.843 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.551 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.047 %

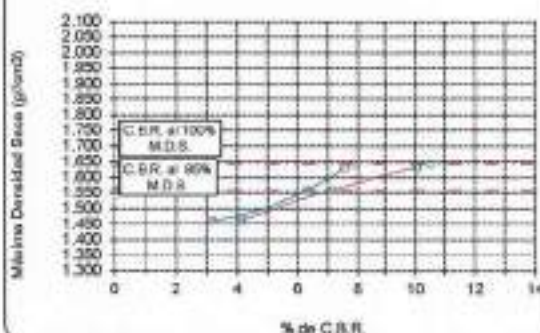
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 5 % | 10 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 8 % | 7 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 399.145 / ASTM D-1883

Testista : Fernández Yoaquín Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catlluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

CAUCERA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 3% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| Nº Capas | | 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 | | 11908 | | 12284 | | 12185 | | 12526 | | 11952 | | 12387 | | |
| Peso de molde (g) | | 8793 | | 8791 | | 8693 | | 8693 | | 8637 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3115 | | 3413 | | 3492 | | 3833 | | 3315 | | 3750 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1994 | | 1994 | | 1990 | | 1995 | | 2000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.572 | | 1.709 | | 1.755 | | 1.921 | | 1.657 | | 1.875 | | |
| % de humedad | | 14.13 | | 23.86 | | 14.09 | | 24.01 | | 14.00 | | 26.70 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.340 | | 1.386 | | 1.508 | | 1.573 | | 1.454 | | 1.472 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 119.3 | | 341.3 | | 116.2 | | 383.3 | | 116.9 | | 3739.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 108.0 | | 311.5 | | 107.1 | | 349.2 | | 108.0 | | 3315.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 11.3 | | 299.8 | | 11.1 | | 344.1 | | 10.9 | | 415.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | | 0 | | 28.11 | | 0 | | 28.41 | | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 80.0 | | 305.7 | | 79.0 | | 343.4 | | 77.6 | | 3267.5 | | |
| % de humedad | | 14.13 | | 23.86 | | 14.09 | | 24.01 | | 14.00 | | 26.70 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.13 | | 23.86 | | 14.09 | | 24.01 | | 14.00 | | 26.70 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 7/09/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | | | |
| 8/09/2023 | 10.2 | 24 | 3.25 | 0.081 | | 4.25 | 0.107 | | 5.34 | 0.131 | | | | |
| 9/09/2023 | 10.2 | 48 | 6.51 | 0.133 | | 7.01 | 0.175 | | 8.74 | 0.219 | | | | |
| 10/09/2023 | 10.2 | 72 | 7.40 | 0.185 | | 8.94 | 0.246 | | 12.20 | 0.305 | | | | |
| 11/09/2023 | 10.2 | 96 | 8.45 | 0.236 | | 12.80 | 0.315 | | 16.78 | 0.394 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.17 | 4.57 | total | 6.80 | 4.57 | total | 8.62 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Líbr. pulg | Líbr. pulg | % | Lect. Dial | Líbr. pulg | Líbr. pulg | % | Lect. Dial | Líbr. pulg | Líbr. pulg | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 50 | 21 | | | | | 45 | 20 | | | 25 | 12 |
| 1.279 | 0.050 | 1'00" | 94 | 38 | | | | | 81 | 30 | | | 47 | 20 |
| 1.918 | 0.075 | 1'30" | 138 | 65 | | | | | 137 | 54 | | | 65 | 28 |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 173 | 106 | 92.1 | 9.2 | | | 180 | 70 | 66.7 | 6.9 | 83 | 33 |
| 3.819 | 0.150 | 3'00" | 259 | 140 | | | | | 225 | 85 | | | 136 | 53 |
| 5.089 | 0.200 | 4'00" | 355 | 178 | 176.8 | 11.8 | | | 326 | 127 | 120.8 | 8.1 | 171 | 67 |
| 6.359 | 0.250 | 5'00" | 448 | 216 | | | | | 388 | 140 | | | 201 | 76 |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 527 | 249 | | | | | 416 | 163 | | | 223 | 87 |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 721 | 288 | | | | | 481 | 172 | | | 293 | 114 |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 809 | 321 | | | | | 481 | 189 | | | 309 | 136 |

Fernández Yoaquín Arnold Merardo
 Henry Riquelme Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TÉCNICO DE LABORATORIO

Tecnia : Fernández Yagüendo Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callizco, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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

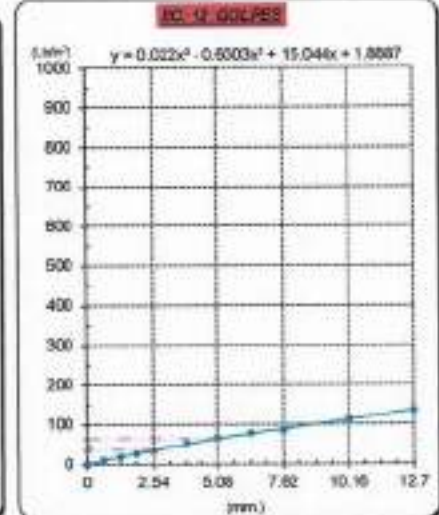
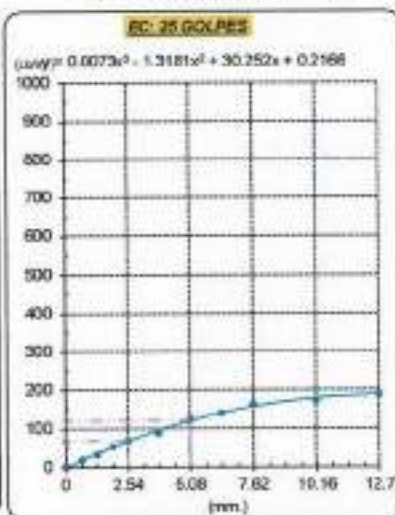
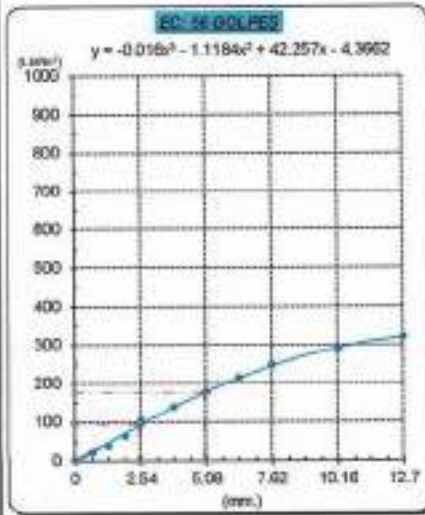


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.643 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 99% : 1.581 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.047 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 9 % | 12 % |
| C.B.R. AL 99% M.D.S. | 7 % | 8 % |



[Signature]
 Henry Rivas de la Cruz
 Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

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

Tedista : Fernández Yzquierdo Arnold Miranda
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dnt. Catilao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

CALCULA: C-1 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
MUESTRA: M-1 + 5% ASERRIN

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|------------|------------|-----------|--------------|------------|------------|-----------|--------------|------------|------------|-----------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 11112 | 12214 | 12196 | 12506 | 11924 | 12329 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | 8751 | 8895 | 8693 | 8637 | 8637 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3121 | 3423 | 3500 | 3893 | 3287 | 3692 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1964 | 1964 | 1965 | 1965 | 2006 | 2000 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.575 | 2.057 | 1.783 | 1.981 | 1.640 | 1.848 | | | | | | | |
| % de humedad | | 14.23 | 24.97 | 14.48 | 25.79 | 14.02 | 26.51 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.642 | 1.668 | 1.557 | 1.575 | 1.661 | 1.459 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tara + Suelo húmedo (gr) | | 112.8 | 112.3 | 3423 | 3423 | 113.6 | 113.6 | 3893 | 3893 | 111.8 | 111.8 | 3692.0 | | |
| Tara + Suelo seco (gr) | | 101.8 | 101.8 | 3121 | 3121 | 102.8 | 102.8 | 3583 | 3583 | 101.5 | 101.5 | 3287.0 | | |
| Peso del Agua (gr) | | 10.5 | 10.5 | 302.0 | 302.0 | 10.8 | 10.8 | 380.0 | 380.0 | 10.3 | 10.3 | 405.0 | | |
| Peso del tara (gr) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr) | | 73.8 | 73.8 | 3079.6 | 3079.6 | 74.7 | 74.7 | 3443.3 | 3443.3 | 73.1 | 73.1 | 3340.3 | | |
| % de humedad | | 14.23 | 14.23 | 24.07 | 24.97 | 14.48 | 14.48 | 25.79 | 25.79 | 14.02 | 14.02 | 26.51 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.23 | | 24.97 | | 14.48 | | 25.79 | | 14.02 | | 26.51 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 12/09/2023 | 10.2 | 8 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 | | | |
| 13/09/2023 | 10.2 | 24 | 5.74 | 0.094 | | 4.73 | 0.118 | | 3.31 | 0.133 | | | | |
| 14/09/2023 | 10.2 | 48 | 8.30 | 0.157 | | 7.87 | 0.197 | | 5.86 | 0.226 | | | | |
| 15/09/2023 | 10.2 | 72 | 8.86 | 0.221 | | 10.87 | 0.272 | | 12.88 | 0.320 | | | | |
| 16/09/2023 | 10.2 | 96 | 11.42 | 0.285 | | 14.17 | 0.354 | | 16.94 | 0.413 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 8.25 | 4.57 | total | 7.75 | 4.57 | total | 8.05 | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | MOLDE 2 | | MOLDE N° | | MOLDE 5 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | CORRECCION | CARGA | CORRECCION | CARGA | CORRECCION | CARGA | CORRECCION | CARGA | CORRECCION | | |
| mm. | pulg. | Lbf/in2 | Lact. Dial | Lbf pulg2 | Lbf pulg2 | % | Lact. Dial | Lbf pulg2 | Lbf pulg2 | % | Lact. Dial | Lbf pulg2 | Lbf pulg2 | % |
| 0.090 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 48 | 24 | | | 42 | 18 | | | 34 | 8 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 93 | 41 | | | 79 | 32 | | | 68 | 15 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 131 | 71 | | | 130 | 52 | | | 94 | 26 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 169 | 112 | 107.8 | 10.8 | 188 | 73 | 79.5 | 7.1 | 76 | 30 | 31.2 | 3.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 233 | 166 | | | 268 | 98 | | | 118 | 47 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 297 | 212 | 205.6 | 13.7 | 342 | 130 | 126.2 | 8.5 | 196 | 81 | 60.3 | 4.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 361 | 246 | | | 393 | 164 | | | 194 | 78 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 425 | 282 | | | 445 | 172 | | | 212 | 83 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 581 | 317 | | | 604 | 190 | | | 297 | 116 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 737 | 334 | | | 823 | 206 | | | 338 | 132 | | |

Henry Ruadeneiro Obilias
Tec. Laboratorio USAT

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

Tecnicista : Fernández Yopelente Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Castilla, Provincia San Miguel y Región Coajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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

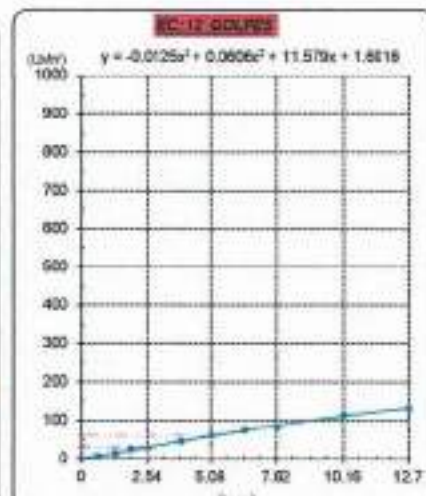
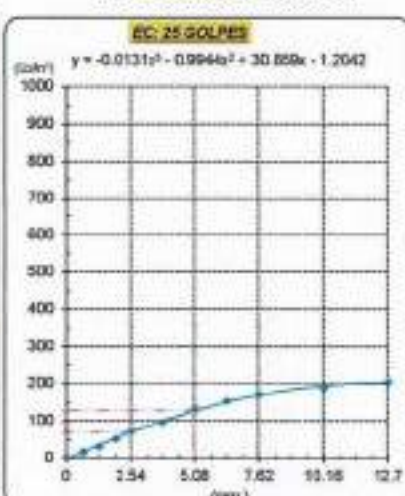
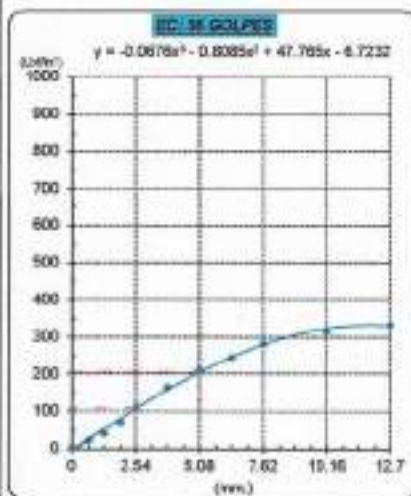


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

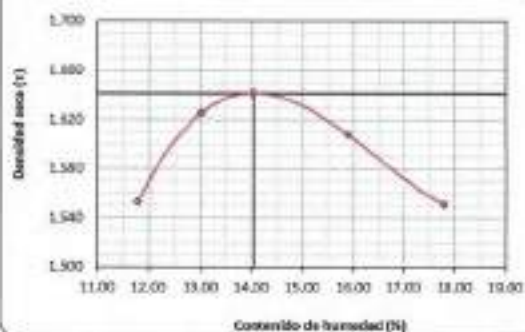
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.643 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.561 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONF. DE HUMEDAD | 14.05 % |

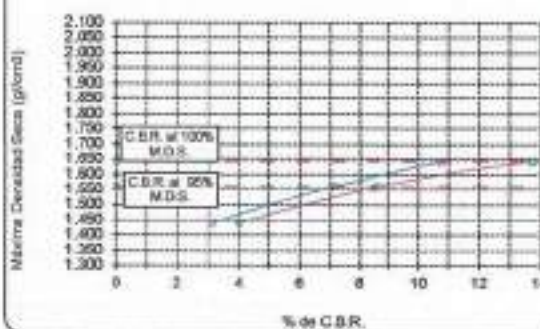
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 11 % | 14 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 7 % | 9 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Yopelente Arnold Merardo
 Henry Yopelente Arnold Merardo
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Texto : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escala : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Caballac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

CAUSAL : C-3

MUESTRA : M-1 + 5% ASERRIN

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|---|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| Nº Capas | | 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 (gr.) | | 11902 | | 12344 | | 12188 | | 12600 | | 11978 | | 12410 | | |
| Peso de molde (gr.) | | 8791 | | 8791 | | 8693 | | 8693 | | 8637 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (gr.) | | 3111 | | 3453 | | 3495 | | 3907 | | 3341 | | 3773 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1964 | | 1964 | | 1963 | | 1965 | | 1960 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.589 | | 2.015 | | 1.779 | | 1.989 | | 1.670 | | 1.888 | | |
| % de humedad | | 14.02 | | 25.19 | | 14.39 | | 25.33 | | 14.14 | | 27.25 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.539 | | 1.637 | | 1.555 | | 1.574 | | 1.453 | | 1.462 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tazo Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tazo + Suelo húmedo (gr.) | | 115.8 | | 115.8 | | 3453 | | 3453 | | 115.0 | | 115.0 | | |
| Tazo + Suelo seco (gr.) | | 105.9 | | 105.9 | | 3111 | | 3111 | | 104.9 | | 104.9 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 10.9 | | 10.9 | | 342.0 | | 342.0 | | 11.1 | | 11.1 | | |
| Peso del tazo (gr.) | | 28.0 | | 28.0 | | 0 | | 0 | | 28.1 | | 28.1 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 77.8 | | 77.8 | | 3090.8 | | 3090.8 | | 76.8 | | 76.8 | | |
| % de humedad | | 14.02 | | 14.02 | | 25.19 | | 25.19 | | 14.39 | | 14.39 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.02 | | 25.19 | | 14.39 | | 25.33 | | 14.14 | | 27.25 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 17/09/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.27 | 0 | 0 | 1.27 | 0 | 0 | | | |
| 18/09/2023 | 10.2 | 24 | 0.84 | 0.068 | | 0.81 | 0.148 | | 1.12 | 0.128 | | | | |
| 19/09/2023 | 10.2 | 48 | 0.80 | 0.162 | | 0.88 | 0.217 | | 1.08 | 0.248 | | | | |
| 20/09/2023 | 10.2 | 72 | 0.25 | 0.231 | | 11.42 | 0.285 | | 12.89 | 0.325 | | | | |
| 21/09/2023 | 10.2 | 96 | 12.01 | 0.300 | | 13.78 | 0.344 | | 16.93 | 0.423 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.57 | 4.57 | total | 7.54 | 4.57 | total | 9.27 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | | MOLDE Nº | | MOLDE 5 | | MOLDE Nº | | MOLDE 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 | % |
| mm. | pulg. | Lbf/in2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 81 | 21 | | | 41 | 18 | | | | 23 | 11 | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 81 | 36 | | | 72 | 29 | | | | 42 | 18 | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 133 | 94 | | | 129 | 50 | | | | 65 | 27 | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 1000 | 101 | 91.710 | 9.171 | 191 | 75 | 69.8 | 7.0 | 79 | 32 | 33.3 | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | | 139 | | | 246 | 96 | | | 121 | 48 | | |
| 5.090 | 0.200 | 400" | 1500 | 495 | 178 | 177.534 | 11.838 | 328 | 128 | 123.5 | 8.2 | 162 | 63 | |
| 6.390 | 0.250 | 500" | | 552 | 218 | | | 371 | 145 | | | 189 | 75 | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | | 634 | 247 | | | 418 | 160 | | | 227 | 88 | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | | 742 | 297 | | | 467 | 179 | | | 299 | 115 | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | | 895 | 323 | | | 590 | 197 | | | 349 | 136 | |

Arnold Merardo Fernández Yzquierdo
 Tcn. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

TÉCNICO DE LABORATORIO

Título : Fernández Yzquierdo Anselmo Monardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con asfalto de pino y cal
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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

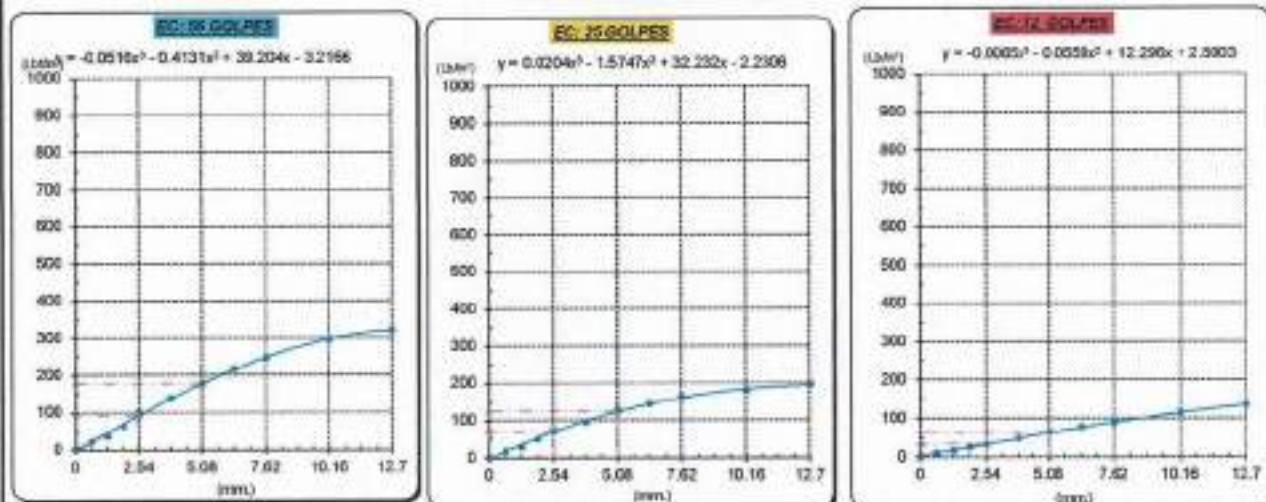


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

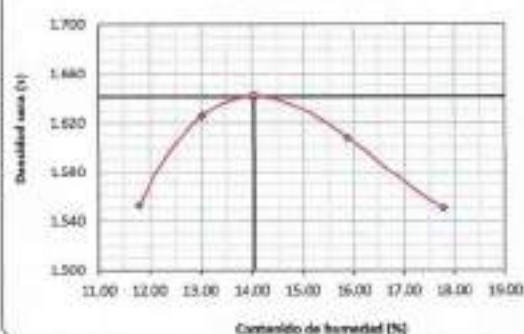
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.643 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 98% | 1.561 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.041 % |

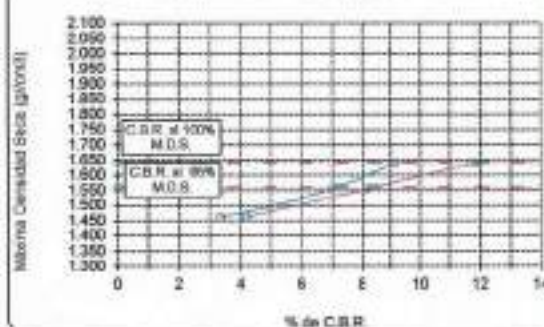
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 9 % | 12 % |
| C.B.R. AL 98% M.D.S. | 7 % | 8 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivas Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica del Perú
 Calle San Mateo 1660
 Chiclayo, Perú
 TECNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.345 / ASTM D-1883

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cablluz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, setiembre del 2023

CLASIFICACIÓN: C-1
 MUESTRA: M-1 + 5% ASERRIN PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|----------|-----------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|------------|--------------------|--------------------|------|--------------------|------------|--------------------|--------------------|---|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | | | | | |
| N° Caja | | 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 | | 11889 | | 12184 | | 12177 | | 12605 | | 11957 | | 12373 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8796 | | 8791 | | 8693 | | 8693 | | 8637 | | 8637 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3093 | | 3403 | | 3484 | | 3912 | | 3320 | | 3736 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1984 | | 1984 | | 1985 | | 1985 | | 2000 | | 2000 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.561 | | 1.715 | | 1.753 | | 1.969 | | 1.660 | | 1.868 | | | | | | | |
| % de humedad | | 14.03 | | 24.04 | | 13.99 | | 25.89 | | 14.14 | | 26.88 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.832 | | 1.648 | | 1.936 | | 1.574 | | 1.454 | | 1.472 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 118.7 | 118.7 | 340.3 | 340.3 | 117.9 | 117.9 | 389.2 | 389.2 | 122.1 | 122.1 | 3736.0 | | | | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 107.6 | 107.6 | 309.8 | 309.8 | 106.9 | 106.9 | 348.4 | 348.4 | 110.8 | 110.8 | 3320.0 | | | | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 11.2 | 11.2 | 305.0 | 305.0 | 11.0 | 11.0 | 408.0 | 408.0 | 11.6 | 11.6 | 416.0 | | | | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | | | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 79.5 | 79.5 | 304.2 | 304.2 | 78.6 | 78.6 | 343.6 | 343.6 | 82.1 | 82.1 | 3272.4 | | | | | | | |
| % de humedad | | 14.03 | 14.03 | 24.04 | 24.04 | 13.99 | 13.99 | 25.89 | 25.89 | 14.14 | 14.14 | 26.88 | | | | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.03 | | 24.04 | | 13.99 | | 25.89 | | 14.14 | | 26.88 | | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | | | | |
| 22/09/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 23/09/2023 | 10.2 | 24 | 3.35 | 0.084 | | 4.35 | 0.108 | | 8.31 | 0.133 | | | | | | | | | |
| 24/09/2023 | 10.2 | 48 | 5.12 | 0.128 | | 8.89 | 0.172 | | 9.88 | 0.221 | | | | | | | | | |
| 25/09/2023 | 10.2 | 72 | 7.43 | 0.187 | | 9.45 | 0.236 | | 13.69 | 0.310 | | | | | | | | | |
| 26/09/2023 | 10.2 | 96 | 8.84 | 0.248 | | 13.88 | 0.320 | | 18.88 | 0.369 | | | | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.36 | 4.57 | total | 7.00 | 4.57 | total | 8.51 | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| | | | mm. | pulg. | Lb/in ² | CARGA | | CORRECCIÓN | | Lb/in ² | CARGA | | CORRECCIÓN | | Lb/in ² | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | | | | Lect. Dial | Lb/in ² | Lb/in ² | % | | Lect. Dial | Lb/in ² | Lb/in ² | % | | Lect. Dial | Lb/in ² | Lb/in ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 48 | 21 | | | | 48 | 17 | | | 25 | 12 | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 87 | 35 | | | | 70 | 29 | | | 48 | 19 | | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 157 | 62 | | | | 127 | 50 | | | 85 | 27 | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 251 | 98 | 86.5 | 8.8 | | 193 | 75 | 89.6 | 7.0 | 80 | 32 | 33.8 | 3.4 | | | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 335 | 131 | | | | 248 | 96 | | | 122 | 48 | | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 428 | 168 | 168.2 | 11.2 | | 325 | 128 | 122.1 | 8.1 | 164 | 64 | 63.3 | 4.2 | | | | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 528 | 208 | | | | 384 | 142 | | | 205 | 78 | | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 687 | 235 | | | | 498 | 160 | | | 232 | 90 | | | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 725 | 289 | | | | 448 | 178 | | | 295 | 115 | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 797 | 320 | | | | 483 | 194 | | | 332 | 138 | | | | | | |

Henry Rivas Obitos
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fariánka Yzquierdo Amold Méndez
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y café"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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

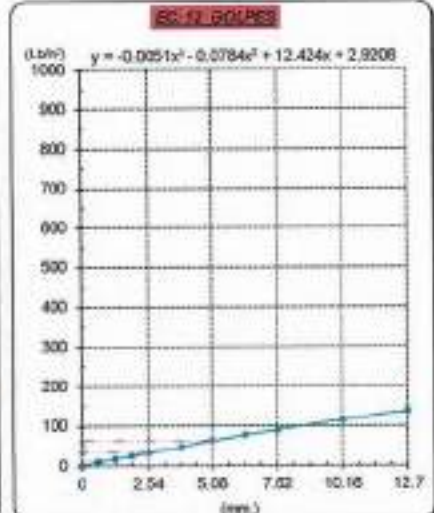
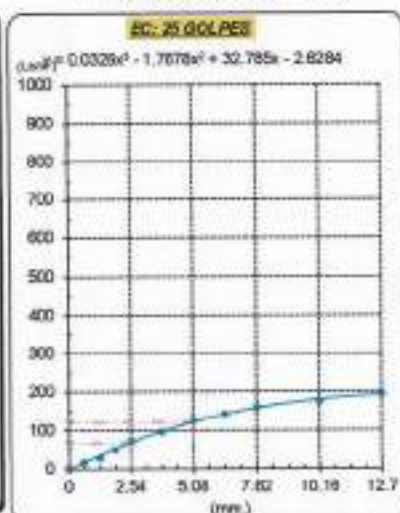
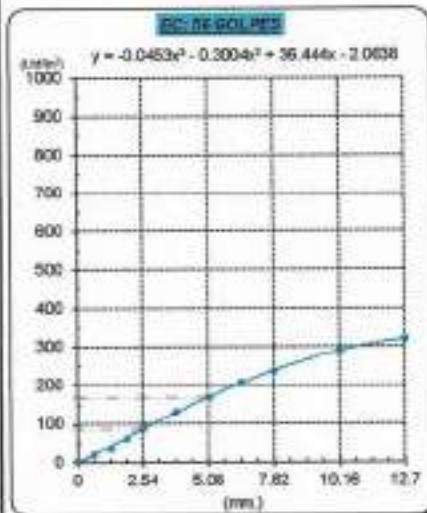


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.843 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.561 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.047 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 9 % | 12 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 7 % | 0 % |



Fariánka Yzquierdo Amold Méndez
 Henry
 Vivadeneyra
 Obillos
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soports de California) de suelos
 compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.145 / ASTM D-3883**

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

CLASIFICACIÓN : C-1
 MUESTRA : M-1 + 5% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|----------|-----------|--------------|-------|-----------|-------|--------------|-----------|----------|-------|------------|-----|---------|-----|------------|-----|----------|-----|------------|-----|---------|-----|------------|--|
| N° Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° Cepas | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° Golpes por cepa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11908 | | 12181 | | 12178 | | 12627 | | 11996 | | 12361 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | | 8791 | | 8893 | | 8993 | | 8837 | | 8637 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3117 | | 3390 | | 3485 | | 3834 | | 3319 | | 3724 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1894 | | 1884 | | 1893 | | 1995 | | 1990 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.673 | | 2.037 | | 1.774 | | 1.951 | | 1.690 | | 1.862 | | | | | | | | | | | | | | | |
| % de humedad | 14.43 | | 23.33 | | 14.08 | | 24.25 | | 14.31 | | 26.69 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.637 | | 1.651 | | 1.555 | | 1.571 | | 1.462 | | 1.470 | | | | | | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 115.8 | 115.8 | 339.0 | 339.0 | 115.9 | 115.9 | 383.4 | 383.4 | 120.0 | 120.0 | 372.0 | 372.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 105.6 | 105.6 | 311.7 | 311.7 | 105.1 | 105.1 | 348.5 | 348.5 | 108.5 | 108.5 | 331.0 | 331.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 11.2 | 11.2 | 273.0 | 273.0 | 10.8 | 10.8 | 348.0 | 348.0 | 11.5 | 11.5 | 405.0 | 405.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.11 | 28.1 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 77.2 | 77.5 | 306.8 | 306.8 | 77.0 | 77.0 | 343.6 | 343.6 | 80.1 | 80.1 | 327.5 | 327.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| % de humedad | 14.43 | 14.43 | 23.33 | 23.33 | 14.08 | 14.08 | 24.25 | 24.25 | 14.31 | 14.31 | 26.69 | 26.69 | | | | | | | | | | | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.43 | | 23.33 | | 14.08 | | 24.25 | | 14.31 | | 26.69 | | | | | | | | | | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27/09/2023 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.60 | 0 | 0 | 1.81 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28/09/2023 | 16.5 | 24 | 3.15 | 0.079 | | 4.63 | 0.113 | | 3.38 | 0.134 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/09/2023 | 16.5 | 48 | 5.12 | 0.128 | | 7.28 | 0.182 | | 3.99 | 0.224 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30/09/2023 | 16.5 | 72 | 7.09 | 0.177 | | 10.04 | 0.251 | | 12.40 | 0.310 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/10/2023 | 16.5 | 96 | 8.86 | 0.217 | | 12.68 | 0.316 | | 16.87 | 0.397 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 4.74 | 4.57 | total | 6.90 | 4.57 | total | 6.89 | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | | | MOLDE 2 | | | | MOLDE N° | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE N° | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Libras/2 | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | mm. | |
| 0.300 | 0.300 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.540 | 0.025 | 030" | 51 | 21 | | | 41 | 17 | | | 29 | 11 | | | 29 | 11 | | | 29 | 11 | | | 29 | 11 | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 98 | 36 | | | 73 | 29 | | | 43 | 18 | | | 43 | 18 | | | 43 | 18 | | | 43 | 18 | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 161 | 63 | | | 128 | 50 | | | 60 | 27 | | | 60 | 27 | | | 60 | 27 | | | 60 | 27 | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 259 | 101 | 90.4 | 9.0 | 192 | 75 | 89.8 | 7.0 | 79 | 32 | 33.4 | 3.3 | 79 | 32 | 33.4 | 3.3 | 79 | 32 | 33.4 | 3.3 | 79 | 32 | | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 362 | 137 | | | 248 | 96 | | | 121 | 48 | | | 121 | 48 | | | 121 | 48 | | | 121 | 48 | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 449 | 175 | 175.2 | 11.7 | 327 | 127 | 123.2 | 5.2 | 162 | 64 | 52.8 | 4.2 | 162 | 64 | 52.8 | 4.2 | 162 | 64 | 52.8 | 4.2 | 162 | 64 | | |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 448 | 215 | | | 370 | 144 | | | 189 | 78 | | | 189 | 78 | | | 189 | 78 | | | 189 | 78 | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 618 | 245 | | | 414 | 162 | | | 239 | 89 | | | 239 | 89 | | | 239 | 89 | | | 239 | 89 | | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | 738 | 285 | | | 465 | 178 | | | 286 | 115 | | | 286 | 115 | | | 286 | 115 | | | 286 | 115 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 883 | 322 | | | 489 | 196 | | | 380 | 137 | | | 380 | 137 | | | 380 | 137 | | | 380 | 137 | | |

Henry Rivas Reyna Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yáquez Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, setiembre del 2023

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

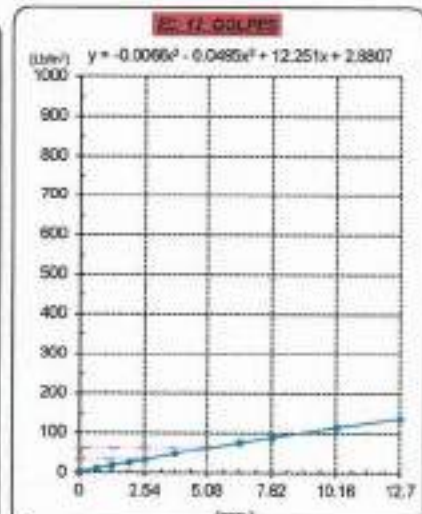
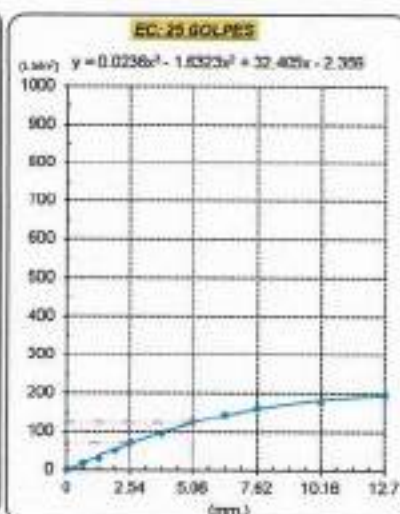
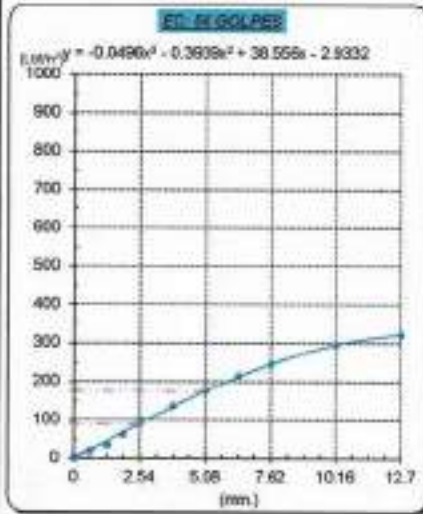


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.643 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 96% : 1.581 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.047 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. : 5.08 cm.
 C.B.R. AL 100 % M.D.S. : 9 % : 12 %
 C.B.R. AL 96 % M.D.S. : 7 % : 8 %



Henry Rivas Neyra Obdías
 Tec. LABORATORIO USAAT

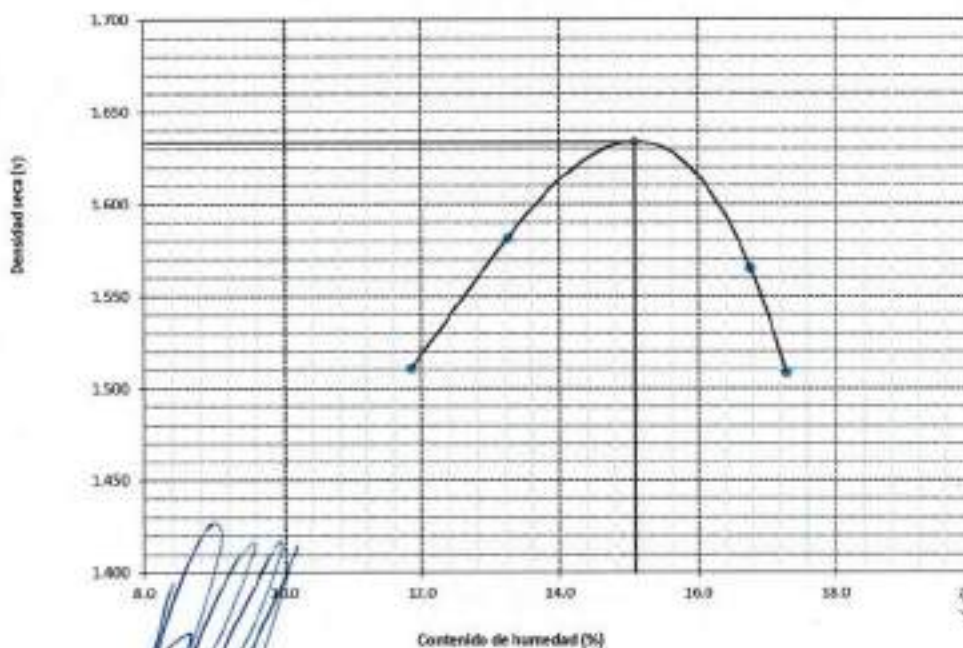
TÉCNICO DE LABORATORIO

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (66000 pie-lbf/pe³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cabilac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| CALCATA : C-1 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------|--------|-------|
| MUESTRA : M-1 + 10% ASERRÍN | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5726 | 5692 | 5596 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1640 | 1694 | 1660 | 1566 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.770 | 1.828 | 1.791 | 1.690 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 76.92 | 66.20 | 109.32 | 91.76 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 69.46 | 61.42 | 101.01 | 85.06 |
| Peso de tara | g | 26.30 | 22.90 | 38.29 | 28.46 |
| Peso de agua | g | 7.46 | 4.78 | 8.31 | 6.70 |
| Peso de suelo seco | g | 43.16 | 26.52 | 62.72 | 56.00 |
| Contenido de agua | % | 17.3 | 16.8 | 13.2 | 11.8 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.509 | 1.565 | 1.582 | 1.511 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.634 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.072 | % | | | |

GRÁFICO DEL PROCTOR



Henry
 Rivadeneyra
 Obitos
 Tec. Laboratorio
 USAT

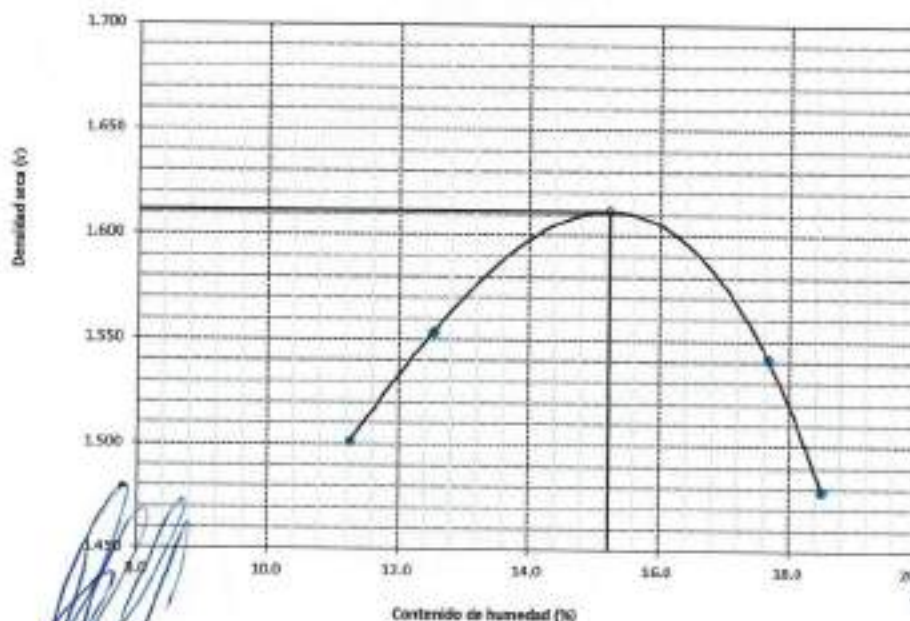
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·mm³ (58000 pie·lb/ft³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| CALICATA: C-1 | | COORDENADAS: | | | |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA: M-1 + 10% ASERRÍN | | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5656 | 5713 | 5652 | 5580 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1624 | 1681 | 1620 | 1548 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.752 | 1.814 | 1.748 | 1.670 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 71.40 | 52.81 | 100.38 | 85.31 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.36 | 48.32 | 93.47 | 79.66 |
| Peso de tara | g | 26.30 | 22.90 | 38.29 | 28.46 |
| Peso de agua | g | 7.04 | 4.49 | 6.91 | 5.75 |
| Peso de suelo seco | g | 38.05 | 25.42 | 55.18 | 51.10 |
| Contenido de agua | % | 18.5 | 17.7 | 12.5 | 11.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.479 | 1.542 | 1.553 | 1.501 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.611 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.239 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



[Signature]
 Ing. Yzquierdo Arnold Merardo
 USAT
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales

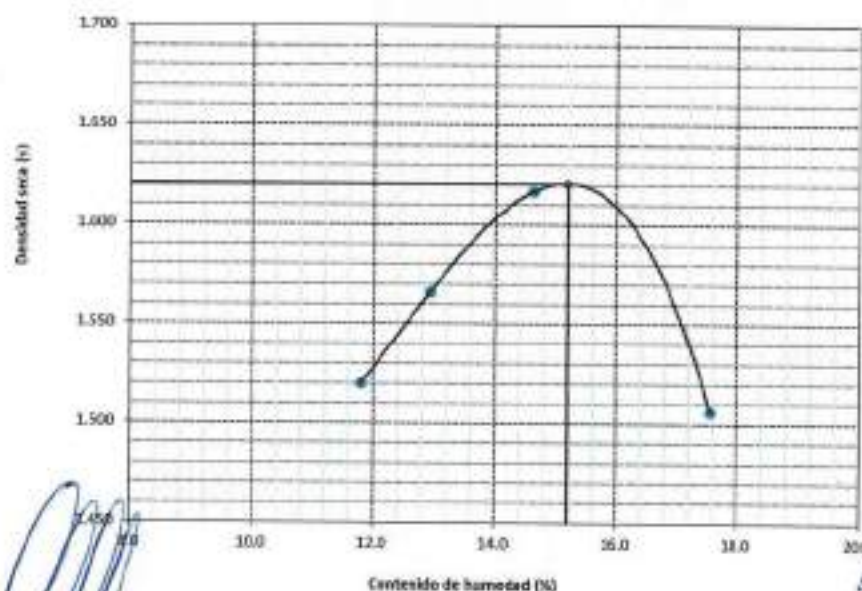
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (64000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------|----------|
| CLASIFICACIÓN: | C-1 | COORDENADAS: | | | |
| MUESTRA: | M-1 + 10% ASERRÍN | PROFUNDIDAD: | 0.10 m - 1.50 m | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 6673 | 6749 | 6671 | 6607 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1641 | 1717 | 1639 | 1575 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.771 | 1.853 | 1.769 | 1.699 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.1 | 54.44 | 105.88 | 89.67 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 67.81 | 50.42 | 98.14 | 83.21 |
| Peso de tara | g | 26.30 | 22.90 | 38.20 | 28.46 |
| Peso de agua | g | 7.29 | 4.02 | 7.74 | 6.46 |
| Peso de suelo seco | g | 41.51 | 27.52 | 59.65 | 54.75 |
| Contenido de agua | % | 17.6 | 14.6 | 12.9 | 11.8 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.506 | 1.617 | 1.566 | 1.520 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.621 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.172 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas de Neira Obillos
 Tec. Laboratorios USAT

REGISTRO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 399.345 / ASTM D-1883

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CATEGORÍA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 10% ASERRÍN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------|---------|-----------|------------|--------------|-----------|----------|------------|--------------|---------|----------|------------|-----|
| N° Molde | | MOLDE 8 | | | | MOLDE 13 | | | | MOLDE 1 | | | | |
| 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 | | 11425 | | 11745 | | 11441 | | 11771 | | 11261 | | 11698 | | |
| Peso de molde (g) | | 8321 | | 8321 | | 8494 | | 8494 | | 8994 | | 8454 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3104 | | 3424 | | 2947 | | 3277 | | 2267 | | 3141 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.865 | | 2.057 | | 1.771 | | 1.969 | | 1.375 | | 1.887 | | |
| % de humedad | | 15.13 | | 25.61 | | 15.02 | | 26.39 | | 15.22 | | 28.11 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.620 | | 1.638 | | 1.539 | | 1.558 | | 1.453 | | 1.473 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tara + Suelo húmedo (gr.) | | 163.7 | 163.7 | 3424 | 3424 | 154.1 | 166.1 | 3277 | 3277 | 165.9 | 165.9 | 3141.6 | 3141.6 | |
| Tara + Suelo seco (gr.) | | 145.9 | 145.9 | 3134 | 3164 | 146.4 | 146.4 | 2947 | 2947 | 147.7 | 147.7 | 2787.9 | 2787.9 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 17.8 | 17.8 | 320.0 | 320.0 | 17.7 | 17.7 | 330.0 | 330.0 | 18.2 | 18.2 | 354.0 | 354.0 | |
| Peso del tara (gr.) | | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.4 | 0 | 0 | 28.48 | 28.48 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 117.7 | 117.7 | 3054.5 | 3054.5 | 118.0 | 118.0 | 2902.3 | 2902.3 | 119.3 | 119.3 | 2747.1 | 2747.1 | |
| % de humedad | | 15.13 | 15.13 | 25.81 | 25.81 | 15.02 | 15.02 | 26.36 | 26.39 | 15.22 | 15.22 | 28.11 | 28.11 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.13 | | 25.81 | | 15.02 | | 26.39 | | 15.22 | | 28.11 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/03/2024 | 16.5 | 0 | 1.19 | 0 | 0 | 1.28 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 | | | |
| 3/03/2024 | 16.5 | 24 | 4.37 | 0.109 | | 4.69 | 0.117 | | 9.00 | 0.125 | | | | |
| 4/03/2024 | 16.5 | 48 | 7.80 | 0.190 | | 8.03 | 0.201 | | 8.48 | 0.212 | | | | |
| 5/03/2024 | 16.5 | 72 | 10.79 | 0.270 | | 11.34 | 0.283 | | 11.93 | 0.298 | | | | |
| 6/03/2024 | 16.5 | 96 | 13.98 | 0.349 | | 17.44 | 0.438 | | 26.87 | 0.522 | | | | |
| | | | | 4.57 | total | 7.65 | 4.57 | total | 9.55 | 4.57 | total | 11.42 | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE 8 | | | | MOLDE 13 | | | | MOLDE 1 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbs | kg | Lbs | % | Lbs | kg | Lbs | % | Lbs | kg | Lbs | % |
| mm. | pulg. | Lbs/inz | | | | | | | | | | | | |
| 0.090 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 43 | 18 | | | 37 | 16 | | 30 | 14 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 88 | 34 | | | 89 | 28 | | 80 | 21 | | | |
| 1.810 | 0.075 | 1'30" | 131 | 52 | | | 108 | 40 | | 89 | 28 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 178 | 70 | 67.3 | 8.7 | 133 | 52 | 53.1 | 5.9 | 87 | 26 | 35.8 | 3.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 287 | 104 | | | 198 | 77 | | 128 | 50 | | | |
| 5.090 | 0.200 | 4'00" | 338 | 131 | 130.7 | 8.7 | 251 | 98 | 99.1 | 8.8 | 168 | 65 | 65.2 | 4.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 414 | 162 | | | 309 | 120 | | 203 | 79 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 495 | 191 | | | 361 | 141 | | 238 | 82 | | | |
| 10.150 | 0.400 | 8'00" | 638 | 212 | | | 417 | 163 | | 299 | 115 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 898 | 289 | | | 469 | 164 | | 341 | 130 | | | |

Título : Fernández Yzquierdo Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cuzco, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

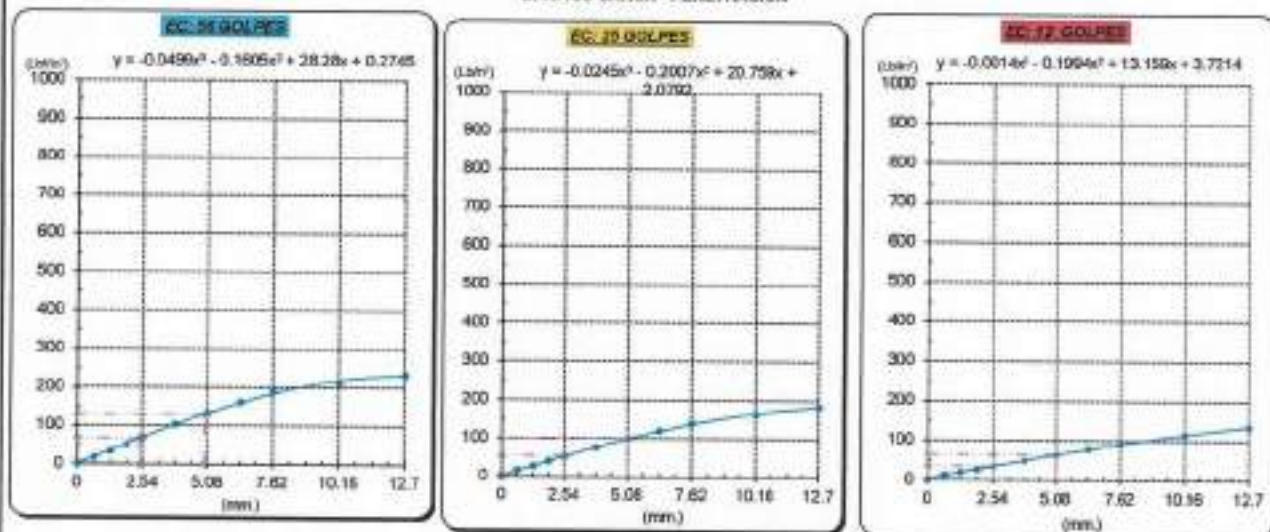


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

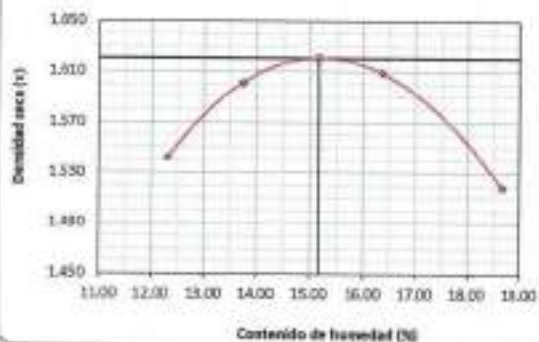
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.822 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.541 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.161 % |

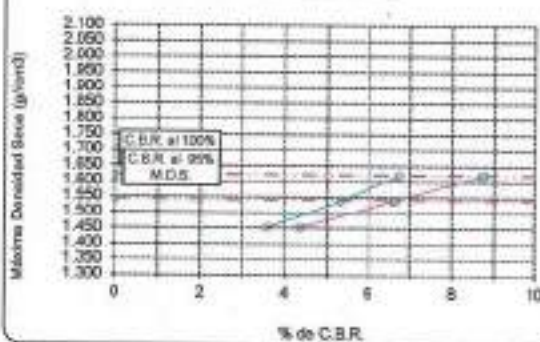
VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 7 % | 0 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 5 % | 7 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivas Cuzco Obitas
 Ing. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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-1853

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cailluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, marzo del 2024

GRUPO : C-1
 MUESTRA : M-1 + 10% ASERRÍN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------|--------------|------------|-------------------------|-------------------------|--------------|------------|-------------------------|-------------------------|--------------|------------|-------------------------|-------------------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 6 | | | | MOLDE 13 | | | | MOLDE 1 | | | | | |
| 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 | | 11417 | | 11734 | | 11443 | | 11777 | | 11235 | | 11592 | | |
| Peso de molde (g) | | 8321 | | 8321 | | 8494 | | 8494 | | 8494 | | 8494 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3096 | | 3413 | | 2949 | | 3283 | | 2741 | | 3098 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.860 | | 2.051 | | 1.772 | | 1.973 | | 1.647 | | 1.861 | | |
| % de humedad | | 15.22 | | 25.62 | | 15.37 | | 26.87 | | 15.46 | | 26.70 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.614 | | 1.632 | | 1.536 | | 1.555 | | 1.426 | | 1.446 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 171.6 | 171.6 | 3413 | 3413 | 174.9 | 174.9 | 3283 | 3283 | 176.8 | 176.8 | 3098.0 | 3098.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 162.7 | 162.7 | 3086 | 3086 | 166.9 | 166.9 | 2949 | 2949 | 166.9 | 166.9 | 2741.0 | 2741.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 18.9 | 18.9 | 317.0 | 317.0 | 18.6 | 18.6 | 334.0 | 334.0 | 19.9 | 19.9 | 367.0 | 367.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.4 | 0 | 0 | 28.46 | 28.46 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 124.5 | 124.5 | 3048.8 | 3048.8 | 126.9 | 126.9 | 2904.4 | 2904.4 | 126.4 | 126.4 | 2702.5 | 2702.5 | | |
| % de humedad | 15.22 | 15.22 | 25.62 | 25.62 | 15.37 | 15.37 | 26.87 | 26.87 | 15.46 | 15.46 | 28.70 | 28.70 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 15.22 | | 25.62 | | 15.37 | | 26.87 | | 15.46 | | 28.70 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 7/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.20 | 0 | 0 | 1.43 | 0 | 0 | | | |
| 8/03/2024 | 10.2 | 24 | 4.06 | 0.101 | | 4.92 | 0.123 | | 3.78 | 0.145 | | | | |
| 9/03/2024 | 10.2 | 48 | 6.88 | 0.172 | | 6.84 | 0.214 | | 10.16 | 0.254 | | | | |
| 10/03/2024 | 10.2 | 72 | 9.76 | 0.244 | | 12.17 | 0.304 | | 14.63 | 0.363 | | | | |
| 11/03/2024 | 10.2 | 96 | 12.88 | 0.315 | | 15.78 | 0.364 | | 19.80 | 0.472 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.80 | 4.57 | total | 8.62 | 4.57 | total | 10.34 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº | | | | MOLDE 13 | | | | MOLDE 1 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Líbr. pulg ² | Líbr. pulg ² | % | Lect. Dial | Líbr. pulg ² | Líbr. pulg ² | % | Lect. Dial | Líbr. pulg ² | Líbr. pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 49 | 16 | | | 47 | 15 | | 29 | 17 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 94 | 38 | | | 74 | 30 | | 62 | 22 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 137 | 54 | | | 106 | 42 | | 74 | 30 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 194 | 72 | 70.3 | 7.0 | 139 | 55 | 56.1 | 5.6 | 94 | 36 | 36.2 | 3.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 273 | 106 | | | 203 | 79 | | 133 | 52 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 363 | 138 | 135.8 | 8.1 | 268 | 104 | 104.0 | 6.9 | 176 | 70 | 69.4 | 4.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 449 | 172 | | | 329 | 125 | | 217 | 85 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 496 | 195 | | | 374 | 146 | | 257 | 96 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 545 | 216 | | | 423 | 168 | | 296 | 106 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 600 | 240 | | | 483 | 190 | | 346 | 141 | | | |

Henry Rivasnegro Obitias
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: : Chiclayo, marzo 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

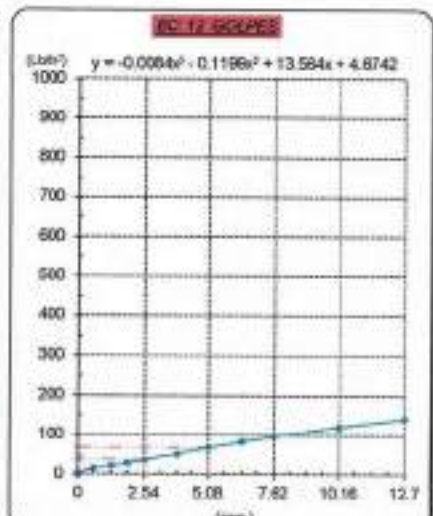
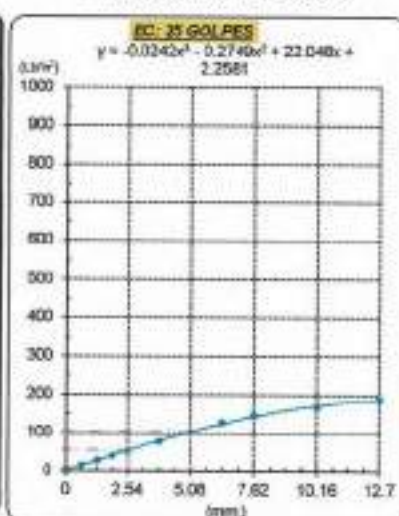
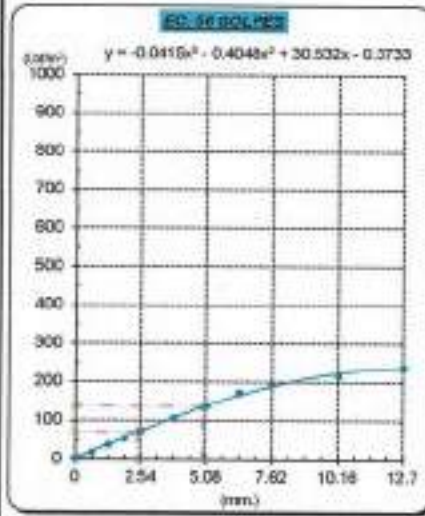


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

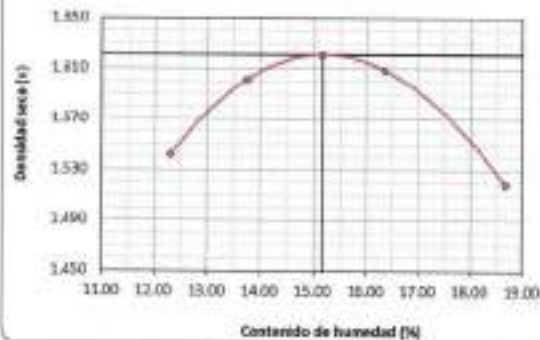
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.622 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.541 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.161 % |

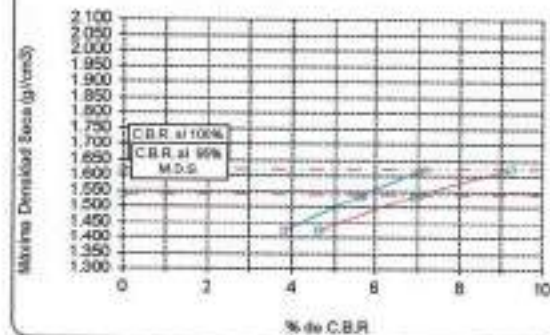
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 7 % | 9 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 6 % | 7 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Huadecastro Obitos
 Tec. LABORATORIO USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO



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-3083

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Marado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CAUCATA : C-3
MUESTRA : M-1 + 10% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| N° Molde | MOLDE 6 | | | | MOLDE 13 | | | | MOLDE 1 | | | | | |
| | 6 | | | | 6 | | | | 6 | | | | | |
| N° Capas | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| N° Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11421 | 11710 | 11422 | 11738 | 11248 | 11699 | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 8321 | 8321 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3100 | 3389 | 2928 | 3245 | 2754 | 3115 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.863 | 2.036 | 1.750 | 1.953 | 1.656 | 1.872 | | | | | | | | |
| % de humedad | 15.12 | 24.59 | 15.01 | 26.00 | 15.28 | 28.58 | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.618 | 1.634 | 1.530 | 1.547 | 1.435 | 1.458 | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 148.0 | 149.0 | 3389 | 3389 | 165.6 | 166.6 | 3245 | 3245 | 190.3 | 160.3 | 3115.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 133.1 | 133.1 | 3190 | 3190 | 147.7 | 147.7 | 2928 | 2928 | 142.9 | 142.9 | 2794.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 15.9 | 15.9 | 289.0 | 289.0 | 17.9 | 17.9 | 317.0 | 317.0 | 17.5 | 17.5 | 361.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.46 | 28.46 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 104.9 | 104.9 | 3050.6 | 3050.6 | 119.3 | 119.3 | 2880.9 | 2880.9 | 114.4 | 114.4 | 2715.0 | | | |
| % de humedad | 15.12 | 15.12 | 24.59 | 24.59 | 15.01 | 15.01 | 26.00 | 26.00 | 15.28 | 15.28 | 28.58 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 15.12 | | 24.59 | | 15.01 | | 26.00 | | 15.28 | | 28.58 | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 13/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.52 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | | | |
| 13/03/2024 | 10.2 | 24 | 4.83 | 0.113 | | 5.83 | 0.141 | | 8.73 | 0.188 | | | | |
| 14/03/2024 | 10.2 | 48 | 7.37 | 0.197 | | 9.95 | 0.245 | | 11.73 | 0.253 | | | | |
| 15/03/2024 | 10.2 | 72 | 11.22 | 0.281 | | 13.38 | 0.349 | | 16.89 | 0.417 | | | | |
| 16/03/2024 | 10.2 | 96 | 14.57 | 0.354 | | 16.11 | 0.453 | | 21.65 | 0.541 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 7.97 | 4.57 | total | 9.91 | 4.57 | total | 11.05 | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE N° | | MOLDE 6 | | MOLDE N° | | MOLDE 13 | | MOLDE N° | | MOLDE 1 | |
| | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | | Lect. Dial | Liv. pulg2 | Lect. Dial | Liv. pulg2 | Lect. Dial | Liv. pulg2 | Lect. Dial | Liv. pulg2 | Lect. Dial | Liv. pulg2 | Lect. Dial | Liv. pulg2 |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 40 | 17 | | | 34 | 15 | | | 28 | 13 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 80 | 32 | | | 64 | 26 | | | 47 | 20 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 120 | 49 | | | 93 | 37 | | | 68 | 27 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 170 | 69 | 66.9 | 6.7 | 127 | 50 | 90.5 | 6.1 | 71 | 30 | 33.5 | 3.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 282 | 102 | | | 191 | 76 | | | 118 | 47 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 391 | 129 | 129.6 | 8.6 | 244 | 95 | 96.5 | 6.4 | 168 | 61 | 61.4 | 4.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 407 | 159 | | | 239 | 117 | | | 190 | 74 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 478 | 183 | | | 283 | 136 | | | 228 | 86 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 530 | 209 | | | 411 | 161 | | | 281 | 109 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 666 | 224 | | | 467 | 179 | | | 332 | 129 | | |



Henry Huadendra Obías
Téc. Laboratorio USAT



Tesis : Firmada: Izquierdo Arnold Merario
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

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

N.T.F. 339.145 / ASTM D-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACION

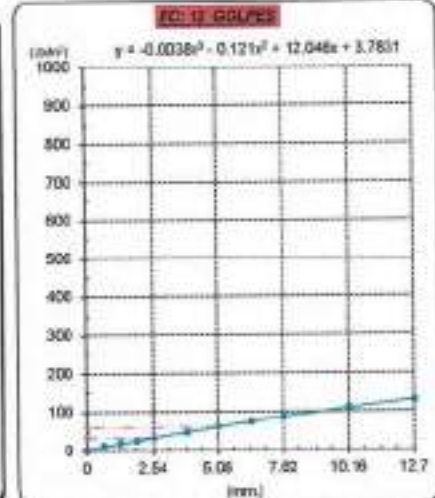
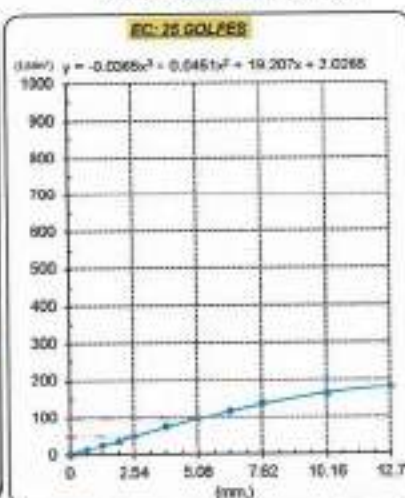
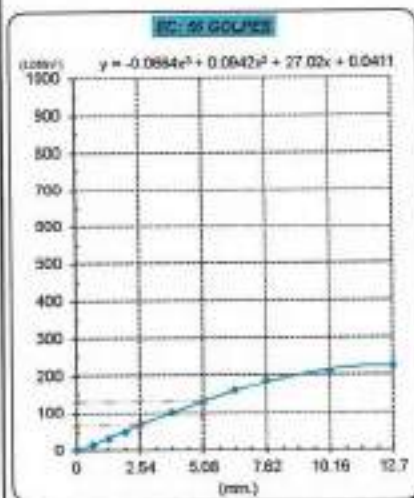


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

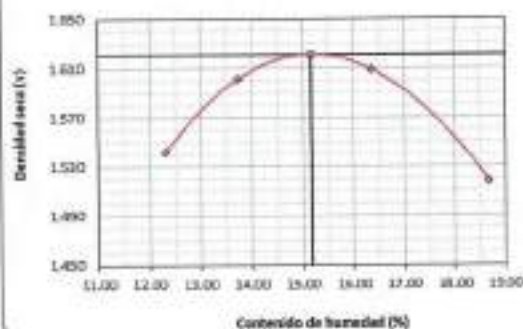
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.822 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.541 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.16 % |

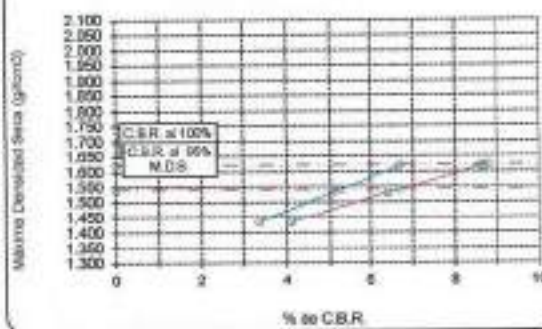
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 7 % | 8 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 5 % | 7 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivasdenora Chittas
 Tec. Laboratorio USAT

LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TECNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.F. 339.145 / ASTM D-3883

Técnico: : Fernández Yagüerdo Arnold Merando
Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación: : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión: : Chidlayo, marzo del 2024

CAJATA: C-1
 MUESTRA: M-1 + 10% ASERRIN PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|---------------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|--------|
| N° Molde | MOLDE 6 | | | | MOLDE 13 | | | | MOLDE 1 | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| N° Capas | 55 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| N° Golpes por capa | 55 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11438 | 11790 | 11461 | 11793 | 11294 | 11627 | 11294 | 11627 | 11294 | 11627 | 11294 | 11627 |
| Peso de molde (g) | 8321 | 8321 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3115 | 3429 | 2967 | 3299 | 2782 | 3133 | 2782 | 3133 | 2782 | 3133 | 2782 | 3133 |
| Volumen del molde (cc) | 3884 | 3884 | 3884 | 3884 | 3884 | 3884 | 3884 | 3884 | 3884 | 3884 | 3884 | 3884 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.872 | 2.060 | 1.777 | 1.979 | 1.699 | 1.932 | 1.699 | 1.932 | 1.699 | 1.932 | 1.699 | 1.932 |
| % de humedad | 15.45 | 25.69 | 15.33 | 26.73 | 15.01 | 26.63 | 15.01 | 26.63 | 15.01 | 26.63 | 15.01 | 26.63 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.621 | 1.639 | 1.540 | 1.599 | 1.443 | 1.483 | 1.443 | 1.483 | 1.443 | 1.483 | 1.443 | 1.483 |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tamaño + Suelo húmedo (gr.) | 159.6 | 159.6 | 3429 | 3429 | 166.3 | 166.3 | 3299 | 3299 | 166.7 | 166.7 | 3133.0 | 3133.0 |
| Tamaño + Suelo seco (gr.) | 142.1 | 142.1 | 3115 | 3115 | 148.0 | 148.0 | 2967 | 2967 | 147.8 | 147.8 | 2782.0 | 2782.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 17.6 | 17.6 | 314.0 | 314.0 | 18.3 | 18.3 | 332.0 | 332.0 | 17.9 | 17.9 | 351.0 | 351.0 |
| Peso del tam. (gr.) | 38.3 | 38.3 | 0 | 0 | 38.4 | 38.4 | 0 | 0 | 38.6 | 38.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 113.8 | 113.8 | 3065.3 | 3065.3 | 119.5 | 119.5 | 2912.1 | 2912.1 | 119.2 | 119.2 | 2722.7 | 2722.7 |
| % de humedad | 15.45 | 15.45 | 25.69 | 25.69 | 15.33 | 15.33 | 26.73 | 26.73 | 15.01 | 15.01 | 26.63 | 26.63 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.45 | 15.45 | 25.69 | 25.69 | 15.33 | 15.33 | 26.73 | 26.73 | 15.01 | 15.01 | 26.63 | 26.63 |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | |
| 17/03/2024 | 16:2 | 0 | 1.15 | 0 | 0 | 1.28 | 0 | 0 | 1.23 | 0 | 0 | |
| 18/03/2024 | 16:2 | 24 | 4.33 | 0.108 | | 5.08 | 0.127 | | 3.84 | 0.146 | | |
| 19/03/2024 | 16:2 | 48 | 7.49 | 0.186 | | 8.79 | 0.220 | | 10.12 | 0.253 | | |
| 20/03/2024 | 16:2 | 72 | 11.69 | 0.295 | | 12.99 | 0.312 | | 14.35 | 0.360 | | |
| 21/03/2024 | 16:2 | 96 | 15.71 | 0.343 | | 17.16 | 0.428 | | 20.67 | 0.612 | | |
| | | | 4.57 | total | 7.51 | 4.57 | total | 9.36 | 4.57 | total | 11.21 | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE 6 | | MOLDE 13 | | MOLDE 1 | | MOLDE 6 | | MOLDE 1 | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | Lbs/in ² | Lbs/ pulg ² | % | Lbs/ pulg ² | % | Lbs/ pulg ² | % | Lbs/ pulg ² | % | Lbs/ pulg ² | % |
| 0.090 | 0.005 | 0.03" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0.33" | 43 | 18 | | | | | 33 | 14 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1.00" | 88 | 35 | | | | | 60 | 21 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1.33" | 131 | 52 | | | | | 89 | 28 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2.00" | 179 | 70 | 68.016 | 6.601 | | | 133 | 52 | 50.3 | 5.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3.00" | 307 | 104 | | | | | 197 | 77 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4.00" | 510 | 133 | 131.960 | 8.799 | | | 354 | 96 | 96.7 | 9.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5.00" | 430 | 164 | | | | | 312 | 122 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6.00" | 498 | 191 | | | | | 363 | 142 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8.00" | 638 | 212 | | | | | 419 | 164 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10.00" | 889 | 232 | | | | | 470 | 184 | | |

Henry Rivadeneyra Obitos
 T.C. LABORATORIO USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

Teléfono : Fernández Yzquierdo Arnold Méndez
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2004

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

N.T.F. 339.145 / ASTM D-1883
 GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

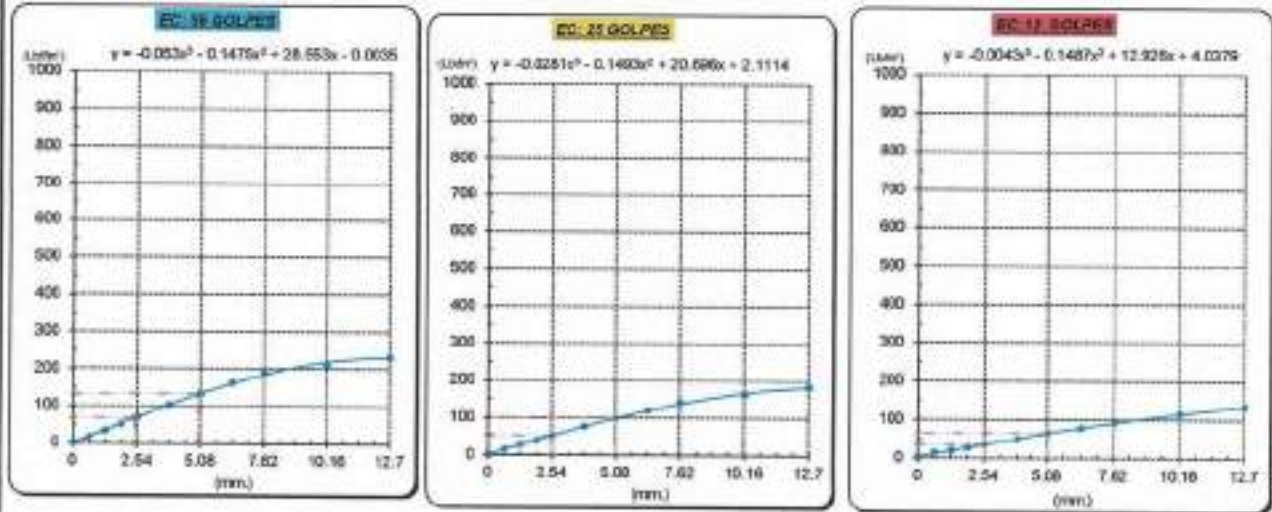


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

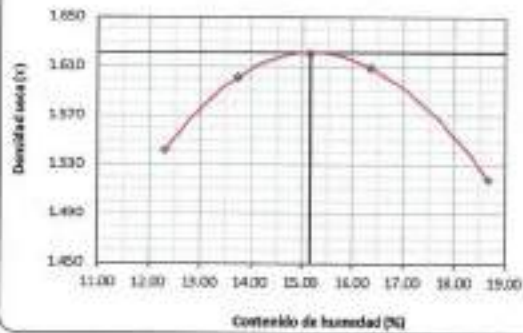
DETOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1,622 g./cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1,541 g./cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.16 %

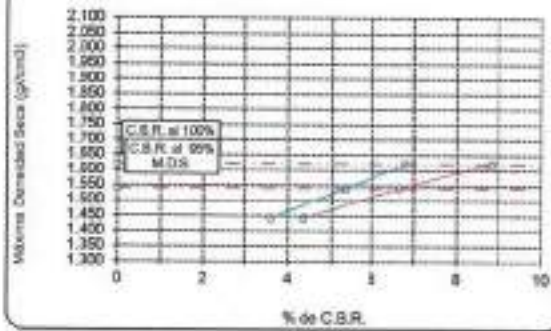
VALOR DEL C.B.R.

2.44 cm. 6.68 cm.
 C.B.R. AL 100 % M.D.S. 7 % 9 %
 C.B.R. AL 95 % M.D.S. 5 % 7 %

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obitas
 Terc. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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-1583

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Texto : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dst. Cañilco, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, marzo del 2024

CLASIFICACIÓN : C-1
 MUESTRA : M-1 + 10% ASERRÍN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 8 | | MOLDE 13 | | MOLDE 1 | |
| | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 26 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11431 | 11748 | 11469 | 11789 | 11264 | 11829 |
| Peso de molde (g) | 8321 | 8321 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3110 | 3427 | 2966 | 3295 | 2770 | 3135 |
| Volumen del molde (cc) | 1964 | 1964 | 1964 | 1964 | 1964 | 1964 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.589 | 2.059 | 1.776 | 1.980 | 1.664 | 1.884 |
| % de humedad | 15.36 | 25.72 | 15.17 | 26.82 | 15.22 | 28.59 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.620 | 1.636 | 1.542 | 1.561 | 1.444 | 1.485 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 182.8 | 182.8 | 3427 | 3427 | 189.0 | 189.0 | 3296 | 3296 | 189.4 | 189.4 | 3135.0 | 3135.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 144.7 | 144.7 | 3110 | 3110 | 166.5 | 166.5 | 2956 | 2956 | 149.9 | 149.9 | 2770.0 | 2770.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 17.9 | 17.9 | 317.0 | 317.0 | 18.5 | 18.5 | 339.0 | 339.0 | 18.5 | 18.5 | 365.0 | 365.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 116.5 | 116.5 | 3090.4 | 3090.4 | 122.1 | 122.1 | 2911.1 | 2911.1 | 121.5 | 121.5 | 2730.8 | 2730.8 |
| % de humedad | 15.36 | 15.36 | 25.72 | 25.72 | 15.17 | 15.17 | 26.82 | 26.82 | 15.22 | 15.22 | 28.59 | 28.59 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.36 | | 25.72 | | 15.17 | | 26.82 | | 15.22 | | 28.59 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % |
| 22/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.39 | 0 | 0 | 1.69 | 0 | 0 |
| 23/03/2024 | 10.2 | 24 | 4.32 | 0.108 | | 8.88 | 0.127 | | 1.84 | 0.146 | |
| 24/03/2024 | 10.2 | 48 | 7.46 | 0.186 | | 9.78 | 0.220 | | 10.12 | 0.263 | |
| 25/03/2024 | 10.2 | 72 | 10.89 | 0.265 | | 12.49 | 0.312 | | 14.28 | 0.390 | |
| 26/03/2024 | 10.2 | 96 | 13.71 | 0.343 | | 17.10 | 0.427 | | 20.47 | 0.512 | |
| | | | 4.57 | total | 7.51 | 4.57 | total | 9.36 | 4.57 | total | 11.21 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|---------------------|------------|-----------|------------|-----|-------------|-----------|------------|-----|------------|-----------|------------|-----|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 13 | | | | MOLDE Nº 1 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | | Lect. Dia | Lbs/ pulg | Lbs/ pulg | % | Lect. Dia | Lbs/ pulg | Lbs/ pulg | % | Lect. Dia | Lbs/ pulg | Lbs/ pulg | % |
| mm. | pulg. | | Lbs/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 43 | 18 | | | 38 | 17 | | | 34 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 98 | 38 | | | 76 | 29 | | | 62 | 22 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 133 | 52 | | | 103 | 41 | | | 73 | 29 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 180 | 70 | 68.5 | 8.9 | 184 | 53 | 54.1 | 6.4 | 81 | 36 | 37.2 | 3.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 269 | 105 | | | 199 | 78 | | | 131 | 62 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 343 | 134 | 132.8 | 8.9 | 267 | 100 | 101.0 | 8.7 | 172 | 67 | 67.4 | 4.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 425 | 168 | | | 317 | 124 | | | 210 | 82 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 489 | 192 | | | 386 | 143 | | | 244 | 95 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 642 | 214 | | | 422 | 165 | | | 303 | 120 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 895 | 235 | | | 474 | 188 | | | 363 | 139 | | |

Henry Ripadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tecista : Fernández Yzquierdo Arnold Mirando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cailluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

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

N.T.P. 339.345 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

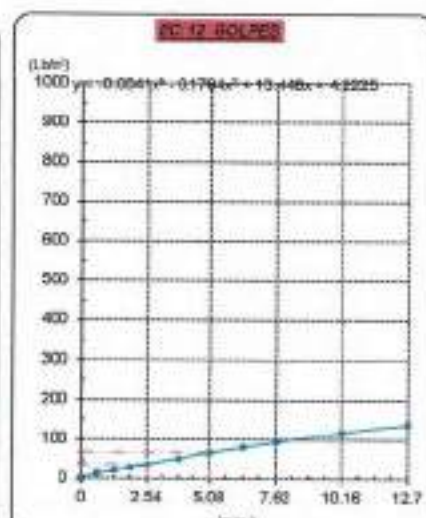
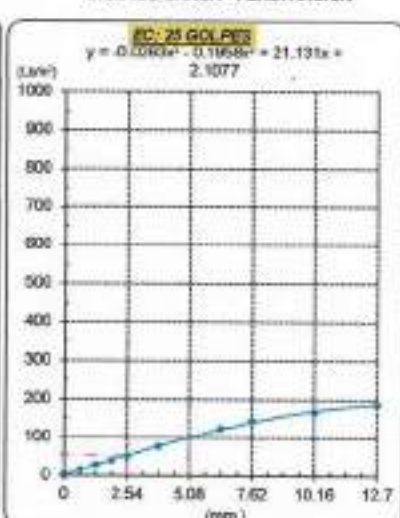
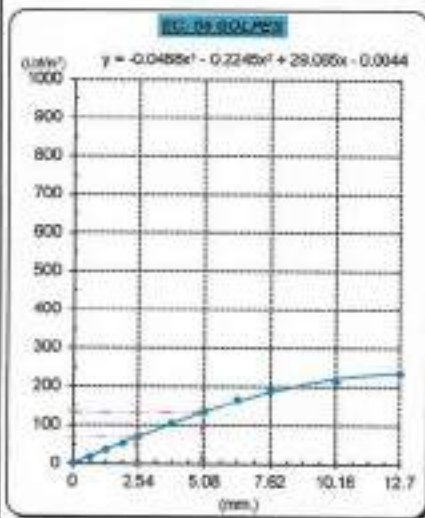


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

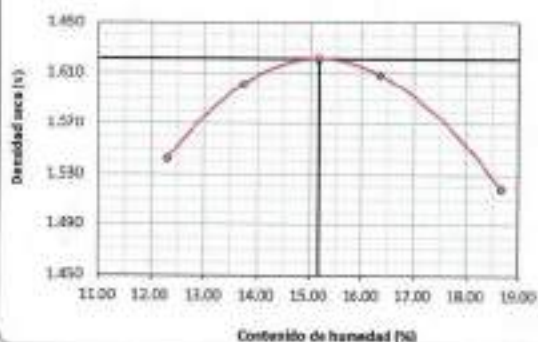
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.622 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 99% : 1.541 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.161 %

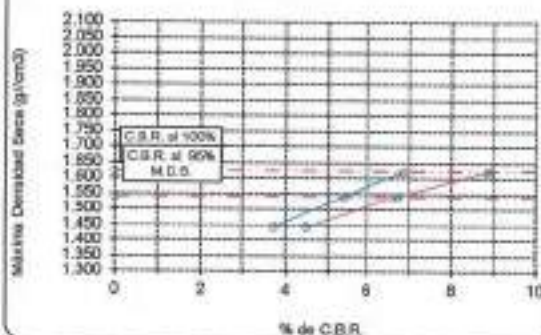
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 7 % | 9 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 5 % | 7 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivasdeyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO



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

Testata : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería CIVIL Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024.

CAUCAZA: C-1
MUESTRA: M-1 + 10% ASERRÍN
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 6 | | MOLDE 13 | | MOLDE 1 | |
| 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 | 11418 | 11735 | 11437 | 11779 | 11283 | 11658 |
| Peso de molde (g) | 8921 | 8921 | 8494 | 8494 | 8494 | 8494 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3097 | 3414 | 2943 | 3285 | 2789 | 3164 |
| Volumen del molde (cc) | 1664.37 | 1664 | 1664.37 | 1664 | 1664.37 | 1664 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.861 | 2.051 | 1.758 | 1.974 | 1.676 | 1.901 |
| % de humedad | 15.24 | 25.64 | 15.13 | 26.93 | 15.04 | 26.88 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.615 | 1.633 | 1.536 | 1.555 | 1.457 | 1.477 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 199.6 | 199.6 | 3414 | 3414 | 166.3 | 166.3 | 3285 | 3285 | 166.7 | 166.7 | 3164.0 | 3164.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 142.3 | 142.3 | 3697 | 3697 | 148.1 | 148.1 | 2943 | 2943 | 147.8 | 147.8 | 2789.0 | 2789.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 17.4 | 17.4 | 317.0 | 317.0 | 18.1 | 18.1 | 342.0 | 342.0 | 17.9 | 17.9 | 375.0 | 375.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.4 | 0 | 0 | 28.46 | 28.46 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 114.0 | 114.0 | 3047.6 | 3047.6 | 119.7 | 119.7 | 2698.5 | 2698.5 | 119.3 | 119.3 | 2749.0 | 2749.0 |
| % de humedad | 15.24 | 15.24 | 25.64 | 25.64 | 15.13 | 15.13 | 26.93 | 26.93 | 15.04 | 15.04 | 26.88 | 26.88 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.24 | | 25.64 | | 15.13 | | 26.93 | | 15.04 | | 26.88 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 27/03/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.39 | 0 | 0 | 1.88 | 0 | 0 |
| 28/03/2024 | 16.5 | 24 | 4.32 | 0.106 | | 5.03 | 0.127 | | 6.84 | 0.146 | |
| 29/03/2024 | 16.5 | 48 | 7.45 | 0.188 | | 8.79 | 0.220 | | 10.12 | 0.253 | |
| 30/03/2024 | 16.5 | 72 | 10.69 | 0.265 | | 12.49 | 0.312 | | 14.38 | 0.360 | |
| 31/03/2024 | 16.5 | 96 | 13.71 | 0.343 | | 17.10 | 0.427 | | 20.47 | 0.512 | |
| | | | 4.57 | total | 7.91 | 4.57 | total | 8.36 | 4.57 | total | 11.21 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|--------------|------------|-----|------------|-----|-------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|-----|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 6 | | | | MOLDE Nº 13 | | | | MOLDE Nº 1 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| | | | | Libras | kg | Libras | % | Libras | % | Libras | % | Libras | % | Libras | % | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 40 | 18 | 40 | 17 | 40 | 17 | 40 | 17 | 40 | 17 | 40 | 17 | 40 | 17 |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 81 | 36 | 81 | 36 | 81 | 36 | 81 | 36 | 81 | 36 | 81 | 36 | 81 | 36 |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 122 | 53 | 122 | 53 | 122 | 53 | 122 | 53 | 122 | 53 | 122 | 53 | 122 | 53 |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 163 | 71 | 163 | 71 | 163 | 71 | 163 | 71 | 163 | 71 | 163 | 71 | 163 | 71 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 271 | 106 | 271 | 106 | 271 | 106 | 271 | 106 | 271 | 106 | 271 | 106 | 271 | 106 |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 348 | 136 | 348 | 136 | 348 | 136 | 348 | 136 | 348 | 136 | 348 | 136 | 348 | 136 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 423 | 170 | 423 | 170 | 423 | 170 | 423 | 170 | 423 | 170 | 423 | 170 | 423 | 170 |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 495 | 194 | 495 | 194 | 495 | 194 | 495 | 194 | 495 | 194 | 495 | 194 | 495 | 194 |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 645 | 215 | 645 | 215 | 645 | 215 | 645 | 215 | 645 | 215 | 645 | 215 | 645 | 215 |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 891 | 238 | 891 | 238 | 891 | 238 | 891 | 238 | 891 | 238 | 891 | 238 | 891 | 238 |

Henry Guadagnara Obillas
Tec. Laboratorio USAT





Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

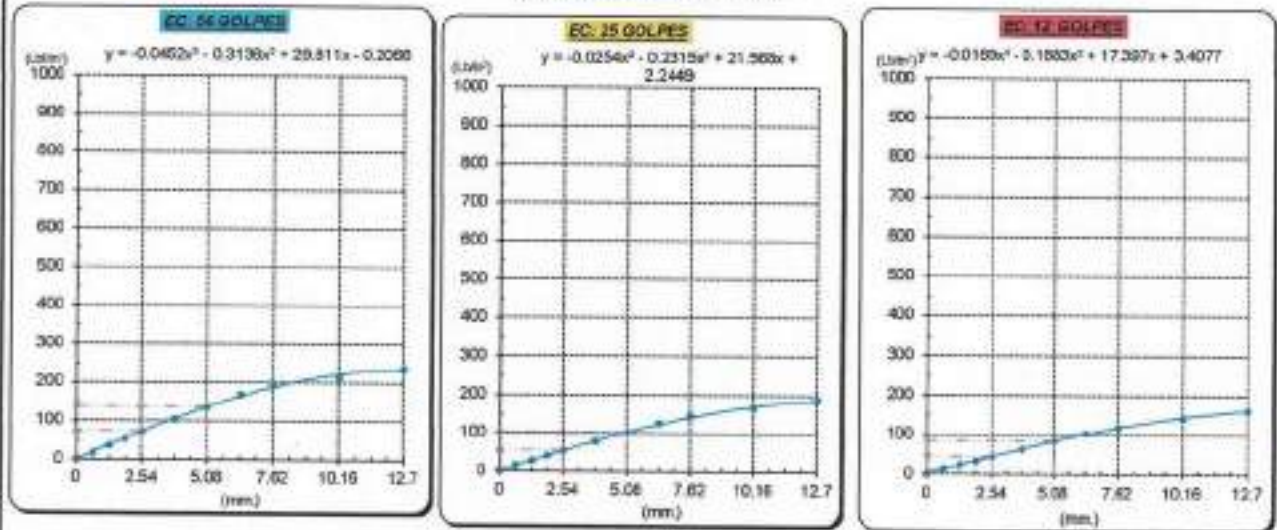


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

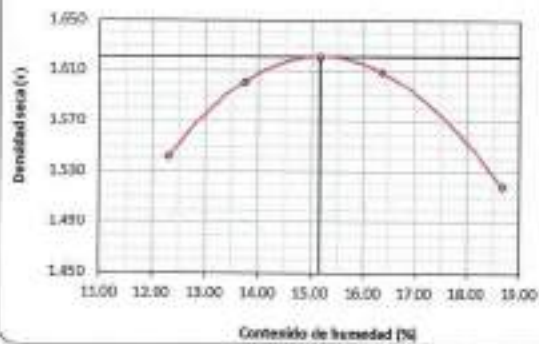
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.622 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.541 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.161 % |

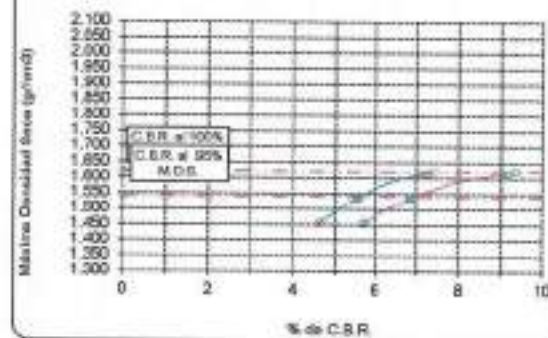
VALOR DEL C.B.R.

| | | | |
|-----------------------|----------|-----|----------|
| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 7 % | 9 % | |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 6 % | 7 % | |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

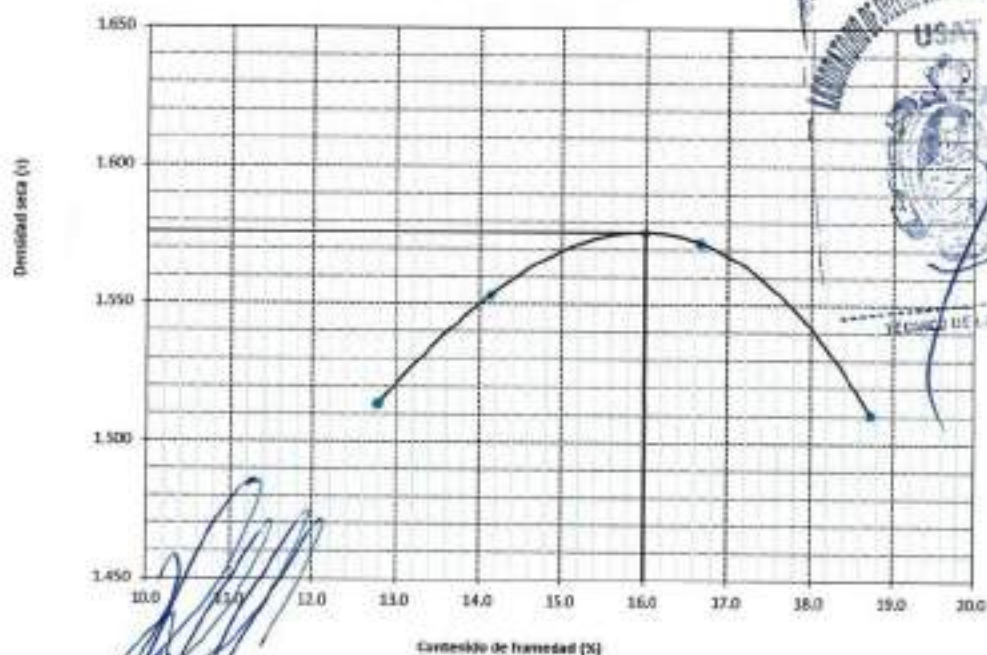
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 TECNICO DE LABORATORIO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-mm³ [66000 pie-lb/pe³])
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Marando
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cablluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|----------|----------|
| CATEGORÍA: | C-1 | COORDENADAS: | | | |
| MUESTRA: | M-1 + 15% ASERRIN | PROFUNDIDAD: | 0.00 m - 1.50 m | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5694 | 5732 | 5675 | 5614 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1662 | 1700 | 1643 | 1582 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.793 | 1.834 | 1.773 | 1.707 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 53.14 | 57.41 | 54.50 | 54.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 47.61 | 52.27 | 49.99 | 50.65 |
| Peso de tara | g | 18.08 | 21.41 | 18.07 | 18.17 |
| Peso de agua | g | 5.53 | 5.14 | 4.51 | 4.15 |
| Peso de suelo seco | g | 29.53 | 30.86 | 31.92 | 32.48 |
| Contenido de agua | % | 18.7 | 16.7 | 14.1 | 12.8 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.510 | 1.572 | 1.553 | 1.514 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.576 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 15.968 | % | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



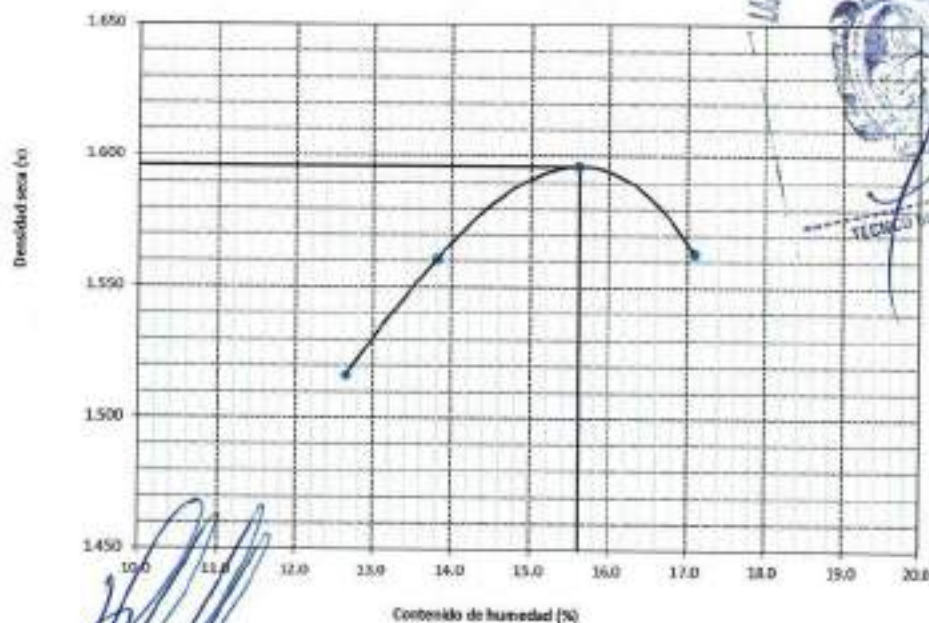
Ing. Yzquierdo Arnold Marando
 Rec. Laboratorio USAT

**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 - 1567**

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Marando
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| CALCATA : C-1 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------|-------|
| MUESTRA : M-1 + 15% ASERRIN | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5728 | 5742 | 5678 | 5615 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1696 | 1710 | 1646 | 1583 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.830 | 1.845 | 1.776 | 1.708 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 58.03 | 62.17 | 59.62 | 59.25 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 52.20 | 56.67 | 54.58 | 54.64 |
| Peso de tara | g | 18.08 | 21.41 | 18.07 | 18.17 |
| Peso de agua | g | 5.83 | 5.50 | 5.04 | 4.61 |
| Peso de suelo seco | g | 34.12 | 35.26 | 36.51 | 36.47 |
| Contenido de agua | % | 17.1 | 15.6 | 13.8 | 12.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.563 | 1.598 | 1.581 | 1.518 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.596 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 15.617 | % | | |

GRÁFICO DEL PROCTOR



Henry Ruedenebra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

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. 338.141 ASTM D - 1557

Tecnicista : Fernández Yzquierdo Arnold Marando
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| | | |
|------------------------------------|---------------|------------------------|
| CAJICATA : C-1 | COORDINADA : | |
| MUESTRA : M-1 + 15% ASERRIN | PROFUNDIDAD : | 0,10 m - 1,50 m |

| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g | 5746 | 5770 | 5712 | 5650 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1714 | 1738 | 1680 | 1618 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.849 | 1.875 | 1.813 | 1.746 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
|------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 55.75 | 59.94 | 57.21 | 57.14 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 50.14 | 54.71 | 52.53 | 52.89 |
| Peso de tara | g | 18.06 | 21.41 | 18.07 | 18.17 |
| Peso de agua | g | 5.81 | 5.23 | 4.89 | 4.25 |
| Peso de suelo seco | g | 32.06 | 33.30 | 34.46 | 34.72 |
| Contenido de agua | % | 17.5 | 15.7 | 13.6 | 12.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.574 | 1.821 | 1.596 | 1.555 |

| | | |
|-----------------------------|---------------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.622 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.405 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR

The graph plots Dry Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.500 to 1.700) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 10.0 to 20.0). A smooth curve is drawn through the data points, showing a peak at 15.405% moisture content with a dry density of 1.622 g/cm³. A vertical dashed line marks the optimum moisture content.

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
CHICLAYO
Firma: _____
TÍTULO DE LABORATORIO

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

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

Técnico : Fernández Faquendo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilux, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CALICATA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 15% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|------------------------|------------------------|--------------|-------------|------------------------|------------------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|---|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 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 | | 11899 | 13206 | 11804 | 11909 | 11899 | 11909 | 11899 | 11909 | 11899 | 12369 | 12369 | 12369 | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | 8791 | 8990 | 8990 | 8990 | 8990 | 8990 | 8990 | 8990 | 8990 | 8990 | 8990 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3068 | 3418 | 2814 | 3209 | 2814 | 3209 | 2814 | 3209 | 2814 | 3379 | 3379 | 3379 | |
| Volumen del molde (cc) | | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 1884 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.643 | 1.814 | 1.494 | 1.708 | 1.494 | 1.708 | 1.494 | 1.708 | 1.407 | 1.689 | 1.689 | 1.689 | |
| % de humedad | | 15.79 | 27.38 | 15.45 | 28.86 | 15.45 | 28.86 | 15.45 | 28.86 | 15.23 | 29.88 | 29.88 | 29.88 | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.502 | 1.812 | 1.517 | 1.538 | 1.517 | 1.538 | 1.517 | 1.538 | 1.415 | 1.437 | 1.437 | 1.437 | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 78.7 | 78.7 | 3418 | 3418 | 72.1 | 72.1 | 3299 | 3299 | 75.6 | 75.6 | 3732.8 | 3732.8 | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 71.8 | 71.8 | 3068 | 3068 | 66.2 | 66.2 | 2914 | 2914 | 69.4 | 69.4 | 3261.8 | 3261.8 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 6.9 | 6.9 | 350.0 | 350.0 | 5.9 | 5.9 | 385.0 | 385.0 | 6.2 | 6.2 | 471.0 | 471.0 | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28 | 28.0 | 0 | 0 | 28.7 | 28.7 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 43.7 | 43.7 | 3019.9 | 3019.9 | 38.2 | 38.2 | 2670.5 | 2670.5 | 40.7 | 40.7 | 3215.5 | 3215.5 | |
| % de humedad | | 15.79 | 15.79 | 27.38 | 27.38 | 15.45 | 15.45 | 28.86 | 28.86 | 15.23 | 15.23 | 29.88 | 29.88 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.79 | 27.38 | 15.45 | 28.86 | 15.45 | 28.86 | 15.23 | 29.88 | 15.23 | 29.88 | 29.88 | 29.88 | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/03/2024 | 18.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | |
| 3/03/2024 | 18.5 | 24 | 4.96 | 0.124 | | 8.93 | 0.173 | | 7.19 | 0.183 | | | | |
| 4/03/2024 | 18.5 | 48 | 8.74 | 0.218 | | 15.94 | 0.376 | | 13.07 | 0.327 | | | | |
| 5/03/2024 | 18.5 | 72 | 12.60 | 0.315 | | 18.75 | 0.394 | | 18.89 | 0.472 | | | | |
| 5/03/2024 | 18.5 | 96 | 16.34 | 0.408 | | 20.47 | 0.512 | | 24.61 | 0.615 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 8.94 | 4.57 | total | 11.21 | 4.57 | total | 13.47 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 14 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lib/ pulg | Lib/ pulg ² | Lib/ pulg ² | % | Lib/ pulg | Lib/ pulg ² | Lib/ pulg ² | % | Lib/ pulg | Lib/ pulg ² | Lib/ pulg ² | % |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 35 | 15 | | | | | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 68 | 28 | | | | | | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 95 | 38 | | | | | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 125 | 49 | 59.2 | 5.9 | 190 | 51 | 53.9 | 5.3 | 114 | 45 | 47.1 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 212 | 83 | | | 212 | 83 | | | 182 | 71 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 306 | 119 | 127.4 | 8.5 | 285 | 115 | 113.2 | 7.5 | 209 | 89 | 95.0 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 395 | 154 | | | 372 | 145 | | | 309 | 120 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 482 | 189 | | | 443 | 174 | | | 364 | 138 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 643 | 257 | | | 643 | 214 | | | 428 | 168 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 844 | 397 | | | 828 | 248 | | | 622 | 150 | | |

Henry Rivas Meneyra
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TECNICO DE LABORATORIO

Título : Fernández Yzquierdo Arnold Nerardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cañiuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

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

N.T.P. 539.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

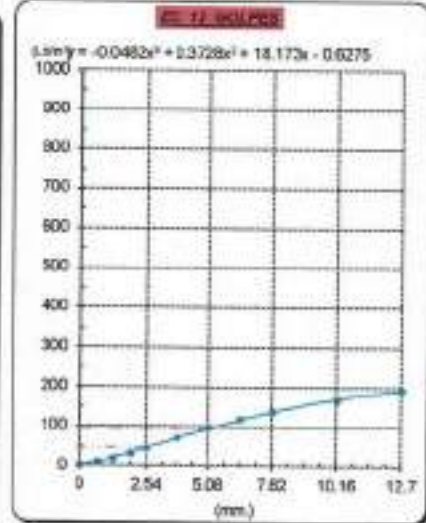
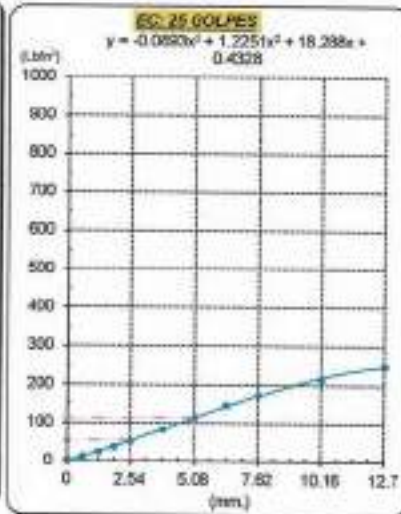
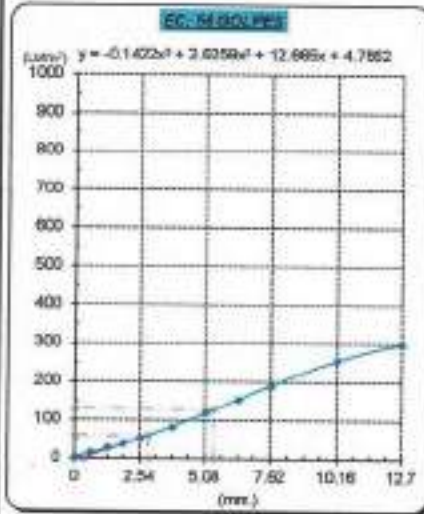


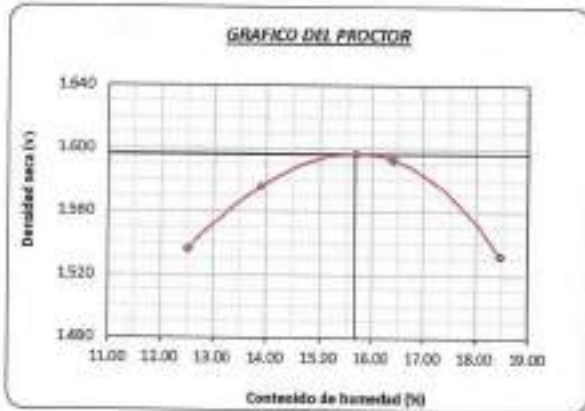
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.598 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.518 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.670 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm | 5.08 cm |
|-----------------------|---------|---------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 6 % | 9 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 5 % | 8 % |



Henry Rios denoyma Obátas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TECNICO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 338.345 / ASTM D-1883

Testeado: Fernández Tzquierdo Arnold Mirardo
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación: Dist. Cutivilca, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión: Chiclayo, marzo del 2024

CAUCHA: C-1
MUESTRA: M-1 + 15% ASERRIN
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|----------------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------------------|-------------------------|--------------|------------|-------------------------|-------------------------|-----|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 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 | | 11863 | 12207 | 11886 | 11876 | 11916 | 12366 | 11916 | 12366 | 11916 | 12366 | 11916 | 12366 | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | 8791 | 8890 | 8890 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3062 | 3416 | 2995 | 2986 | 3279 | 3729 | 3279 | 3729 | 3279 | 3729 | 3279 | 3729 | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.840 | 2.052 | 1.745 | 1.874 | 1.639 | 1.864 | 1.639 | 1.864 | 1.639 | 1.864 | 1.639 | 1.864 | |
| % de humedad | | 15.65 | 27.39 | 15.31 | 28.63 | 15.36 | 29.27 | 15.36 | 29.27 | 15.36 | 29.27 | 15.36 | 29.27 | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.591 | 1.611 | 1.514 | 1.535 | 1.421 | 1.442 | 1.421 | 1.442 | 1.421 | 1.442 | 1.421 | 1.442 | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 92.4 | 92.4 | 341.6 | 341.6 | 64.9 | 64.9 | 329.6 | 329.6 | 78.2 | 78.2 | 372.0 | 372.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 83.7 | 83.7 | 306.2 | 306.2 | 60.0 | 60.0 | 290.6 | 290.6 | 71.6 | 71.6 | 327.0 | 327.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 8.7 | 8.7 | 354.0 | 354.0 | 4.9 | 4.9 | 381.0 | 381.0 | 6.6 | 6.6 | 445.0 | 445.0 | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28 | 28.0 | 0 | 0 | 28.7 | 28.7 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 55.6 | 55.6 | 3014.1 | 3014.1 | 32.0 | 32.0 | 2861.7 | 2861.7 | 42.9 | 42.9 | 3233.1 | 3233.1 | |
| % de humedad | | 15.65 | 15.65 | 27.39 | 27.39 | 15.31 | 15.31 | 28.63 | 28.63 | 15.36 | 15.36 | 29.27 | 29.27 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.65 | 27.39 | 15.31 | 28.63 | 15.36 | 29.27 | 15.36 | 29.27 | 15.36 | 29.27 | 15.36 | 29.27 | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 7/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.30 | 0 | 0 | 1.64 | 0 | 0 | | | |
| 8/03/2024 | 10.2 | 24 | 4.72 | 0.118 | 0.118 | 6.30 | 0.157 | 0.157 | 8.09 | 0.172 | 0.172 | | | |
| 9/03/2024 | 10.2 | 48 | 8.27 | 0.207 | 0.207 | 14.17 | 0.354 | 0.354 | 13.20 | 0.306 | 0.306 | | | |
| 10/03/2024 | 10.2 | 72 | 11.81 | 0.296 | 0.296 | 14.36 | 0.374 | 0.374 | 17.72 | 0.443 | 0.443 | | | |
| 11/03/2024 | 10.2 | 96 | 15.75 | 0.364 | 0.364 | 19.89 | 0.492 | 0.492 | 20.62 | 0.591 | 0.591 | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.02 | 4.57 | total | 10.78 | 4.57 | total | 12.93 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 14 | | | | MOLDE N° 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Libr. Dia | Libr. pulg ² | Libr. pulg ² | % | Libr. Dia | Libr. pulg ² | Libr. pulg ² | % | Libr. Dia | Libr. pulg ² | Libr. pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 32 | 14 | | | 26 | 12 | | | 16 | 9 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 62 | 28 | | | 51 | 21 | | | 26 | 17 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 100 | 40 | | | 83 | 33 | | | 46 | 27 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 140 | 55 | 55.4 | 5.5 | 112 | 44 | 45.3 | 4.5 | 63 | 33 | 35.2 | 3.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 242 | 94 | | | 180 | 74 | | | 138 | 54 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 320 | 125 | 125.5 | 6.4 | 262 | 102 | 100.9 | 6.7 | 204 | 80 | 76.4 | 5.1 |
| 6.360 | 0.250 | 5'00" | 408 | 160 | | | 328 | 128 | | | 260 | 97 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 501 | 197 | | | 397 | 155 | | | 292 | 114 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 802 | 271 | | | 600 | 209 | | | 378 | 148 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1114 | 309 | | | 888 | 230 | | | 401 | 157 | | |

Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT



Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo 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

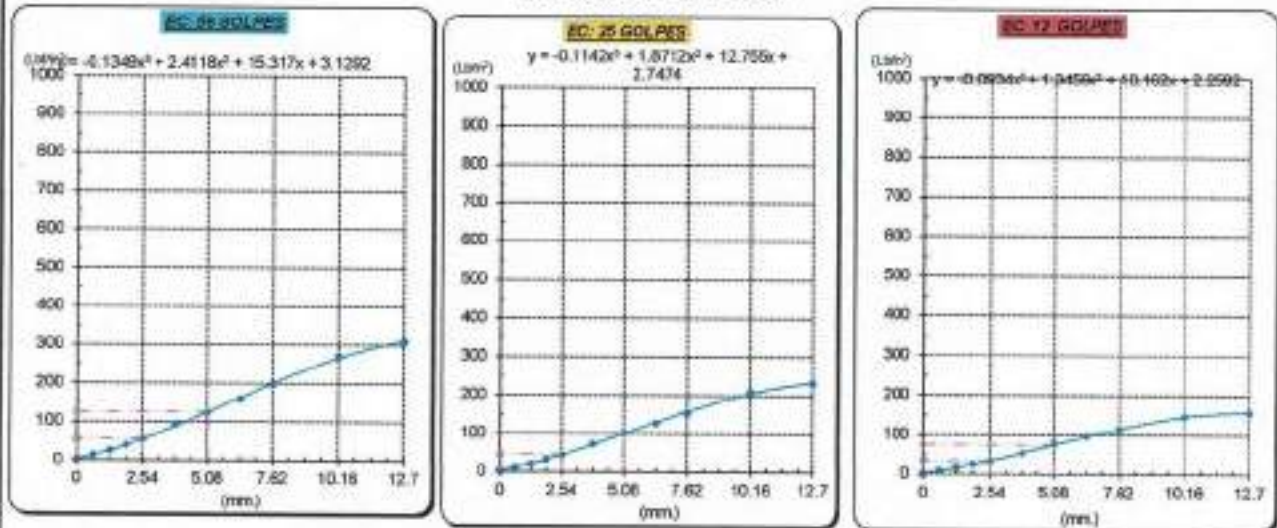


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

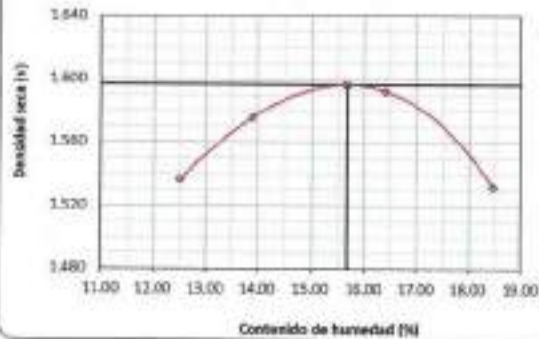
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.588 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 98% | 1.518 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.670 % |

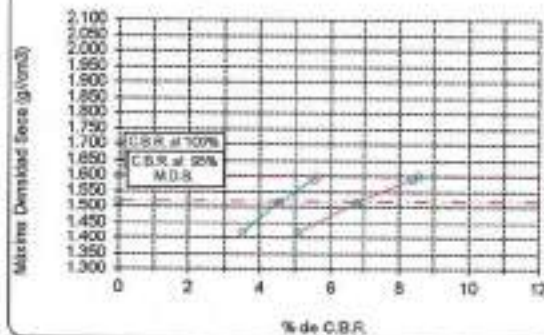
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 6 % | 9 % |
| C.B.R. AL 98 % M.D.S. | 5 % | 7 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivasonegra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Marado
Exeute : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tea : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emble : Chiclayo, marzo del 2024

CAUCATA : C-1
MUESTRA : M-1 + 15% ASERINON PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|-----------|------------|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|------|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| | | 5 | | 5 | | 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 | | 11847 | 12196 | 11603 | 11967 | 11628 | 12391 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | 8791 | 8890 | 8890 | 8637 | 8637 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3056 | 3405 | 2913 | 3277 | 3291 | 3754 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1864 | 1864 | 1864 | 1864 | 1864 | 2000 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.636 | 2.045 | 1.750 | 1.940 | 1.845 | 1.877 | | | | | | | |
| % de humedad | | 15.47 | 27.07 | 15.74 | 28.42 | 15.38 | 29.85 | | | | | | | |
| Densidad seco (g/cc) | | 1.590 | 1.610 | 1.512 | 1.533 | 1.426 | 1.448 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 75.8 | 75.8 | 3405 | 3405 | 78.8 | 78.8 | 3277 | 3277 | 69.5 | 69.5 | 3754.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 69.4 | 69.4 | 3056 | 3056 | 71.5 | 71.5 | 2913 | 2913 | 64.1 | 64.1 | 3291.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 6.4 | 6.4 | 349.0 | 349.0 | 6.3 | 6.3 | 364.0 | 364.0 | 5.4 | 5.4 | 463.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.7 | 28.7 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 41.3 | 41.3 | 3006.2 | 3006.2 | 43.9 | 43.9 | 2869.6 | 2869.6 | 35.4 | 35.4 | 3244.7 | | |
| % de humedad | | 15.47 | 15.47 | 27.07 | 27.07 | 15.74 | 15.74 | 28.42 | 28.42 | 15.38 | 15.38 | 29.85 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.47 | 27.07 | | | 15.74 | 28.42 | | | 15.38 | 29.85 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 12/09/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.48 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | | | |
| 13/09/2024 | 10.2 | 24 | 5.13 | 0.128 | | 5.48 | 0.181 | | 7.66 | 0.191 | | | | |
| 14/09/2024 | 10.2 | 48 | 9.06 | 0.228 | | 11.50 | 0.282 | | 13.30 | 0.338 | | | | |
| 15/09/2024 | 10.2 | 72 | 12.89 | 0.325 | | 15.16 | 0.405 | | 19.41 | 0.485 | | | | |
| 16/09/2024 | 10.2 | 96 | 16.89 | 0.423 | | 21.06 | 0.527 | | 25.39 | 0.635 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 9.27 | 4.57 | total | 11.53 | 4.57 | total | 13.00 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | MOLDE 2 | | MOLDE N° | | MOLDE 14 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | Lbf/in2 | Leet. Dia | Lbf/pulg2 | Lbf/pulg2 | % | Leet. Dia | Lbf/pulg2 | Lbf/pulg2 | % | Leet. Dia | Lbf/pulg2 | Lbf/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 25 | 12 | | | 24 | 11 | | | 18 | 9 | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 55 | 23 | | | 52 | 22 | | | 45 | 19 | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 80 | 36 | | | 79 | 35 | | | 75 | 30 | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 130 | 51 | 62.4 | 6.2 | 126 | 53 | 52.6 | 5.3 | 109 | 43 | 44.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 1500 | 227 | 88 | | | 214 | 83 | | | 171 | 67 | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1900 | 309 | 120 | 130.0 | 8.7 | 294 | 115 | 111.1 | 7.4 | 228 | 89 | 83.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 399 | 156 | | | 358 | 140 | | | 259 | 101 | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 488 | 191 | | | 424 | 166 | | | 391 | 113 | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 600 | 237 | | | 538 | 212 | | | 468 | 143 | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 699 | 274 | | | 616 | 244 | | | 515 | 181 | |

Henry Rivas Encayra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

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

Título: Fernández Yiguerde Arred Merado
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, marzo del 2024

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

N.T.P. 330.145 / ASTM D-1553

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

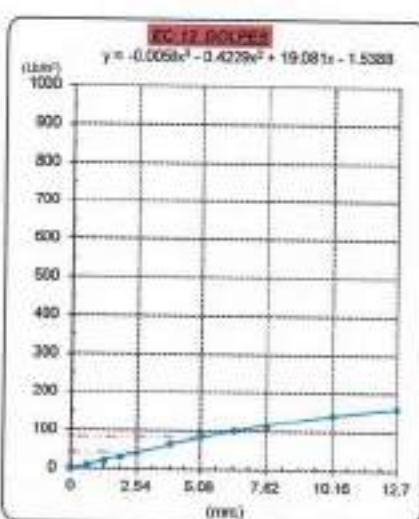
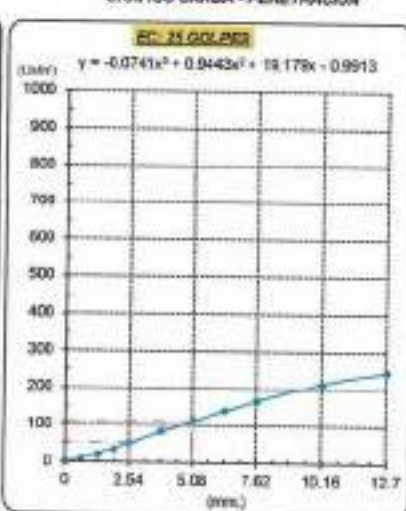
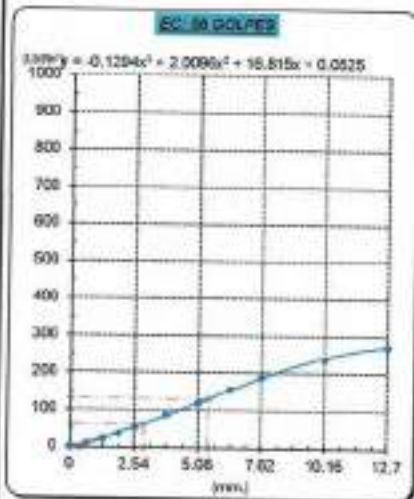


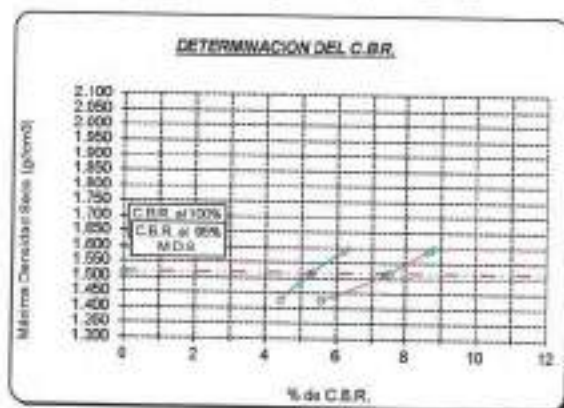
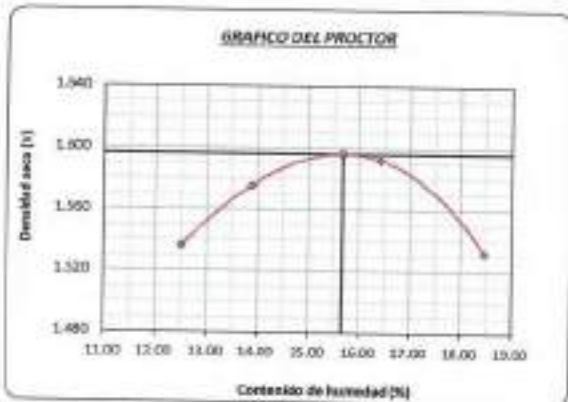
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.598 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 96% 1.518 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 15.67 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 6 % | 8 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 5 % | 8 % |



[Signature]
 Jenny Ruedeneira Obitos
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
[Signature]
 TECNICO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 319.145 / ASTM D-1557

Técnico : Fernández Yaguendo Arnold Herardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dst. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, marzo del 2024

GRUPO : C-1
 MUESTRA : M-1 + 15% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|-------|----------|-------|--------------|-------|----------|-------|--------------|-------|----------|-------|
| N° Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 6 | | 6 | |
| N° Capas | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 6 | | 6 | |
| N° Golpes por capa | 56 | | 56 | | 25 | | 25 | | 12 | | 12 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | |
| | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11060 | 12204 | 11298 | 11971 | 11593 | 11971 | 11593 | 12370 | 11930 | 12370 | 11930 | 12370 |
| Peso de molde (g) | 4795 | 8791 | 4690 | 8690 | 4637 | 8637 | 4637 | 8637 | 4637 | 8637 | 4637 | 8637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3069 | 3413 | 2928 | 3281 | 2928 | 3281 | 2928 | 3733 | 2928 | 3281 | 2928 | 3733 |
| Volumen del molde (cc) | 3064 | 1004 | 1664 | 1664 | 1004 | 1664 | 1664 | 2090 | 1004 | 1664 | 1664 | 2090 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.044 | 2.061 | 1.747 | 1.971 | 1.846 | 1.971 | 1.846 | 1.806 | 1.846 | 1.971 | 1.846 | 1.806 |
| % de humedad | 15.76 | 27.15 | 15.50 | 28.52 | 15.82 | 28.52 | 15.82 | 29.37 | 15.82 | 28.52 | 15.82 | 29.37 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.593 | 1.613 | 1.513 | 1.534 | 1.421 | 1.534 | 1.421 | 1.443 | 1.421 | 1.534 | 1.421 | 1.443 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 81.9 | 81.9 | 3413 | 3413 | 71.7 | 71.7 | 3281 | 3281 | 74.2 | 74.2 | 3733.0 | 3733.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 74.8 | 74.8 | 3069 | 3069 | 66.6 | 66.6 | 2908 | 2908 | 60.0 | 66.6 | 3283.0 | 3283.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 7.3 | 7.3 | 344.0 | 344.0 | 5.9 | 5.9 | 373.0 | 373.0 | 6.2 | 6.2 | 440.0 | 440.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28.8 | 28.0 | 0 | 0 | 28.7 | 28.7 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 46.5 | 46.5 | 3020.9 | 3020.9 | 37.2 | 37.8 | 2864.7 | 2864.7 | 30.5 | 30.3 | 3246.0 | 3246.8 |
| % de humedad | 15.76 | 15.76 | 27.15 | 27.15 | 15.60 | 15.50 | 28.52 | 28.52 | 16.82 | 15.82 | 29.37 | 29.37 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.76 | 27.15 | 15.90 | 28.52 | 15.82 | 29.37 | | | | | | |

| EXPANSION | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 17/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.61 | 0 | 0 |
| 18/03/2024 | 10.2 | 24 | 4.95 | 0.123 | | 6.55 | 0.184 | | 7.25 | 0.182 | |
| 19/03/2024 | 10.2 | 48 | 8.85 | 0.217 | | 13.90 | 0.338 | | 12.83 | 0.323 | |
| 20/03/2024 | 10.2 | 72 | 15.47 | 0.312 | | 19.63 | 0.391 | | 18.67 | 0.467 | |
| 21/03/2024 | 10.2 | 96 | 18.54 | 0.450 | | 30.41 | 0.510 | | 31.54 | 0.614 | |
| | | | 4.57 | total | 8.94 | 4.57 | total | 11.17 | 4.57 | total | 13.43 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------|--|
| PENETRACION | | TIEMPO | GARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| mm. | pulg. | | Lact. Dia | Lbf / pulg ² | Lbf / pulg ² | % | Lact. Dia | Lbf / pulg ² | Lbf / pulg ² | % | Lact. Dia | Lbf / pulg ² | Lbf / pulg ² | % | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 3 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 30 | 15 | | | 31 | 14 | | | 22 | 11 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 69 | 28 | | | 65 | 27 | | | 48 | 20 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 96 | 36 | | | 94 | 38 | | | 80 | 32 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 159 | 62 | 62.002 | 6.320 | 159 | 66 | 66.2 | 6.6 | 119 | 47 | 46.5 | 4.6 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 298 | 101 | | | 324 | 87 | | | 187 | 73 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 472 | 145 | 141.371 | 9.425 | 472 | 124 | 123.2 | 8.0 | 292 | 102 | 88.3 | 6.6 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 694 | 182 | | | 695 | 154 | | | 421 | 135 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 963 | 222 | | | 968 | 183 | | | 589 | 144 | | | |
| 10.190 | 0.400 | 8'00" | 1717 | 286 | | | 1777 | 228 | | | 1037 | 171 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 2660 | 322 | | | 2654 | 268 | | | 1606 | 199 | | | |

Henry Ruedeneyra Obitias
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 REGISTRO DE SUELOS

Tecnia: Ferrnández Yaqulerdo Arnold Merendo
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con asfalto de pino y col"
 Ubicación: Dist. Cañete, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chóclayo, marzo 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

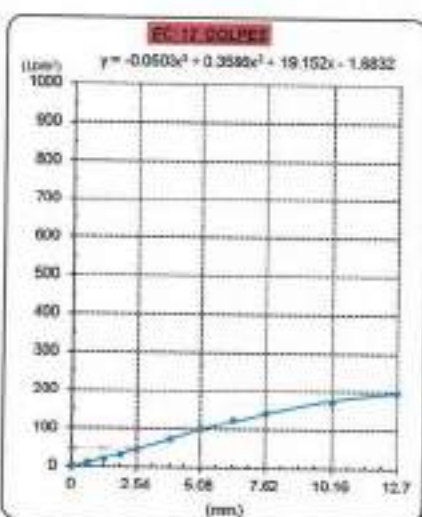
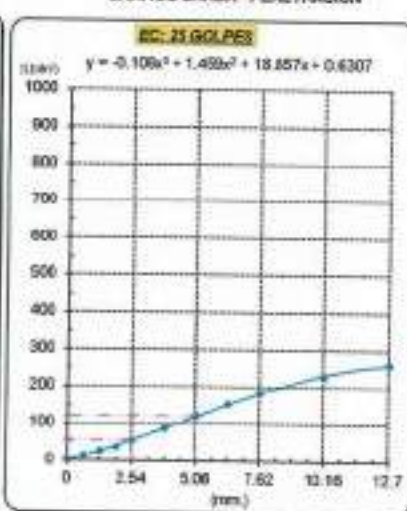
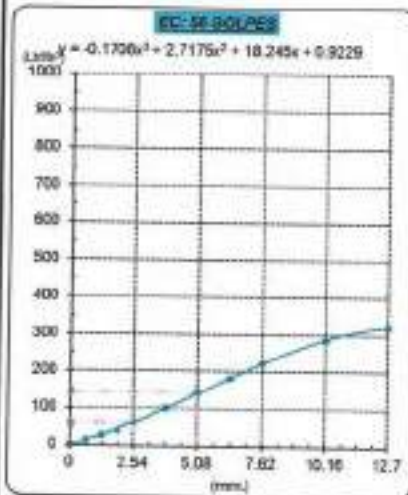


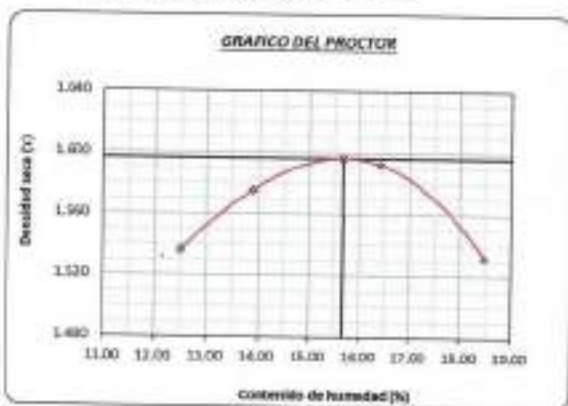
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.598 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.518 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.67 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 6 % | 10 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 5 % | 8 % |



Henry Rivasdeneyra Obitias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TECNICO DEL LABORATORIO



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

Testeado: : Fernández Yquerdo Arnold Miranda
 Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tecla: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: : Dist. Castilla, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: : Chiclayo, marzo del 2024

CALCITA: C-1
 MUESTRA: M-1 + 15% ASERRIN
 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|------------------------|------------------------|--------------|-------------|------------------------|------------------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| Nº Capas | | 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 | | 11824 | | 12199 | | 11997 | | 11976 | | 11914 | | 12364 | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8690 | | 8660 | | 8637 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3043 | | 3399 | | 2907 | | 3286 | | 3277 | | 3727 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 2000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.828 | | 2.047 | | 1.747 | | 1.974 | | 1.638 | | 1.873 | | |
| % de humedad | | 15.57 | | 27.45 | | 15.80 | | 29.03 | | 15.52 | | 30.06 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.562 | | 1.602 | | 1.508 | | 1.530 | | 1.416 | | 1.440 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 82.2 | 82.2 | 3399 | 3399 | 72.0 | 72.0 | 3296 | 3296 | 74.4 | 74.4 | 3747.0 | 3747.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 74.9 | 74.9 | 3043 | 3043 | 66.0 | 66.0 | 2907 | 2907 | 68.3 | 68.3 | 3277.0 | 3277.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 7.3 | 7.3 | 356.0 | 356.0 | 6.0 | 6.0 | 379.0 | 379.0 | 6.1 | 6.1 | 470.0 | 470.0 | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.7 | 28.7 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 46.8 | 46.8 | 2995.6 | 2995.6 | 38.0 | 38.0 | 2883.8 | 2883.8 | 39.6 | 39.6 | 3231.2 | 3231.2 | |
| % de humedad | | 15.57 | 15.57 | 27.45 | 27.45 | 15.80 | 15.80 | 29.03 | 29.03 | 15.52 | 15.52 | 30.06 | 30.06 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.57 | | 27.45 | | 15.80 | | 29.03 | | 15.52 | | 30.06 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 22/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.81 | 0 | 0 | | | |
| 23/03/2024 | 10.2 | 24 | 4.93 | 0.123 | | 6.96 | 0.164 | | 7.26 | 0.182 | | | | |
| 24/03/2024 | 10.2 | 48 | 8.89 | 0.217 | | 13.90 | 0.338 | | 12.93 | 0.323 | | | | |
| 25/03/2024 | 10.2 | 72 | 12.47 | 0.312 | | 16.63 | 0.391 | | 19.67 | 0.467 | | | | |
| 26/03/2024 | 10.2 | 96 | 16.34 | 0.408 | | 20.61 | 0.510 | | 24.64 | 0.614 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 8.94 | 4.57 | total | 11.17 | 4.57 | total | 13.43 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 14 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dia | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lect. Dia | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lect. Dia | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % |
| mm. | pulg. | Lbs/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 29 | 13 | | | 23 | 11 | | | 17 | 8 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 89 | 24 | | | 47 | 20 | | | 34 | 15 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 95 | 36 | | | 77 | 31 | | | 88 | 24 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 135 | 53 | 54.9 | 5.5 | 107 | 43 | 44.7 | 4.5 | 79 | 37 | 34.3 | 3.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 234 | 91 | | | 185 | 72 | | | 135 | 53 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 338 | 132 | 130.2 | 8.7 | 269 | 105 | 102.0 | 6.8 | 189 | 78 | 73.9 | 4.9 |
| 6.360 | 0.250 | 5'00" | 437 | 171 | | | 341 | 133 | | | 245 | 95 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 526 | 211 | | | 413 | 160 | | | 283 | 110 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 700 | 279 | | | 529 | 208 | | | 355 | 140 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 801 | 321 | | | 689 | 237 | | | 487 | 185 | | |

Henry Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



Tecista : Fernández Yaguendo Arnoldo Leonar
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cañillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

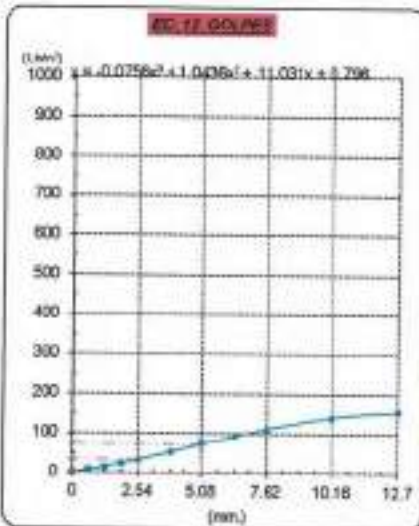
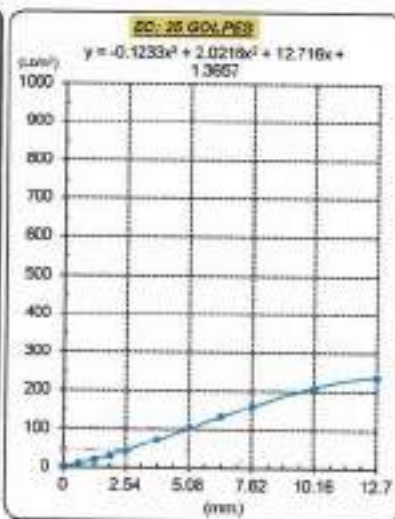
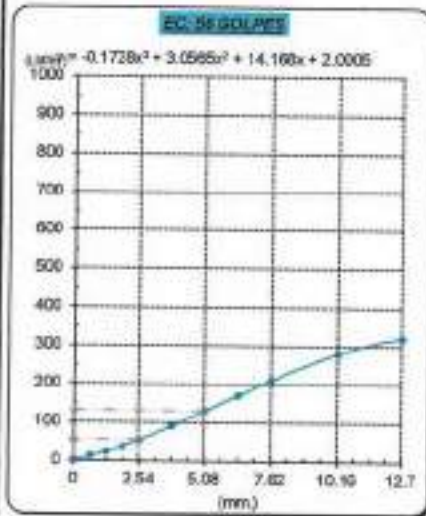


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.598 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.515 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.670 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 0 % | 9 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 5 % | 7 % |



Henry Riusdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

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

Teñida : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teñis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catlluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, marzo del 2024

CUENTA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 15% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|--------------|--------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|------------|----------|-----------------------|-----------------------|------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----|
| N° Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 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 | | 11848 | | 12210 | | 11808 | | 11876 | | 11998 | | 12363 | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8690 | | 8690 | | 8437 | | 8637 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3055 | | 3419 | | 2916 | | 3286 | | 3560 | | 3726 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1864.37 | | 1864 | | 1864.37 | | 1864 | | 2000.13 | | 2000 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.636 | | 2.054 | | 1.752 | | 1.974 | | 1.829 | | 1.863 | | | |
| % de humedad | | 15.49 | | 27.59 | | 15.80 | | 28.54 | | 15.82 | | 30.35 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.508 | | 1.610 | | 1.515 | | 1.538 | | 1.407 | | 1.429 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 81.9 | 81.9 | 3419 | 3419 | 71.7 | 71.7 | 3286 | 3286 | 74.2 | 74.2 | 3726.0 | 3726.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 74.7 | 74.7 | 3055 | 3055 | 65.8 | 65.8 | 2916 | 2916 | 68.0 | 68.0 | 3259.0 | 3259.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 7.2 | 7.2 | 364.0 | 364.0 | 5.9 | 5.9 | 370.0 | 370.0 | 6.2 | 6.2 | 467.0 | 467.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28 | 28.0 | 0 | 0 | 28.7 | 28.7 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 46.6 | 46.6 | 3007.2 | 3007.2 | 37.8 | 37.8 | 2872.5 | 2872.5 | 39.3 | 39.3 | 3213.8 | 3213.8 | | |
| % de humedad | | 15.49 | 15.49 | 27.59 | 27.59 | 15.66 | 15.66 | 28.54 | 28.54 | 15.82 | 15.82 | 30.35 | 30.35 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.49 | | 27.59 | | 15.66 | | 28.54 | | 15.82 | | 30.35 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 27/03/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.35 | 0 | 0 | 1.51 | 0 | 0 | | | | |
| 28/03/2024 | 16.5 | 24 | 4.93 | 0.123 | | 8.59 | 0.164 | | 7.28 | 0.182 | | | | | |
| 29/03/2024 | 16.5 | 48 | 8.69 | 0.217 | | 13.80 | 0.338 | | 12.93 | 0.323 | | | | | |
| 30/03/2024 | 16.5 | 72 | 12.47 | 0.312 | | 19.83 | 0.391 | | 18.67 | 0.467 | | | | | |
| 31/03/2024 | 16.5 | 96 | 16.34 | 0.408 | | 20.81 | 0.510 | | 24.84 | 0.614 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 8.04 | 4.57 | total | 11.17 | 4.57 | total | 13.43 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE N° | | MOLDE 2 | | MOLDE N° | | MOLDE 14 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 | |
| | | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | | | |
| mm. | pulg | | Lb/in ² | Lmt. Dia | Lmt pulg ² | Lmt pulg ² | % | Lmt. Dia | Lmt pulg ² | Lmt pulg ² | % | Lmt. Dia | Lmt pulg ² | Lmt pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 8 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.840 | 0.025 | 0'30" | | 30 | 14 | | | 23 | 11 | | | 14 | 8 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 62 | 25 | | | 47 | 20 | | | 32 | 14 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 96 | 38 | | | 75 | 30 | | | 55 | 23 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 141 | 55 | 55.7 | 5.8 | 109 | 43 | 44.8 | 4.5 | 79 | 32 | 33.5 | 3.4 |
| 3.910 | 0.150 | 3'00" | | 221 | 90 | | | 182 | 71 | | | 133 | 52 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 317 | 124 | 121.6 | 8.1 | 255 | 99 | 96.3 | 6.4 | 180 | 75 | 71.2 | 4.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 395 | 154 | | | 315 | 123 | | | 234 | 91 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 474 | 188 | | | 372 | 145 | | | 289 | 105 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 612 | 242 | | | 478 | 187 | | | 340 | 133 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 889 | 274 | | | 634 | 216 | | | 379 | 148 | | |

Henry Rivas Obitias
 Tec. Laboratorio
 USAT

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

TECNICO DE LABORATORIO

Tecnicista : Fomáñez Yoquiardo Arnald Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

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

N.T.P. 399.145 / ASTM D-1585

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

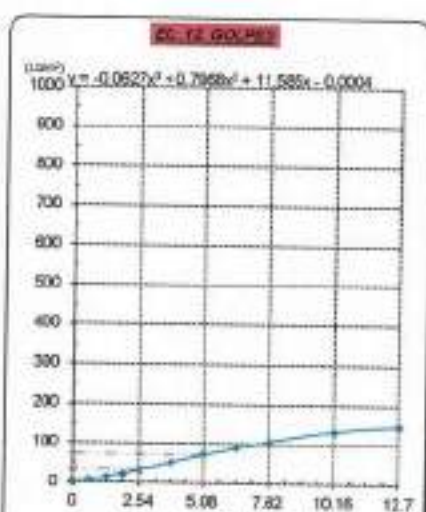
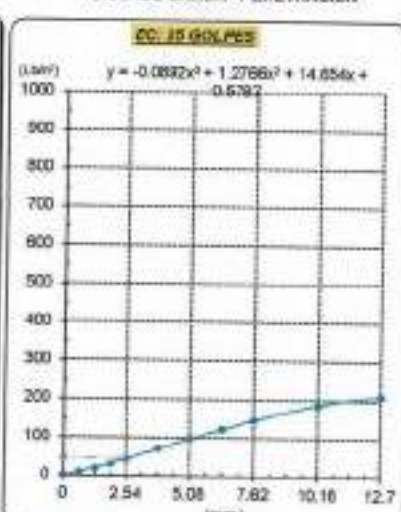
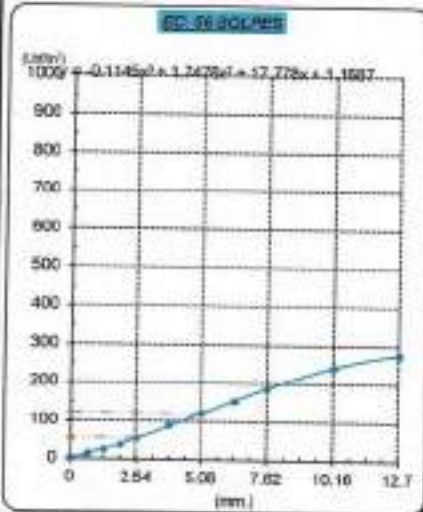


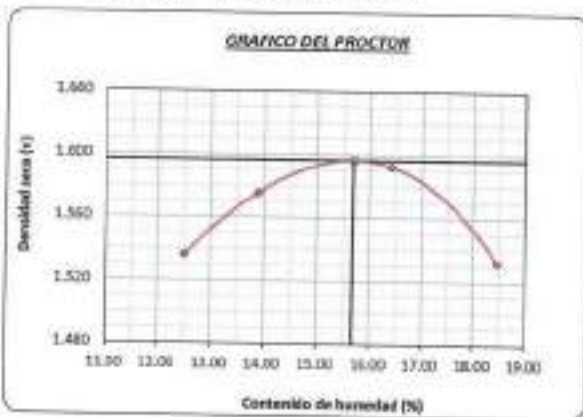
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.504 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.518 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.870 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 6 % | 8 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 4 % | 6 % |



Henry Rivasdenegra Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 USAT

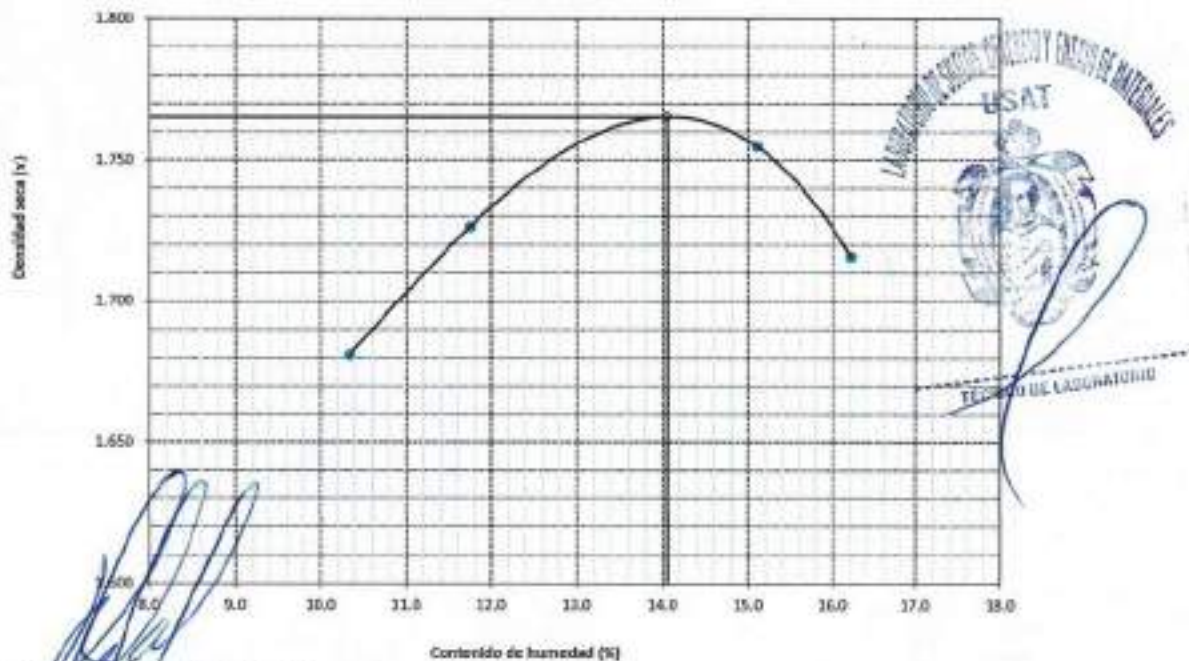
 TECNICO DE LABORATORIO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (54000 pie-lb/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yagüerdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|----------|----------|
| CALICATA: | C-1 | COORDENADAS: | | | |
| MUESTRA: | M-1 + 5% CAL | PROFUNDIDAD: | 0.00 m - 1.50 m | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g. | 5880 | 5904 | 5820 | 5751 |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1848 | 1872 | 1788 | 1719 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.994 | 2.020 | 1.929 | 1.855 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. | 117.71 | 70.66 | 92.51 | 85.24 |
| Peso del suelo seco + tara | g. | 105.26 | 64.39 | 86.81 | 79.72 |
| Peso de tara | g. | 28.46 | 22.90 | 38.29 | 26.30 |
| Peso de agua | g. | 12.45 | 6.27 | 5.70 | 5.52 |
| Peso de suelo seco | g. | 76.80 | 41.49 | 48.52 | 53.42 |
| Contenido de agua | % | 16.2 | 15.1 | 11.7 | 10.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.716 | 1.755 | 1.726 | 1.681 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.765 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 14.050 | % | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



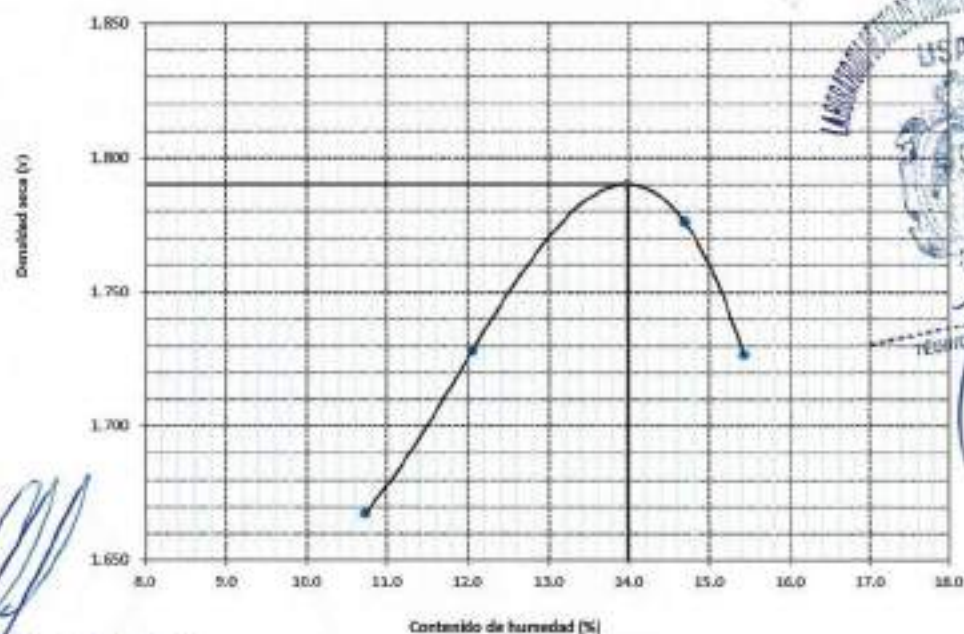
Obdías
 Tec. Laboratorio
 USAT

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------------|------------------------|----------|----------|--|
| CAICATA : | C-1 | COORDENADAS : | | | | |
| MUESTRA : | M-1 + 5% CAL | PROFUNDIDAD : | 0.02 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del suelo + molde | g. | 5679 | 5920 | 5827 | 5743 | |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 | |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1847 | 1888 | 1795 | 1711 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 | |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.993 | 2.037 | 1.937 | 1.846 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. | 111.90 | 67.80 | 88.28 | 81.58 | |
| Peso del suelo seco + tara | g. | 100.75 | 62.05 | 82.96 | 76.21 | |
| Peso de tara | g. | 28.46 | 22.90 | 38.29 | 26.30 | |
| Peso de agua | g. | 11.15 | 5.75 | 5.38 | 5.35 | |
| Peso de suelo seco | g. | 72.29 | 39.15 | 44.61 | 49.91 | |
| Contenido de agua | % | 15.4 | 14.7 | 12.1 | 10.7 | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.727 | 1.776 | 1.728 | 1.667 | |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.790 | g/cm ³ | | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.975 | % | | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivasdenegra
 Ubitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pc³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| CALCERA: C-1 | | COORDINADAS: | | | |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA: M-1 + 5% CAL | | PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5826 | 5883 | 5799 | 5731 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1794 | 1851 | 1787 | 1699 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.936 | 1.997 | 1.907 | 1.833 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Raciante | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 112.98 | 79.95 | 97.07 | 91.59 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 101.35 | 72.55 | 90.56 | 84.90 |
| Peso de tara | g | 28.46 | 22.90 | 38.29 | 26.30 |
| Peso de agua | g | 11.64 | 7.40 | 6.51 | 6.69 |
| Peso de suelo seco | g | 72.89 | 49.65 | 52.27 | 58.80 |
| Contenido de agua | % | 16.0 | 14.8 | 12.5 | 11.4 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.669 | 1.738 | 1.695 | 1.645 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.748 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.274 | % | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | |
| | | | | | |

Henry Rodeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

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

Testigo : Fernández Yaguierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CLASIFICACIÓN : C-1
 MUESTRA : M-1 + 5% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|-----------|------------|--------------|-------------|----------|------------|--------------|------------|----------|------------|------|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 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 | | 12138 | | 12368 | | 11727 | | 11976 | | 12243 | | 12618 | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8551 | | 8551 | | 8637 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3344 | | 3574 | | 3176 | | 3425 | | 3606 | | 3975 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 1664 | | 2000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.009 | | 2.147 | | 1.908 | | 2.058 | | 1.803 | | 1.969 | | |
| % de humedad | | 13.96 | | 20.96 | | 14.13 | | 22.10 | | 14.04 | | 24.52 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.763 | | 1.775 | | 1.672 | | 1.685 | | 1.581 | | 1.587 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 106.4 | 106.4 | 357.4 | 357.4 | 131.5 | 131.5 | 342.5 | 342.5 | 140.5 | 140.5 | 387.0 | 387.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 96.8 | 96.8 | 334.4 | 334.4 | 118.7 | 118.7 | 317.6 | 317.6 | 126.7 | 126.7 | 360.0 | 360.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.6 | 9.6 | 230.0 | 230.0 | 12.8 | 12.8 | 249.0 | 249.0 | 13.8 | 13.8 | 37.0 | 37.0 | |
| Peso del tarro (gr.) | | 26.0 | 26.0 | 0 | 0 | 26.11 | 26.1 | 0 | 0 | 26.41 | 26.41 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 68.8 | 68.8 | 328.1 | 328.1 | 90.6 | 90.6 | 313.8 | 313.8 | 98.3 | 98.3 | 354.9 | 354.9 | |
| % de humedad | | 13.96 | 13.96 | 20.96 | 20.96 | 14.13 | 14.13 | 22.10 | 22.10 | 14.04 | 14.04 | 24.52 | 24.52 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.96 | | 20.96 | | 14.13 | | 22.10 | | 14.04 | | 24.52 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 20/4/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.17 | 0 | 0 | | | |
| 30/4/2024 | 16.5 | 24 | 3.07 | 0.077 | | 3.46 | 0.087 | | 3.96 | 0.096 | | | | |
| 40/4/2024 | 16.5 | 48 | 4.92 | 0.123 | | 6.81 | 0.138 | | 8.10 | 0.153 | | | | |
| 50/4/2024 | 16.5 | 72 | 8.81 | 0.170 | | 7.80 | 0.190 | | 8.39 | 0.210 | | | | |
| 60/4/2024 | 16.5 | 96 | 8.85 | 0.217 | | 9.25 | 0.231 | | 10.63 | 0.266 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 4.74 | 4.57 | total | 5.06 | 4.57 | total | 5.62 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 14 | | | | MOLDE N° 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbs | Dial | Lbs | psig | Lbs | Dial | Lbs | psig | Lbs | Dial | Lbs | psig |
| mm | psig | Lbs/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 71 | 29 | | | 70 | 29 | | | 69 | 28 | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 182 | 71 | | | 166 | 65 | | | 149 | 59 | | |
| 1.810 | 0.075 | 130" | 304 | 116 | | | 254 | 98 | | | 203 | 79 | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 430 | 166 | 18.3 | | 345 | 133 | 134.4 | 13.4 | 264 | 99 | 9.8 | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 602 | 276 | | | 616 | 203 | | | 339 | 132 | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 844 | 340 | 360.0 | 24.0 | 827 | 249 | 254.0 | 16.9 | 410 | 160 | 182.3 | |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 1072 | 439 | | | 773 | 309 | | | 472 | 185 | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 1248 | 518 | | | 889 | 359 | | | 530 | 209 | | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | 1424 | 596 | | | 1027 | 419 | | | 630 | 250 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 1888 | 682 | | | 1181 | 479 | | | 722 | 288 | | |

Henry Rivas de la Cruz Obispo
 T.E.C. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TERCERO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Mirado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

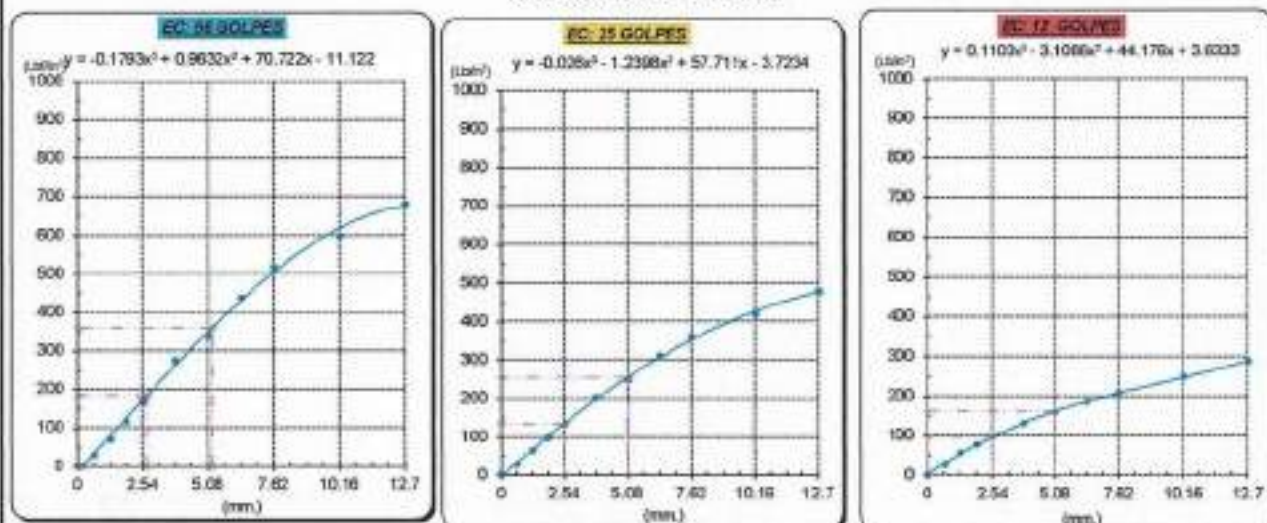


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

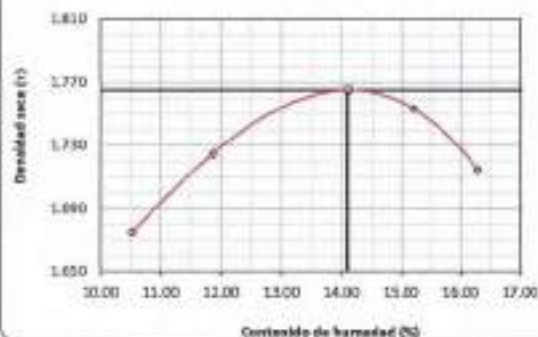
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.755 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.679 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 14.100 %

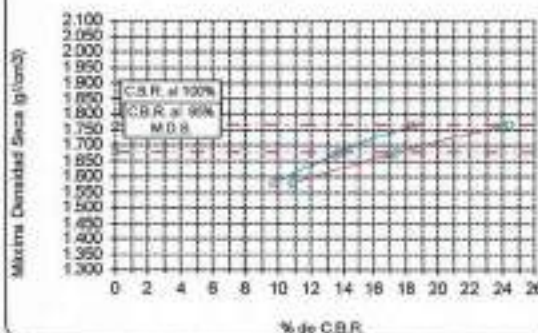
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 19 % | 24 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 % | 17 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rosdeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TECNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.F. 359.145 / ASTM D-1883

Testista : Fernández Yaguierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teste : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CALECATA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 5% CAL
 Poca/Alto : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|----------------------|------------|-----------|------------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|-----|-------|------|
| MOLDE 2 | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 3 | | | | | | | | | | |
| 5 | | 5 | | | | 5 | | | | | | | | | | |
| 56 | | 25 | | | | 12 | | | | | | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 12133 | 12378 | 11725 | 11996 | 12161 | 12530 | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 4791 | 8791 | 8551 | 8551 | 8837 | 8637 | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3342 | 3587 | 3175 | 3445 | 3324 | 3893 | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1884 | 1664 | 1664 | 1664 | 2000 | 2000 | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.761 | 2.155 | 1.908 | 2.070 | 1.662 | 1.946 | | | | | | | | | |
| % de humedad | | 14.06 | 21.52 | 14.12 | 22.78 | 14.51 | 25.15 | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.761 | 1.774 | 1.672 | 1.686 | 1.538 | 1.555 | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 88.9 | 88.9 | 3587 | 3587 | 112.1 | 112.1 | 3445 | 3445 | 103.5 | 103.5 | 3893.0 | 3893.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 81.4 | 81.4 | 3342 | 3342 | 101.7 | 101.7 | 3175 | 3175 | 94.0 | 94.0 | 3524.0 | 3524.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 7.5 | 7.5 | 245.0 | 245.0 | 10.4 | 10.4 | 270.0 | 270.0 | 9.5 | 9.5 | 369.0 | 369.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.11 | 28.1 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 53.4 | 53.4 | 3284.2 | 3284.2 | 73.8 | 73.8 | 3122.8 | 3122.8 | 65.8 | 65.8 | 3470.4 | 3470.4 | | | |
| % de humedad | | 14.06 | 14.06 | 21.52 | 21.52 | 14.12 | 14.12 | 22.78 | 22.78 | 14.51 | 14.51 | 25.15 | 25.15 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.06 | | 21.52 | | 14.12 | | 22.78 | | 14.51 | | 25.15 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | |
| 7/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.46 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | | | | | |
| 9/04/2024 | 10.2 | 24 | 3.74 | 0.094 | | 4.13 | 0.103 | | 4.48 | 0.112 | | | | | | |
| 9/04/2024 | 10.2 | 48 | 8.30 | 0.157 | | 9.77 | 0.199 | | 1.24 | 0.181 | | | | | | |
| 10/04/2024 | 10.2 | 72 | 8.85 | 0.221 | | 9.41 | 0.235 | | 1.96 | 0.249 | | | | | | |
| 11/04/2024 | 10.2 | 96 | 11.42 | 0.285 | | 12.09 | 0.302 | | 12.73 | 0.316 | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.25 | 4.57 | total | 6.62 | 4.57 | total | 6.86 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 14 | | | | MOLDE N° 3 | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Lect. Dial | Lbf pulg2 | Lbf pulg2 | % | Lect. Dial | Lbf pulg2 | Lbf pulg2 | % | Lect. Dial | Lbf pulg2 | Lbf pulg2 | % | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'30" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 112 | 44 | | | | | 83 | 37 | | | 74 | 30 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'30" | 218 | 84 | | | | | 188 | 73 | | | 157 | 62 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 319 | 121 | | | | | 290 | 101 | | | 216 | 82 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'30" | 1000 | 445 | 174 | 170.8 | 17.1 | | 383 | 136 | 135.4 | 13.5 | 365 | 101 | 97.9 | 9.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'30" | 1500 | 848 | 296 | | | | 494 | 180 | | | 323 | 129 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'30" | 1900 | 996 | 349 | 330.6 | 22.0 | | 632 | 251 | 243.0 | 16.2 | 398 | 156 | 157.8 | 10.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'30" | | 1091 | 406 | | | | 728 | 291 | | | 454 | 178 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'30" | | 1112 | 457 | | | | 929 | 325 | | | 505 | 199 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'30" | | 1331 | 551 | | | | 981 | 390 | | | 601 | 238 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'30" | | 1420 | 597 | | | | 1068 | 432 | | | 692 | 276 | | |

Henry Rivas Encinas
 Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TERCERO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cotacachi, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

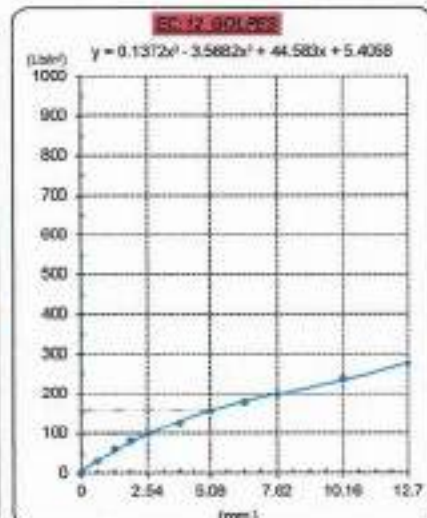
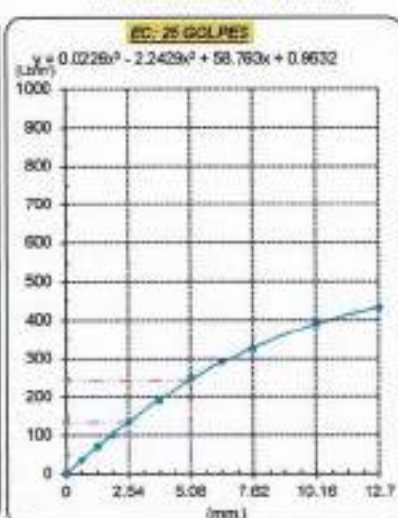
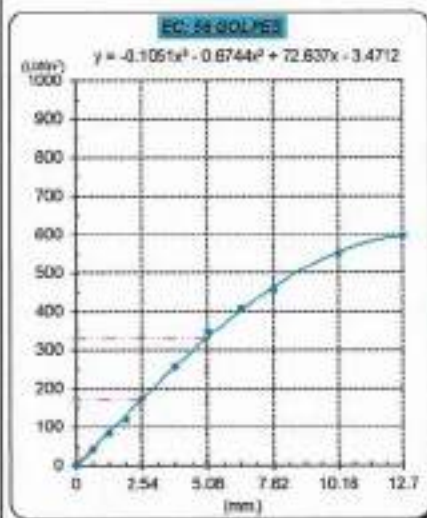


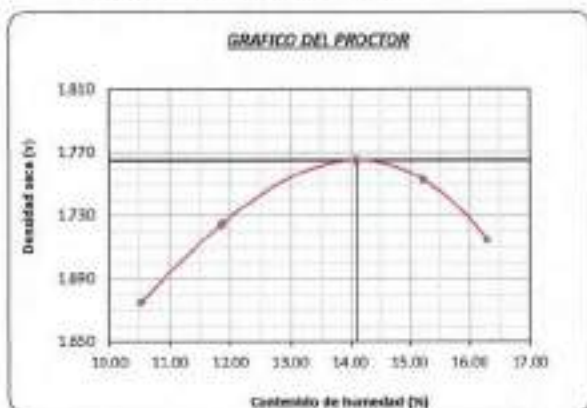
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.768 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.579 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 14.100 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. 5.08 cm.
 C.B.R. AL 100 % M.D.S. 17 % 23 %
 C.B.R. AL 95 % M.D.S. 14 % 17 %



Henry
 Huadenegra
 Obillos
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.F. 339.145 / ASTM D-1583

Teñido: Fernández Yagüero Arnold Merando
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Teñido: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación: Dist. Catilloc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión: Chiclayo, abril del 2024

CALCETA: C-1 **MUESTRA:** M-1 + 5% CAL **PROFUNDIDAD:** 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | MOLDE 14 | | MOLDE 5 | |
| | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Capas | 56 | | 25 | | 12 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12148 | 12091 | 11735 | 12008 | 12282 | 12585 |
| Peso de molde (g) | 8791 | 8791 | 8551 | 8551 | 8637 | 8637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3357 | 3300 | 3184 | 3454 | 3645 | 4048 |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 2000 | 2000 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.017 | 2.163 | 1.913 | 2.075 | 1.812 | 2.024 |
| % de humedad | 14.26 | 21.62 | 14.43 | 23.05 | 14.09 | 25.95 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.765 | 1.778 | 1.672 | 1.686 | 1.599 | 1.607 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 113.8 | 113.8 | 3600 | 3600 | 113.3 | 113.3 | 3454 | 3454 | 132.2 | 132.2 | 4048.0 | 4048.0 |
| Tarro + Suelo seco (g.) | 103.1 | 103.1 | 3357 | 3357 | 107.8 | 107.8 | 3184 | 3184 | 119.4 | 119.4 | 3625.0 | 3625.0 |
| Peso del Agua (g.) | 10.7 | 10.7 | 243.0 | 243.0 | 11.5 | 11.5 | 270.0 | 270.0 | 12.8 | 12.8 | 423.0 | 423.0 |
| Peso del tarro (g.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (g.) | 75.1 | 75.1 | 3296.8 | 3296.8 | 79.7 | 79.7 | 3121.6 | 3121.6 | 81.0 | 81.0 | 3582.3 | 3582.3 |
| % de humedad | 14.26 | 14.26 | 21.62 | 21.62 | 14.43 | 14.43 | 23.05 | 23.05 | 14.09 | 14.09 | 25.95 | 25.95 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.26 | | 21.62 | | 14.43 | | 23.05 | | 14.09 | | 25.95 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO SE. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 12/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.10 | 0 | 0 | 1.84 | 0 | 0 | 1.89 | 0 | 0 |
| 13/04/2024 | 10.2 | 24 | 3.88 | 0.063 | | 4.29 | 0.107 | | 4.88 | 0.122 | |
| 14/04/2024 | 10.2 | 48 | 6.10 | 0.153 | | 6.97 | 0.174 | | 7.85 | 0.196 | |
| 15/04/2024 | 10.2 | 72 | 8.59 | 0.215 | | 9.72 | 0.243 | | 10.83 | 0.271 | |
| 16/04/2024 | 10.2 | 96 | 11.02 | 0.276 | | 12.40 | 0.210 | | 13.78 | 0.344 | |
| | | | 4.57 | total | 6.03 | 4.57 | total | 6.79 | 4.57 | total | 7.04 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|--------------|------------|------------|------------|------|-------------|------------|------------|------|------------|------------|------------|------|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 14 | | | | MOLDE Nº 5 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | min. | 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" | | 60 | 36 | | | 76 | 36 | | | 86 | 36 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 179 | 79 | | | 154 | 66 | | | 129 | 66 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 297 | 112 | | | 244 | 66 | | | 200 | 78 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 491 | 157 | 164.6 | 16.5 | 351 | 129 | 129.3 | 12.9 | 269 | 101 | 99.6 | 10.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 618 | 245 | | | 409 | 192 | | | 300 | 141 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 821 | 330 | 324.3 | 21.6 | 630 | 250 | 244.6 | 16.3 | 438 | 172 | 172.1 | 11.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 968 | 392 | | | 730 | 295 | | | 516 | 201 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 1119 | 457 | | | 844 | 340 | | | 676 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 1346 | 562 | | | 1019 | 415 | | | 800 | 275 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 1473 | 622 | | | 1143 | 470 | | | 812 | 326 | | |

Henry Rivas de Yagüero Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 FEDUCO DE LABORATORIOS

Tecnia : Fernández Yacuberto Arnold Merario
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callitac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

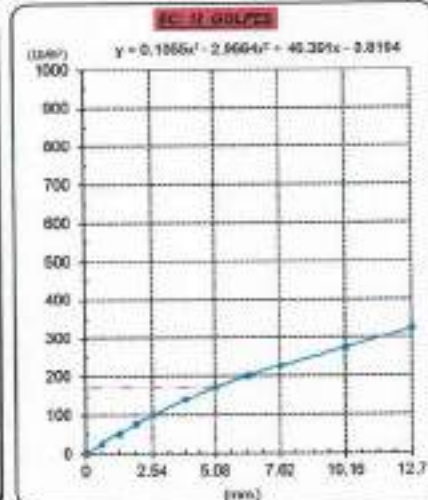
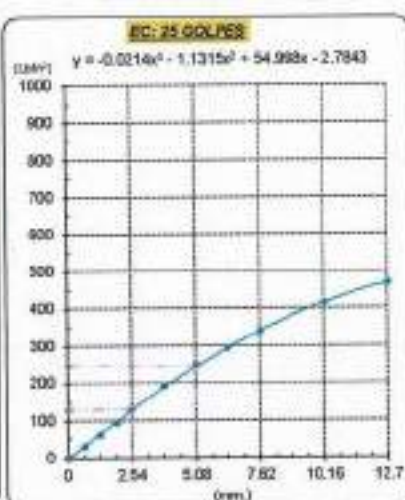
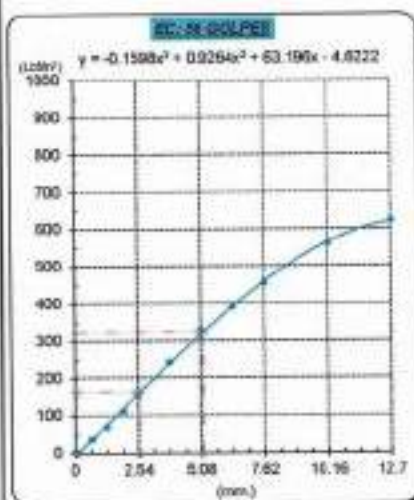


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

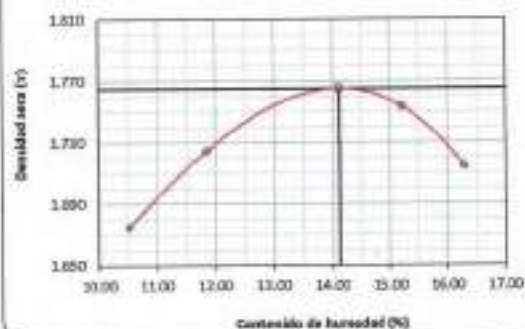
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.768 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 98% | 1.679 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.10 % |

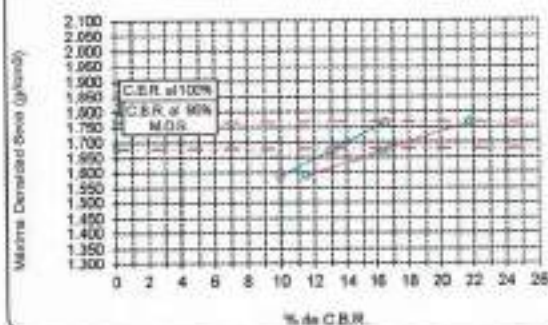
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 17 % | 22 % |
| C.B.R. AL 98% M.D.S. | 13 % | 17 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Pineda Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.345 / ASTM D-1583

Texto : Fernández Yzquierdo Arnold Merande
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

GRUPO : C-1
 MUESTRA : M-1 + 5% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------------|-----------------------|------|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| Nº Capes | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Nº Golpes por cape | | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 12143 | | 12088 | | 11729 | | 11996 | | 12285 | | 12640 | | |
| Peso de molde (g) | | 8781 | | 8781 | | 8551 | | 8551 | | 8637 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3362 | | 3304 | | 3182 | | 3445 | | 3618 | | 4003 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1844 | | 1864 | | 1884 | | 1864 | | 1996 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.014 | | 2.185 | | 1.812 | | 2.070 | | 1.806 | | 2.001 | | |
| % de humedad | | 14.17 | | 21.82 | | 14.42 | | 22.82 | | 14.47 | | 25.28 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.754 | | 1.770 | | 1.571 | | 1.686 | | 1.686 | | 1.599 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tara + Suelo húmedo (g.) | | 101.9 | 101.9 | 3904 | 3904 | 120.4 | 120.4 | 3445 | 3445 | 124.2 | 124.2 | 4003.0 | | |
| Tara + Suelo seco (g.) | | 92.8 | 92.8 | 3362 | 3362 | 108.8 | 108.8 | 3182 | 3182 | 112.1 | 112.1 | 3618.0 | | |
| Peso del Agua (g.) | | 9.2 | 9.2 | 252.0 | 252.0 | 11.6 | 11.6 | 263.0 | 263.0 | 12.1 | 12.1 | 385.0 | | |
| Peso del tarro (g.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (g.) | | 64.7 | 64.7 | 3293.9 | 3293.9 | 60.7 | 60.7 | 3129.7 | 3129.7 | 63.7 | 63.7 | 3061.7 | | |
| % de humedad | | 14.17 | 14.17 | 21.82 | 21.82 | 14.42 | 14.42 | 22.82 | 22.82 | 14.47 | 14.47 | 25.28 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.17 | | 21.82 | | 14.42 | | 22.82 | | 14.47 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 17/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.16 | 0 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | | | |
| 18/04/2024 | 10.2 | 24 | 9.37 | 0.084 | | 9.88 | 0.097 | | 4.37 | 0.108 | | | | |
| 19/04/2024 | 10.2 | 48 | 9.81 | 0.138 | | 6.26 | 0.156 | | 6.87 | 0.174 | | | | |
| 20/04/2024 | 10.2 | 72 | 7.70 | 0.193 | | 8.98 | 0.217 | | 9.61 | 0.240 | | | | |
| 21/04/2024 | 10.2 | 96 | 9.86 | 0.248 | | 10.83 | 0.271 | | 12.33 | 0.306 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.39 | 4.57 | total | 5.93 | 4.57 | total | 6.88 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | | MOLDE Nº | | MOLDE 14 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Leet. Dial | Lbf pulg ² | Lbf pulg ² | % | Leet. Dial | Lbf pulg ² | Lbf pulg ² | % | Leet. Dial | Lbf pulg ² | Lbf pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 81 | 39 | | | 70 | 30 | | | 65 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 181 | 71 | | | 160 | 63 | | | 135 | 55 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 296 | 115 | | | 248 | 97 | | | 200 | 79 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 410 | 163 | 173.921 | 17.392 | 336 | 131 | 131.9 | 13.2 | 267 | 100 | 96.7 | 9.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 650 | 260 | | | 600 | 197 | | | 548 | 136 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 833 | 325 | 342.180 | 22.812 | 829 | 249 | 249.3 | 18.6 | 424 | 166 | 167.3 | 11.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1019 | 416 | | | 766 | 302 | | | 491 | 192 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1180 | 487 | | | 988 | 349 | | | 653 | 216 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 1388 | 581 | | | 1022 | 417 | | | 686 | 282 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1638 | 652 | | | 1182 | 475 | | | 767 | 307 | | |

Henry
 Wladimir
 Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesis: : Fernández Yaguelo Ansel Miranda
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y ojal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

R.T.F. 379.145 / ASTM D 1583

GRAFICO CARGA - PENETRACION

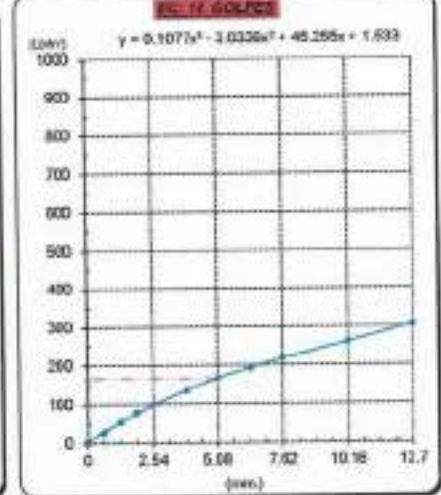
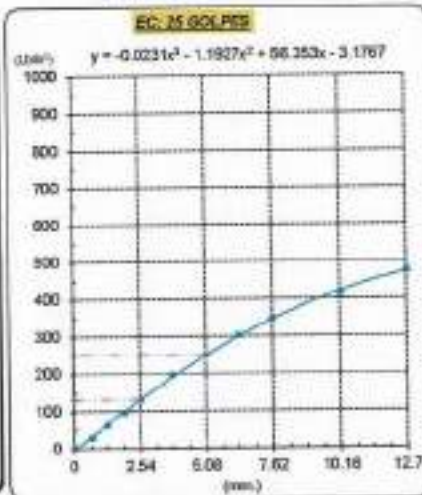
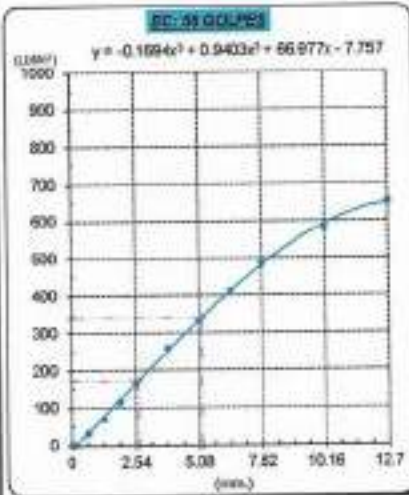


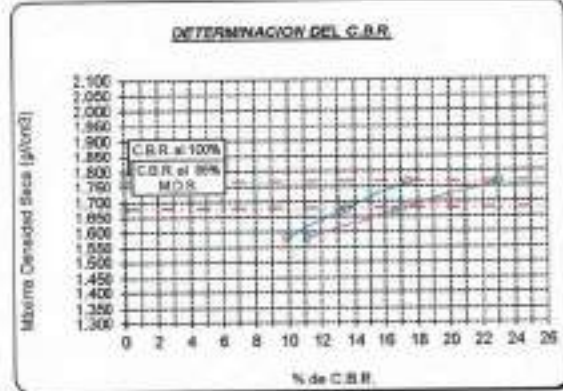
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.768 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.579 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.10 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | | |
|------------------------|----------|--|----------|
| | 2.54 cm. | | 6.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 % | | 23 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 14 % | | 17 % |



Ricny Raudenegra Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 330.145 / ASTM D-1883

Título: Fernández Yaqiardo Arnold Merardo
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación: Dnt. Catiluz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión: Chiclayo, abril del 2024

CATEGORÍA: C-1
MUESTRA: M-1 + 5% CAL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|----------|-----------|------------|--------------|-----------|----------|------------|--------------|---------|----------|------------|---|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | | | | | |
| N° Capa | | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| N° Golpes por capa | | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 12149 | 12399 | 11711 | 11975 | 12270 | 12658 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8781 | 8791 | 8553 | 8551 | 8607 | 8507 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3368 | 3608 | 3160 | 3424 | 3663 | 4021 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 2000 | 2000 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.018 | 2.168 | 1.899 | 2.067 | 1.810 | 2.010 | | | | | | | |
| % de humedad | | 14.06 | 21.66 | 14.27 | 22.77 | 14.19 | 25.04 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.768 | 1.782 | 1.661 | 1.676 | 1.591 | 1.626 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 107.3 | 107.3 | 3501 | 3608 | 123.7 | 123.7 | 3424 | 3424 | 122.3 | 122.3 | 4021.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 97.8 | 97.8 | 3358 | 3358 | 111.8 | 111.8 | 3160 | 3160 | 119.4 | 119.4 | 3633.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.8 | 9.8 | 250.0 | 250.0 | 11.9 | 11.9 | 264.0 | 264.0 | 12.9 | 12.9 | 388.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 | 28.4 | 28.41 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 69.5 | 69.5 | 3299.6 | 3299.6 | 83.7 | 83.7 | 3106.4 | 3106.4 | 91.0 | 91.0 | 3576.1 | | |
| % de humedad | | 14.06 | 14.06 | 21.66 | 21.66 | 14.27 | 14.27 | 22.77 | 22.77 | 14.19 | 14.19 | 25.04 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.06 | | 21.66 | | 14.27 | | 22.77 | | 14.19 | | 25.04 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 22/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.48 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | | | |
| 23/04/2024 | 10.2 | 24 | 1.48 | 0.087 | | 1.98 | 0.099 | | 4.40 | 0.110 | | | | |
| 24/04/2024 | 10.2 | 48 | 1.71 | 0.143 | | 2.27 | 0.159 | | 7.84 | 0.176 | | | | |
| 25/04/2024 | 10.2 | 72 | 1.99 | 0.200 | | 2.66 | 0.221 | | 11.70 | 0.242 | | | | |
| 26/04/2024 | 10.2 | 96 | 18.24 | 0.258 | | 11.14 | 0.279 | | 12.33 | 0.306 | | | | |
| | | | 1.57 | total | 5.60 | 4.57 | total | 6.10 | 4.57 | total | 8.75 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Libras | kg | Libras | % | Libras | kg | Libras | % | Libras | kg | Libras | % |
| mm. | pulg. | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 39 | 96 | | | 73 | 32 | | 67 | 27 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 169 | 74 | | | 166 | 65 | | 143 | 56 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 299 | 117 | | | 262 | 98 | | 204 | 80 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 423 | 166 | 173.1 | 17.3 | 340 | 133 | 137.3 | 13.7 | 299 | 101 | 96.5 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 693 | 299 | | | 499 | 196 | | 343 | 134 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 941 | 336 | 336.1 | 32.6 | 629 | 248 | 252.5 | 16.8 | 419 | 164 | 165.0 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1014 | 413 | | | 748 | 290 | | 493 | 189 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1103 | 480 | | | 882 | 343 | | 541 | 213 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1369 | 573 | | | 1007 | 410 | | 645 | 256 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1567 | 638 | | | 1125 | 464 | | 748 | 290 | | | |

Henry Rivasdenegra Obilatas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

N.T.P. 330.345 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

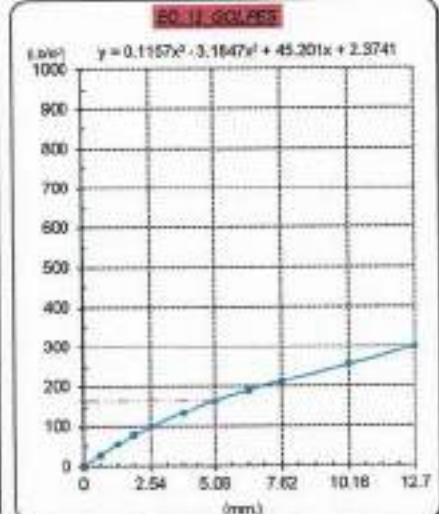
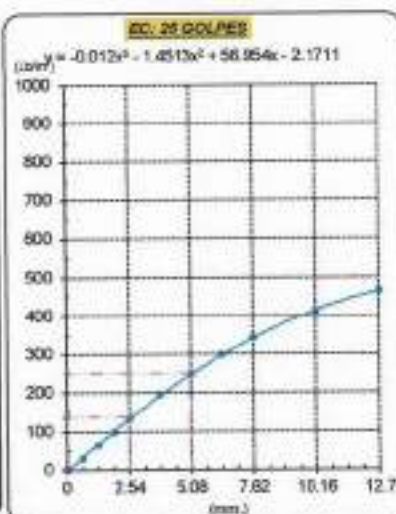
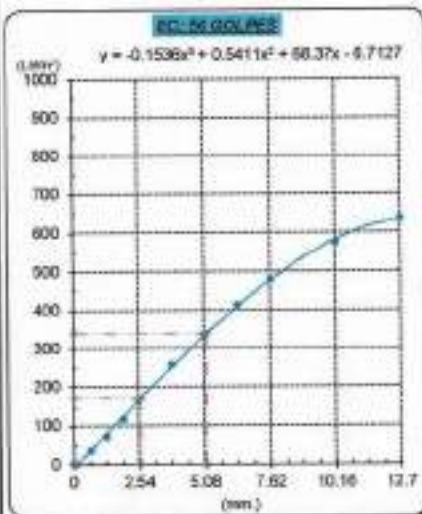


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

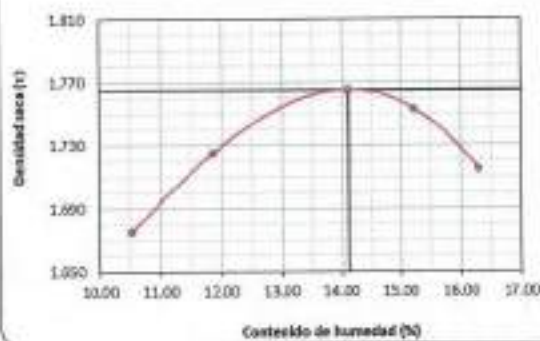
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.793 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.679 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.100 % |

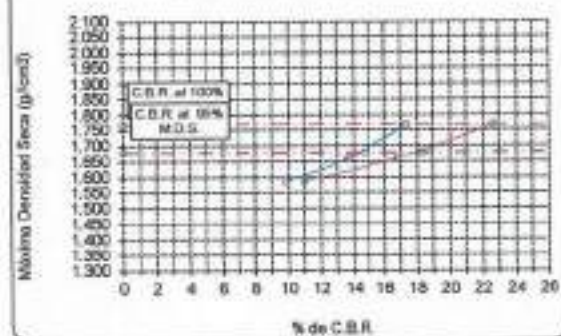
VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 17 % | 23 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 % | 18 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Prudeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Técnico: : Fernández Yagüero Arnold Mirando
Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de piso y cal"
Ubicación: : Dist. Catibub, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión: : Chiclayo, abril del 2024

CATEGORÍA: C-1
MUESTRA: M-1 + 5% CAL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 14 | | | | MOLDE 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 | | 12140 | | 12374 | | 11724 | | 11882 | | 12176 | | 12580 | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8781 | | 8551 | | 8551 | | 8627 | | 8637 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3349 | | 3593 | | 3173 | | 3431 | | 3549 | | 3943 | |
| Volumen del molde (cc) | | 3064 | | 3064 | | 3064 | | 3064 | | 2000 | | 2000 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.012 | | 2.153 | | 1.906 | | 2.081 | | 1.798 | | 1.971 | |
| % de humedad | | 14.17 | | 21.28 | | 14.34 | | 22.60 | | 14.07 | | 25.67 | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.762 | | 1.775 | | 1.667 | | 1.681 | | 1.551 | | 1.589 | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Tamo N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | |
| Tamo + Suelo húmedo (g.) | | 109.1 | 109.1 | 3583 | 3583 | 125.4 | 125.4 | 3431 | 3431 | 135.4 | 135.4 | 3943.0 | |
| Tamo + Suelo seco (g.) | | 89.0 | 89.0 | 3349 | 3349 | 113.2 | 113.2 | 3173 | 3173 | 122.2 | 122.2 | 3639.0 | |
| Peso del Agua (g.) | | 10.1 | 10.1 | 234.0 | 234.0 | 12.2 | 12.2 | 258.0 | 258.0 | 13.2 | 13.2 | 404.0 | |
| Peso del tamo (g.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.11 | 28.1 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | |
| Peso del suelo seco (g.) | | 71.0 | 71.0 | 3291.0 | 3291.0 | 85.1 | 85.1 | 3121.0 | 3121.0 | 93.8 | 93.8 | 3484.9 | |
| % de humedad | | 14.17 | 14.17 | 21.28 | 21.28 | 14.34 | 14.34 | 22.60 | 22.60 | 14.07 | 14.07 | 25.67 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.17 | | 21.28 | | 14.34 | | 22.60 | | 14.07 | | 25.67 | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | |
| 27/04/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.46 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | | |
| 28/04/2024 | 16.5 | 24 | 3.86 | 0.089 | | 4.01 | 0.100 | | 4.48 | 0.111 | | | |
| 29/04/2024 | 16.5 | 48 | 8.90 | 0.140 | | 8.51 | 0.163 | | 7.11 | 0.178 | | | |
| 30/04/2024 | 16.5 | 72 | 8.25 | 0.207 | | 8.83 | 0.226 | | 8.76 | 0.245 | | | |
| 1/05/2024 | 16.5 | 96 | 10.83 | 0.268 | | 11.86 | 0.268 | | 13.48 | 0.311 | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.92 | 4.57 | total | 6.27 | 4.57 | total | 6.82 | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | MOLDE 2 | | MOLDE N° | | MOLDE 14 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN |
| | | | Leat. Dial | Libr pulg | Libr pulg | % | Leat. Dial | Libr pulg | Libr pulg | % | Leat. Dial | Libr pulg | Libr pulg |
| mm. | pulg. | Lb/in ² | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 87 | 39 | | | 83 | 35 | | | 70 | 29 | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 186 | 77 | | | 173 | 68 | | | 148 | 58 | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 303 | 118 | | | 255 | 99 | | | 200 | 80 | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 431 | 168 | 172.3 | 17.2 | 345 | 135 | 134.1 | 13.4 | 259 | 101 | 56.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 650 | 258 | | | 493 | 194 | | | 336 | 131 | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 849 | 342 | 336.2 | 22.4 | 630 | 250 | 247.1 | 18.5 | 412 | 161 | 82.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1010 | 412 | | | 742 | 287 | | | 473 | 186 | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1148 | 472 | | | 838 | 337 | | | 629 | 208 | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1383 | 566 | | | 992 | 404 | | | 831 | 250 | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1475 | 624 | | | 1104 | 453 | | | 730 | 291 | |

Testa : Fernández Yagüerdo Arnold Mercado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

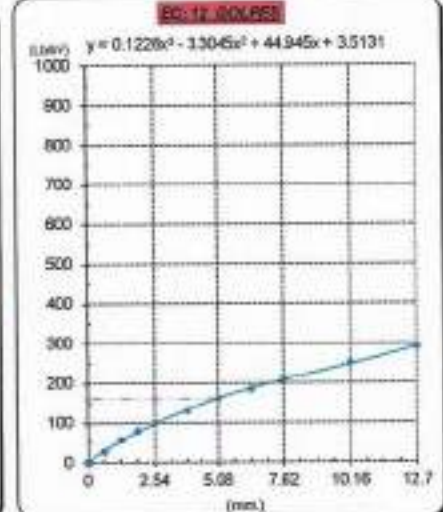
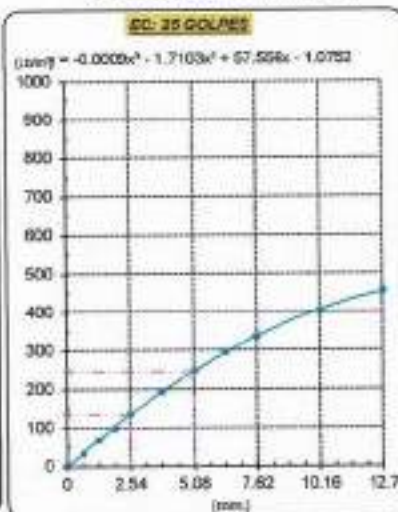
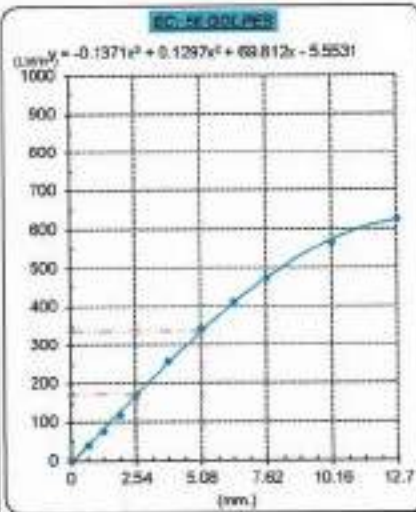


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.768 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.679 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.100 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 17 % | 23 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 14 % | 17 % |



Henry Rivudenebra Obitos
 TIT. LABORATORIO
 USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO
 USAT

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56010 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Díst. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

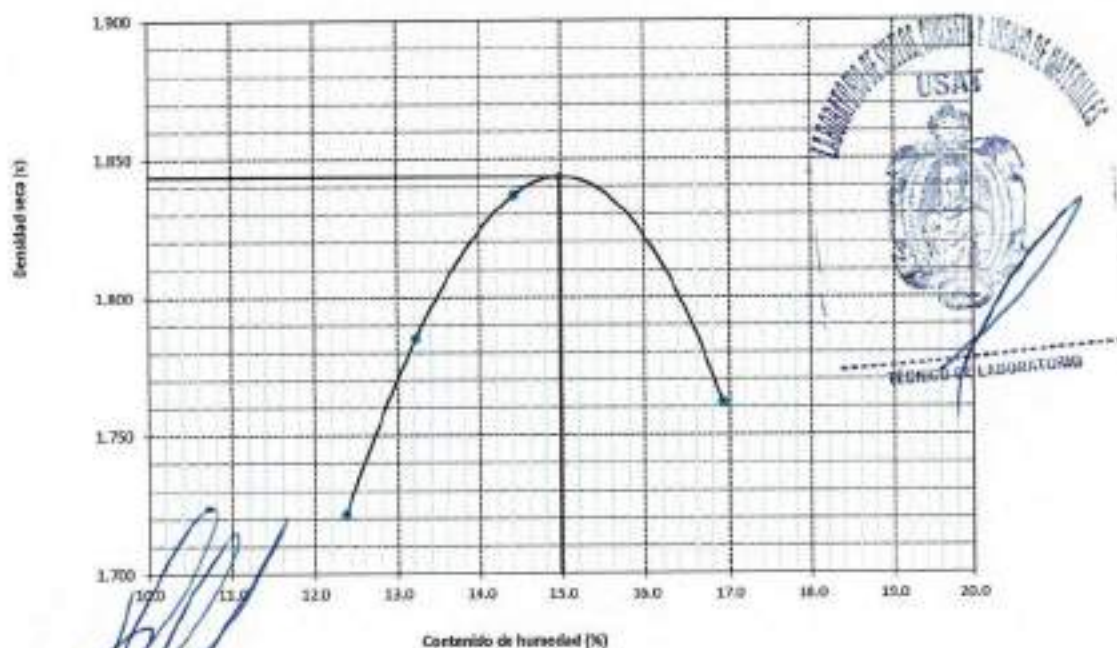
| | | | |
|-----------|---------------|---------------|-----------------|
| CALCATA : | C-1 | COORDENADAS : | |
| MUESTRA : | M-1 + 10% CAL | PROFUNDIDAD : | 0.00 m - 1.50 m |

| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g | 5941 | 5960 | 5905 | 5825 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1909 | 1948 | 1873 | 1783 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.060 | 2.102 | 2.021 | 1.935 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 133.80 | 132.40 | 123.20 | 107.70 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 118.55 | 119.25 | 112.14 | 98.95 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 15.25 | 13.15 | 11.06 | 8.75 |
| Peso de suelo seco | g | 90.14 | 91.21 | 83.68 | 70.70 |
| Contenido de agua | % | 16.9 | 14.4 | 13.2 | 12.4 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.762 | 1.837 | 1.765 | 1.722 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.843 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.981 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivasdeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Castiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

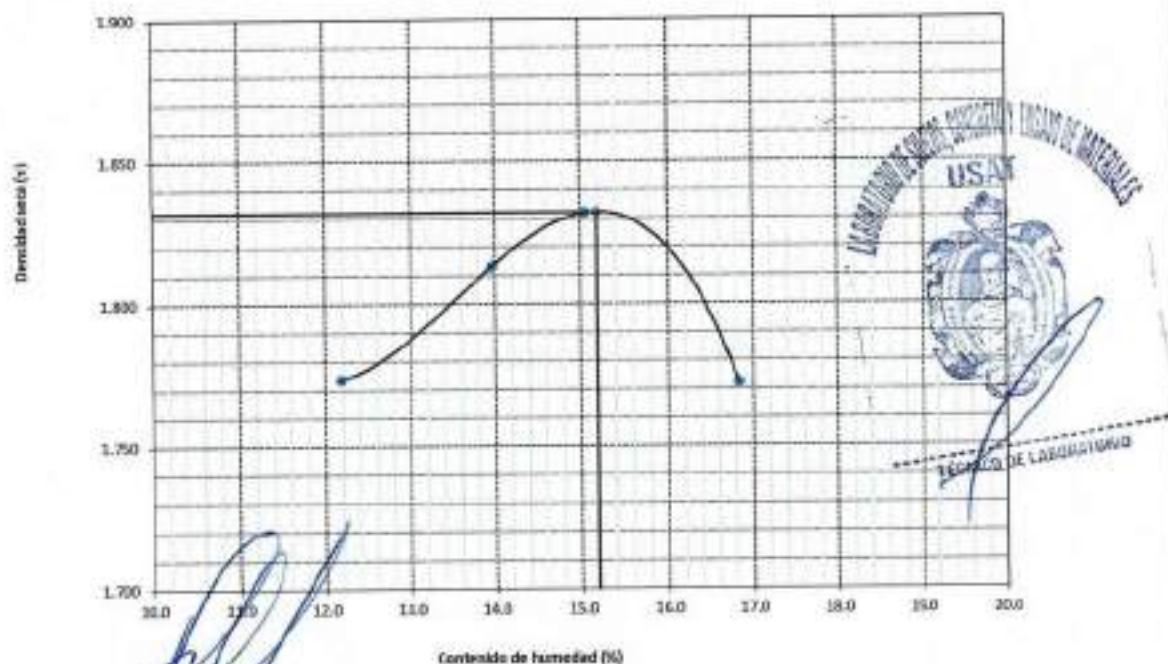
| | | |
|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| CALICATA : C-1 | | COORDENADAS : |
| MUESTRA : M-1 + 10% CAL | | PROFUNDIDAD : 0,00 m - 1,50 m |

| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g | 5951 | 5985 | 5947 | 5876 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1919 | 1953 | 1915 | 1844 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.071 | 2.107 | 2.066 | 1.990 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 128.60 | 138.81 | 109.60 | 126.88 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 113.65 | 124.33 | 99.66 | 116.17 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 14.35 | 14.48 | 9.94 | 10.71 |
| Peso de suelo seco | g | 85.24 | 96.29 | 71.20 | 87.92 |
| Contenido de agua | % | 16.8 | 15.0 | 14.0 | 12.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.772 | 1.832 | 1.813 | 1.774 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.832 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.182 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivasdenegra Obilitas
 Tec. Laboratorio USAI

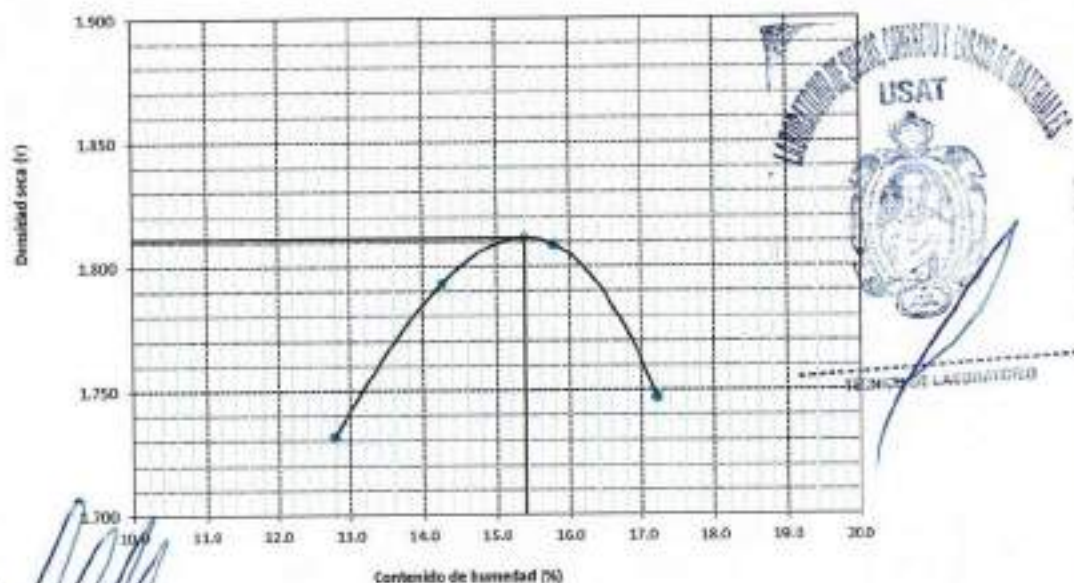


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (59000 pie-lb/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tecista : Fernández Yzquierdo Arnold Marardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dst. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

| CALCATA: C-1 | | COORDENADA: | | | |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------|-------|--------|
| MUESTRA: M-1 + 10% CAL | | PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g. | 5930 | 5973 | 5931 | 5842 |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1898 | 1941 | 1899 | 1810 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.048 | 2.094 | 2.049 | 1.953 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recuento | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. | 141.04 | 142.5 | 125.4 | 123.09 |
| Peso del suelo seco + tara | g. | 124.51 | 126.9 | 113.3 | 112.34 |
| Peso de tara | g. | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g. | 16.53 | 15.60 | 12.10 | 10.75 |
| Peso de suelo seco | g. | 96.10 | 98.86 | 84.84 | 84.09 |
| Contenido de agua | % | 17.2 | 15.8 | 14.3 | 12.8 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.747 | 1.809 | 1.793 | 1.732 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.812 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.392 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas dehesera Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

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

Técnico : Fernández Yaquendo Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tec : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cutivilca, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

CALICATA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 10% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|-----|------------|-------------|-------------|------|------------|-------------|-------------|---|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 12284 | | 12481 | | 12612 | | 12872 | | 12412 | | 12758 | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8693 | | 8693 | | 8687 | | 8637 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3493 | | 3690 | | 3919 | | 4179 | | 3725 | | 4121 | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.099 | | 2.217 | | 1.995 | | 2.127 | | 1.867 | | 2.060 | | | | | | | | | | |
| % de humedad | | 15.24 | | 20.98 | | 15.16 | | 21.91 | | 15.54 | | 24.86 | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.821 | | 1.833 | | 1.732 | | 1.745 | | 1.633 | | 1.650 | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara N° | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo húmedo (gr.) | | 115.4 | 115.4 | 3690 | 3690 | 145.3 | 145.3 | 4179 | 4179 | 126.2 | 126.2 | 4121.5 | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo seco (gr.) | | 103.9 | 103.9 | 3493 | 3493 | 129.9 | 129.9 | 3919 | 3919 | 113.0 | 113.0 | 3775.0 | | | | | | | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 11.5 | 11.5 | 197.0 | 197.0 | 15.4 | 15.4 | 260.0 | 260.0 | 13.2 | 13.2 | 346.0 | | | | | | | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 75.7 | 75.7 | 3430.5 | 3430.5 | 101.8 | 101.8 | 3652.3 | 3652.3 | 64.6 | 64.6 | 3714.3 | | | | | | | | | | |
| % de humedad | | 15.24 | 15.24 | 20.98 | 20.98 | 15.16 | 15.16 | 21.81 | 21.81 | 15.54 | 15.54 | 24.06 | | | | | | | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.24 | | 20.98 | | 15.16 | | 21.91 | | 15.54 | | 24.86 | | | | | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | | | | | | | |
| 2/11/2023 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 3/11/2023 | 16.5 | 24 | 2.17 | 0.054 | | 2.49 | 0.062 | | 2.76 | 0.068 | | | | | | | | | | | | |
| 4/11/2023 | 16.5 | 48 | 3.15 | 0.079 | | 3.54 | 0.069 | | 3.84 | 0.080 | | | | | | | | | | | | |
| 5/11/2023 | 16.5 | 72 | 4.13 | 0.103 | | 4.68 | 0.114 | | 5.12 | 0.128 | | | | | | | | | | | | |
| 6/11/2023 | 16.5 | 96 | 5.12 | 0.128 | | 5.71 | 0.143 | | 6.30 | 0.157 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.90 | 4.57 | total | 3.13 | 4.57 | total | 3.45 | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | | | MOLDE 2 | | | | MOLDE N° | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Leet. Dial | Líq. pulg/2 | Líq. pulg/2 | % | Leet. Dial | Líq. pulg/2 | Líq. pulg/2 | % | Leet. Dial | Líq. pulg/2 | Líq. pulg/2 | % | Leet. Dial | Líq. pulg/2 | Líq. pulg/2 | % | Leet. Dial | Líq. pulg/2 | Líq. pulg/2 | % |
| mm. | pulg. | Lbs/ft ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 52 | 33 | | | | | 76 | 31 | | | 70 | 29 | | | | 70 | 29 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 155 | 73 | | | | | 160 | 64 | | | 148 | 58 | | | | 148 | 58 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 296 | 115 | | | | | 281 | 102 | | | 246 | 96 | | | | 246 | 96 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 419 | 160 | 180.4 | 18.0 | | | 383 | 142 | 164.6 | 16.5 | 338 | 131 | 150.1 | 15.0 | | 338 | 131 | 150.1 | 15.0 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 799 | 313 | | | | | 719 | 286 | | | 687 | 232 | | | | 687 | 232 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1072 | 439 | 443.1 | 29.5 | | | 1019 | 414 | 367.9 | 25.9 | 937 | 337 | 305.3 | 20.4 | | 937 | 337 | 305.3 | 20.4 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1440 | 606 | | | | | 1369 | 496 | | | 989 | 369 | | | | 989 | 369 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1728 | 742 | | | | | 1447 | 610 | | | 1035 | 424 | | | | 1035 | 424 | | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 2132 | 945 | | | | | 1789 | 784 | | | 1186 | 490 | | | | 1186 | 490 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 2621 | 1150 | | | | | 1931 | 844 | | | 1241 | 515 | | | | 1241 | 515 | | | |

Tesis : Ferrnandez Yaqüendo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cabiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

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

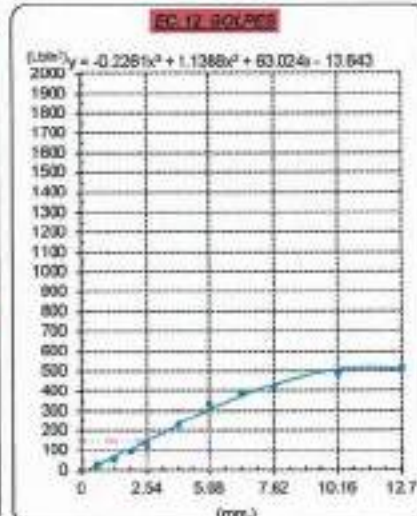
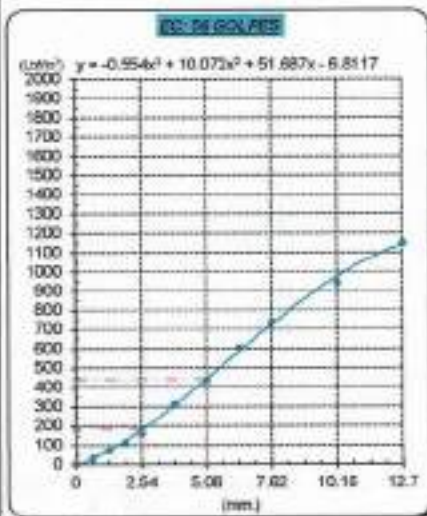


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DAIOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.829 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 98% | 1.738 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.185 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 % | 30 % |
| C.B.R. AL 95 % N.D.S. | 17 % | 26 % |



Henry Obitias
 Tec. Laboratorio
 USAT

TECNICO DE LABORATORIO



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

Tedista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cabiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de ensayo : Chiclayo, noviembre del 2023

CAUCATA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 10% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|-------------------------|-------------------------|--------------|------------|-------------------------|-------------------------|--------------|------------|-------------------------|-------------------------|---|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 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 mojado + Suelo húmedo | | 12383 | 12492 | 12608 | 12849 | 12421 | 12762 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | 8791 | 8693 | 8693 | 8637 | 8637 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3492 | 3671 | 3912 | 4156 | 3784 | 4125 | | | | | | | |
| Volumen de molde (cc) | | 1694 | 1694 | 1965 | 1965 | 2000 | 2000 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.058 | 2.206 | 1.991 | 2.115 | 1.892 | 2.062 | | | | | | | |
| % de humedad | | 15.13 | 20.35 | 15.46 | 21.81 | 15.09 | 24.25 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.822 | 1.855 | 1.724 | 1.737 | 1.644 | 1.690 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tara + Suelo húmedo (gr.) | | 94.5 | 94.5 | 3671 | 3671 | 106.1 | 106.1 | 4156 | 4156 | 85.2 | 85.2 | 4125.0 | 4125.0 | |
| Tara + Suelo seco (gr.) | | 86.8 | 86.8 | 3492 | 3492 | 98.2 | 98.2 | 3912 | 3912 | 86.4 | 86.4 | 3784.0 | 3784.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 8.7 | 8.7 | 179.0 | 179.0 | 10.9 | 10.9 | 244.0 | 244.0 | 8.8 | 8.8 | 341.0 | 341.0 | |
| Peso del tara (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.04 | 28.0 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 57.6 | 57.6 | 3429.5 | 3429.5 | 70.2 | 70.2 | 3645.7 | 3645.7 | 58.0 | 58.0 | 3722.5 | 3722.5 | |
| % de humedad | | 15.13 | 15.13 | 20.35 | 20.35 | 15.46 | 15.46 | 21.81 | 21.81 | 15.09 | 15.09 | 24.25 | 24.25 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.13 | | 20.35 | | 15.46 | | 21.81 | | 15.09 | | 24.25 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 7/11/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.42 | 0 | 0 | 1.68 | 0 | 0 | | | |
| 8/11/2023 | 10.2 | 24 | 2.35 | 0.069 | | 2.68 | 0.067 | | 3.02 | 0.076 | | | | |
| 9/11/2023 | 10.2 | 48 | 3.54 | 0.089 | | 3.94 | 0.098 | | 4.37 | 0.109 | | | | |
| 10/11/2023 | 10.2 | 72 | 4.72 | 0.118 | | 5.24 | 0.121 | | 5.75 | 0.144 | | | | |
| 11/11/2023 | 10.2 | 96 | 5.91 | 0.148 | | 6.50 | 0.162 | | 7.09 | 0.177 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 3.23 | 4.57 | total | 3.56 | 4.57 | total | 3.88 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Libr/ pulg ² | Libr/ pulg ² | % | Lect. Dial | Libr/ pulg ² | Libr/ pulg ² | % | Lect. Dial | Libr/ pulg ² | Libr/ pulg ² | % |
| mm. | pulg. | Lbs/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.300 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.540 | 0.025 | 0'30" | 91 | 38 | | | | | 76 | 31 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 312 | 83 | | | | | 121 | 71 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 338 | 132 | | | | | 255 | 115 | | | | |
| 3.840 | 0.100 | 2'00" | 471 | 185 | 198.8 | 19.7 | | | 459 | 180 | 198.1 | 16.8 | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 552 | 348 | | | | | 552 | 275 | | | | |
| 5.090 | 0.200 | 4'00" | 1182 | 498 | 489.5 | 32.5 | | | 668 | 408 | 285.2 | 28.9 | | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1584 | 836 | | | | | 1231 | 512 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1886 | 821 | | | | | 1499 | 594 | | | | |
| 16.180 | 0.400 | 8'00" | 2294 | 1029 | | | | | 1795 | 777 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 8'00" | 2527 | 1153 | | | | | 1958 | 857 | | | | |

Henry Andeneyra Obítas
 Tec. Laboratorio
 USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



Tesis : Fernández Yezuardo Arnold Merando
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Callac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

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

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

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

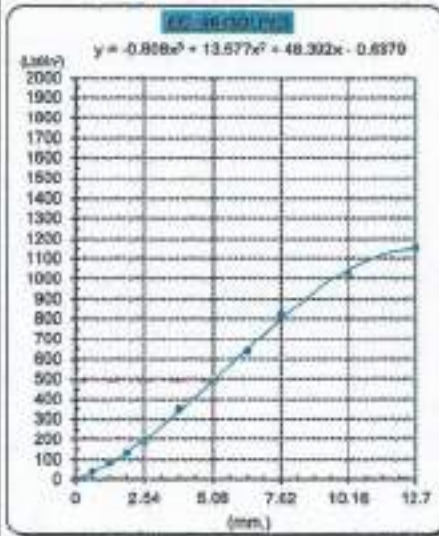


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.829 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 98% | 1.738 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.185 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 20 % | 33 % |
| C.B.R. AL 98 % M.D.S. | 17 % | 27 % |



Henry Rivadeneira Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



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-1583

Técnico : Fernández Yaguendo Arnold Mercado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cutiviluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

OLIGATA : C-1 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
MUESTRA : M-1 + 10% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|---------------------|------------|----------|--------------|---------------------|------------|----------|--------------|---------------------|------------|----------|------|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 12291 | 12473 | 12622 | 12879 | 12417 | 12774 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8794 | 8791 | 8693 | 8693 | 8637 | 8637 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3500 | 3682 | 3929 | 4186 | 3780 | 4137 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.750 | 1.841 | 1.964 | 2.093 | 1.890 | 2.068 | | | | | | | |
| % de humedad | | 15.21 | 20.50 | 15.16 | 21.82 | 15.27 | 24.87 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.825 | 1.836 | 1.736 | 1.749 | 1.842 | 1.856 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Terro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Terro + Suelo húmedo (gr.) | | 130.4 | 130.4 | 369.2 | 369.2 | 143.9 | 143.9 | 419.8 | 419.8 | 136.8 | 136.8 | 4137.8 | 4137.0 | |
| Terro + Suelo seco (gr.) | | 116.9 | 116.9 | 309.0 | 309.0 | 128.8 | 128.8 | 392.9 | 392.9 | 122.4 | 122.4 | 3780.8 | 3780.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 13.5 | 13.5 | 160.0 | 160.0 | 15.3 | 15.3 | 257.0 | 257.0 | 14.4 | 14.4 | 357.0 | 357.0 | |
| Peso del terro (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 88.9 | 88.9 | 3437.3 | 3437.3 | 100.5 | 100.5 | 3661.9 | 3661.9 | 94.0 | 94.0 | 3719.0 | 3719.0 | |
| % de humedad | | 15.21 | 15.21 | 20.50 | 20.50 | 15.16 | 15.16 | 21.82 | 21.82 | 15.27 | 15.27 | 24.87 | 24.87 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.21 | | 20.50 | | 15.16 | | 21.82 | | 15.27 | | 24.87 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 12/11/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.28 | 0 | 0 | 1.61 | 0 | 0 | | | |
| 13/11/2023 | 10.2 | 24 | 2.09 | 0.052 | | 2.26 | 0.059 | | 2.08 | 0.087 | | | | |
| 14/11/2023 | 10.2 | 48 | 2.89 | 0.074 | | 3.29 | 0.085 | | 3.78 | 0.094 | | | | |
| 15/11/2023 | 10.2 | 72 | 3.69 | 0.099 | | 4.33 | 0.108 | | 4.94 | 0.121 | | | | |
| 16/11/2023 | 10.2 | 96 | 4.72 | 0.119 | | 5.21 | 0.133 | | 5.91 | 0.148 | | | | |
| | | | 4.87 | total | 2.59 | 4.87 | total | 2.91 | 4.87 | total | 3.23 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | | MOLDE Nº | | MOLDE 5 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | Lib/in ² | Lib/in ² | Lib/pulg | Lib/pulg | % | Lib/in ² | Lib/pulg | Lib/pulg | % | Lib/in ² | Lib/pulg | Lib/pulg | % |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 182 | 41 | | | 81 | 35 | | | 60 | 25 | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 332 | 67 | | | 160 | 70 | | | 138 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 348 | 138 | | | 297 | 138 | | | 248 | 96 | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 479 | 188 | 196.5 | 19.8 | 403 | 158 | 163.9 | 16.4 | 328 | 127 | 131.2 | 13.1 |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 838 | 338 | | | 665 | 264 | | | 483 | 184 | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 1189 | 491 | 483.9 | 32.3 | 979 | 398 | 287.2 | 25.6 | 780 | 308 | 298.5 | 18.6 |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 1482 | 617 | | | 1197 | 495 | | | 920 | 377 | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 1879 | 817 | | | 1483 | 631 | | | 1128 | 455 | | |
| 10.160 | 0.400 | 700" | 2284 | 1031 | | | 1773 | 705 | | | 1246 | 517 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 2881 | 1171 | | | 1951 | 841 | | | 1301 | 542 | | |



Teoría: Fernández Yzquierdo Arnold Menero
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría: Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal
 Ubicación: Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de entrega: Chilayo, noviembre del 2023

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.F. 330.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

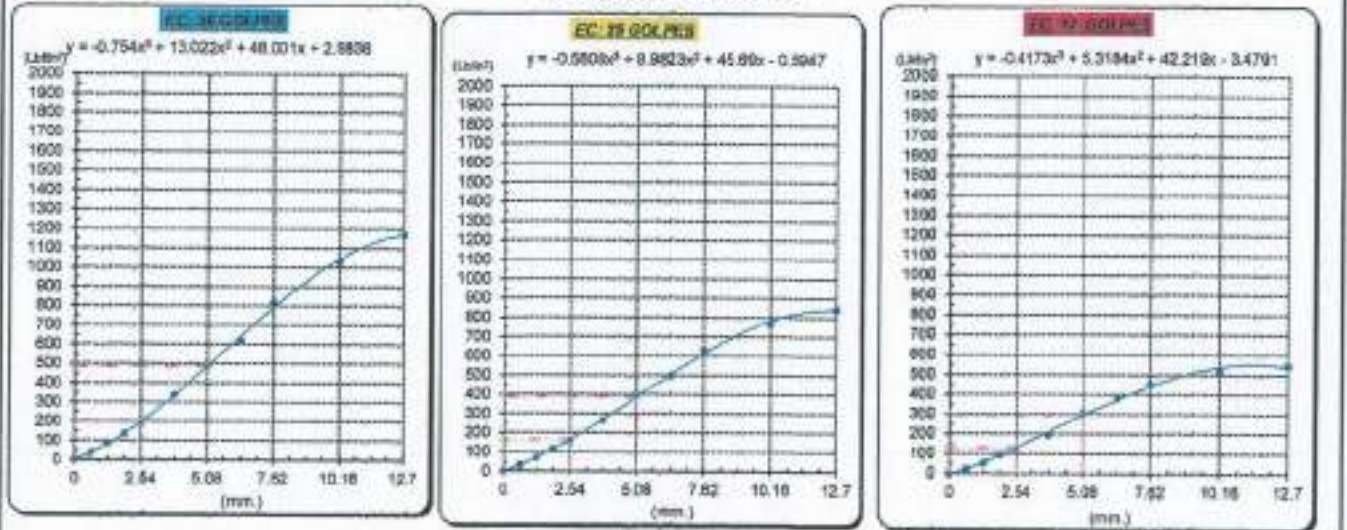


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

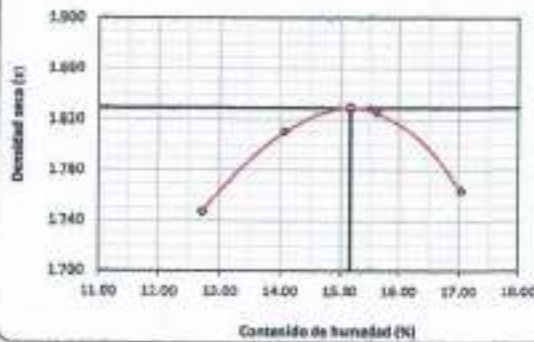
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.820 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.738 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.16 % |

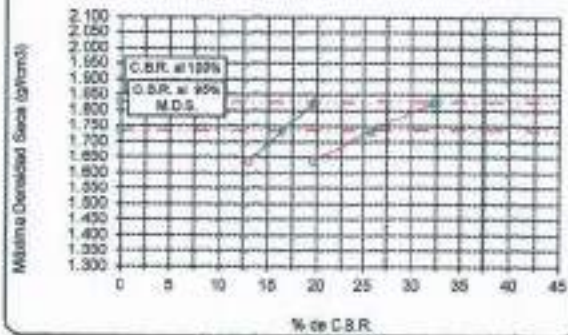
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 25 % | 33 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 18 % | 25 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Guadeneiro Obitos
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



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-1583

Técnico : Fernández Vazquez Arnold Meranda
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

CALCATA: C-1 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
 MEZCLA: M-1 + 10% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|-------|------|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| Nº Capes | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| Nº Golpes por capes | | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 12285 | | 12478 | | 12617 | | 12886 | | 13373 | | 12758 | | | |
| Peso de molde (g) | | 4793 | | 6791 | | 8693 | | 6693 | | 8637 | | 8637 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3494 | | 3688 | | 3924 | | 4193 | | 3736 | | 4122 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1965 | | 1965 | | 1889 | | 2006 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.099 | | 2.216 | | 1.997 | | 2.134 | | 1.982 | | 2.051 | | | |
| % de humedad | | 15.11 | | 20.76 | | 15.39 | | 22.33 | | 15.27 | | 25.77 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.824 | | 1.835 | | 1.731 | | 1.744 | | 1.620 | | 1.638 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tomo Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tomo + Suelo húmedo (gr) | | 121.4 | | 121.4 | | 3688 | | 3688 | | 123.7 | | 123.7 | | | |
| Tomo + Suelo seco (gr) | | 106.2 | | 106.2 | | 3494 | | 3494 | | 116.9 | | 116.9 | | | |
| Peso del Agua (gr) | | 15.2 | | 15.2 | | 194.4 | | 194.4 | | 16.8 | | 16.8 | | | |
| Peso del tomo (gr) | | 26.2 | | 26.2 | | 0 | | 0 | | 26.4 | | 26.41 | | | |
| Peso del suelo seco (gr) | | 80.9 | | 80.9 | | 3401.4 | | 3401.4 | | 82.9 | | 82.9 | | | |
| % de humedad | | 15.11 | | 15.11 | | 20.76 | | 20.76 | | 15.39 | | 15.39 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.11 | | 20.76 | | 15.39 | | 22.33 | | 15.27 | | 25.77 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HCRA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 17/11/2023 | 15.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.49 | 0 | 0 | 1.88 | 0 | 0 | | | | |
| 18/11/2023 | 15.2 | 24 | 2.13 | 0.053 | | 2.38 | 0.065 | | 3.73 | 0.098 | | | | | |
| 19/11/2023 | 15.2 | 48 | 3.06 | 0.075 | | 3.74 | 0.084 | | 4.88 | 0.097 | | | | | |
| 20/11/2023 | 15.2 | 72 | 4.99 | 0.100 | | 4.94 | 0.124 | | 4.88 | 0.125 | | | | | |
| 21/11/2023 | 15.2 | 96 | 4.92 | 0.123 | | 6.10 | 0.153 | | 6.10 | 0.153 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.59 | 4.57 | total | 3.34 | 4.57 | total | 3.34 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/m2 | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| | | | Lect. Dial | Líml pulg | Líml pulg | % | Lect. Dial | Líml pulg | Líml pulg | % | Lect. Dial | Líml pulg | Líml pulg | % | |
| 0.000 | 0.000 | 000° | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 030° | 87 | 35 | | | 74 | 30 | | | | 66 | 25 | | |
| 1.270 | 0.050 | 100° | 193 | 76 | | | 164 | 64 | | | | 135 | 52 | | |
| 1.910 | 0.075 | 130° | 307 | 120 | | | 268 | 105 | | | | 221 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 200° | 425 | 166 | 181.000 | 18.101 | 399 | 144 | 157.1 | 15.7 | | 311 | 121 | 133.3 | 13.3 |
| 3.810 | 0.150 | 300° | 782 | 314 | | | 649 | 258 | | | | 618 | 203 | | |
| 5.080 | 0.200 | 400° | 1101 | 452 | 643.8 | 29.965 | 837 | 380 | 387.1 | 24.5 | | 773 | 310 | 286.9 | 19.1 |
| 6.350 | 0.250 | 500° | 1417 | 596 | | | 1181 | 473 | | | | 905 | 398 | | |
| 7.620 | 0.300 | 600° | 1762 | 760 | | | 1588 | 587 | | | | 1083 | 422 | | |
| 10.190 | 0.400 | 800° | 2170 | 858 | | | 1871 | 716 | | | | 1171 | 482 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000° | 2491 | 1134 | | | 1886 | 806 | | | | 1221 | 506 | | |

Henry Escobedo Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Título: Formulación y aplicación de mezclas
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal
 Ubicación: Cid. Cuzco, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, noviembre del 2023

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-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACION

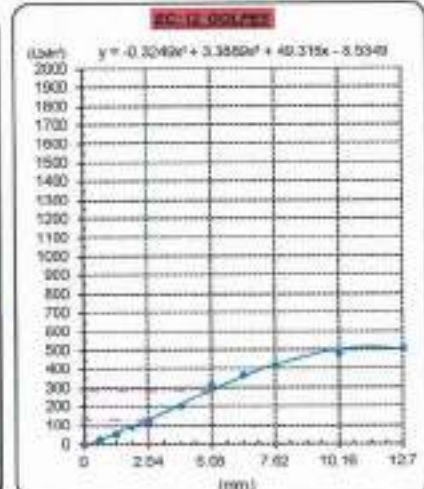
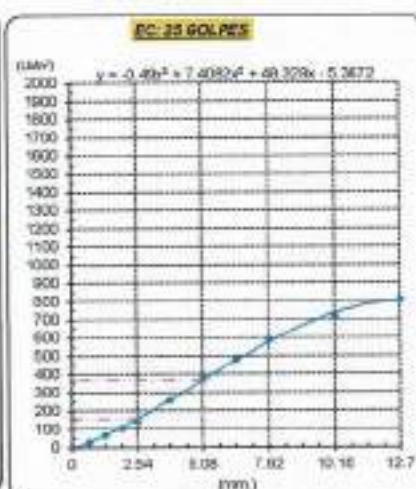
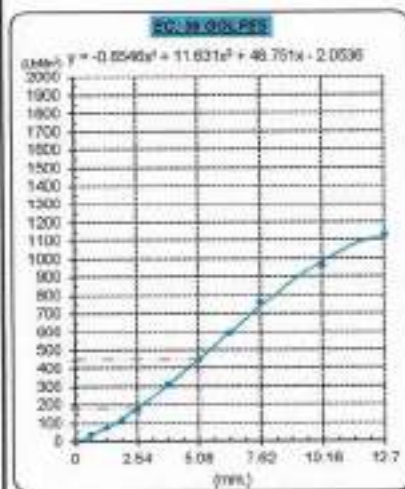


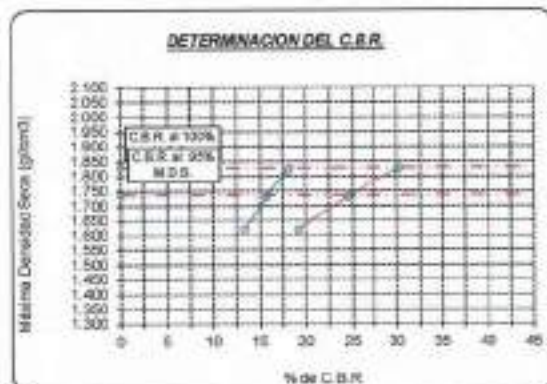
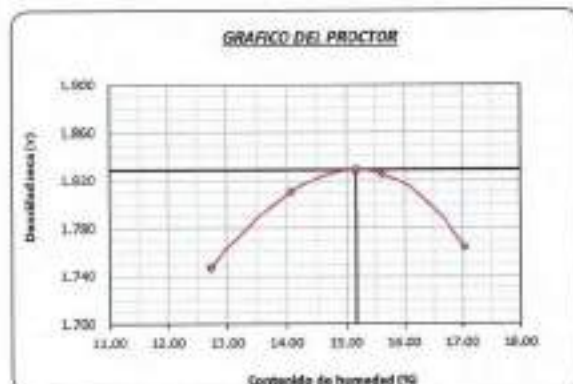
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.629 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.735 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 15.18 %

VALOR DEL C.B.R.

2.44 cm. 8.98 cm.
 C.B.R. AL 100% M.D.S. 18 % 30 %
 C.B.R. AL 95% M.D.S. 15 % 25 %



Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



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

Tejista : Fernández Yaguierdo Arnold Merarío
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tejista : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cejilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

CALICATA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 10N CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|--------------|----------------------------------|------------------------|--------|------------------------|------------------------|------------|------------------------|------------------------|-------|------------------------|------------------------|------------|--|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 6 | | | | MOLDE 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 | | 12289 | 12468 | 12585 | 12652 | 12341 | 12711 | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | 8791 | 8693 | 8693 | 8637 | 8637 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3498 | 3685 | 3892 | 4159 | 3704 | 4074 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1884 | 1884 | 1963 | 1963 | 2000 | 2000 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.102 | 2.202 | 1.981 | 2.117 | 1.852 | 2.037 | | | | | | | | |
| % de humedad | | 15.25 | 20.11 | 15.09 | 22.07 | 15.26 | 25.41 | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.824 | 1.833 | 1.721 | 1.734 | 1.607 | 1.624 | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 121.2 | 121.2 | 3685 | 3685 | 117.7 | 117.7 | 4199 | 4199 | 112.1 | 112.1 | 4074.0 | 4074.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 108.9 | 108.9 | 3498 | 3498 | 106.9 | 106.9 | 3892 | 3892 | 101.0 | 101.0 | 3704.0 | 3704.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 12.3 | 12.3 | 187.0 | 187.0 | 11.8 | 11.8 | 287.0 | 287.0 | 11.1 | 11.1 | 370.0 | 370.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.5 | 28.0 | 0 | 0 | 28.4 | 28.41 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 80.7 | 80.7 | 3435.4 | 3435.4 | 77.9 | 77.9 | 3826.1 | 3826.1 | 72.6 | 72.6 | 3645.4 | 3645.4 | | |
| % de humedad | | 15.25 | 15.25 | 20.11 | 20.11 | 15.09 | 15.09 | 22.07 | 22.07 | 15.26 | 15.26 | 25.41 | 25.41 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.25 | | 20.11 | | 15.09 | | 22.07 | | 15.26 | | 25.41 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 23/11/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.40 | 0 | 0 | 1.83 | 0 | 0 | | | | |
| 23/11/2023 | 10.2 | 24 | 2.15 | 0.054 | | 2.52 | 0.063 | | 2.88 | 0.071 | | | | | |
| 24/11/2023 | 10.2 | 48 | 3.15 | 0.077 | | 3.66 | 0.092 | | 4.07 | 0.102 | | | | | |
| 25/11/2023 | 10.2 | 72 | 4.07 | 0.102 | | 4.75 | 0.120 | | 5.30 | 0.132 | | | | | |
| 26/11/2023 | 10.2 | 96 | 5.02 | 0.125 | | 5.91 | 0.148 | | 6.50 | 0.162 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.75 | 4.57 | total | 3.23 | 4.57 | total | 3.56 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 6 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | |
| 0.000 | 0.000 | 300" | 0 | 2 | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 330" | 112 | 44 | | 93 | 37 | | 73 | 30 | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 247 | 96 | | 206 | 80 | | 166 | 65 | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 387 | 131 | | 333 | 130 | | 278 | 108 | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 533 | 210 | 221.4 | 221 | 458 | 178 | 186.3 | 18.8 | 376 | 147 | 155.1 | 15.5 | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 825 | 375 | | 788 | 302 | | 604 | 231 | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 1208 | 527 | 538.1 | 36.2 | 1067 | 437 | 426.1 | 28.4 | 866 | 349 | 327.8 | 21.8 | |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 1609 | 695 | | 1313 | 548 | | 1020 | 414 | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 1990 | 873 | | 1878 | 672 | | 1405 | 481 | | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | 3421 | 1396 | | 1877 | 817 | | 1333 | 557 | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 4756 | 1887 | | 2973 | 912 | | 1410 | 562 | | | | | |

Henry Huadenebra Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Técnico: Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: Dist. Casiluz, Provincia San Miguel y Región Coahuila
 Fecha de emisión: Chiloays, noviembre del 2023

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

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

GRAFICO CARGA - PENETRACION



GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.829 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.738 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.165 % |

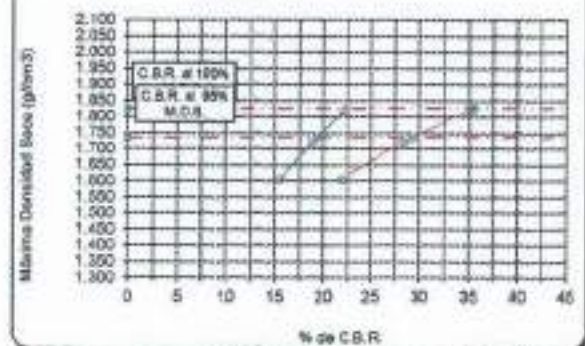
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 22 % | 36 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 19 % | 29 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DE C.B.R.



Henry Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



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

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnoldo Morado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cabllac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

CUICATA : C-1
MUESTRA : M-1 + 10% CAL
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | MOLDE 5 | | MOLDE 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 | 12292 | 12472 | 12814 | 12805 | 13427 | 12799 |
| Peso de molde (g) | 8791 | 8791 | 8893 | 8893 | 8637 | 8637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3501 | 3681 | 3921 | 4212 | 3790 | 4162 |
| Volumen del molde (cc) | 8664 | 1684 | 1365 | 1665 | 3000 | 2000 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.103 | 2.212 | 1.966 | 2.144 | 1.866 | 2.081 |
| % de humedad | 15.30 | 20.53 | 15.18 | 22.73 | 15.46 | 25.43 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.824 | 1.835 | 1.733 | 1.747 | 1.641 | 1.669 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 110.8 | 110.8 | 3691 | 3691 | 116.1 | 115.1 | 4212 | 4212 | 164.4 | 164.4 | 4162.0 | 4162.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 99.9 | 99.9 | 3691 | 3691 | 103.7 | 103.7 | 3921 | 3921 | 94.2 | 94.2 | 3790.0 | 3790.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 11.0 | 11.0 | 100.0 | 100.0 | 11.5 | 11.5 | 291.0 | 291.0 | 10.2 | 10.2 | 372.0 | 372.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.04 | 28.0 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 71.6 | 71.6 | 3436.3 | 3436.3 | 75.6 | 75.6 | 3654.2 | 3654.2 | 65.8 | 65.8 | 3728.8 | 3728.8 |
| % de humedad | 15.30 | 15.30 | 20.53 | 20.53 | 15.18 | 15.18 | 22.73 | 22.73 | 15.46 | 15.46 | 25.43 | 25.43 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.30 | | 20.53 | | 15.18 | | 22.73 | | 15.46 | | 25.43 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 27/11/2023 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.11 | 0 | 0 | 1.83 | 0 | 0 |
| 28/11/2023 | 16.5 | 24 | 2.21 | 0.065 | | 2.02 | 0.050 | | 2.67 | 0.072 | |
| 29/11/2023 | 16.5 | 48 | 3.23 | 0.061 | | 2.92 | 0.073 | | 4.12 | 0.103 | |
| 30/11/2023 | 16.5 | 72 | 4.26 | 0.107 | | 3.83 | 0.096 | | 5.34 | 0.134 | |
| 1/12/2023 | 16.5 | 96 | 5.29 | 0.132 | | 4.72 | 0.118 | | 6.36 | 0.164 | |
| | | | 4.57 | total | 2.59 | 4.57 | total | 2.59 | 4.57 | total | 3.58 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|---------------------------------|------------|------------------------|------------------------|------|------------|------------------------|------------------------|------|------------|------------------------|------------------------|------|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND Lbs/in ² | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | | Leet. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Leet. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Leet. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.840 | 0.035 | 0'30" | | 88 | 28 | | | 81 | 26 | | | 84 | 23 | | |
| 1.270 | 0.060 | 1'00" | | 174 | 68 | | | 188 | 62 | | | 147 | 56 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 285 | 111 | | | 295 | 104 | | | 262 | 96 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 462 | 157 | 227.2 | 22.7 | 394 | 154 | 191.7 | 19.2 | 378 | 148 | 167.8 | 16.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 780 | 313 | | | 754 | 302 | | | 730 | 291 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 1165 | 438 | 489.6 | 32.6 | 1039 | 424 | 439.9 | 29.1 | 925 | 376 | 360.6 | 24.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 1348 | 564 | | | 1314 | 548 | | | 1116 | 459 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 1530 | 695 | | | 1470 | 668 | | | 1248 | 518 | | |
| 10.140 | 0.400 | 8'00" | | 2110 | 936 | | | 1871 | 814 | | | 1452 | 612 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 2633 | 1104 | | | 2014 | 885 | | | 1623 | 645 | | |

Henny
Mudenegra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Testista : Fernández Yajuyendo Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de ensayo : Chiklaya, noviembre del 2023

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-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACION

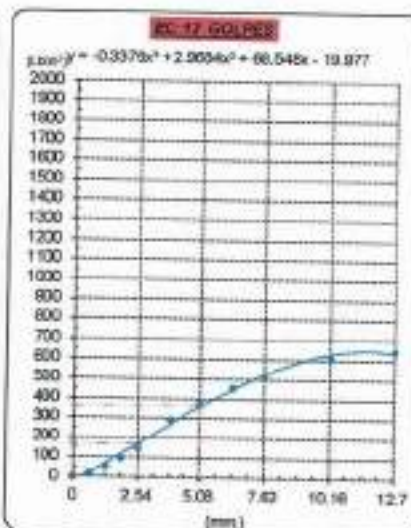
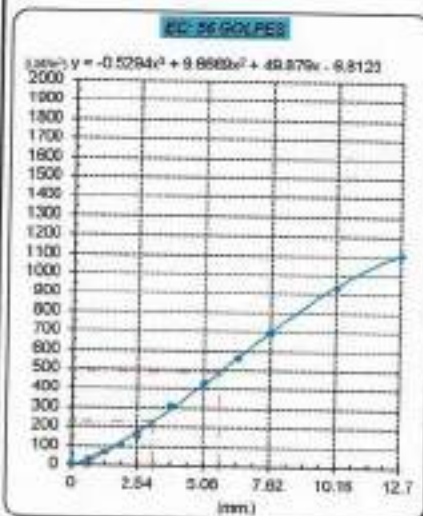


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.829 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 96% : 1.738 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.185 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 3.64 cm. | 5.68 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 23 % | 33 % |
| C.B.R. AL 96% M.D.S. | 19 % | 29 % |



Henry Riadeneira Obitos
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

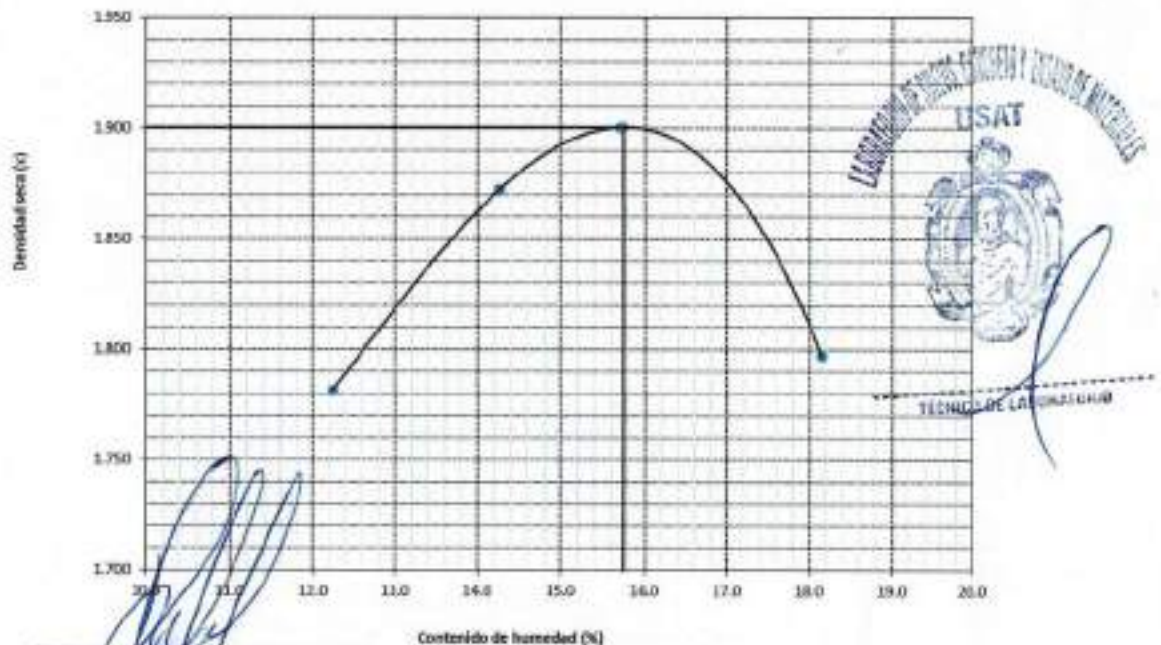
 TECNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merando
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| CALCATA : C-1 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA : M-1 + 15% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 6000 | 6070 | 6015 | 5885 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1968 | 2038 | 1983 | 1853 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.124 | 2.199 | 2.140 | 1.999 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.62 | 133.95 | 125.13 | 132.36 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 109.84 | 119.58 | 113.06 | 121.01 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 14.78 | 14.37 | 12.07 | 11.35 |
| Peso de suelo seco | g | 81.43 | 81.54 | 84.60 | 92.75 |
| Contenido de agua | % | 18.2 | 15.7 | 14.3 | 12.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.797 | 1.801 | 1.873 | 1.781 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.801 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.751 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
 Obitas
 Tec. Laboratorio
 USA

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

Teñista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| CALICATA : C-1 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------|--------|-------|
| MUESTRA : M-1 + 15% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g. | 5940 | 6010 | 5915 | 5830 |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1908 | 1978 | 1883 | 1798 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.059 | 2.134 | 2.032 | 1.940 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. | 105.08 | 99.54 | 109.06 | 95.40 |
| Peso del suelo seco + tara | g. | 93.44 | 89.21 | 99.12 | 87.64 |
| Peso de tara | g. | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g. | 11.64 | 10.33 | 9.94 | 7.76 |
| Peso de suelo seco | g. | 65.03 | 61.17 | 70.06 | 59.39 |
| Contenido de agua | % | 17.9 | 16.9 | 14.1 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.748 | 1.826 | 1.781 | 1.716 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.846 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.967 | % | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | |
| | | | | | |

Henry Rivadeneyra 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/ft³])
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

Tecista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| | | | |
|------------|---------------|---------------|-----------------|
| CALICATA : | C-1 | COORDENADAS : | |
| MUESTRA : | M-1 + 15% CAL | PROFUNDIDAD : | 0.10 m - 1.50 m |

| Número de ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g. 5991 | 6031 | 5932 | 5855 |
| Peso del molde | g. 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. 1959 | 1999 | 1900 | 1823 |
| Volumen del molde | cm ³ 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ 2.114 | 2.157 | 2.050 | 1.967 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------|--------|-------|
| Nº Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. 92.10 | 100.63 | 102.72 | 85.82 |
| Peso del suelo seco + tara | g. 82.25 | 90.28 | 93.77 | 86.13 |
| Peso de tara | g. 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g. 9.85 | 9.75 | 8.95 | 7.69 |
| Peso de suelo seco | g. 53.84 | 62.24 | 65.31 | 59.88 |
| Contenido de agua | % 18.3 | 15.7 | 13.7 | 12.8 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ 1.787 | 1.865 | 1.803 | 1.743 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.865 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.880 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR

Henry Rindenevira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 330.145 / ASTM D-1883

Testista : Fernando Yzquierdo Arnold Menardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tecla : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CLASIFICACIÓN: C-1 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA: M-1 + 15% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|----------------------------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|------------|---|
| Nº Molde | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | | | | | | |
| Nº Capas | | 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 | | 12534 | | 12700 | | 12338 | | 12674 | | 12169 | | 12489 | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 6183 | | 6153 | | 6219 | | 6216 | | 6201 | | 6251 | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 4351 | | 4517 | | 4119 | | 4355 | | 3900 | | 4248 | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2032 | | 2030 | | 2088 | | 2032 | | 2082 | | 2030 | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.141 | | 2.223 | | 2.027 | | 2.143 | | 1.823 | | 2.090 | | | | | | |
| % de humedad | | 15.82 | | 18.70 | | 15.74 | | 21.57 | | 15.98 | | 34.83 | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.848 | | 1.867 | | 1.751 | | 1.783 | | 1.598 | | 1.574 | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 85.8 | | 95.6 | | 4517 | | 4517 | | 97.7 | | 97.7 | | | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 86.4 | | 86.4 | | 4351 | | 4351 | | 88.2 | | 88.2 | | | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.2 | | 9.2 | | 166.0 | | 166.0 | | 9.4 | | 9.4 | | | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.2 | | 28.2 | | 0 | | 0 | | 28.3 | | 28.3 | | | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 58.2 | | 58.2 | | 4272.0 | | 4272.0 | | 58.9 | | 58.9 | | | | | | |
| % de humedad | | 15.82 | | 15.82 | | 19.70 | | 19.70 | | 15.74 | | 15.74 | | | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.82 | | 18.70 | | 15.74 | | 15.74 | | 21.57 | | 21.57 | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | | | |
| 2/03/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 | | | | | | | |
| 3/03/2024 | 16.5 | 24 | 2.08 | 0.052 | | 2.40 | 0.060 | | 2.69 | 0.067 | | | | | | | | |
| 4/03/2024 | 16.5 | 48 | 2.95 | 0.074 | | 3.35 | 0.064 | | 3.74 | 0.064 | | | | | | | | |
| 5/03/2024 | 16.5 | 72 | 3.86 | 0.096 | | 4.37 | 0.109 | | 4.86 | 0.121 | | | | | | | | |
| 6/03/2024 | 16.5 | 96 | 4.72 | 0.118 | | 5.31 | 0.133 | | 5.81 | 0.146 | | | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.58 | 4.57 | total | 2.91 | 4.57 | total | 3.23 | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbs/in ² | MOLDE Nº | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % |
| mm | pulg. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 130 | 51 | | | 111 | 44 | | | | | 91 | 36 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 259 | 109 | | | 243 | 95 | | | | | 205 | 80 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 445 | 174 | | | 396 | 154 | | | | | 345 | 135 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 622 | 246 | 241.3 | 34.1 | 655 | 219 | 217.5 | 21.7 | | | 480 | 192 | 193.0 | 19.3 | | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 878 | 398 | | | 840 | 342 | | | | | 718 | 286 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 1389 | 563 | 569.5 | 39.3 | 1255 | 492 | 493.6 | 32.9 | | | 1015 | 414 | 401.0 | 26.7 | | |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 1902 | 700 | | | 1829 | 648 | | | | | 1254 | 521 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 2214 | 888 | | | 1919 | 786 | | | | | 1424 | 599 | | | | |
| 10.180 | 0.400 | 800" | 2938 | 1324 | | | 2299 | 1032 | | | | | 1789 | 759 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 3262 | 1567 | | | 2681 | 1237 | | | | | 2199 | 929 | | | | |

Henry Rivasdenegra Obillas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesis : Fernández Yaguardo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cañilac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

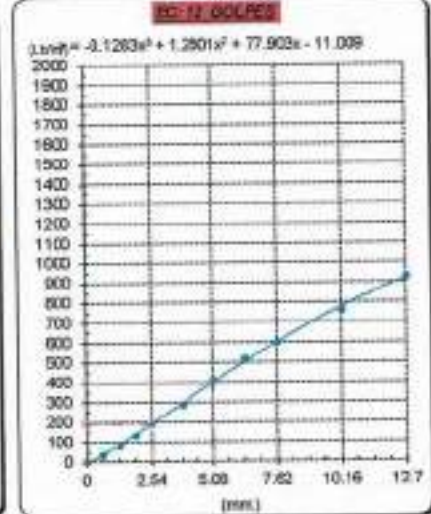
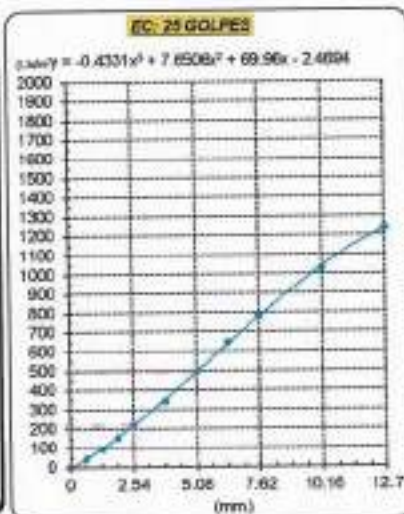
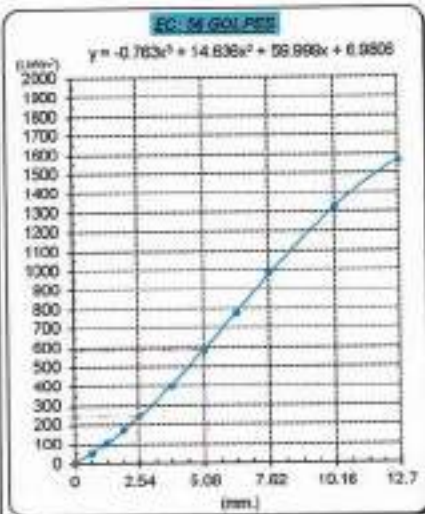


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.871 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.777 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.866 % |

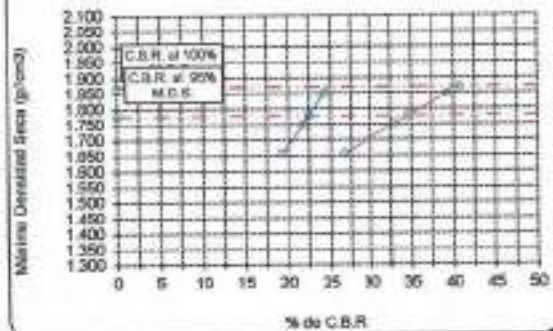
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 25 % | 41 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 22 % | 38 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Riodenebra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 VICELE DEL LABORATORIO

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

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CALCUTA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 15% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|----------|------------|---------|--------------|-----------|------------|----------|--------------|----------|------------|---------|------|
| N° Molde | | MOLDE 8 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | | |
| 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 | | 12580 | | 12725 | | 12388 | | 12612 | | 12192 | | 12534 | | |
| Peso de molde (g) | | 8185 | | 8183 | | 8259 | | 8219 | | 8251 | | 8251 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 4397 | | 4542 | | 4169 | | 4393 | | 3941 | | 4273 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2052 | | 2032 | | 2092 | | 2032 | | 2092 | | 2032 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.164 | | 2.235 | | 2.051 | | 2.162 | | 1.899 | | 2.103 | | |
| % de humedad | | 15.85 | | 19.20 | | 15.68 | | 21.15 | | 15.72 | | 24.29 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.868 | | 1.875 | | 1.773 | | 1.764 | | 1.676 | | 1.682 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamo N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tamo + Suelo húmedo (gr.) | | 102.3 | 102.3 | 4542 | 4542 | 94.0 | 94.0 | 4393 | 4393 | 96.1 | 96.1 | 4273.0 | 4273.0 | |
| Tamo + Suelo seco (gr.) | | 92.2 | 92.2 | 4397 | 4397 | 85.1 | 85.1 | 4169 | 4169 | 86.9 | 86.9 | 3941.0 | 3941.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 10.1 | 10.1 | 145.0 | 145.0 | 8.9 | 8.9 | 224.0 | 224.0 | 9.2 | 9.2 | 332.0 | 332.0 | |
| Peso del tamo (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 63.9 | 63.9 | 4316.4 | 4316.4 | 56.8 | 56.8 | 4096.4 | 4096.4 | 56.5 | 56.5 | 3870.0 | 3870.0 | |
| % de humedad | | 15.85 | 15.85 | 19.20 | 19.20 | 15.68 | 15.68 | 21.15 | 21.15 | 15.72 | 15.72 | 24.29 | 24.29 | |
| Premedio de Humedad (%) | | 15.85 | | 19.20 | | 15.68 | | 21.15 | | 15.72 | | 24.29 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 7/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.60 | 0 | 0 | 1.81 | 0 | 0 | | | |
| 8/03/2024 | 10.2 | 24 | 2.32 | 0.058 | | 2.60 | 0.065 | | 2.87 | 0.072 | | | | |
| 9/03/2024 | 10.2 | 48 | 3.31 | 0.063 | | 3.74 | 0.094 | | 4.13 | 0.103 | | | | |
| 10/03/2024 | 10.2 | 72 | 4.13 | 0.103 | | 4.72 | 0.118 | | 5.28 | 0.132 | | | | |
| 11/03/2024 | 10.2 | 96 | 5.16 | 0.139 | | 5.87 | 0.147 | | 6.54 | 0.183 | | | | |
| | | | 6.57 | total | 2.82 | 6.57 | total | 3.21 | 6.57 | total | 3.58 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | MOLDE 8 | | MOLDE N° | | MOLDE 15 | | MOLDE N° | | MOLDE 1 | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | Lbs/in ² | Lbs | Diá | Lbs | Diá | Lbs | Diá | Lbs | Diá | Lbs | Diá | Lbs | Diá |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 110 | 44 | | | 119 | 47 | | | 108 | 43 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 258 | 101 | | | 290 | 101 | | | 243 | 94 | | |
| 1.810 | 0.075 | 1'30" | 342 | 141 | | | 407 | 159 | | | 392 | 153 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 610 | 201 | 251.8 | 25.2 | 671 | 228 | 228.2 | 22.8 | 692 | 222 | 213.6 | 21.4 |
| 3.610 | 0.150 | 3'00" | 840 | 338 | | | 896 | 349 | | | 870 | 325 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1179 | 483 | 555.3 | 37.0 | 1269 | 528 | 512.0 | 34.1 | 1061 | 433 | 430.7 | 29.0 |
| 6.250 | 0.250 | 5'00" | 1055 | 458 | | | 1093 | 479 | | | 1201 | 544 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1636 | 643 | | | 1697 | 797 | | | 1854 | 690 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 2670 | 1126 | | | 2326 | 1048 | | | 1991 | 826 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 4130 | 1690 | | | 2983 | 1238 | | | 2248 | 1004 | | |

Henry Rivas Genesra
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cellix, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

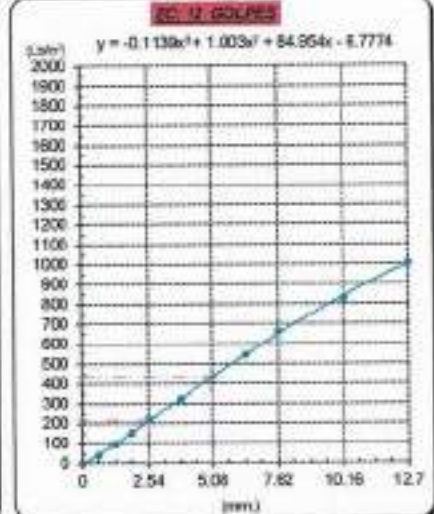
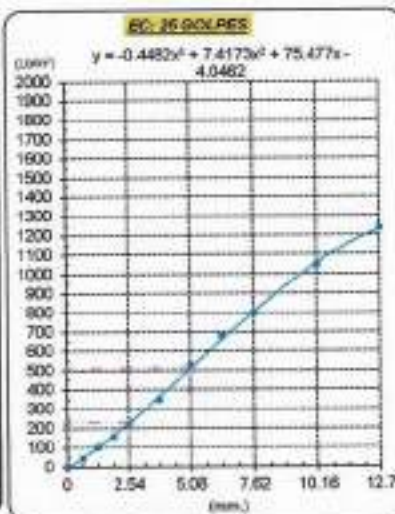
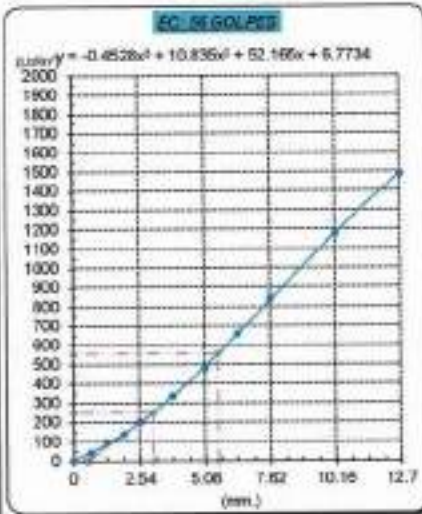


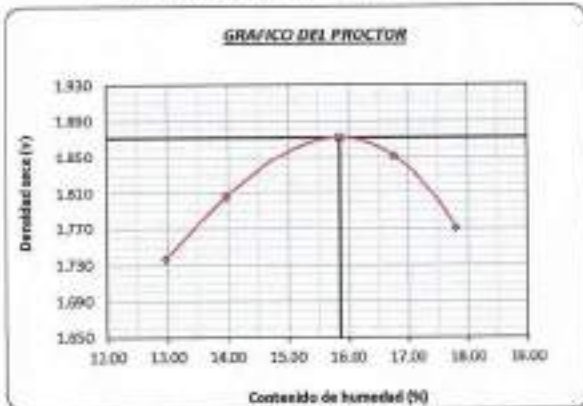
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.871 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.777 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.958 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 25 % | 37 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 23 % | 34 % |



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TECNICO DEL LABORATORIO

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

Técnico : Fernández Yuzquero Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cañ"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CALICATA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 15% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------|
| Nº Molde | | MOLDE 8 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | | |
| Nº Cops | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Nº Golpes por copa | | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 12587 | | 12785 | | 12099 | | 12623 | | 12664 | | 12377 | | |
| Peso de molde (g) | | 8383 | | 8183 | | 8219 | | 8218 | | 8251 | | 8251 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 4404 | | 4602 | | 4180 | | 4404 | | 3813 | | 4126 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2832 | | 2032 | | 2832 | | 2032 | | 2832 | | 2032 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.167 | | 2.264 | | 2.067 | | 2.167 | | 1.876 | | 2.030 | | |
| % de humedad | | 15.81 | | 20.39 | | 15.67 | | 21.12 | | 18.53 | | 23.88 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.871 | | 1.881 | | 1.778 | | 1.789 | | 1.624 | | 1.639 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tara + Suelo húmedo (gr.) | | 117.6 | 117.6 | 4602 | 4602 | 126.4 | 126.4 | 4404 | 4404 | 121.4 | 121.4 | 4126.8 | 4126.0 | |
| Tara + Suelo seco (gr.) | | 106.4 | 106.4 | 4404 | 4404 | 113.1 | 113.1 | 4180 | 4180 | 108.9 | 108.9 | 3813.0 | 3813.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 12.2 | 12.2 | 198.0 | 198.0 | 13.3 | 13.3 | 224.0 | 224.0 | 12.5 | 12.5 | 313.0 | 313.0 | |
| Peso del tara (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 77.2 | 77.2 | 4323.1 | 4323.1 | 84.8 | 84.8 | 4107.0 | 4107.0 | 80.5 | 80.5 | 3752.1 | 3752.1 | |
| % de humedad | | 15.81 | 15.81 | 20.39 | 20.39 | 15.67 | 15.67 | 21.12 | 21.12 | 18.53 | 18.53 | 23.88 | 23.88 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.81 | | 20.39 | | 15.67 | | 21.12 | | 18.53 | | 23.88 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hl. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 12/03/2024 | 10.2 | 8 | 1.18 | 0 | 0 | 1.34 | 0 | 0 | 1.50 | 0 | 0 | | | |
| 13/03/2024 | 10.2 | 24 | 1.97 | 0.048 | | 2.24 | 0.066 | | 3.02 | 0.093 | | | | |
| 14/03/2024 | 10.2 | 48 | 2.78 | 0.069 | | 3.11 | 0.078 | | 3.89 | 0.088 | | | | |
| 15/03/2024 | 10.2 | 72 | 3.64 | 0.089 | | 4.03 | 0.100 | | 4.83 | 0.113 | | | | |
| 16/03/2024 | 10.2 | 96 | 4.35 | 0.108 | | 4.82 | 0.123 | | 5.61 | 0.138 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.37 | 4.57 | total | 2.89 | 4.57 | total | 3.02 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 8 | | MOLDE Nº | | MOLDE 15 | | MOLDE Nº | | MOLDE 1 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Libr/ pulg | Libr/ pulg | % | Lect. Dial | Libr/ pulg | Libr/ pulg | % | Lect. Dial | Libr/ pulg | Libr/ pulg | % |
| mm. | pulg. | Lbf/in2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 155 | 61 | | | 143 | 56 | | 130 | 51 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 324 | 118 | | | 284 | 111 | | 264 | 103 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 488 | 184 | | | 439 | 172 | | 410 | 160 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 834 | 251 | 244.6 | 24.5 | 600 | 241 | 233.4 | 23.3 | 582 | 230 | 221.6 | 22.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 989 | 284 | | | 899 | 263 | | 828 | 333 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1389 | 389 | 579.9 | 38.7 | 1218 | 304 | 511.4 | 34.1 | 1078 | 440 | 444.4 | 29.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1791 | 480 | | | 1641 | 384 | | 1321 | 351 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2182 | 561 | | | 1980 | 412 | | 1673 | 369 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 2774 | 738 | | | 2346 | 556 | | 1916 | 436 | | | |
| 12.700 | 0.600 | 10'00" | 3177 | 1017 | | | 2718 | 728 | | 2300 | 1012 | | | |

Henry Rivasdeneyra Obitias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yaguendo Arnold Miranda
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callián, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de entrega : Chiclayo, marzo del 2024

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

N.T.P. 359.145 / ASTM D-1583

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

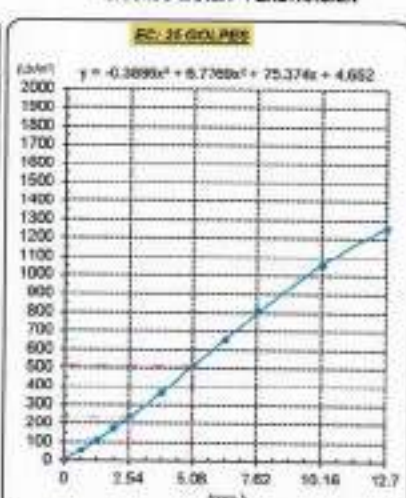
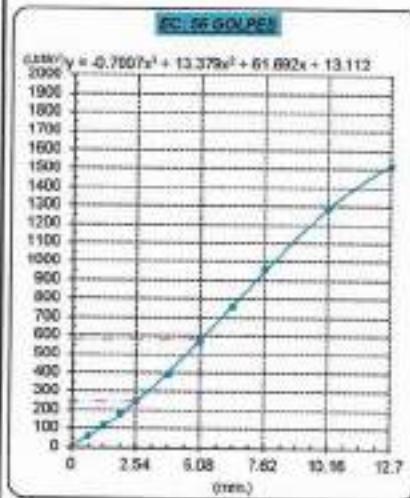


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.871 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.777 g/cm³
 ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD 15.87 %

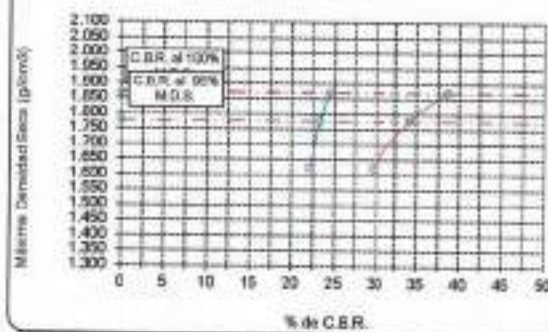
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 6.00 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 24 % | 39 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 23 % | 34 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



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

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO



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

N.T.P. - 309.145 / ASTM D-1883

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Trab : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y ca"
Ubicación : Dist. Catillic, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

GRUPO : C-1
MUESTRA : M-1 + 15% CAL
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------------------------------|-----------|------------------------|------------------------|--------|-----------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|------|
| N° Molde | MOLDE 8 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| N° Capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| N° Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12894 | 12782 | 12402 | 12827 | 12112 | 12448 | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 4189 | 4153 | 4219 | 4219 | 4191 | 4251 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4411 | 4599 | 4183 | 4408 | 3661 | 4195 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.170 | 2.263 | 2.058 | 2.169 | 1.900 | 2.064 | | | | | | | | |
| % de humedad | 15.86 | 20.20 | 15.88 | 21.35 | 15.99 | 24.39 | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.873 | 1.863 | 1.776 | 1.787 | 1.644 | 1.659 | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 106.6 | 105.6 | 499.9 | 499.9 | 106.4 | 106.4 | 449.8 | 449.8 | 91.6 | 91.6 | 4195.0 | 4195.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (g.) | 95.9 | 95.0 | 441.1 | 441.1 | 97.6 | 97.6 | 419.3 | 419.3 | 83.1 | 83.1 | 3961.0 | 3961.0 | | |
| Peso del Agua (g.) | 10.6 | 10.6 | 188.0 | 188.0 | 11.0 | 11.0 | 225.0 | 225.0 | 8.5 | 8.5 | 334.0 | 334.0 | | |
| Peso del tarro (g.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo tarro (g.) | 68.8 | 68.8 | 432.9 | 432.9 | 69.2 | 69.2 | 4110.0 | 4110.0 | 54.7 | 54.7 | 3798.6 | 3798.6 | | |
| % de humedad | 15.86 | 15.86 | 20.20 | 20.20 | 15.88 | 15.88 | 21.35 | 21.35 | 15.99 | 15.99 | 24.39 | 24.39 | | |
| Proceda de Humedad (%) | 15.86 | | 20.20 | | 15.88 | | 21.35 | | 15.99 | | 24.39 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 17/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.44 | 0 | 0 | 1.84 | 0 | 0 | | | |
| 18/03/2024 | 10.2 | 24 | 3.08 | 0.951 | | 2.60 | 0.003 | | 2.80 | 0.065 | | | | |
| 19/03/2024 | 10.2 | 48 | 3.66 | 0.971 | | 3.54 | 0.009 | | 3.43 | 0.091 | | | | |
| 20/03/2024 | 10.2 | 72 | 3.70 | 0.989 | | 4.55 | 0.114 | | 4.89 | 0.117 | | | | |
| 21/03/2024 | 10.2 | 96 | 4.53 | 0.113 | | 4.89 | 0.140 | | 4.71 | 0.143 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.48 | 4.57 | total | 3.06 | 4.57 | total | 3.13 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE 8 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Less. Des | Lib/ pulg ² | Lib/ pulg ² | % | Less. Des | Lib/ pulg ² | Lib/ pulg ² | % | Less. Des | Lib/ pulg ² | Lib/ pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 143 | 56 | | | 127 | 50 | | | 111 | 44 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 292 | 114 | | | 266 | 103 | | | 228 | 92 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 467 | 179 | | | 417 | 160 | | | 379 | 148 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 635 | 249 | 346.216 | 24.622 | 489 | 230 | 227.0 | 22.7 | 499 | 211 | 287.3 | 29.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 974 | 394 | | | 874 | 353 | | | 773 | 310 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1376 | 576 | 894.741 | 39.649 | 1211 | 501 | 607.3 | 33.8 | 1045 | 427 | 422.7 | 28.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1782 | 770 | | | 1636 | 651 | | | 1396 | 536 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2188 | 974 | | | 1944 | 800 | | | 1499 | 634 | | |
| 10.100 | 0.400 | 8'00" | 2896 | 1306 | | | 2322 | 1044 | | | 1838 | 708 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 3220 | 1542 | | | 2700 | 1247 | | | 2190 | 970 | | |

Henry Huandenebra Oblitas
Téc. Laboratorio USA

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: | Fernández Yopaxiro Arnold Morado
 Escuela: | Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: | "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: | Dist. Cutervo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: | Chiclayo, marzo 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

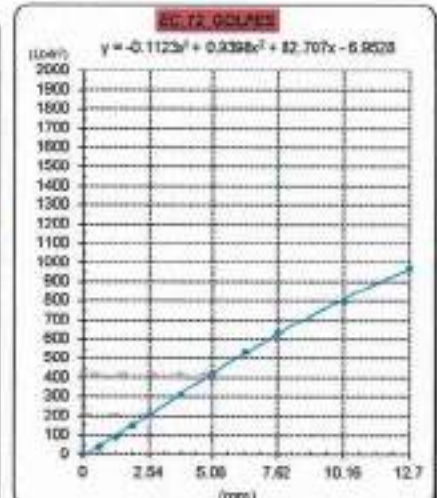
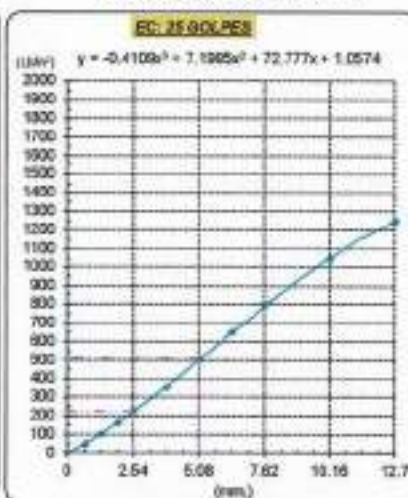
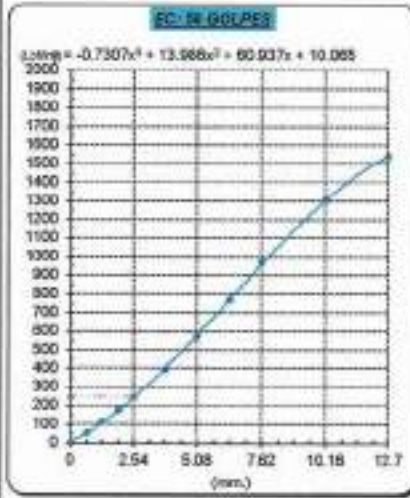


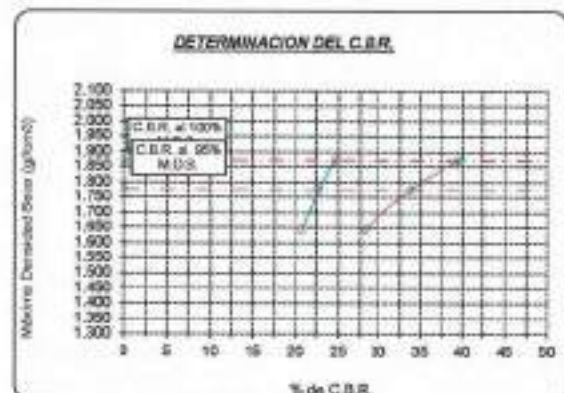
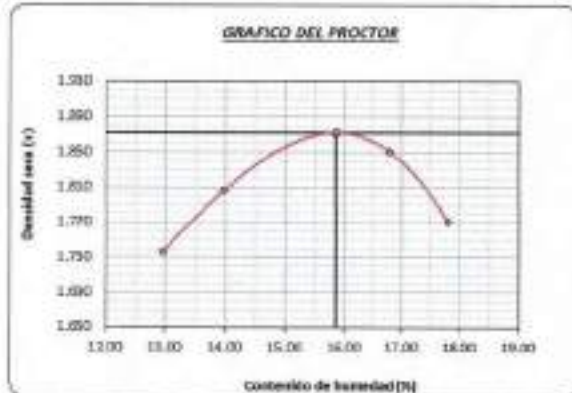
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.871 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 98% | 1.777 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.87 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 25 % | 40 % |
| C.B.R. AL 98% M.D.S. | 23 % | 34 % |



Henry Rivadeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio
 USAT

LA FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y CIENCIAS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO



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

Tecnia : Fernández Yagüerdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilloc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de ensayo : Chiclayo, marzo del 2024

CLASIFICACIÓN: C-1
MUESTRA: M-1 + 15% CAL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 8 | | MOLDE 15 | | MOLDE 1 | |
| 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 | 12883 | 12797 | 12394 | 12641 | 11826 | 12124 |
| Peso de molde (g) | 8183 | 8183 | 8219 | 8219 | 4264 | 8251 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4400 | 4614 | 4175 | 4422 | 3674 | 3873 |
| Volumen del molde (cc) | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.165 | 2.270 | 2.054 | 2.175 | 1.798 | 1.906 |
| % de humedad | 15.80 | 20.76 | 15.92 | 21.94 | 15.91 | 24.40 |
| Caridad seca (g/cc) | 1.870 | 1.890 | 1.772 | 1.784 | 1.517 | 1.532 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 103.0 | 103.0 | 4614 | 4614 | 103.3 | 103.3 | 4422 | 4422 | 53.8 | 53.8 | 3873.0 | 3873.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 82.8 | 82.8 | 4480 | 4400 | 93.0 | 93.0 | 4175 | 4175 | 84.8 | 84.8 | 3574.0 | 3574.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 10.2 | 10.2 | 214.0 | 214.0 | 10.3 | 10.3 | 247.0 | 247.0 | 9.0 | 9.0 | 299.0 | 299.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 64.5 | 64.5 | 4319.2 | 4319.2 | 64.7 | 64.7 | 4102.3 | 4102.3 | 66.4 | 66.4 | 3520.6 | 3520.6 |
| % de humedad | 15.80 | 15.80 | 20.76 | 20.76 | 15.92 | 15.92 | 21.94 | 21.94 | 15.91 | 15.91 | 24.40 | 24.40 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.80 | | 20.76 | | 15.92 | | 21.94 | | 15.91 | | 24.40 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 22/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.42 | 0 | 0 | 1.88 | 0 | 0 |
| 23/03/2024 | 10.2 | 24 | 2.08 | 0.051 | | 2.42 | 0.061 | | 2.70 | 0.067 | |
| 24/03/2024 | 10.2 | 48 | 2.80 | 0.073 | | 3.43 | 0.086 | | 3.82 | 0.095 | |
| 25/03/2024 | 10.2 | 72 | 3.70 | 0.094 | | 4.37 | 0.109 | | 4.80 | 0.123 | |
| 28/03/2024 | 10.2 | 96 | 4.63 | 0.116 | | 5.39 | 0.135 | | 6.02 | 0.151 | |
| | | | 4.57 | total | 2.53 | 4.57 | total | 2.95 | 4.57 | total | 3.30 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|--------------|------------|-------|------------|------|-------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|----|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 15 | | | | MOLDE Nº 1 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | | Libras | kg | Libras | kg | Libras | kg | Libras | kg | Libras | kg | Libras | kg |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 162 | 50 | | | 151 | 52 | | | 118 | 44 | | | |
| 1.272 | 0.050 | 1'00" | 301 | 117 | | | 279 | 109 | | | 264 | 95 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 478 | 188 | | | 444 | 174 | | | 398 | 160 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 655 | 280 | 252.4 | 25.2 | 620 | 248 | 240.9 | 24.1 | 608 | 220 | 218.8 | 21.8 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 896 | 406 | | | 916 | 371 | | | 814 | 327 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1420 | 597 | 604.0 | 40.3 | 1265 | 528 | 502.3 | 35.5 | 1007 | 450 | 445.7 | 29.7 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1838 | 798 | | | 1801 | 682 | | | 1360 | 585 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2255 | 1009 | | | 1925 | 841 | | | 1689 | 687 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 2954 | 1361 | | | 2420 | 1099 | | | 1920 | 638 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 1'00" | 3653 | 1640 | | | 3044 | 1327 | | | 2273 | 1018 | | | |

Henry Rivasdenegra Obitos
Téc. Laboratorio USAT



Tesista: Fernández Yzquierdo Arnold Merarzo
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: Des. Catiluz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, marzo 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

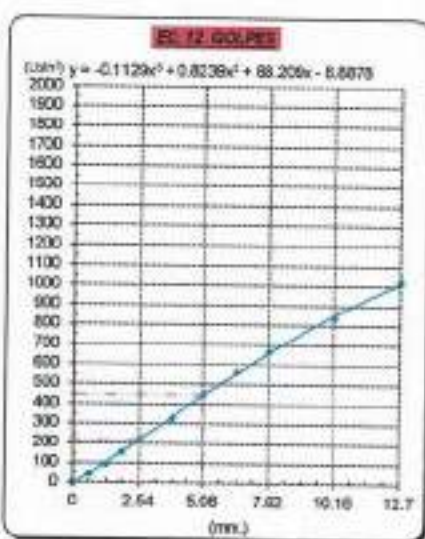
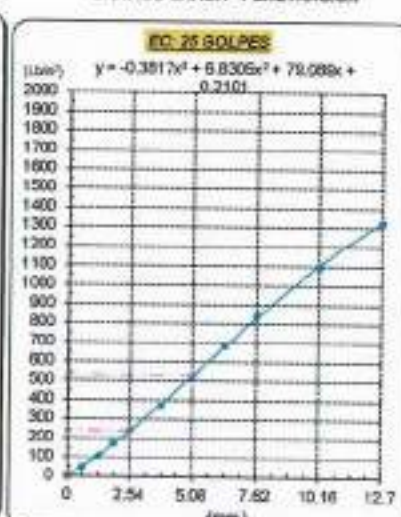
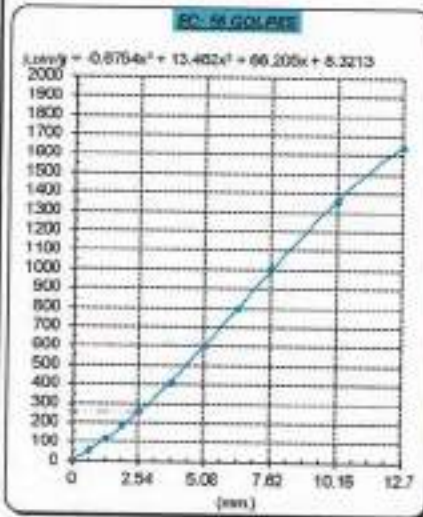


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.871 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.777 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.866 % |

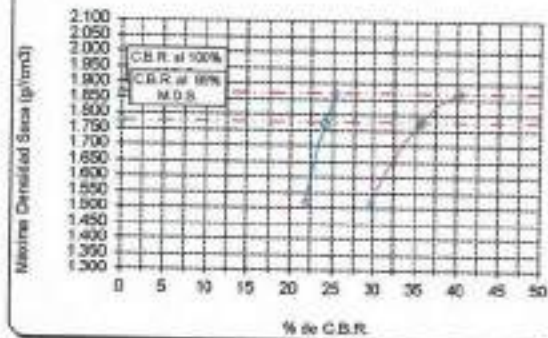
VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 25 % | 40 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 24 % | 38 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



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

Tejista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escala : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tejido : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

QUICITA : C-1
 MUESTRA : M-1 + 15% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 8 | | MOLDE 15 | | MOLDE 1 | |
| Nº Capas | 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 | 12578 | 12776 | 12380 | 12619 | 11124 | 12486 |
| Peso de molde (gr.) | 8183 | 8183 | 8319 | 8219 | 8251 | 8291 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4395 | 4593 | 4181 | 4400 | 3873 | 4295 |
| Volumen del molde (cc) | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.163 | 2.260 | 2.047 | 2.165 | 1.905 | 2.084 |
| % de humedad | 15.85 | 20.44 | 15.85 | 21.50 | 15.46 | 24.97 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.867 | 1.876 | 1.770 | 1.782 | 1.650 | 1.660 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 182.5 | 102.0 | 489.0 | 489.0 | 100.9 | 100.9 | 449.0 | 449.0 | 93.1 | 93.1 | 4236.0 | 4236.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 92.4 | 92.4 | 439.6 | 439.6 | 91.1 | 91.1 | 416.1 | 416.1 | 84.4 | 84.4 | 3973.0 | 3973.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 10.2 | 10.2 | 149.0 | 149.0 | 9.8 | 9.8 | 139.0 | 139.0 | 8.7 | 8.7 | 362.0 | 362.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 64.2 | 64.2 | 4314.5 | 4314.5 | 62.8 | 62.8 | 4088.6 | 4088.6 | 56.0 | 56.0 | 3810.1 | 3810.1 |
| % de humedad | 15.85 | 15.85 | 20.44 | 20.44 | 15.85 | 15.85 | 21.50 | 21.50 | 15.46 | 15.46 | 24.97 | 24.97 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.85 | | 20.44 | | 15.85 | | 21.50 | | 15.46 | | 24.97 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 27/03/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.13 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 |
| 28/03/2024 | 16.5 | 24 | 2.14 | 0.053 | | 1.36 | 0.046 | | 2.72 | 0.068 | |
| 29/03/2024 | 16.5 | 48 | 3.02 | 0.075 | | 2.78 | 0.069 | | 3.66 | 0.096 | |
| 30/03/2024 | 16.5 | 72 | 3.87 | 0.097 | | 3.33 | 0.088 | | 4.96 | 0.124 | |
| 31/03/2024 | 16.5 | 96 | 4.77 | 0.119 | | 4.34 | 0.108 | | 6.89 | 0.152 | |
| | | | 4.97 | total | 2.61 | 4.37 | total | 2.37 | 4.57 | total | 3.33 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|----------------------|------------|------------|------------|------|-------------|------------|------------|------|------------|------------|------------|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. Lbt/tn2 | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 15 | | | | MOLDE Nº 1 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | | Lect. Dial | Lbt/ pulg2 | Lbt/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbt/ pulg2 | Lbt/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbt/ pulg2 | Lbt/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 148 | 67 | | | 121 | 62 | | | 121 | 48 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 304 | 118 | | | 266 | 109 | | | 261 | 102 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 478 | 188 | | | 448 | 174 | | | 418 | 164 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 859 | 261 | 253.7 | 25.4 | 622 | 246 | 238.7 | 23.9 | 603 | 235 | 227.0 | 22.7 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 989 | 407 | | | 914 | 370 | | | 867 | 341 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1423 | 590 | 605.5 | 40.4 | 1261 | 524 | 527.2 | 35.1 | 1118 | 458 | 458.9 | 30.6 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1940 | 799 | | | 1687 | 681 | | | 1370 | 574 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2388 | 1011 | | | 1926 | 841 | | | 1616 | 689 | | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 3297 | 1362 | | | 2436 | 1101 | | | 1980 | 862 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 4106 | 1641 | | | 3087 | 1334 | | | 2622 | 1044 | | | |

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

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Ferrández Yaqulondo Arnold Marado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Castibue, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

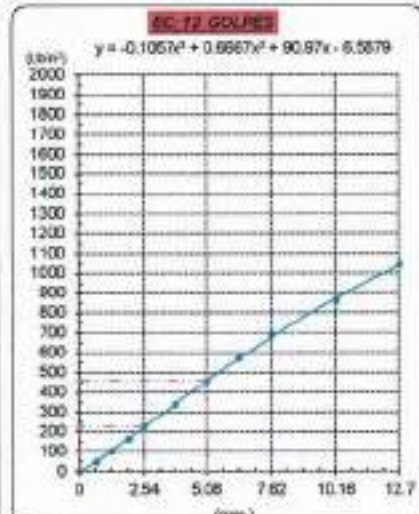
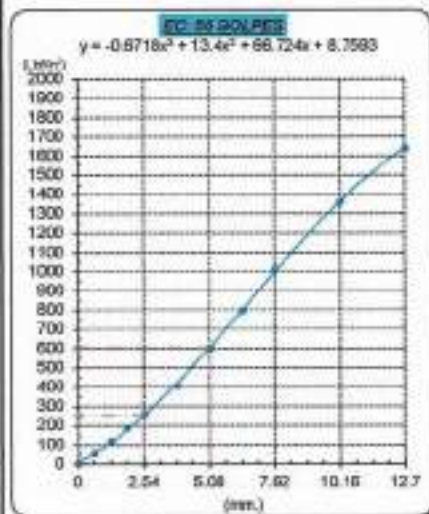


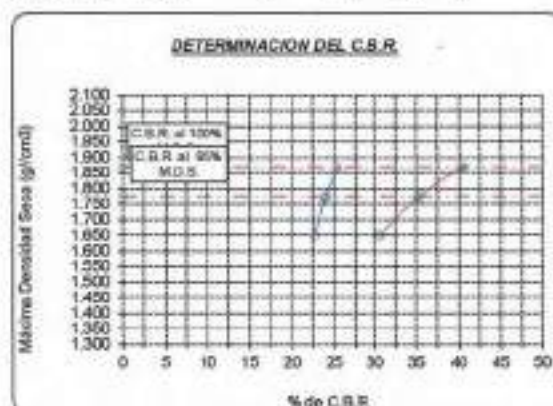
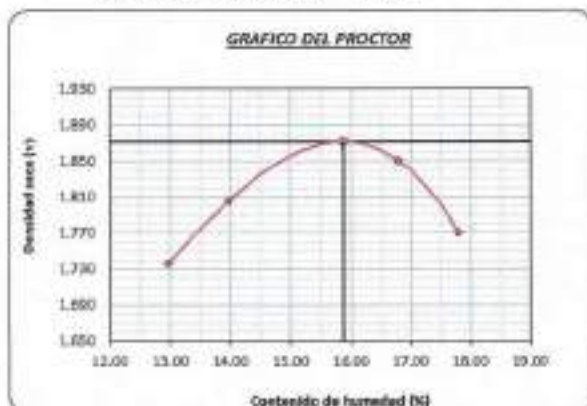
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.871 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.777 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.895 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 25 % | 41 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 24 % | 35 % |



Henry Rivasdenegru Obllitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, PROYECTOS Y CIENCIAS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica
 Chiclayo, Perú

LECTOR DE LABORATORIO

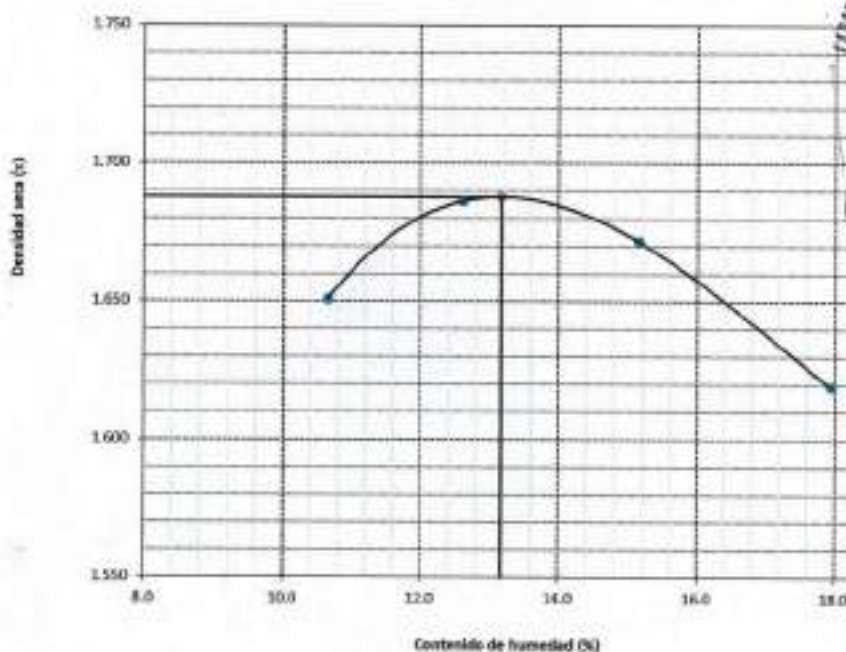
**ENSAYOS DE
PROCTOR MODIFICADO Y CBR C-2**

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

Tesista : Fernández Yazuquendo Arnold Merando
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cabilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|----------|----------|
| CALICATA: | C-2 | COORDENADAS: | | | |
| MUESTRA: | M-2 | PROFUNDIDAD: | 0.00 m - 1.50 m | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5802 | 5816 | 5792 | 5725 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1784 | 1760 | 1693 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.910 | 1.925 | 1.899 | 1.827 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 52.76 | 87.68 | 85.89 | 81.08 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 50.33 | 79.87 | 79.46 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 36.79 | 28.28 | 28.49 | 28.31 |
| Peso de agua | g | 2.43 | 7.81 | 6.43 | 5.08 |
| Peso de suelo seco | g | 13.54 | 51.58 | 50.97 | 47.69 |
| Contenido de agua | % | 17.9 | 15.1 | 12.6 | 10.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.618 | 1.672 | 1.686 | 1.651 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.688 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 13.174 | % | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
 Obitos
 Tec. LABORATORIO
 USAT



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. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

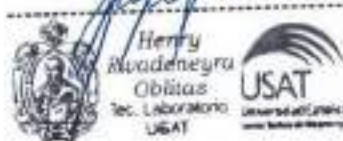
| CALICATA: C-2 | | COORDENADAS: | | | |
|---|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA: M-1 | | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5773 | 5791 | 5787 | 5689 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1741 | 1759 | 1755 | 1657 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.879 | 1.898 | 1.894 | 1.788 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 53.61 | 88.97 | 87.22 | 82.02 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 51.21 | 81.23 | 80.34 | 76.62 |
| Peso de tara | g | 36.79 | 28.28 | 28.49 | 28.31 |
| Peso de agua | g | 2.40 | 7.74 | 6.98 | 5.40 |
| Peso de suelo seco | g | 14.42 | 52.95 | 51.85 | 48.31 |
| Contenido de agua | % | 16.6 | 14.6 | 13.3 | 11.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.611 | 1.656 | 1.672 | 1.606 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.672 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.286 | % | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | |
| <p>The graph plots Dry Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.550 to 1.750) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 8.0 to 20.0). A bell-shaped curve represents the compaction data, with a peak at 13.286% moisture content and a maximum dry density of 1.672 g/cm³. A dashed line labeled 'TECNICA DE LABORATORIO' is also shown for reference.</p> | | | | | |

Henry
Quadeneyra
Oblitas
Tec. LABORATORIO
USAT

SUELOS, Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (54000 pie-lbf/pc³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dht, Catiliv, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

| CALICATA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|---|-------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA : M-1 | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5788 | 5806 | 5781 | 5706 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1756 | 1774 | 1749 | 1674 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.895 | 1.914 | 1.887 | 1.806 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.28 | 80.71 | 77.68 | 70.51 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 48.28 | 74.12 | 72.21 | 66.67 |
| Peso de tara | g | 36.79 | 28.28 | 28.49 | 28.31 |
| Peso de agua | g | 2.00 | 6.59 | 5.47 | 3.84 |
| Peso de suelo seco | g | 11.49 | 45.84 | 43.72 | 38.36 |
| Contenido de agua | % | 17.4 | 14.4 | 12.5 | 10.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.814 | 1.874 | 1.877 | 1.842 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.879 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.185 | % | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | |
| <p>The graph plots Dry Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.550 to 1.750) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 4.0 to 20.0). A smooth curve is drawn through four data points, showing a peak at approximately 1.879 g/cm³ and 13.185% moisture content.</p> | | | | | |



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.345 / ASTM D-1883

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Especialidad : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Título : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

CAUCITA : C-02 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : M-2

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|-------------|-----------|--------------|-------|-------------|--------|--------------|-----------|------------|--------|------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 14 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | | |
| Nº Carga | 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 | 11840 | | 12253 | | 11810 | | 12021 | | 11430 | | 11934 | | | |
| Peso de molde (g) | 7895 | | 7835 | | 7749 | | 7749 | | 7840 | | 7640 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4005 | | 4418 | | 3861 | | 4272 | | 3590 | | 4064 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2104 | | 2108 | | 2108 | | 2108 | | 2102 | | 2102 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.900 | | 2.092 | | 1.830 | | 2.032 | | 1.684 | | 1.936 | | | |
| % de humedad | 13.26 | | 23.75 | | 13.53 | | 24.35 | | 13.59 | | 26.99 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.677 | | 1.694 | | 1.594 | | 1.611 | | 1.482 | | 1.501 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 149.4 | 149.4 | 441.8 | 441.8 | 145.3 | 145.2 | 427.2 | 427.2 | 140.5 | 140.5 | 406.4 | 406.4 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 136.2 | 136.2 | 400.5 | 400.5 | 131.3 | 131.3 | 386.1 | 386.1 | 126.7 | 126.7 | 359.0 | 359.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 14.2 | 14.2 | 413.0 | 413.0 | 13.9 | 13.9 | 411.0 | 411.0 | 13.4 | 13.4 | 474.0 | 474.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.9 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.9 | 28.46 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 107.0 | 107.0 | 3938.9 | 3938.9 | 102.9 | 102.9 | 3800.4 | 3800.4 | 98.2 | 98.2 | 3537.6 | 3537.6 | | |
| % de humedad | 13.26 | 13.26 | 23.75 | 23.75 | 13.53 | 13.53 | 24.35 | 24.35 | 13.59 | 13.59 | 26.99 | 26.99 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.26 | | 23.75 | | 13.53 | | 24.35 | | 13.59 | | 26.99 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 2/10/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.39 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 | | | |
| 3/10/2023 | 10.2 | 24 | 4.26 | 0.197 | | 4.72 | 0.158 | | 5.12 | 0.128 | | | | |
| 4/10/2023 | 10.2 | 48 | 7.34 | 0.184 | | 7.87 | 0.197 | | 8.66 | 0.217 | | | | |
| 5/10/2023 | 10.2 | 72 | 10.43 | 0.261 | | 10.87 | 0.272 | | 12.20 | 0.305 | | | | |
| 6/10/2023 | 10.2 | 96 | 13.60 | 0.338 | | 14.17 | 0.354 | | 15.75 | 0.394 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 7.30 | 4.57 | total | 7.76 | 4.57 | total | 8.62 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Libras | MOLDE Nº 14 | | MOLDE 10 | | MOLDE Nº 10 | | MOLDE 10 | | MOLDE Nº 6 | | MOLDE 6 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Libras | kg | Libras | kg | Libras | kg | Libras | kg | Libras | kg | Libras | kg |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 87 | 24 | | | 36 | 16 | | | 29 | 12 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 118 | 47 | | | 77 | 31 | | | 66 | 23 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 177 | 69 | | | 81 | 36 | | | 66 | 27 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 234 | 80 | 56.0 | 5.8 | 134 | 53 | 48.4 | 4.8 | 65 | 33 | 34.3 | 3.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 276 | 105 | | | 162 | 63 | | | 127 | 50 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 369 | 120 | 110.5 | 7.4 | 209 | 80 | 78.8 | 5.3 | 100 | 59 | 61.1 | 4.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 338 | 132 | | | 212 | 83 | | | 174 | 68 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 379 | 144 | | | 289 | 101 | | | 227 | 88 | | |
| 10.190 | 0.400 | 8'00" | 483 | 168 | | | 401 | 117 | | | 348 | 97 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 417 | 158 | | | 323 | 128 | | | 288 | 104 | | |

Henry Rivas de Leyva Obotias
 Tcn. Laboratorio USAT

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

Título : Fernández Yzquierdo Arnold Menendo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

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

N.T.P. 539.145 / ASTM D-1883

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

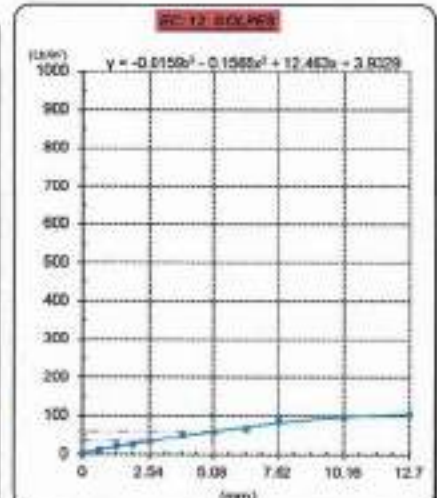
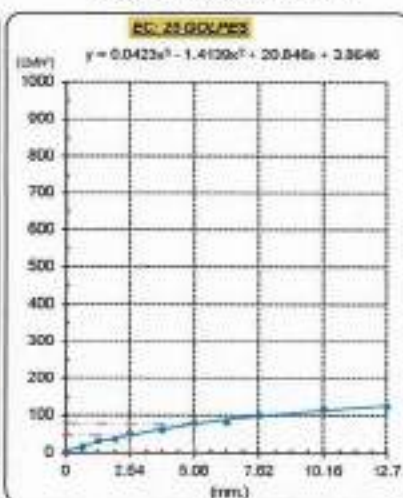
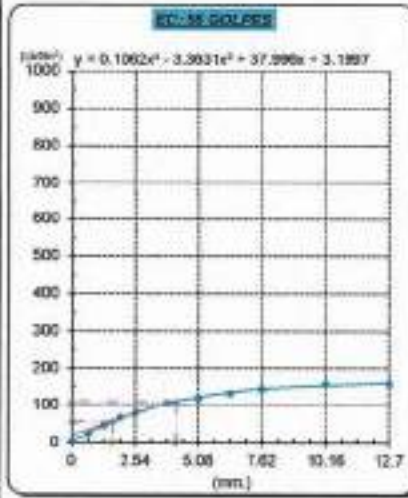


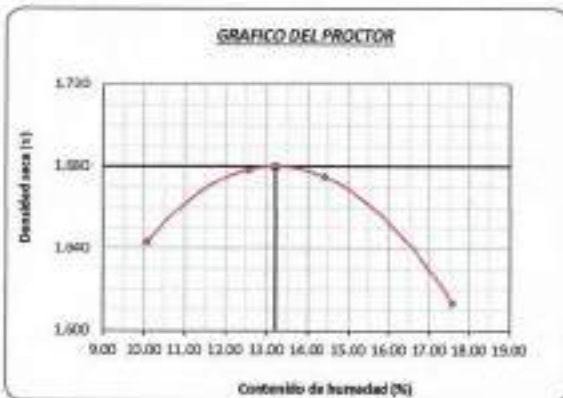
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.680 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 98% : 1.566 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 13.215 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. 5.08 cm.
 C.B.R. AL 100% M.D.S. 6 % 7 %
 C.B.R. AL 98% M.D.S. 5 % 5 %



Henry Rivasenya Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

CAUCATA : C-02 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : M-2

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|-------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|-----|--|--|
| N° Molde | | MOLDE 16 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | | | |
| 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 | | 11821 | | 12181 | | 11996 | | 11994 | | 11484 | | 11842 | | | | |
| Peso de molde (g) | | 788 | | 7835 | | 7789 | | 7740 | | 7680 | | 7640 | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3988 | | 4346 | | 3947 | | 4245 | | 3844 | | 4102 | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 3308 | | 2108 | | 2129 | | 2135 | | 3382 | | 2132 | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.801 | | 2.062 | | 1.804 | | 1.990 | | 1.709 | | 1.924 | | | | |
| % de humedad | | 13.23 | | 22.41 | | 13.43 | | 23.94 | | 13.65 | | 26.41 | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.670 | | 1.684 | | 1.590 | | 1.606 | | 1.504 | | 1.522 | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 112.1 | | 112.1 | | 4346 | | 4346 | | 114.7 | | 114.7 | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 102.3 | | 102.3 | | 3986 | | 3986 | | 104.3 | | 104.3 | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.8 | | 9.8 | | 360.0 | | 360.0 | | 10.4 | | 10.4 | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.3 | | 28.3 | | 0 | | 0 | | 28.8 | | 28.48 | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 74.1 | | 74.1 | | 3020.5 | | 3020.5 | | 75.9 | | 75.9 | | | | |
| % de humedad | | 13.23 | | 13.23 | | 22.41 | | 22.41 | | 13.65 | | 13.65 | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.23 | | 22.41 | | 13.43 | | 23.94 | | 13.65 | | 26.41 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | |
| 7/10/2023 | 10.2 | 0 | 1.16 | 0 | 0 | 1.37 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | | | | | |
| 8/10/2023 | 10.2 | 24 | 4.33 | 0.158 | | 5.31 | 0.133 | | 3.91 | 0.145 | | | | | | |
| 9/10/2023 | 10.2 | 48 | 7.89 | 0.177 | | 8.46 | 0.212 | | 1.84 | 0.248 | | | | | | |
| 10/10/2023 | 10.2 | 72 | 10.63 | 0.266 | | 11.22 | 0.281 | | 2.88 | 0.325 | | | | | | |
| 11/10/2023 | 10.2 | 96 | 13.39 | 0.335 | | 14.67 | 0.364 | | 6.64 | 0.413 | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 7.33 | 4.57 | total | 7.97 | 4.57 | total | 9.05 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° 16 | | | | MOLDE N° 10 | | | | MOLDE N° 6 | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % | | |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.840 | 0.025 | 0'30" | 25 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 61 | 25 | | | | | | | | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 106 | 42 | | | | | | | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 136 | 54 | 58.9 | 6.0 | 109 | 43 | 45.2 | 4.5 | 80 | 32 | 30.6 | 3.1 | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 248 | 98 | | | 180 | 70 | | | 114 | 45 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 383 | 102 | 100.7 | 6.7 | 260 | 78 | 77.5 | 5.2 | 137 | 54 | 54.4 | 3.8 | | |
| 6.390 | 0.250 | 5'00" | 391 | 113 | | | 322 | 67 | | | 183 | 60 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 397 | 120 | | | 348 | 97 | | | 188 | 73 | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 338 | 131 | | | 278 | 109 | | | 321 | 66 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 343 | 134 | | | 288 | 112 | | | 333 | 90 | | | | |

Henry Rivadeneira Obliñas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yaquendo Arnold Mirando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catú, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre 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-1383

GRAFICO CARGA - PENETRACION

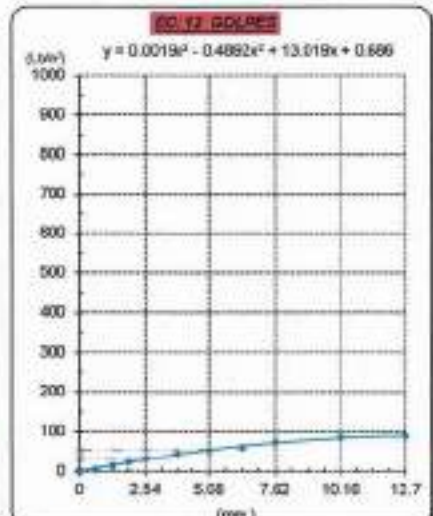
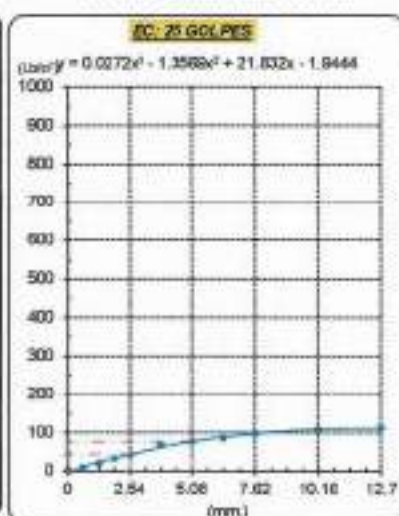
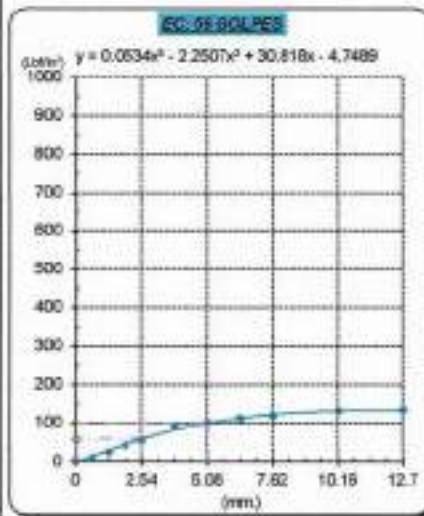


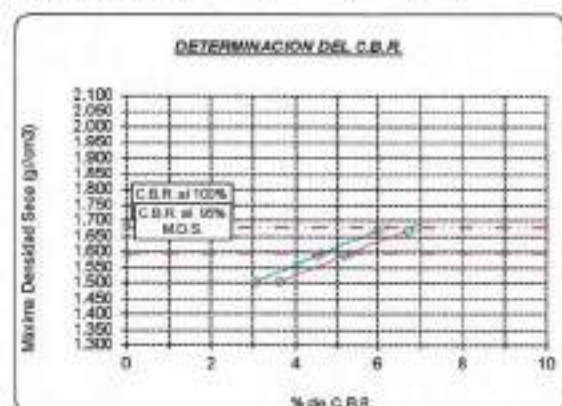
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.680 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.596 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 13.215 %

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 6 % | 7 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 5 % | 5 % |



Henry Rivera Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.345 / ASTM D-1583

Técnico : Fernando Yajquendo Arnold Mercado
 Escala : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

UBICACIÓN : C-02
 MUESTRA : M-2
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|-------|------------|--------------------------|--------------------------|-----------|-------------|--------------------------|--------------------------|----|------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 15 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | | | | |
| Nº Capas | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 13 | | | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11822 | 12172 | 11590 | 11982 | 11482 | 11999 | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 7835 | 7835 | 7749 | 7749 | 7840 | 7840 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3987 | 4337 | 3841 | 4233 | 3642 | 4069 | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 3168 | 2198 | 2335 | 2133 | 2332 | 2132 | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.891 | 2.097 | 1.601 | 1.985 | 1.708 | 1.906 | | | | | | | | | | |
| % de humedad | 13.10 | 22.02 | 13.19 | 23.56 | 13.39 | 25.39 | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.672 | 1.696 | 1.501 | 1.608 | 1.507 | 1.523 | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 118.2 | 118.2 | 4337 | 4337 | 123.6 | 123.6 | 4233 | 4233 | 118.1 | 118.1 | 4069.6 | 4069.6 | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 107.8 | 107.8 | 3987 | 3987 | 112.4 | 112.4 | 3841 | 3841 | 107.5 | 107.5 | 3642.6 | 3642.6 | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 10.4 | 10.4 | 350.0 | 350.0 | 11.1 | 11.1 | 392.0 | 392.0 | 10.6 | 10.6 | 427.0 | 427.0 | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.5 | 28.46 | 0 | 0 | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 79.6 | 79.6 | 3921.4 | 3921.4 | 84.0 | 84.0 | 3760.8 | 3760.8 | 79.9 | 79.0 | 3587.6 | 3587.9 | | | | |
| % de humedad | 13.10 | 13.10 | 22.02 | 22.02 | 13.19 | 13.19 | 23.56 | 23.56 | 13.39 | 13.39 | 25.29 | 25.29 | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.10 | | 22.02 | | 13.19 | | 23.56 | | 13.39 | | 25.29 | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | |
| 12/18/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.80 | 0 | 0 | | | | | |
| 13/15/2023 | 10.2 | 24 | 3.74 | 0.094 | | 4.33 | 0.106 | | 6.83 | 0.113 | | | | | | |
| 14/15/2023 | 10.2 | 48 | 6.30 | 0.157 | | 7.89 | 0.177 | | 9.07 | 0.202 | | | | | | |
| 15/15/2023 | 10.2 | 72 | 8.06 | 0.226 | | 10.24 | 0.256 | | 11.81 | 0.290 | | | | | | |
| 16/12/2023 | 10.2 | 96 | 11.81 | 0.295 | | 13.68 | 0.240 | | 16.36 | 0.384 | | | | | | |
| | | | 4.67 | total | 6.47 | total | 7.44 | total | 4.57 | total | 6.41 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Libras | MOLDE Nº 15 | | MOLDE Nº 10 | | MOLDE Nº 6 | | MOLDE Nº 15 | | MOLDE Nº 10 | | MOLDE Nº 6 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Lect. Dial | Libras pulg ² | Libras pulg ² | % | Lect. Dial | Libras pulg ² | Libras pulg ² | % | Lect. Dial | Libras pulg ² | Libras pulg ² | % | | |
| 0.090 | 0.090 | 0.700" | 8 | 2 | 8 | 2 | | | 8 | 2 | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0.730" | 35 | 15 | 23 | 11 | | | 13 | 6 | | | | | | |
| 1.270 | 0.060 | 1.000" | 70 | 29 | 46 | 23 | | | 41 | 18 | | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1.300" | 118 | 46 | 81 | 36 | | | 68 | 27 | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2.000" | 188 | 58 | 118 | 47 | 63.0 | 6.3 | 118 | 47 | 48.4 | 4.8 | 80 | 36 | 33.7 | 3.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3.000" | 291 | 96 | 189 | 74 | | | 126 | 50 | | | 144 | 67 | 59.6 | 5.9 |
| 5.080 | 0.200 | 4.000" | 388 | 105 | 207 | 81 | 106.2 | 7.1 | 207 | 81 | 82.4 | 8.2 | 144 | 67 | 59.6 | 5.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5.000" | 517 | 124 | 343 | 95 | | | 188 | 86 | | | 188 | 86 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6.000" | 630 | 129 | 392 | 102 | | | 193 | 75 | | | 193 | 75 | | |
| 10.150 | 0.400 | 8.000" | 888 | 140 | 598 | 116 | | | 236 | 82 | | | 236 | 82 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10.000" | 888 | 140 | 308 | 120 | | | 348 | 95 | | | 348 | 95 | | |

Henry Rivas Oblián
 Tec. LABORATORIO USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: Fernández Yzquierdo Arnold Menéndez
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal
 Ubicación: Dist. Castilla, Provincia San Miguel y Región Cuzamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, octubre del 2024

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

N.T.P. 139,145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

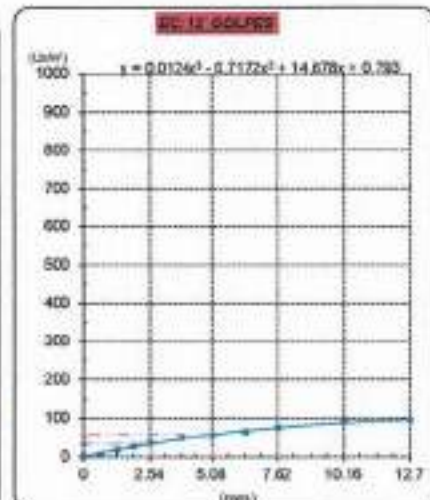
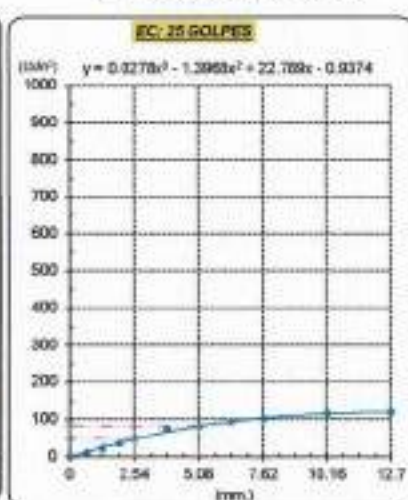
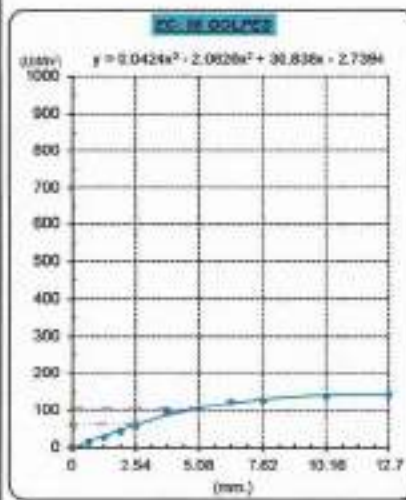


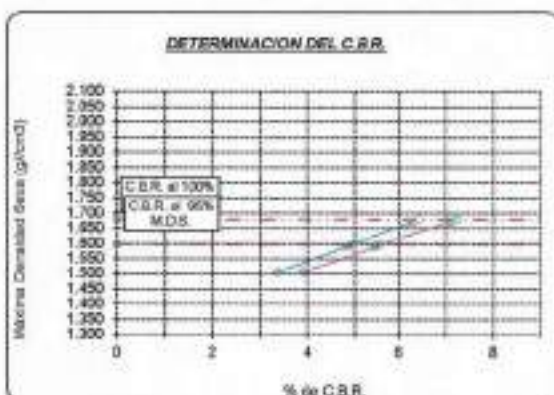
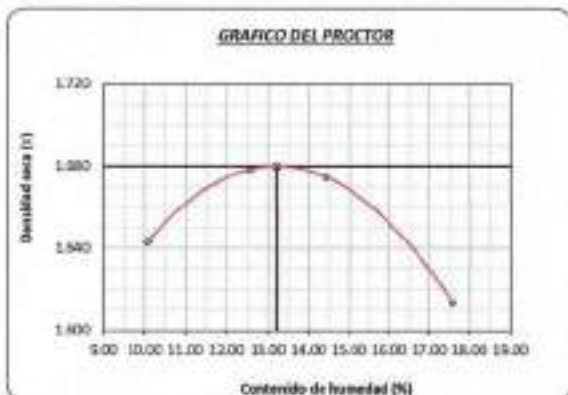
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.580 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 96% 1.596 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 13.216 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. 5.08 cm.
 C.B.R. AL 100% M.D.S. 6 % 7 %
 C.B.R. AL 96% M.D.S. 5 % 6 %



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tecista : Fernández Yagüero Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilloz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

DELICATA : C-02 PROFUNDIDAD : 100 mm - 150 mm
 MUESTRA : M-2

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|------------|-----------|--------------|-------|------------|-----------|--------------|-------|------------|-----------|------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 15 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 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 | 11830 | | 12188 | | 11593 | | 11893 | | 11415 | | 11832 | | | |
| Peso de molde (g) | 7885 | | 7835 | | 7748 | | 7749 | | 7840 | | 7840 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3995 | | 4353 | | 3844 | | 4244 | | 3575 | | 3992 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2308 | | 2308 | | 2133 | | 2133 | | 2132 | | 2132 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.895 | | 2.065 | | 1.802 | | 1.990 | | 1.677 | | 1.873 | | | |
| % de humedad | 13.14 | | 22.25 | | 13.22 | | 23.79 | | 13.32 | | 25.16 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.675 | | 1.689 | | 1.592 | | 1.637 | | 1.480 | | 1.495 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarso Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarso + Suelo húmedo (g.) | 114.5 | 114.5 | 4353 | 4353 | 118.8 | 118.8 | 4244 | 4244 | 116.7 | 116.7 | 3992.0 | 3992.0 | | |
| Tarso + Suelo seco (gr.) | 104.5 | 104.5 | 3995 | 3995 | 108.2 | 108.2 | 3844 | 3844 | 106.3 | 106.3 | 3875.0 | 3875.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 10.0 | 10.0 | 358.0 | 358.0 | 10.6 | 10.6 | 400.0 | 400.0 | 10.4 | 10.4 | 417.0 | 417.0 | | |
| Peso del tarso (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 76.3 | 76.3 | 3929.2 | 3929.2 | 79.8 | 79.8 | 3783.8 | 3783.8 | 77.8 | 77.8 | 3822.9 | 3822.9 | | |
| % de humedad | 13.14 | 13.14 | 22.25 | 22.25 | 13.22 | 13.22 | 23.79 | 23.79 | 13.32 | 13.32 | 25.16 | 25.16 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.14 | | 22.25 | | 13.22 | | 23.79 | | 13.32 | | 25.16 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | | DIAL | EXPANSIÓN | | | DIAL | EXPANSIÓN | | |
| | | | | Pulg | % | | | Pulg | % | | | Pulg | % | |
| 17/10/2023 | 10.2 | 0 | 5.18 | 0 | 0 | 5.42 | 0 | 0 | 5.88 | 0 | 0 | | | |
| 18/10/2023 | 10.2 | 24 | 5.82 | 0.095 | | 4.57 | 0.114 | | 5.88 | 0.124 | | | | |
| 19/10/2023 | 10.2 | 48 | 6.42 | 0.160 | | 7.38 | 0.182 | | 9.23 | 0.206 | | | | |
| 20/10/2023 | 10.2 | 72 | 8.25 | 0.231 | | 10.68 | 0.264 | | 12.81 | 0.309 | | | | |
| 21/10/2023 | 10.2 | 96 | 11.83 | 0.298 | | 13.88 | 0.348 | | 15.18 | 0.379 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.53 | | 4.57 | total | 7.59 | | 4.57 | total | 6.30 | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 15 | | MOLDE Nº | | MOLDE 10 | | MOLDE Nº | | MOLDE 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. | Lbs/inch2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | | | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 35 | 15 | | | | | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 70 | 29 | | | | | | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 115 | 45 | | | | | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 177 | 71 | 48.4 | 4.8 | 82 | 28 | 37.0 | 3.7 | 47 | 20 | 25.5 | 2.5 |
| 3.190 | 0.125 | 300" | 251 | 98 | | | 109 | 34 | | | 126 | 50 | | |
| 3.830 | 0.150 | 400" | 338 | 134 | 90.4 | 8.0 | 136 | 42 | 70.1 | 4.7 | 74 | 30 | 49.7 | 3.3 |
| 4.470 | 0.175 | 500" | 437 | 174 | | | 183 | 56 | | | 188 | 66 | | |
| 5.110 | 0.200 | 600" | 546 | 215 | | | 232 | 74 | | | 235 | 75 | | |
| 5.750 | 0.225 | 700" | 655 | 257 | | | 281 | 91 | | | 286 | 92 | | |
| 6.390 | 0.250 | 800" | 764 | 300 | | | 329 | 107 | | | 336 | 107 | | |
| 7.030 | 0.275 | 900" | 873 | 343 | | | 378 | 124 | | | 386 | 124 | | |
| 7.670 | 0.300 | 1000" | 982 | 386 | | | 427 | 141 | | | 436 | 141 | | |
| 8.310 | 0.325 | 1100" | 1091 | 429 | | | 476 | 158 | | | 486 | 158 | | |
| 8.950 | 0.350 | 1200" | 1200 | 472 | | | 525 | 175 | | | 536 | 175 | | |
| 9.590 | 0.375 | 1300" | 1309 | 515 | | | 574 | 192 | | | 586 | 192 | | |
| 10.230 | 0.400 | 1400" | 1418 | 558 | | | 623 | 209 | | | 636 | 209 | | |
| 10.870 | 0.425 | 1500" | 1527 | 601 | | | 672 | 226 | | | 686 | 226 | | |
| 11.510 | 0.450 | 1600" | 1636 | 644 | | | 721 | 243 | | | 736 | 243 | | |
| 12.150 | 0.475 | 1700" | 1745 | 687 | | | 770 | 260 | | | 786 | 260 | | |
| 12.790 | 0.500 | 1800" | 1854 | 730 | | | 819 | 277 | | | 836 | 277 | | |

Jhonny Rivas de Neira Obiñas
 Tsc. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tecnia : Famiándor Yzquierdo Arnold Méndez
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre 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-1553

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

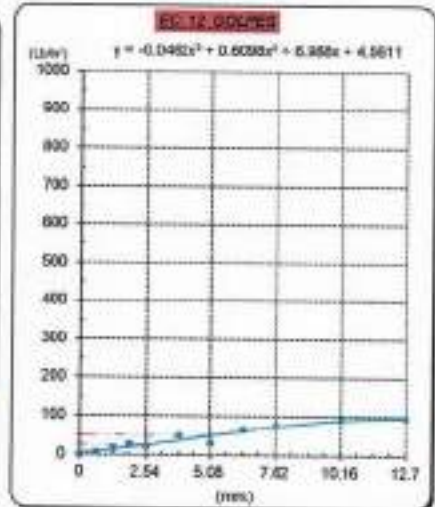
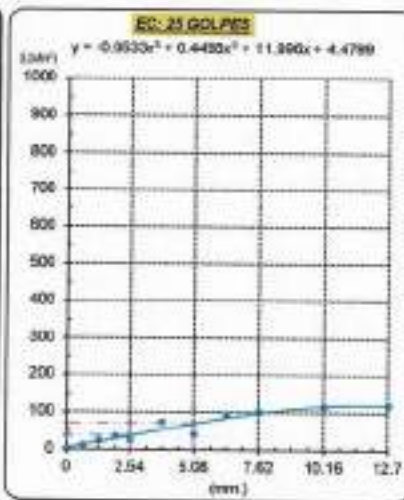
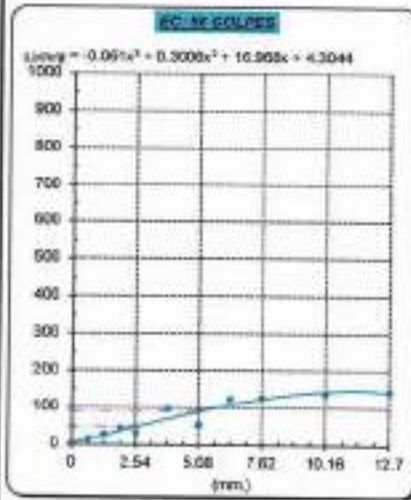


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.680 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.590 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 13.215 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 5 % | 6 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 4 % | 5 % |



Henry Rivasdeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merande
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catibuz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

CALECATA : C-02
 MUESTRA : M-2
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|----------|------------|--------------|------------|----------|------------|------|-----|-------|---|
| MOLDE 16 | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | | | | | | | | |
| Nº Molde | | 5 | | | | 5 | | | | | | | | | | | |
| Nº Capas | | 56 | | | | 25 | | | | | | | | | | | |
| Nº Golpes por capa | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 11842 | 12213 | 11574 | 11970 | 11476 | 11901 | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 7835 | 7835 | 7749 | 7749 | 7840 | 7840 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 4007 | 4378 | 3825 | 4229 | 3636 | 4061 | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 3108 | 2108 | 2132 | 2132 | 2132 | 2132 | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.901 | 2.077 | 1.793 | 1.963 | 1.705 | 1.905 | | | | | | | | | | |
| % de humedad | | 13.08 | 22.50 | 13.19 | 23.92 | 13.24 | 25.10 | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.681 | 1.695 | 1.564 | 1.600 | 1.500 | 1.523 | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tazo Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | | |
| Tazo + Suelo húmedo (gr.) | | 117.2 | 117.2 | 4378 | 4378 | 124.2 | 124.2 | 4229 | 4229 | 118.5 | 118.5 | 4061.0 | 4061.0 | | | | |
| Tazo + Suelo seco (gr.) | | 106.9 | 106.9 | 4007 | 4007 | 113.0 | 113.0 | 3825 | 3825 | 108.0 | 108.0 | 3636.0 | 3636.0 | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 10.3 | 10.3 | 371.0 | 371.0 | 11.2 | 11.2 | 404.0 | 404.0 | 10.5 | 10.5 | 425.0 | 425.0 | | | | |
| Peso del tazón (gr.) | | 26.5 | 26.5 | 0 | 0 | 26.4 | 26.4 | 0 | 0 | 26.5 | 26.46 | 0 | 0 | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 76.7 | 76.7 | 3640.8 | 3640.8 | 84.6 | 84.6 | 3765.3 | 3765.3 | 79.6 | 79.6 | 3582.1 | 3582.1 | | | | |
| % de humedad | | 13.08 | 13.08 | 22.50 | 22.50 | 13.19 | 13.19 | 23.92 | 23.92 | 13.24 | 13.24 | 25.10 | 25.10 | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.08 | | 22.50 | | 13.19 | | 23.92 | | 13.24 | | 25.10 | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | | |
| 23/10/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.85 | 0 | 0 | 1.81 | 0 | 0 | | | | | | |
| 23/10/2023 | 10.2 | 24 | 5.12 | 0.128 | | 6.71 | 0.143 | | 6.69 | 0.167 | | | | | | | |
| 24/10/2023 | 10.2 | 48 | 7.48 | 0.187 | | 9.08 | 0.226 | | 10.63 | 0.268 | | | | | | | |
| 25/10/2023 | 10.2 | 72 | 11.42 | 0.285 | | 11.61 | 0.290 | | 13.79 | 0.344 | | | | | | | |
| 26/10/2023 | 10.2 | 96 | 14.67 | 0.364 | | 15.35 | 0.384 | | 17.32 | 0.433 | | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 7.97 | 4.57 | total | 8.41 | 4.57 | total | 8.40 | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 16 | | | | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 6 | | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | | |
| | | | Lib | Dial | Lib | ps/g2 | % | Lib | Dial | Lib | ps/g2 | % | Lib | Dial | Lib | ps/g2 | % |
| mm. | pulg. | Lbs/in2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | | |
| 0.840 | 0.025 | 030" | 39 | 14 | | | 39 | 10 | | | 10 | 8 | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 66 | 27 | | | 62 | 22 | | | 38 | 17 | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 111 | 44 | | | 85 | 35 | | | 64 | 26 | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 1000 | 36 | 51.9 | 5.2 | 79 | 32 | 39.5 | 4.0 | 66 | 24 | 26.9 | 2.7 | | | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 1500 | 97 | 63.1 | 6.2 | 105 | 72 | 44.1 | 4.0 | 128 | 47 | 33.9 | 3.5 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 2000 | 180 | 70 | 63.1 | 6.2 | 137 | 54 | 72.1 | 4.8 | 96 | 38 | 50.9 | 3.4 | | |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 2500 | 304 | 118 | | | 233 | 91 | | | 161 | 63 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 3000 | 319 | 124 | | | 255 | 99 | | | 191 | 75 | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | 349 | 136 | | | | 289 | 113 | | | 229 | 89 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 399 | 155 | | | | 298 | 118 | | | 239 | 93 | | | | |

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TIGRO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre 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

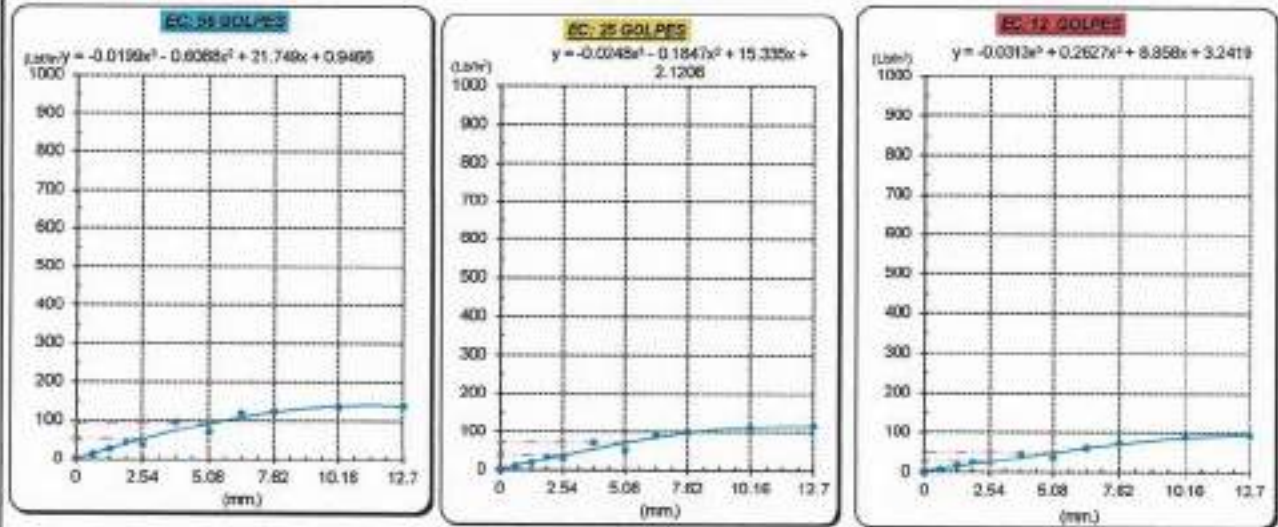


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.980 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.590 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 13.215 %

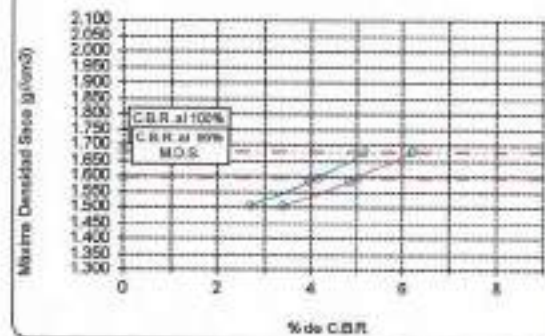
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 5 % | 5 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 4 % | 5 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yequendo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2024

CAUCITA : C-02
 MUESTRA : M-2
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|------------|------------|--------------|-------|------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 15 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 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 | 11028 | 12175 | 11598 | 11984 | 11445 | 11887 | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 7835 | 7835 | 7748 | 7740 | 7840 | 7840 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3993 | 4341 | 3850 | 4236 | 3605 | 4047 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2184 | 2108 | 2333 | 2133 | 2442 | 2132 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.894 | 2.059 | 1.650 | 1.985 | 1.691 | 1.898 | | | | | | | | |
| % de humedad | 13.27 | 22.14 | 13.30 | 23.78 | 13.33 | 25.78 | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.672 | 1.686 | 1.589 | 1.604 | 1.492 | 1.589 | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 144.5 | 144.5 | 4341 | 4341 | 138.1 | 138.1 | 4236 | 4236 | 136.1 | 136.1 | 4047.6 | 4047.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 130.9 | 130.9 | 3993 | 3993 | 125.3 | 125.3 | 3828 | 3828 | 123.4 | 123.4 | 3605.6 | 3605.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 13.6 | 13.6 | 348.0 | 348.0 | 12.8 | 12.8 | 398.0 | 398.0 | 12.7 | 12.7 | 442.0 | 442.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.5 | 28.45 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 102.6 | 102.6 | 3927.3 | 3927.3 | 96.9 | 96.9 | 3778.0 | 3778.0 | 95.0 | 95.0 | 3552.0 | 3552.0 | | |
| % de humedad | 13.27 | 13.27 | 22.14 | 22.14 | 13.30 | 13.30 | 23.78 | 23.78 | 13.33 | 13.33 | 25.78 | 25.78 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.27 | | 22.14 | | 13.30 | | 23.78 | | 13.33 | | 25.78 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/10/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.83 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | | | |
| 28/10/2023 | 10.2 | 24 | 4.17 | 0.104 | | 5.00 | 0.125 | | 5.43 | 0.136 | | | | |
| 29/10/2023 | 10.2 | 48 | 7.81 | 0.175 | | 8.27 | 0.207 | | 8.96 | 0.222 | | | | |
| 30/10/2023 | 10.2 | 72 | 18.04 | 0.251 | | 11.02 | 0.276 | | 12.89 | 0.325 | | | | |
| 31/10/2023 | 10.2 | 96 | 12.03 | 0.321 | | 14.98 | 0.374 | | 18.84 | 0.413 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 7.03 | 4.57 | total | 8.19 | 4.07 | total | 9.05 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Libras | MOLDE Nº | | MOLDE 15 | | MOLDE Nº | | MOLDE 10 | | MOLDE Nº | | MOLDE 6 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Leet. Dial | Lib. pulg2 | Lib. pulg2 | % | Leet. Dial | Lib. pulg2 | Lib. pulg2 | % | Leet. Dial | Lib. pulg2 | Lib. pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 31 | 14 | | | 21 | 10 | | | 15 | 6 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 67 | 27 | | | 53 | 22 | | | 39 | 17 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 112 | 44 | | | 89 | 36 | | | 62 | 27 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 115 | 46 | 55.8 | 5.6 | 92 | 37 | 42.6 | 4.3 | 69 | 28 | 29.3 | 2.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 249 | 97 | | | 196 | 73 | | | 132 | 48 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 213 | 83 | 97.6 | 8.5 | 160 | 64 | 75.4 | 6.0 | 115 | 45 | 53.5 | 3.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 367 | 120 | | | 294 | 92 | | | 183 | 64 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 323 | 126 | | | 267 | 102 | | | 191 | 75 | | |
| 10.190 | 0.400 | 8'00" | 381 | 137 | | | 291 | 113 | | | 221 | 90 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 358 | 140 | | | 301 | 117 | | | 241 | 94 | | |

Henry Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio USAT



USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Testata : Fernández Yaqiundo Arnold Morado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teó : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre 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

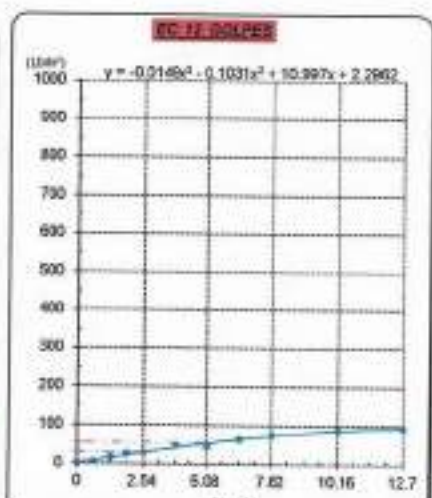
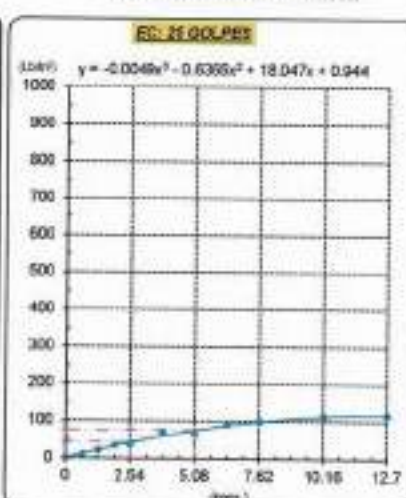
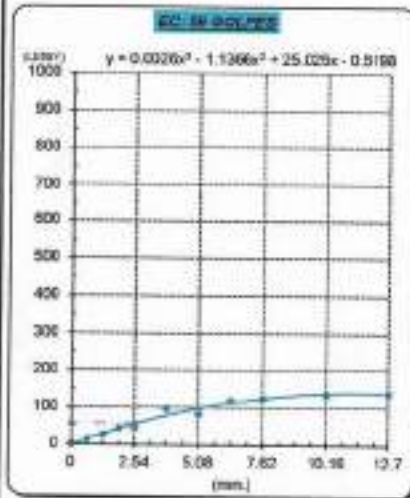


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.680 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.598 g/cm³
 ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 13.215 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 6 % | 7 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 4 % | 5 % |



Henry Rivadeneyra
 Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

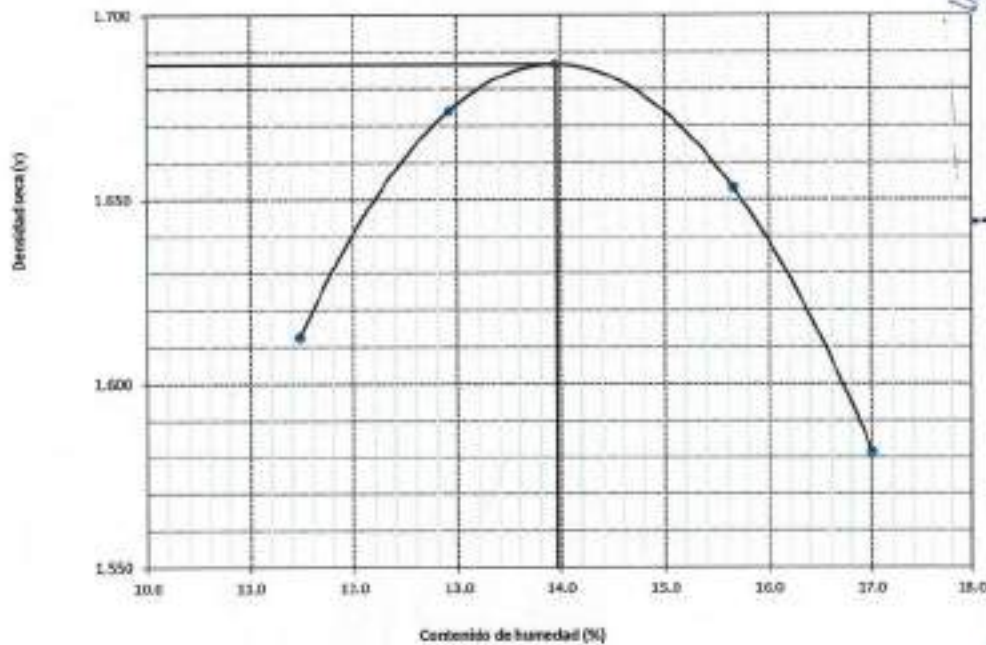


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 ple-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesiista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------|----------|--|
| CAUCATA : | C-2 | COORDENADAS : | | | | |
| MUESTRA : | M-2 + 5% ASERRIN | PROFUNDIDAD : | 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del suelo + molde | g | 5747 | 5804 | 5784 | 5698 | |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 | |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1715 | 1772 | 1752 | 1666 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 | |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.851 | 1.912 | 1.890 | 1.798 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 65.95 | 74.25 | 81.40 | 68.77 | |
| Peso del suelo seco + tara | g | 59.71 | 67.75 | 74.72 | 64.39 | |
| Peso de tara | g | 23.01 | 26.23 | 23.01 | 26.23 | |
| Peso de agua | g | 6.24 | 6.50 | 6.68 | 4.38 | |
| Peso de suelo seco | g | 36.70 | 41.52 | 51.71 | 38.16 | |
| Contenido de agua | % | 17.0 | 15.7 | 12.9 | 11.5 | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.582 | 1.553 | 1.674 | 1.613 | |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.687 | g/cm ³ | | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.960 | % | | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

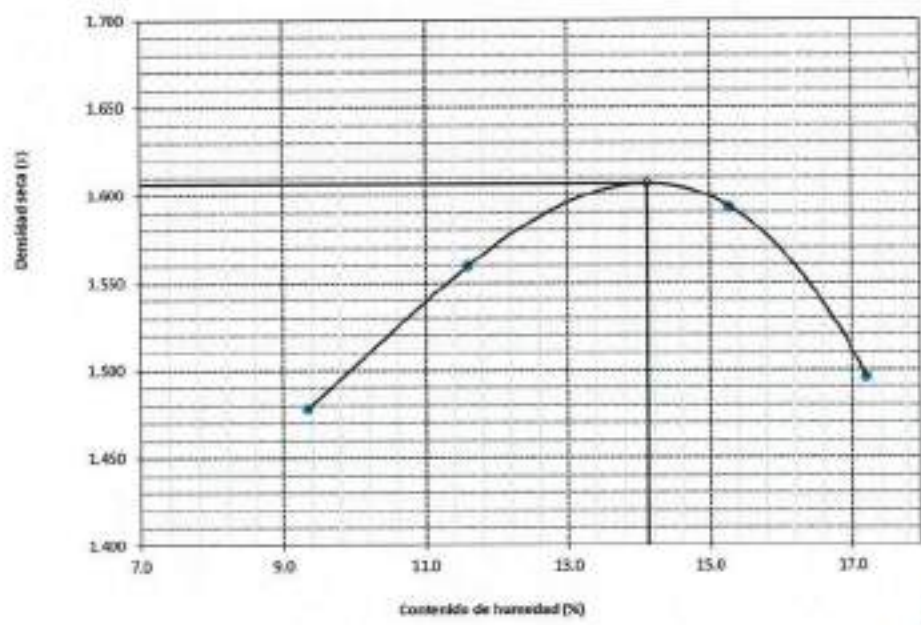


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| CALICATA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA : M-2 + 5% ASERRÍN | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5657 | 5734 | 5645 | 5530 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1625 | 1702 | 1613 | 1498 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.753 | 1.836 | 1.740 | 1.616 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 64.65 | 70.45 | 82.75 | 68.85 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 58.54 | 64.69 | 76.54 | 65.21 |
| Peso de tara | g | 23.01 | 26.23 | 23.01 | 26.23 |
| Peso de agua | g | 6.11 | 5.86 | 6.21 | 3.64 |
| Peso de suelo seco | g | 35.53 | 36.36 | 53.53 | 38.68 |
| Contenido de agua | % | 17.2 | 15.3 | 11.6 | 9.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.496 | 1.593 | 1.560 | 1.478 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.607 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.114 | % | | | |

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-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cabilloc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| CALICATA : C-2 | COORDENADAS : |
| MUESTRA : M-2 + 5% ASERRIN | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m |

| Número de ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g. 5693 | 5777 | 5685 | 5570 |
| Peso del molde | g. 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. 1661 | 1745 | 1653 | 1538 |
| Volumen del molde | cm ³ 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ 1.792 | 1.853 | 1.784 | 1.680 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
|------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| Nº Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. 71.89 | 76.31 | 79.30 | 63.16 |
| Peso del suelo seco + tara | g. 64.83 | 70.02 | 73.35 | 60.05 |
| Peso de tara | g. 23.01 | 26.23 | 23.01 | 26.23 |
| Peso de agua | g. 8.86 | 6.29 | 5.95 | 3.11 |
| Peso de suelo seco | g. 41.82 | 43.79 | 50.34 | 33.82 |
| Contenido de agua | % 16.4 | 14.4 | 11.8 | 9.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ 1.540 | 1.646 | 1.595 | 1.520 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.648 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.046 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR

The graph plots Dry Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.400 to 1.700) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 7.0 to 17.0). A smooth curve is drawn through four data points, with a vertical line indicating the peak at 14.046% moisture content and a density of 1.648 g/cm³.

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Wadenevru Oblitas
 Ing. Laboratorio USAT

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

Testa : Fernández Yequiendo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CARGA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 5% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|----------|------------|--------------|------------|----------|------------|---|
| Nº Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | |
| 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 | | 11210 | | 11503 | | 11205 | | 11487 | | 11059 | | 11294 | | |
| Peso de molde (g) | | 8145 | | 8145 | | 8258 | | 8258 | | 8380 | | 8380 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3065 | | 3358 | | 2949 | | 3241 | | 2679 | | 3034 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1650 | | 1650 | | |
| Densidad húmeda (gr/cc) | | 1.877 | | 2.056 | | 1.806 | | 1.985 | | 1.626 | | 1.839 | | |
| % de humedad | | 14.11 | | 23.82 | | 14.22 | | 24.28 | | 14.13 | | 28.72 | | |
| Densidad seca (gr/cc) | | 1.645 | | 1.661 | | 1.581 | | 1.587 | | 1.433 | | 1.451 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 97.3 | 97.3 | 3368 | 3368 | 105.7 | 105.7 | 3241 | 3241 | 89.8 | 89.8 | 3034.0 | 3034.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 88.8 | 88.8 | 3065 | 3065 | 96.9 | 96.9 | 2949 | 2949 | 82.2 | 82.2 | 2699.0 | 2699.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 8.5 | 8.5 | 293.0 | 293.0 | 9.8 | 9.8 | 292.0 | 292.0 | 7.6 | 7.6 | 335.0 | 335.0 | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 60.5 | 60.5 | 3015.4 | 3015.4 | 60.6 | 60.6 | 2903.1 | 2903.1 | 53.8 | 53.8 | 2660.9 | 2660.9 | |
| % de humedad | | 14.11 | 14.11 | 23.82 | 23.82 | 14.22 | 14.22 | 24.28 | 24.28 | 14.13 | 14.13 | 28.72 | 28.72 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.11 | | 23.82 | | 14.22 | | 24.28 | | 14.13 | | 28.72 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/04/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.28 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 3/04/2024 | 16.5 | 24 | 4.41 | 0.110 | | 4.72 | 0.118 | | 8.69 | 0.127 | | | | |
| 4/04/2024 | 16.5 | 48 | 7.84 | 0.191 | | 8.67 | 0.202 | | 8.54 | 0.214 | | | | |
| 5/04/2024 | 16.5 | 72 | 10.89 | 0.271 | | 11.42 | 0.285 | | 13.86 | 0.301 | | | | |
| 6/04/2024 | 16.5 | 96 | 14.36 | 0.351 | | 14.78 | 0.369 | | 15.91 | 0.358 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 7.68 | 4.57 | total | 8.08 | 4.57 | total | 8.49 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 3 | | | | MOLDE Nº 2 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbs | kg | Lbs | % | Lbs | kg | Lbs | % | Lbs | kg | Lbs | % |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 82 | 33 | | | 89 | 24 | | | 48 | 19 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 187 | 82 | | | 108 | 43 | | | 78 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 235 | 92 | | | 148 | 58 | | | 80 | 36 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 293 | 110 | 78.8 | 9.0 | 177 | 69 | 69.9 | 7.6 | 111 | 44 | 43.1 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 370 | 144 | | | 246 | 98 | | | 141 | 55 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 428 | 168 | 156.2 | 10.3 | 278 | 107 | 111.8 | 7.5 | 178 | 68 | 72.0 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 484 | 190 | | | 318 | 123 | | | 206 | 80 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 543 | 214 | | | 352 | 141 | | | 230 | 101 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 698 | 237 | | | 395 | 154 | | | 281 | 109 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 852 | 258 | | | 434 | 166 | | | 308 | 119 | | |

Henry Rivadeneiry Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cabilac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

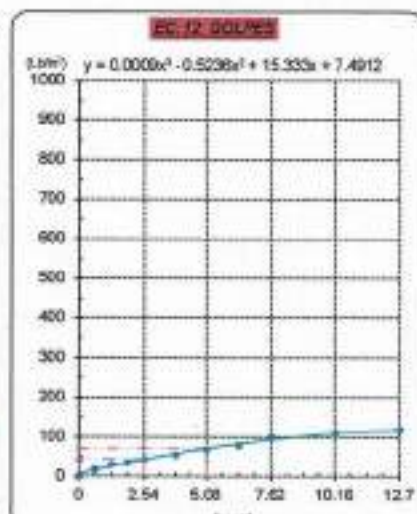
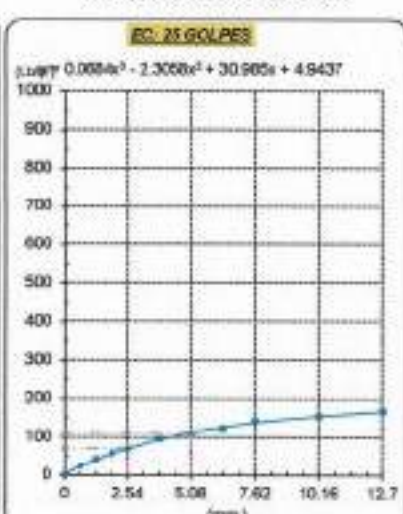
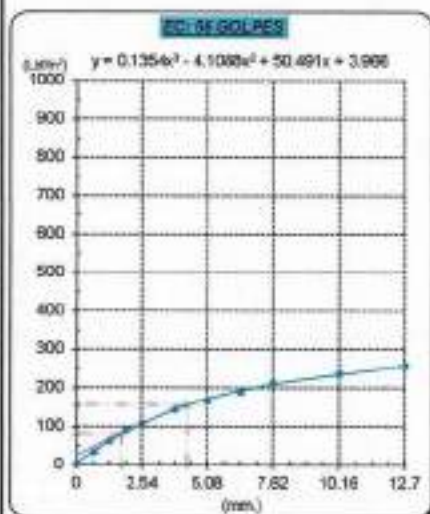


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.647 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.565 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.040 %

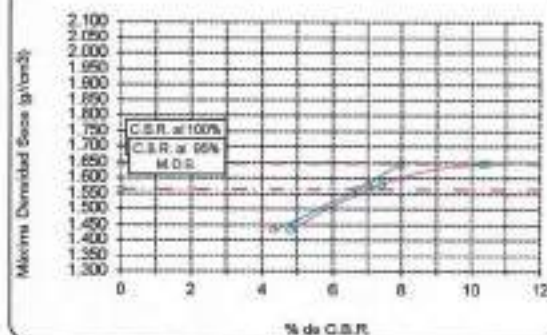
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 8 % | 10 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 7 % | 7 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivasdeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Técnico : Fernández Yaguierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CAJATA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 5% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|-------------|------------|------------|--------------|-------|------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|---|------------|------------|------------|-----|------------|------------|------------|---|
| N° Molde | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | |
| N° Capas | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | |
| N° Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | | | | | | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11187 | 11482 | 11148 | 11448 | 11120 | 11444 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 8145 | 8145 | 8256 | 8256 | 8960 | 8380 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3042 | 3337 | 2890 | 3193 | 2760 | 3064 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1833 | 1833 | 1833 | 1833 | 1890 | 1850 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.663 | 2.043 | 1.770 | 1.955 | 1.673 | 1.859 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % de humedad | 14.05 | 23.90 | 14.15 | 24.79 | 14.22 | 25.13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.833 | 1.649 | 1.550 | 1.587 | 1.454 | 1.482 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 199.1 | 109.1 | 3337 | 3337 | 98.9 | 98.9 | 3193 | 3193 | 96.1 | 96.1 | 3984.0 | 3084.0 | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo seco (g.) | 99.1 | 99.1 | 3042 | 3042 | 90.2 | 90.2 | 2890 | 2890 | 87.7 | 87.7 | 2760.0 | 2760.0 | | | | | | | | | | |
| Peso del Agua (g.) | 10.0 | 10.0 | 295.0 | 295.0 | 8.8 | 8.8 | 303.0 | 303.0 | 8.4 | 8.4 | 324.0 | 324.0 | | | | | | | | | | |
| Peso del tarro (g.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco (g.) | 70.9 | 70.9 | 2993.1 | 2993.1 | 61.9 | 61.9 | 2845.9 | 2845.9 | 59.3 | 59.3 | 2730.2 | 2730.2 | | | | | | | | | | |
| % de humedad | 14.05 | 14.05 | 23.90 | 23.90 | 14.15 | 14.15 | 24.79 | 24.79 | 14.22 | 14.22 | 25.13 | 25.13 | | | | | | | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.05 | | 23.90 | | 14.15 | | 24.79 | | 14.22 | | 25.13 | | | | | | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | | | | | | | |
| 7/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.48 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 8/04/2024 | 10.2 | 24 | 4.92 | 0.123 | | 5.29 | 0.135 | | 5.91 | 0.148 | | | | | | | | | | | | |
| 9/04/2024 | 10.2 | 48 | 5.89 | 0.217 | | 9.23 | 0.233 | | 10.04 | 0.251 | | | | | | | | | | | | |
| 10/04/2024 | 10.2 | 72 | 12.40 | 0.310 | | 13.27 | 0.332 | | 16.17 | 0.354 | | | | | | | | | | | | |
| 11/04/2024 | 10.2 | 96 | 16.14 | 0.404 | | 17.22 | 0.431 | | 18.31 | 0.458 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 8.84 | 4.57 | total | 9.43 | 4.57 | total | 10.02 | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE N° | | | | MOLDE 1 | | | | MOLDE N° | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 68 | 35 | | | | | 54 | 23 | | | | | | | 39 | 17 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 156 | 60 | | | | | 94 | 38 | | | | | | | 74 | 30 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 248 | 97 | | | | | 139 | 55 | | | | | | | 89 | 36 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 302 | 118 | 83.8 | 8.4 | | | 167 | 65 | 63.4 | 6.3 | | | | | 111 | 44 | 41.9 | 4.2 | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 397 | 155 | | | | | 215 | 84 | | | | | | | 138 | 53 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 440 | 172 | 163.1 | 10.9 | | | 244 | 95 | 100.2 | 6.7 | | | | | 167 | 65 | 99.2 | 4.6 | | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 508 | 200 | | | | | 283 | 110 | | | | | | | 198 | 77 | | | | |
| 7.820 | 0.300 | 6'00" | 584 | 228 | | | | | 324 | 128 | | | | | | | 244 | 95 | | | | |
| 10.190 | 0.400 | 8'00" | 630 | 250 | | | | | 381 | 141 | | | | | | | 271 | 106 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 685 | 277 | | | | | 397 | 155 | | | | | | | 298 | 117 | | | | |

Henry Ruadeneiro Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yaqiardo Arnold Merello
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

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

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

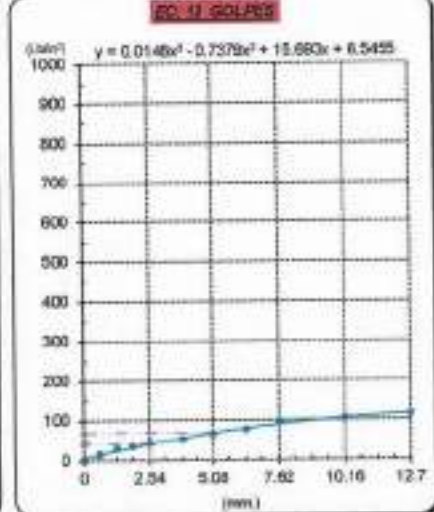
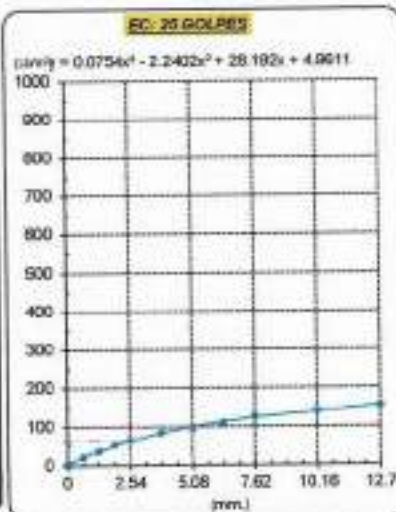
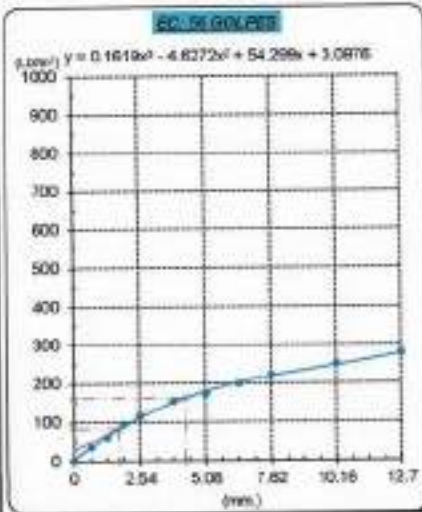


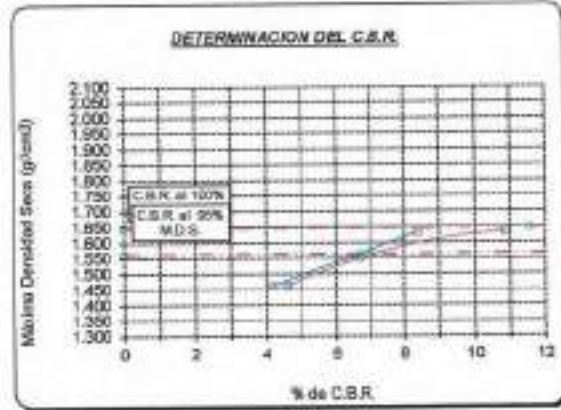
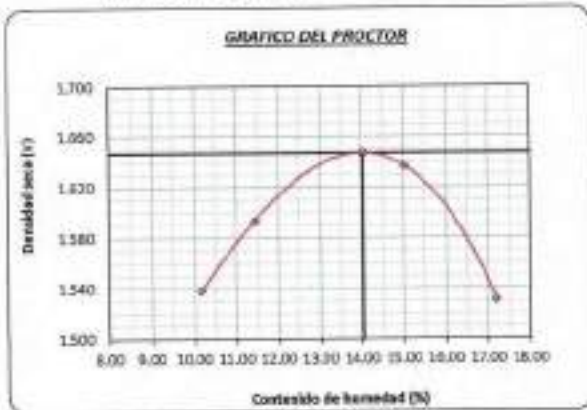
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.647 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.565 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.040 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 9 % | 12 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 7 % | 7 % |



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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-1885

Realiza : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Det. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

ESCALA: C-2 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA: M-2 + 5% ASERRIN

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 1 | | MOLDE 3 | | MOLDE 2 | |
| | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11213 | 11614 | 11164 | 11447 | 11122 | 11445 |
| Peso de molde (g) | 8145 | 8145 | 8254 | 8254 | 8090 | 8360 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3068 | 3369 | 2908 | 3191 | 2762 | 3085 |
| Volumen del molde (cc) | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.879 | 2.063 | 1.781 | 1.954 | 1.674 | 1.870 |
| % de humedad | 14.02 | 23.99 | 14.19 | 24.07 | 14.16 | 26.03 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.540 | 1.684 | 1.520 | 1.576 | 1.466 | 1.484 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 111.8 | 111.8 | 3068 | 3369 | 126.1 | 126.1 | 3191 | 3191 | 103.9 | 103.9 | 3085.0 | 3085.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 101.5 | 101.5 | 3068 | 3068 | 114.3 | 114.3 | 2908 | 2908 | 94.5 | 94.5 | 2762.0 | 2762.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 10.3 | 10.3 | 301.0 | 301.0 | 12.2 | 12.2 | 283.0 | 283.0 | 9.4 | 9.4 | 323.0 | 323.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 26.2 | 26.2 | 0 | 0 | 26.3 | 26.3 | 0 | 0 | 26.4 | 26.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 73.3 | 73.3 | 3018.3 | 3018.3 | 66.0 | 66.0 | 2863.3 | 2863.3 | 66.1 | 66.1 | 2722.1 | 2722.1 |
| % de humedad | 14.02 | 14.02 | 23.99 | 23.99 | 14.19 | 14.19 | 24.07 | 24.07 | 14.16 | 14.16 | 26.03 | 26.03 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.02 | | 23.99 | | 14.19 | | 24.07 | | 14.16 | | 26.03 | |

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|------------|------|------------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 12/04/2024 | 10.2 | 9 | 1.18 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 |
| 13/04/2024 | 10.2 | 24 | 6.39 | 0.132 | | 5.76 | 0.144 | | 5.22 | 0.156 | |
| 14/04/2024 | 10.2 | 48 | 8.37 | 0.234 | | 9.82 | 0.246 | | 10.67 | 0.262 | |
| 15/04/2024 | 10.2 | 72 | 11.43 | 0.336 | | 14.96 | 0.351 | | 14.72 | 0.360 | |
| 16/04/2024 | 10.2 | 96 | 17.62 | 0.438 | | 18.23 | 0.466 | | 18.96 | 0.474 | |
| | | | 4.57 | total | 8.99 | 4.57 | total | 9.98 | 4.57 | total | 10.39 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. Lbt/in ² | MOLDE Nº | | MOLDE 1 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | |
|-------------|-------|--------|----------------------------------|------------|------------------------|------------------------|------|------------|------------------------|------------------------|------|------------|------------------------|------------------------|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm | pulg. | | | Lact. Dial | Lbt/ pulg ² | Lbt/ pulg ² | % | Lact. Dial | Lbt/ pulg ² | Lbt/ pulg ² | % | Lact. Dial | Lbt/ pulg ² | Lbt/ pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 60 | 32 | | | 61 | 31 | | | 62 | 31 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 134 | 53 | | | 135 | 49 | | | 136 | 47 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 210 | 82 | | | 210 | 50 | | | 211 | 46 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 387 | 112 | 81.6 | 8.2 | 387 | 62 | 62.1 | 6.2 | 388 | 42 | 38.3 | 3.9 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 574 | 146 | | | 574 | 82 | | | 575 | 49 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 761 | 188 | 156.6 | 10.4 | 761 | 104 | 105.6 | 7.0 | 762 | 62 | 64.8 | 4.3 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 948 | 250 | | | 948 | 132 | | | 949 | 72 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1135 | 209 | | | 1135 | 143 | | | 1136 | 89 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1622 | 234 | | | 1622 | 157 | | | 1623 | 99 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 2109 | 258 | | | 2109 | 173 | | | 2110 | 111 | | | |

Henry Rivodenteyra 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

TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: : Chiclayo, abril 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

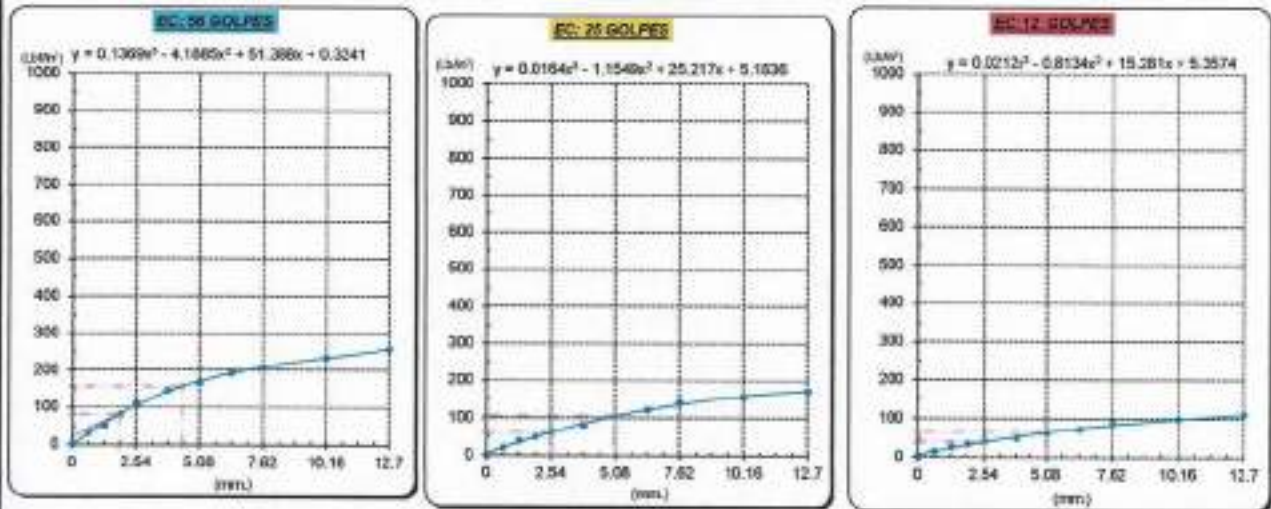


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.647 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 96% : 1.565 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.04 %

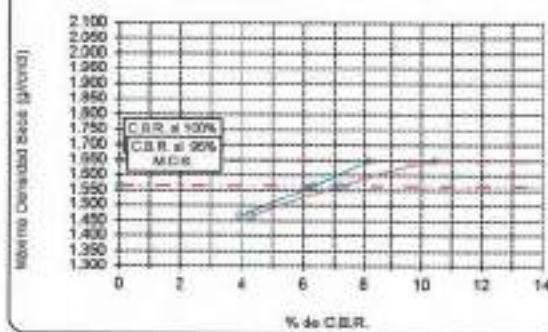
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % N.D.S. | 8 % | 10 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 6 % | 7 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Ryadeneyra Obiñas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



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-3083

Realizó : Fernández Yzquierdo Arnold Miranda
 Deseñó : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cañiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CALCATA: C-2
 MUESTRA: M-2 + 5% ASERRIN PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|----------|-----------|--------------|--------|-----------|--------|--------------|-----------|----------|--------|------------|-----|
| N° Molde | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| N° Capas | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| N° Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11187 | | 11488 | | 11184 | | 11489 | | 11079 | | 11427 | | | |
| Peso de molde (g) | 8345 | | 8145 | | 8255 | | 8256 | | 8990 | | 8260 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3052 | | 3323 | | 2886 | | 3203 | | 2719 | | 3067 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1433 | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1859 | | 1650 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.860 | | 2.035 | | 1.775 | | 1.961 | | 1.648 | | 1.859 | | | |
| % de humedad | 14.03 | | 23.06 | | 14.14 | | 24.82 | | 13.91 | | 25.90 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.639 | | 1.694 | | 1.555 | | 1.571 | | 1.447 | | 1.495 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 104.6 | 164.8 | 3323 | 3323 | 111.3 | 111.3 | 3203 | 3203 | 91.9 | 91.9 | 3367.8 | 3067.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 95.2 | 95.2 | 3052 | 3052 | 101.8 | 101.8 | 2899 | 2899 | 84.1 | 84.1 | 2719.0 | 2719.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 9.4 | 9.4 | 271.0 | 271.0 | 10.3 | 10.3 | 305.0 | 305.0 | 7.8 | 7.8 | 348.0 | 348.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 85.9 | 85.9 | 3002.8 | 3002.8 | 72.7 | 72.7 | 2853.8 | 2853.8 | 65.7 | 65.7 | 2580.2 | 2480.2 | | |
| % de humedad | 14.03 | 14.03 | 23.06 | 23.06 | 14.14 | 14.14 | 24.82 | 24.82 | 13.91 | 13.91 | 26.90 | 26.90 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.03 | | 23.06 | | 14.14 | | 24.82 | | 13.91 | | 25.90 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 17/04/2024 | 10.2 | 8 | 1.18 | 0 | 0 | 1.42 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | | | |
| 18/04/2024 | 10.2 | 24 | 4.84 | 0.121 | | 6.06 | 0.127 | | 5.68 | 0.141 | | | | |
| 19/04/2024 | 10.2 | 48 | 8.80 | 0.213 | | 8.70 | 0.218 | | 8.81 | 0.238 | | | | |
| 20/04/2024 | 10.2 | 72 | 12.13 | 0.303 | | 12.34 | 0.309 | | 15.28 | 0.335 | | | | |
| 21/04/2024 | 10.2 | 96 | 15.79 | 0.395 | | 16.38 | 0.400 | | 17.24 | 0.431 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 8.84 | 4.57 | total | 8.75 | 4.57 | total | 9.44 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE N° | | MOLDE 1 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 | | MOLDE N° | | MOLDE 2 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbs | Ton | Lbs | Ton | Lbs | Ton | Lbs | Ton | Lbs | Ton | Lbs | Ton |
| mm. | pulg. | Lbs/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.300 | 0.090 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 91 | 39 | | | 66 | 23 | | | 38 | 17 | | |
| 1.270 | 0.090 | 1'00" | 146 | 57 | | | 104 | 41 | | | 72 | 29 | | |
| 1.610 | 0.075 | 1'30" | 223 | 87 | | | 138 | 54 | | | 88 | 35 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 295 | 111 | 80.747 | 8.075 | 167 | 65 | 86.0 | 6.6 | 109 | 43 | 41.2 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 372 | 145 | | | 229 | 89 | | | 133 | 52 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 427 | 167 | 195.965 | 10.400 | 373 | 196 | 103.8 | 7.3 | 167 | 65 | 65.3 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 488 | 192 | | | 514 | 122 | | | 194 | 76 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 557 | 212 | | | 584 | 142 | | | 245 | 95 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 885 | 235 | | | 899 | 196 | | | 389 | 104 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 881 | 258 | | | 433 | 170 | | | 296 | 115 | | |

Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Tesista : Fernández Yocquendo Arnold Merario
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal
 Ubicación : Dist. Callitos, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

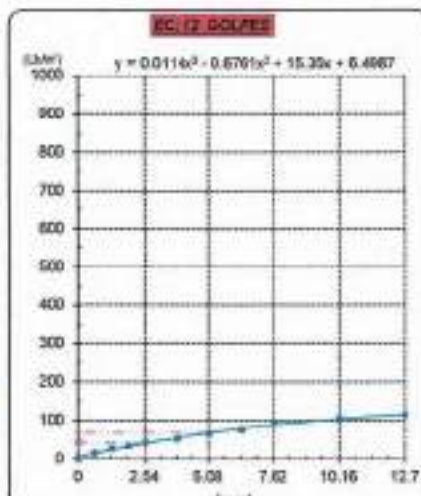
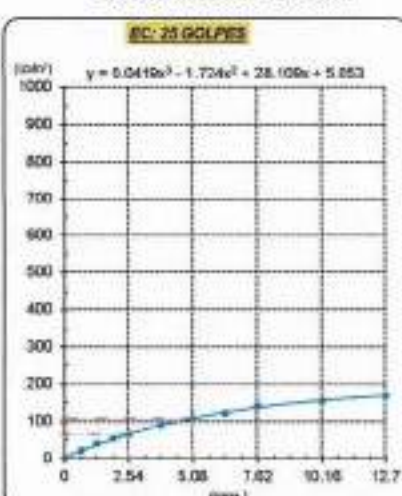
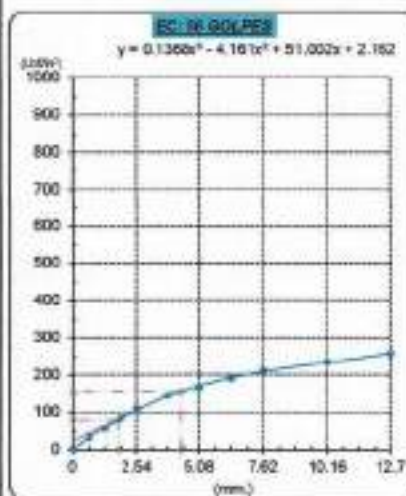


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.647 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.565 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.04 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 8 % | 11 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 7 % | 8 % |



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CALCITA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 5% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|-------|------------|------------------------|------------------------|-----------|------------|------------------------|------------------------|---|
| N° Molde | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | | |
| 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 | 11207 | | 11486 | | 11188 | | 11461 | | 11087 | | 11422 | | | |
| Peso de molde (g) | 8145 | | 8145 | | 8256 | | 8256 | | 8360 | | 8360 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3062 | | 3353 | | 2903 | | 3205 | | 1727 | | 3062 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1650 | | 1650 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.875 | | 2.053 | | 1.775 | | 1.962 | | 1.653 | | 1.858 | | | |
| % de humedad | 13.95 | | 23.60 | | 14.26 | | 24.82 | | 14.29 | | 26.75 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.645 | | 1.681 | | 1.556 | | 1.572 | | 1.445 | | 1.454 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 103.3 | 103.3 | 3053 | 3053 | 105.6 | 105.6 | 3206 | 3206 | 94.0 | 94.0 | 3062.0 | 3062.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 94.1 | 94.1 | 3062 | 3062 | 96.9 | 96.9 | 2903 | 2903 | 85.8 | 85.8 | 2727.0 | 2727.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 9.2 | 9.2 | 291.0 | 291.0 | 9.8 | 9.8 | 302.0 | 302.0 | 8.2 | 8.2 | 305.0 | 305.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 65.8 | 65.8 | 3012.4 | 3012.4 | 68.5 | 68.5 | 2858.5 | 2858.5 | 57.4 | 57.4 | 2688.1 | 2688.1 | | |
| % de humedad | 13.95 | 13.95 | 23.60 | 23.60 | 14.26 | 14.26 | 24.62 | 24.62 | 14.29 | 14.29 | 26.75 | 26.75 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.95 | | 23.60 | | 14.26 | | 24.62 | | 14.29 | | 26.75 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 22/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.52 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 23/04/2024 | 10.2 | 24 | 4.62 | 0.118 | | 5.57 | 0.139 | | 5.86 | 0.152 | | | | |
| 24/04/2024 | 10.2 | 48 | 9.07 | 0.202 | | 9.83 | 0.241 | | 11.28 | 0.296 | | | | |
| 25/04/2024 | 10.2 | 72 | 11.48 | 0.287 | | 13.66 | 0.342 | | 14.65 | 0.361 | | | | |
| 26/04/2024 | 10.2 | 96 | 14.92 | 0.373 | | 17.73 | 0.443 | | 18.64 | 0.466 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.17 | 4.57 | total | 9.70 | 4.57 | total | 10.20 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° 1 | | | | MOLDE N° 3 | | | | MOLDE N° 2 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | 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 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 13 | 33 | | | 55 | 23 | | 28 | 17 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 188 | 58 | | | 191 | 40 | | 72 | 29 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 231 | 90 | | | 138 | 54 | | 63 | 35 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 291 | 113 | 81.9 | 8.2 | 167 | 65 | 85.1 | 6.5 | 108 | 43 | 41.3 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 360 | 148 | | | 224 | 87 | | 133 | 52 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 421 | 189 | 156.4 | 10.6 | 262 | 102 | 105.9 | 7.1 | 187 | 65 | 68.5 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 488 | 195 | | | 304 | 118 | | 198 | 76 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 646 | 215 | | | 380 | 137 | | 244 | 95 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 827 | 240 | | | 398 | 151 | | 288 | 105 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 888 | 264 | | | 421 | 165 | | 297 | 118 | | | |

Henry Rivadeneira Obiñas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Título : Fernández Yaguendo Arnold Merande
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

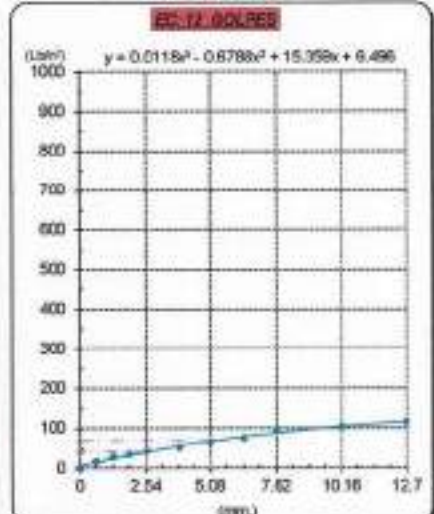
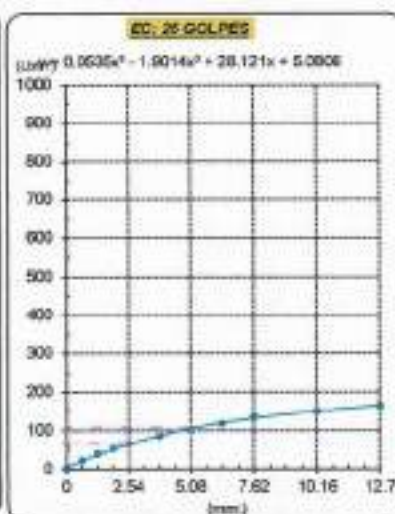
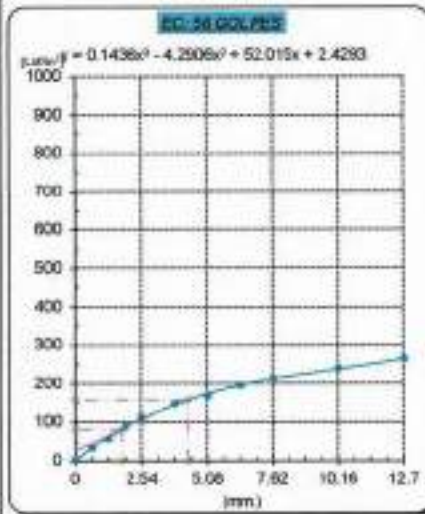


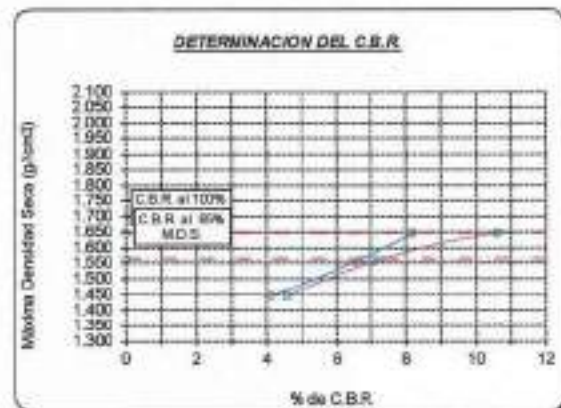
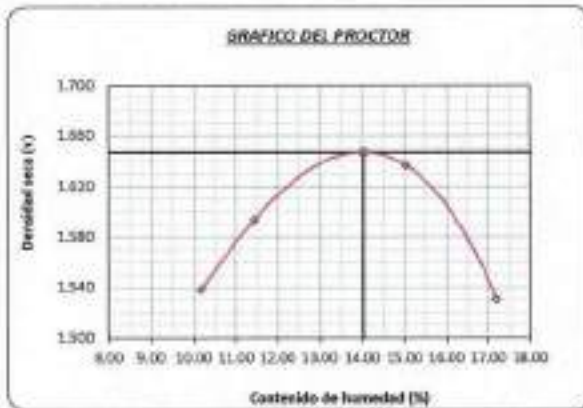
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.547 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.565 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.040 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 8 % | 11 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 7 % | 7 % |



Handwritten signature
 Henry Rivasdeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

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



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

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Miranda
 Especial : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, abril del 2024

CALICATA : C-2

MUESTRA : M-2 + 5% ASERRIN

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|----------------------------------|----------|-----------|------------|--------------|-----------|----------|------------|--------------|----------|----------|------------|-----|------|
| Nº Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | | |
| 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 | | 11215 | | 11503 | | 11188 | | 11470 | | 11029 | | 11378 | | | |
| Peso de molde (g) | | 8145 | | 8145 | | 8256 | | 8256 | | 8960 | | 8360 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3070 | | 3358 | | 2912 | | 3214 | | 2069 | | 3018 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.880 | | 2.056 | | 1.783 | | 1.968 | | 1.624 | | 1.828 | | | |
| % de humedad | | 13.93 | | 23.46 | | 14.35 | | 24.88 | | 14.07 | | 26.83 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.650 | | 1.685 | | 1.559 | | 1.576 | | 1.423 | | 1.441 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 104.1 | 104.1 | 3358 | 3358 | 104.0 | 104.0 | 3214 | 3214 | 92.8 | 92.8 | 3016.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 94.8 | 94.8 | 3070 | 3070 | 94.5 | 94.5 | 2912 | 2912 | 84.7 | 84.7 | 2679.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.3 | 9.3 | 288.0 | 288.0 | 9.5 | 9.5 | 302.0 | 302.0 | 7.9 | 7.9 | 337.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 66.6 | 66.6 | 3020.2 | 3020.2 | 66.2 | 66.2 | 2687.3 | 2687.3 | 56.3 | 56.3 | 2641.4 | | | |
| % de humedad | | 13.93 | 13.93 | 23.46 | 23.46 | 14.35 | 14.35 | 24.88 | 24.88 | 14.07 | 14.07 | 26.83 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.93 | | 23.46 | | 14.35 | | 24.88 | | 14.07 | | 26.83 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 27/04/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.17 | 0 | 0 | 1.89 | 0 | 0 | | | | |
| 28/04/2024 | 16.5 | 24 | 4.80 | 0.120 | | 4.19 | 0.105 | | 6.87 | 0.147 | | | | | |
| 28/04/2024 | 16.5 | 48 | 8.41 | 0.210 | | 7.20 | 0.180 | | 9.94 | 0.248 | | | | | |
| 30/04/2024 | 16.5 | 72 | 12.05 | 0.300 | | 10.22 | 0.255 | | 14.80 | 0.360 | | | | | |
| 1/05/2024 | 16.5 | 96 | 16.63 | 0.390 | | 13.24 | 0.331 | | 18.96 | 0.452 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 8.55 | 4.57 | total | 7.25 | 4.57 | total | 9.50 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº | | MOLDE 1 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| | | | Lbf | Dial | Lbf | psig | Lbf | psig | % | Lbf | Dial | Lbf | psig | Lbf | psig |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 33 | 33 | 34 | 23 | | | 37 | 16 | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 146 | 57 | 100 | 40 | | | 71 | 29 | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 228 | 89 | 136 | 54 | | | 99 | 35 | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 291 | 113 | 82.0 | 8.2 | | | 166 | 65 | 64.2 | 6.4 | 109 | 43 | 41.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 381 | 148 | | | | | 219 | 85 | | | 131 | 52 | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 432 | 169 | 158.6 | 10.6 | | | 282 | 102 | 105.3 | 7.0 | 188 | 65 | 67.9 |
| 6.360 | 0.250 | 5'00" | 486 | 195 | | | | | 304 | 118 | | | 193 | 75 | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 544 | 214 | | | | | 351 | 137 | | | 241 | 84 | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 686 | 240 | | | | | 387 | 151 | | | 266 | 94 | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 885 | 264 | | | | | 423 | 165 | | | 294 | 115 | |

Henry Bivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yaqüendo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

N.T.P. 330.145 / ASTM D-1883
 GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

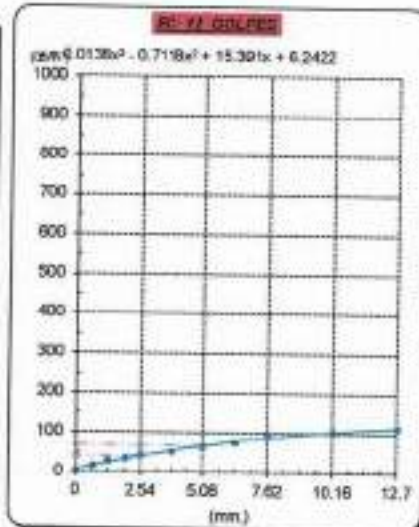
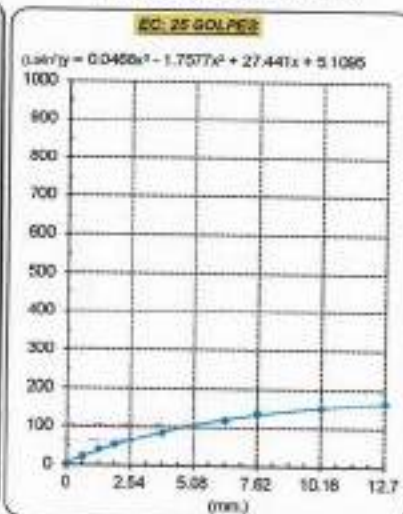
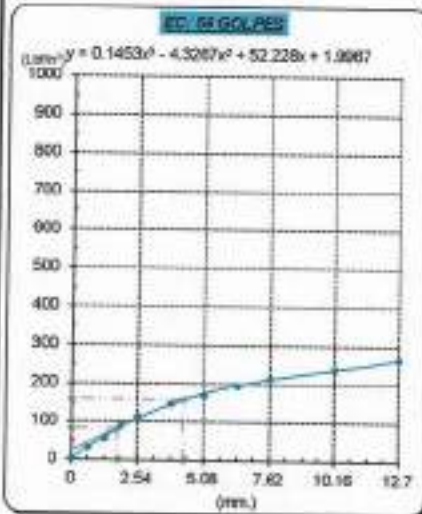


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.647 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.565 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.040 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 8 % | 10 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 7 % | 7 % |



Henty Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica

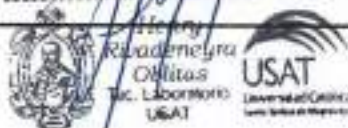
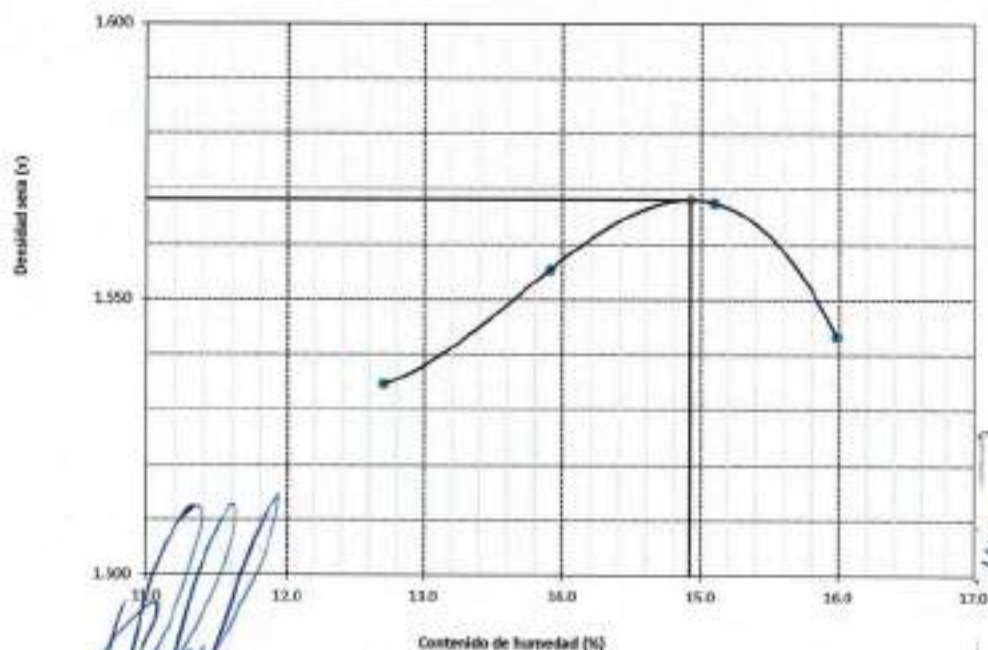
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

| CAUCATA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA : M-2 + 10% ASERRIN | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5691 | 5704 | 5674 | 5635 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1659 | 1672 | 1642 | 1603 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.790 | 1.804 | 1.772 | 1.730 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 45.8 | 45.60 | 44.10 | 43.10 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 42.0 | 41.99 | 41.33 | 40.28 |
| Peso de tara | g | 18.2 | 18.07 | 21.41 | 18.08 |
| Peso de agua | g | 3.60 | 3.61 | 2.77 | 2.82 |
| Peso de suelo seco | g | 23.78 | 23.92 | 19.92 | 22.20 |
| Contenido de agua | % | 16.0 | 15.1 | 13.9 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.543 | 1.568 | 1.555 | 1.535 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.568 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.923 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



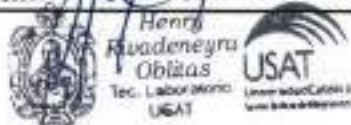
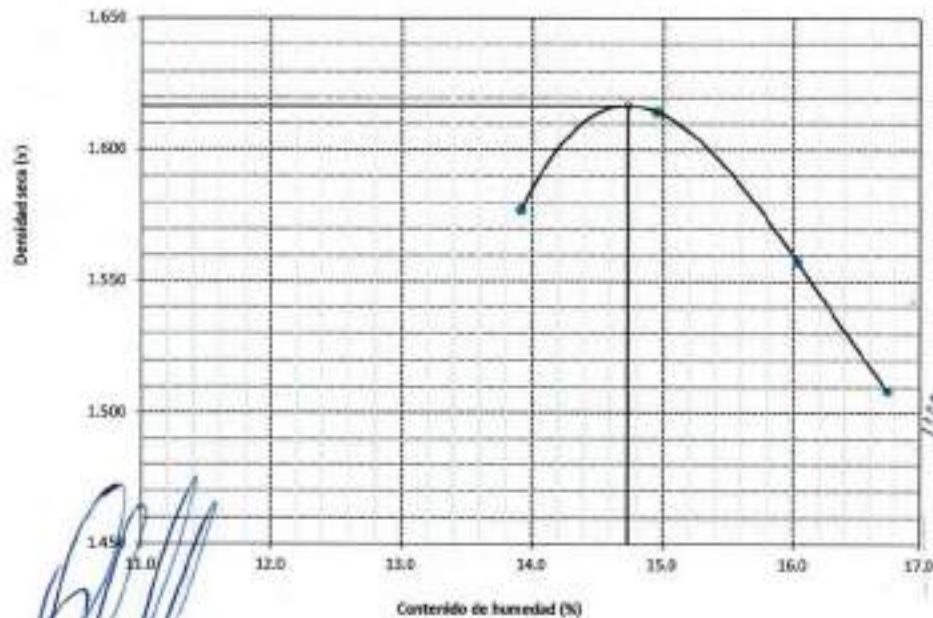


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando
 una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lb/pe³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merando
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

| CATEGORÍA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------|-------|
| MUESTRA : M-2 + 10% ASERRIN | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5864 | 5707 | 5752 | 5697 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1632 | 1675 | 1720 | 1665 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.781 | 1.807 | 1.856 | 1.797 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.25 | 50.86 | 51.85 | 53.44 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 45.65 | 46.33 | 47.89 | 49.12 |
| Peso de tara | g | 18.17 | 18.07 | 21.41 | 18.08 |
| Peso de agua | g | 4.60 | 4.53 | 3.96 | 4.32 |
| Peso de suelo seco | g | 27.48 | 28.26 | 26.48 | 31.04 |
| Contenido de agua | % | 16.7 | 16.0 | 15.0 | 13.9 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.508 | 1.556 | 1.614 | 1.577 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.617 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 14.731 | % | | |

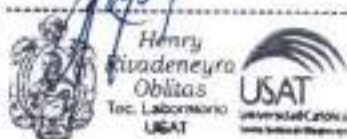
GRAFICO DEL PROCTOR



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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

| CALICATA: C-2 | | COORDENADAS: | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|----------------------|----------------------------------|------|-------|------|-------|--------|-------|------|-------|------|-------|
| MUESTRA: M-2 + 10% ASERRIN | | PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo + molde | g | 5729 | 5766 | 5723 | 5670 | | | | | | | | | | | | |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1697 | 1734 | 1691 | 1638 | | | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 | | | | | | | | | | | | |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.831 | 1.871 | 1.825 | 1.767 | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NP Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 43.36 | 49.95 | 46.58 | 51.58 | | | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo seco + tara | g | 38.8 | 45.75 | 43.61 | 47.99 | | | | | | | | | | | | |
| Peso de tara | g | 18.17 | 18.07 | 21.41 | 18.08 | | | | | | | | | | | | |
| Peso de agua | g | 3.57 | 4.20 | 2.97 | 3.59 | | | | | | | | | | | | |
| Peso de suelo seco | g | 21.61 | 27.68 | 22.20 | 29.91 | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de agua | % | 16.5 | 15.2 | 13.4 | 12.0 | | | | | | | | | | | | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.571 | 1.625 | 1.609 | 1.578 | | | | | | | | | | | | |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.627 | g/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.715 | % | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>The graph plots Dry Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.550 to 1.650) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 12.0 to 17.0). A smooth curve is drawn through the data points, showing a peak at approximately 1.627 g/cm³ and 14.715% moisture content. The data points are as follows:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Moisture Content (%)</th> <th>Dry Density (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12.0</td> <td>1.571</td> </tr> <tr> <td>13.4</td> <td>1.609</td> </tr> <tr> <td>14.715</td> <td>1.627</td> </tr> <tr> <td>15.2</td> <td>1.625</td> </tr> <tr> <td>16.5</td> <td>1.578</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | Moisture Content (%) | Dry Density (g/cm ³) | 12.0 | 1.571 | 13.4 | 1.609 | 14.715 | 1.627 | 15.2 | 1.625 | 16.5 | 1.578 |
| Moisture Content (%) | Dry Density (g/cm ³) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.0 | 1.571 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.4 | 1.609 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.715 | 1.627 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.2 | 1.625 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.5 | 1.578 | | | | | | | | | | | | | | | | |



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

Testeado : Fernández Yquiedo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

CALECATA : C-2 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : M-2 + 10% ASERRIN

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------------------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|----------|------------|--------------|------------|----------|------------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| Nº Capas | | 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 | | 11845 | | 12140 | | 12125 | | 12506 | | 11800 | | 12319 | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8693 | | 8693 | | 8637 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3054 | | 3357 | | 3432 | | 3813 | | 3163 | | 3682 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1665 | | 1665 | | 2000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.836 | | 2.017 | | 1.747 | | 1.941 | | 1.581 | | 1.841 | | |
| % de humedad | | 14.85 | | 24.93 | | 14.75 | | 26.02 | | 14.64 | | 27.66 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.598 | | 1.615 | | 1.522 | | 1.540 | | 1.423 | | 1.442 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tazo Nº | | | | | | | | | | | | | | |
| Tazo + Suelo húmedo (gr.) | | 195.4 | 105.4 | 3357 | 3357 | 146.3 | 146.3 | 3813 | 3813 | 134.9 | 134.9 | 3632.0 | 3632.0 | |
| Tazo + Suelo seco (gr.) | | 95.4 | 95.4 | 3054 | 3054 | 125.9 | 125.9 | 3432 | 3432 | 121.3 | 121.3 | 3253.0 | 3253.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 10.0 | 10.0 | 303.0 | 303.0 | 14.4 | 14.4 | 381.0 | 381.0 | 13.6 | 13.6 | 419.0 | 419.0 | |
| Peso del tazo (gr.) | | 28.9 | 29.0 | 0 | 0 | 28.25 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 26.41 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 47.4 | 67.4 | 3006.0 | 3006.0 | 97.7 | 97.7 | 3390.5 | 3390.5 | 92.9 | 92.9 | 3217.2 | 3217.2 | |
| % de humedad | | 14.85 | 14.85 | 24.93 | 24.93 | 14.75 | 14.75 | 26.02 | 26.02 | 14.64 | 14.64 | 27.66 | 27.66 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.85 | | 24.93 | | 14.75 | | 26.02 | | 14.64 | | 27.66 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/10/2023 | 18.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | |
| 3/10/2023 | 18.5 | 24 | 6.81 | 0.138 | | 6.83 | 0.146 | | 8.18 | 0.155 | | | | |
| 4/10/2023 | 18.5 | 48 | 9.84 | 0.246 | | 10.28 | 0.257 | | 10.76 | 0.269 | | | | |
| 5/10/2023 | 18.5 | 72 | 14.17 | 0.354 | | 14.78 | 0.369 | | 15.38 | 0.384 | | | | |
| 6/10/2023 | 18.5 | 96 | 18.93 | 0.463 | | 19.21 | 0.480 | | 19.92 | 0.496 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 10.13 | 4.57 | total | 10.52 | 4.57 | total | 10.91 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Leet. Dial | Usr pulg | Usr pulg | % | Leet. Dial | Usr pulg | Usr pulg | % | Leet. Dial | Usr pulg | Usr pulg | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.840 | 0.025 | 0'30" | 70 | 29 | | | 81 | 21 | | 42 | 18 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 118 | 47 | | | 89 | 36 | | 78 | 32 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 162 | 63 | | | 123 | 47 | | 108 | 43 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 206 | 80 | 67.7 | 6.8 | 164 | 60 | 63.4 | 6.3 | 142 | 56 | 59.1 | 6.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 289 | 113 | | | 224 | 87 | | 209 | 82 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 363 | 142 | 130.7 | 8.7 | 278 | 107 | 103.8 | 6.9 | 246 | 96 | 90.0 | 6.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 425 | 166 | | | 303 | 118 | | 280 | 97 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 480 | 188 | | | 327 | 126 | | 294 | 99 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 569 | 220 | | | 378 | 144 | | 272 | 106 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 637 | 248 | | | 408 | 160 | | 290 | 113 | | | |

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

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

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Mirado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

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

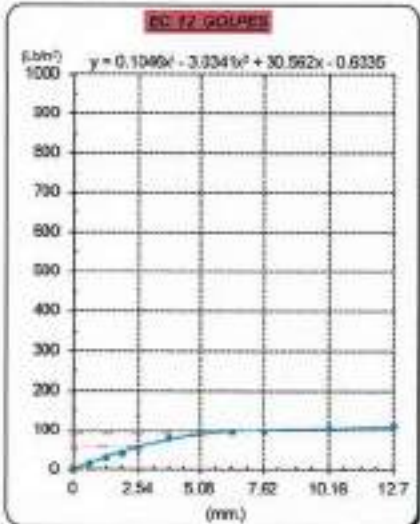
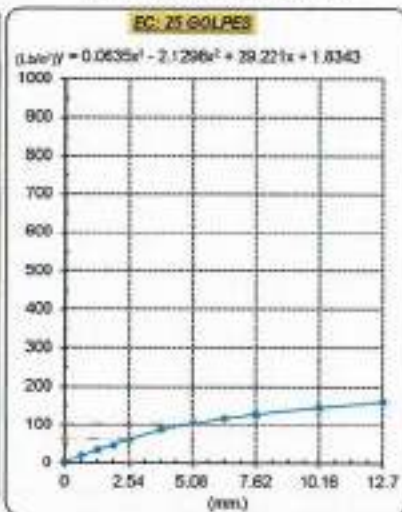
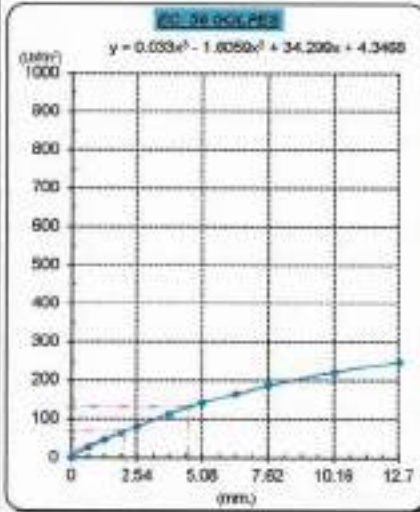


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

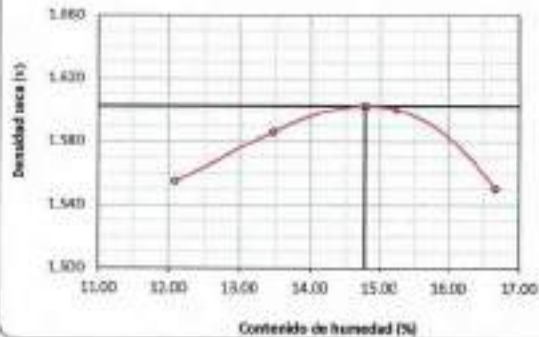
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.604 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.524 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.790 % |

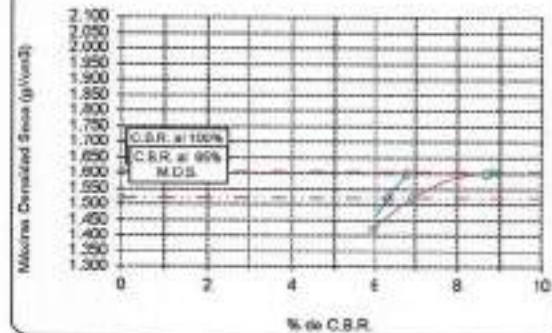
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 7 % | 9 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 6 % | 7 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yrquendo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teca : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilux, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

CAUCASA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 30% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------------------------|------------|-----------------|------------|--------------|------------|-----------------|------------|--------------|---------|-----------------|------------|---|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 11869 | | 12148 | | 12130 | | 12520 | | 11881 | | 12316 | | |
| Peso de molde (g) | | 8793 | | 8791 | | 8893 | | 8993 | | 8837 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3058 | | 3354 | | 3437 | | 3827 | | 3244 | | 3679 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1864 | | 1864 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.638 | | 2.015 | | 1.748 | | 1.948 | | 1.622 | | 1.839 | | |
| % de humedad | | 14.78 | | 24.58 | | 14.73 | | 26.26 | | 14.88 | | 28.48 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.602 | | 1.618 | | 1.525 | | 1.543 | | 1.412 | | 1.432 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Taro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Taro + Suelo húmedo (gr.) | | 88.8 | 88.8 | 3354 | 3354 | 82.1 | 82.1 | 3827 | 3827 | 134.2 | 134.2 | 3679.0 | | |
| Taro + Suelo seco (gr.) | | 89.7 | 89.7 | 3059 | 3059 | 83.9 | 83.9 | 3437 | 3437 | 120.5 | 120.5 | 3244.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.1 | 9.1 | 295.0 | 295.0 | 8.2 | 8.2 | 390.0 | 390.0 | 13.7 | 13.7 | 435.0 | | |
| Peso del taro (gr.) | | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 | 28.28 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 81.7 | 81.7 | 3010.8 | 3010.8 | 55.7 | 55.7 | 3385.4 | 3385.4 | 92.1 | 92.1 | 3198.8 | | |
| % de humedad | | 14.78 | 14.78 | 24.58 | 24.58 | 14.73 | 14.73 | 26.26 | 26.26 | 14.88 | 14.88 | 28.48 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.78 | | 24.58 | | 14.73 | | 26.26 | | 14.88 | | 28.48 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 7/10/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 8/10/2023 | 10.2 | 24 | 8.88 | 0.140 | | 6.88 | 0.162 | | 7.44 | 0.186 | | | | |
| 9/10/2023 | 10.2 | 48 | 10.03 | 0.250 | | 11.48 | 0.286 | | 12.91 | 0.323 | | | | |
| 10/10/2023 | 10.2 | 72 | 14.41 | 0.380 | | 16.38 | 0.408 | | 18.38 | 0.459 | | | | |
| 11/10/2023 | 10.2 | 96 | 18.82 | 0.470 | | 21.39 | 0.532 | | 23.82 | 0.595 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 10.30 | 4.57 | total | 11.85 | 4.57 | total | 13.04 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbf | mm ² | Lbf | % | Lbf | mm ² | Lbf | % | Lbf | mm ² | Lbf | % |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 38 | 17 | | | 37 | 18 | | 35 | 15 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 79 | 32 | | | 72 | 29 | | 66 | 27 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 123 | 48 | | | 109 | 43 | | 82 | 32 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 170 | 67 | 66.7 | 6.7 | 144 | 57 | 57.8 | 5.8 | 110 | 47 | 46.6 | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 262 | 102 | | | 215 | 84 | | 168 | 68 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 348 | 136 | 130.0 | 8.7 | 278 | 107 | 106.2 | 7.1 | 204 | 80 | 80.4 | |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 419 | 164 | | | 351 | 129 | | 242 | 94 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 482 | 189 | | | 379 | 148 | | 278 | 107 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | 595 | 235 | | | 467 | 183 | | 338 | 132 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 708 | 281 | | | 553 | 218 | | 409 | 156 | | | |



Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

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

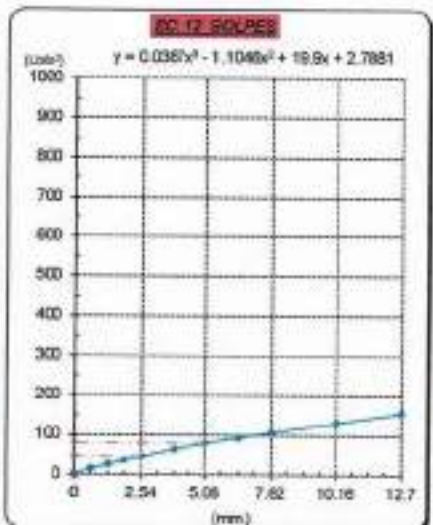
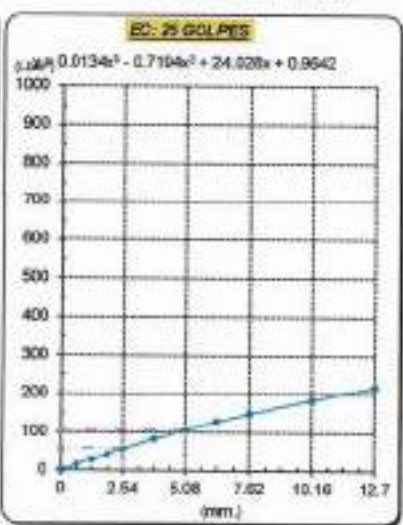
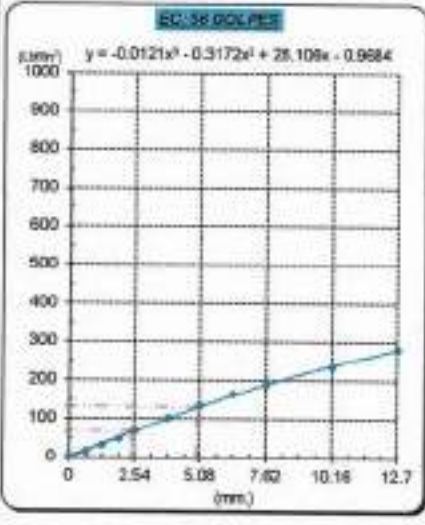


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.804 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.524 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.750 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 7 % | 9 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 6 % | 7 % |



Henry Rivas Henyera Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT Universidad Católica

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 339.345 / ASTM D-1883

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escala : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tarea : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

CAUCUTA: C-2
 MUESTRA: M-2 + 10% ASERRIN
 MONEDADO: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | MOLDE 5 | | MOLDE 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 | 11956 | 12158 | 12127 | 12518 | 11901 | 12321 | |
| Peso de molde (g) | 8791 | 8701 | 8690 | 8690 | 8637 | 8637 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3064 | 3359 | 3434 | 3817 | 3264 | 3684 | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | 1664 | 1960 | 1960 | 2000 | 2000 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.841 | 2.015 | 1.746 | 1.940 | 1.632 | 1.842 | |
| % de humedad | 14.77 | 24.55 | 14.86 | 26.18 | 14.96 | 28.01 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.604 | 1.620 | 1.522 | 1.540 | 1.420 | 1.439 | |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 115.8 | 115.8 | 3359 | 3359 | 106.7 | 106.7 | 3817 | 3817 | 97.7 | 97.7 | 3684.0 | 3684.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 104.5 | 104.5 | 3064 | 3064 | 96.6 | 96.6 | 3434 | 3434 | 88.7 | 88.7 | 3264.0 | 3264.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 11.3 | 11.3 | 295.0 | 295.0 | 10.2 | 10.2 | 383.0 | 383.0 | 9.0 | 9.0 | 420.0 | 420.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 76.5 | 76.5 | 3016.6 | 3016.6 | 68.3 | 68.3 | 3382.5 | 3382.5 | 60.3 | 60.3 | 3218.3 | 3218.3 |
| % de humedad | 14.77 | 14.77 | 24.55 | 24.55 | 14.86 | 14.86 | 26.18 | 26.18 | 14.96 | 14.96 | 28.01 | 28.01 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.77 | | 24.55 | | 14.86 | | 26.18 | | 14.96 | | 28.01 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|-------|----|-------|-----------|-------|------|-------|-------|------|-----------|------|-------|-------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hl. | DIAL | | | EXPANSION | | | DIAL | | | EXPANSION | | | | |
| | | | mm | mm | % | Pulg | % | mm | mm | % | Pulg | % | | | | |
| 12/10/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | | 0 | 0 | | 1.44 | | 0 | 0 | | 1.77 | | 0 | 0 |
| 13/10/2023 | 10.2 | 24 | 8.04 | | 0.126 | | 8.47 | | 0.137 | | | 8.94 | | 0.149 | | |
| 14/10/2023 | 10.2 | 48 | 8.86 | | 0.221 | | 9.48 | | 0.237 | | | 10.16 | | 0.254 | | |
| 15/10/2023 | 10.2 | 72 | 12.72 | | 0.218 | | 13.62 | | 0.338 | | | 14.33 | | 0.358 | | |
| 16/10/2023 | 10.2 | 96 | 16.84 | | 0.413 | | 17.82 | | 0.438 | | | 18.80 | | 0.463 | | |
| | | | 4.57 | | total | 9.05 | | 4.57 | | total | 9.56 | | 4.57 | | total | 10.13 |

| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------------|------------|-----------|------------|-----|------------|-----------|------------|-----|------------|-----------|------------|-----|
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | | Lect. Dial | Lbr pulg2 | Lbr pulg2 | % | Lect. Dial | Lbr pulg2 | Lbr pulg2 | % | Lect. Dial | Lbr pulg2 | Lbr pulg2 | % |
| mm. | pulg. | Lbr/in2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 8 | 2 | | | 8 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 39 | 17 | | | 33 | 15 | | | 26 | 12 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 75 | 30 | | | 64 | 26 | | | 52 | 22 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 111 | 44 | | | 95 | 38 | | | 79 | 32 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 152 | 60 | 60.8 | 6.1 | 128 | 51 | 51.5 | 5.2 | 106 | 42 | 42.2 | 4.2 |
| 3.170 | 0.150 | 3'00" | 221 | 90 | | | 193 | 75 | | | 155 | 61 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 318 | 123 | 121.7 | 6.1 | 288 | 101 | 99.6 | 6.6 | 230 | 78 | 77.8 | 5.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 384 | 154 | | | 378 | 124 | | | 242 | 94 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 463 | 182 | | | 371 | 145 | | | 278 | 108 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 578 | 228 | | | 462 | 181 | | | 348 | 135 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 695 | 275 | | | 548 | 217 | | | 428 | 160 | | |

Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merodio
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

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

N.T.F. 339.145 / ASTM D-1583

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

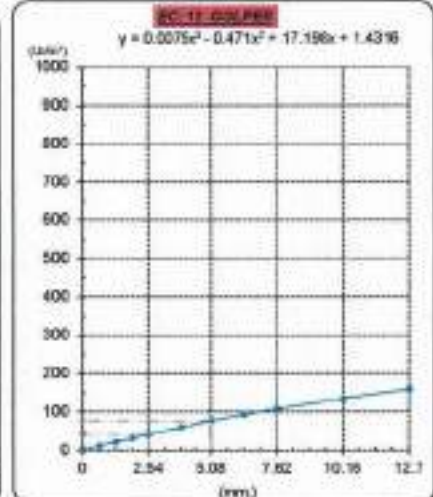
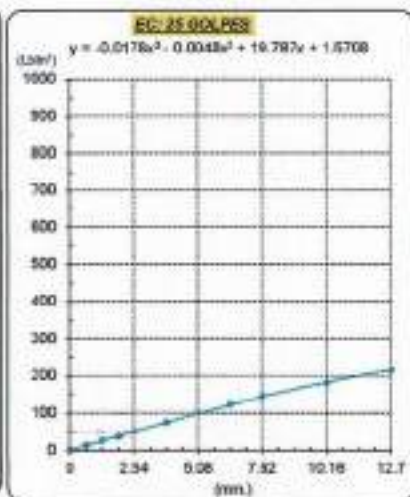
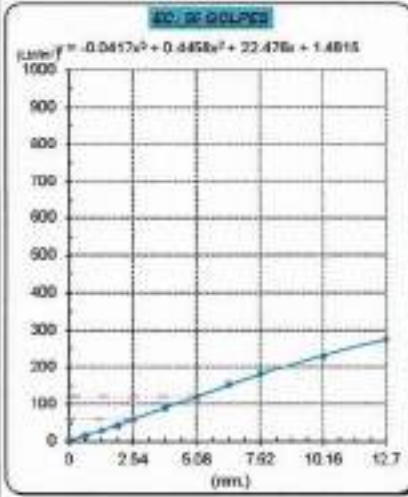


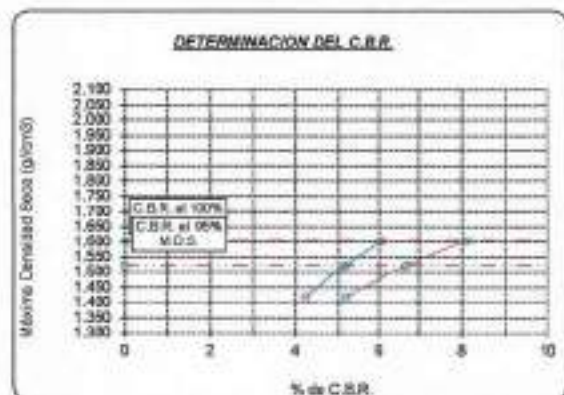
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.904 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 98% | 1.524 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.70 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 6 % | 8 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 5 % | 7 % |



Henry Rivasdemeyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

CAUCITA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 10% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | MOLDE 5 | | MOLDE 3 | |
| Nº Capa | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 26 | | 12 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11862 | 12173 | 12103 | 12482 | 11762 | 12194 |
| Peso de molde (g) | 8791 | 8791 | 8623 | 8623 | 8637 | 8637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3071 | 3382 | 3470 | 3789 | 2125 | 3557 |
| Volumen del molde (cc) | 1004 | 1004 | 1004 | 1005 | 1000 | 2000 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.045 | 2.032 | 1.736 | 1.810 | 1.562 | 1.778 |
| % de humedad | 14.65 | 24.94 | 14.81 | 26.10 | 14.70 | 28.71 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.809 | 1.626 | 1.512 | 1.629 | 1.362 | 1.382 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarso Nº | | | | | | | | | | | | |
| Tarso + Suelo húmedo (gr.) | 110.6 | 110.6 | 3382 | 3382 | 99.4 | 99.4 | 3789 | 3789 | 134.6 | 134.6 | 3557.0 | 3557.0 |
| Tarso + Suelo seco (gr.) | 100.1 | 100.1 | 3071 | 3071 | 90.2 | 90.2 | 3410 | 3410 | 121.6 | 121.0 | 3126.0 | 3126.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 10.6 | 10.6 | 311.0 | 311.0 | 9.2 | 9.2 | 379.0 | 379.0 | 13.0 | 13.6 | 432.0 | 432.0 |
| Peso del tarso (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 72.0 | 72.0 | 3022.4 | 3022.4 | 82.0 | 82.0 | 3399.2 | 3399.2 | 92.5 | 92.5 | 3083.0 | 3083.0 |
| % de humedad | 14.65 | 14.65 | 24.94 | 24.94 | 14.81 | 14.81 | 26.10 | 26.10 | 14.70 | 14.70 | 28.71 | 28.71 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.65 | | 24.94 | | 14.81 | | 26.10 | | 14.70 | | 28.71 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 17/10/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.48 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 |
| 18/10/2023 | 10.2 | 24 | 8.29 | 0.132 | | 5.15 | 0.154 | | 1.06 | 0.152 | |
| 19/10/2023 | 10.2 | 48 | 8.35 | 0.234 | | 10.87 | 0.272 | | 10.45 | 0.281 | |
| 20/10/2023 | 10.2 | 72 | 13.44 | 0.336 | | 16.57 | 0.389 | | 14.84 | 0.371 | |
| 21/10/2023 | 10.2 | 96 | 17.82 | 0.438 | | 20.28 | 0.507 | | 19.21 | 0.480 | |
| | | | 4.57 | total | 0.58 | 4.57 | total | 11.09 | 4.57 | total | 10.52 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|--------------|------------|---------|------------|-----|------------|------|------------|-----|------------|------|------------|------|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lbs | Dal | Lbs | pulg | Lbs | pulg | % | Lbs | Dal | Lbs | pulg | Lbs | pulg | % |
| 0.080 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 83 | 21 | | | 40 | 17 | | | 34 | 15 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 87 | 36 | | | 72 | 29 | | | 66 | 27 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 122 | 48 | | | 105 | 40 | | | 94 | 38 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 198 | 82 | 58.404 | 5.840 | 132 | 52 | 54.0 | 5.4 | 124 | 49 | 90.7 | 5.1 | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 235 | 92 | | | 196 | 77 | | | 182 | 71 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 309 | 120 | 114.373 | 7.625 | 282 | 98 | 96.7 | 8.4 | 223 | 87 | 83.9 | 5.8 | | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 376 | 146 | | | 393 | 114 | | | 318 | 96 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 432 | 168 | | | 329 | 123 | | | 288 | 104 | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 523 | 206 | | | 394 | 154 | | | 309 | 120 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 608 | 241 | | | 464 | 178 | | | 348 | 136 | | | | |

Henry Rivas Obitas
 Tc. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y ojal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

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

N.T.P. 399.145 / ASTM D-1883

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

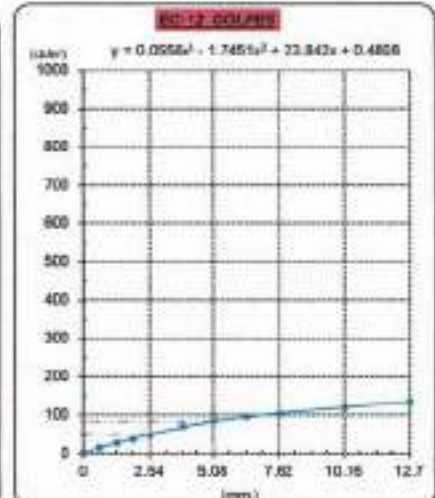
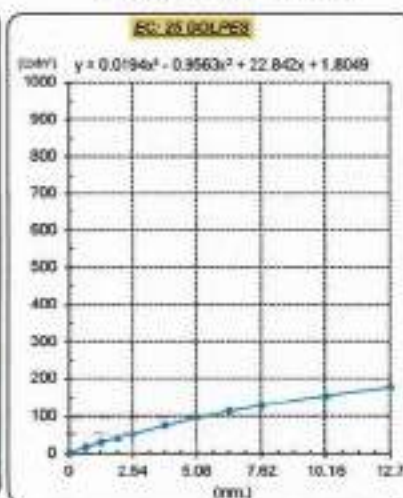
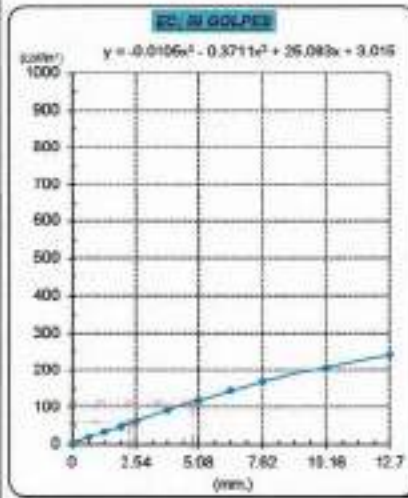


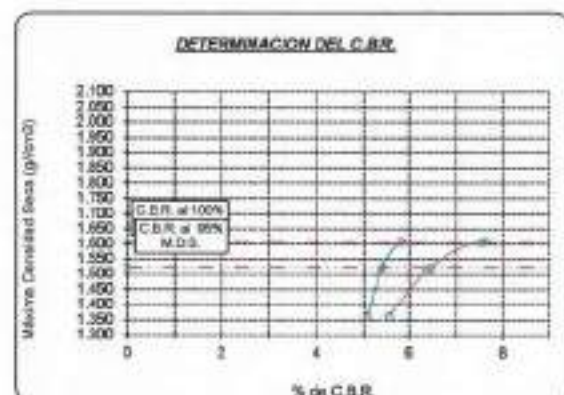
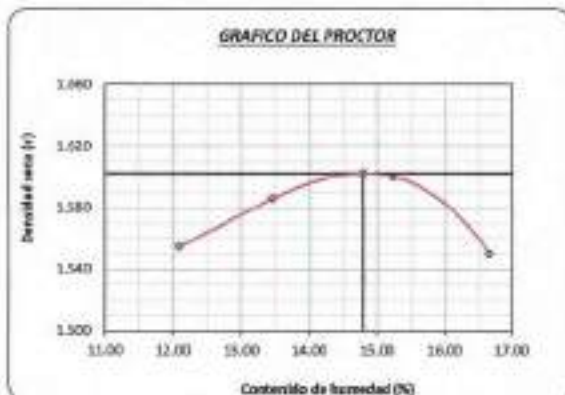
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.004 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.524 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.70 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.94 cm. | 5.09 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 6 % | 8 % |
| C.B.R. AL 96% M.D.S. | 5 % | 6 % |



Heidy Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.F. 359.145 / ASTM D-1883

Técnico : Fernández Yazuero Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

CATEGORÍA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 10% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|------------|-----------|--------------|-------|------------|--------|--------------|-----------|------------|--------|------------|---|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 8 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| Nº Capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11848 | | 12167 | | 12126 | | 12829 | | 11905 | | 12347 | | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | | 8791 | | 8693 | | 8693 | | 8637 | | 8637 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3058 | | 3366 | | 3433 | | 3836 | | 3268 | | 3710 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1864 | | 1904 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.637 | | 1.768 | | 1.745 | | 1.952 | | 1.634 | | 1.855 | | | |
| % de humedad | 14.74 | | 24.97 | | 14.96 | | 26.78 | | 14.92 | | 26.64 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.601 | | 1.616 | | 1.521 | | 1.540 | | 1.422 | | 1.442 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 108.0 | 108.0 | 3366 | 3366 | 95.8 | 95.8 | 3836 | 3836 | 134.7 | 134.7 | 3710.8 | 3710.8 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 87.7 | 87.7 | 3068 | 3068 | 87.1 | 87.1 | 3433 | 3433 | 120.9 | 120.9 | 3268.8 | 3268.8 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 10.3 | 10.3 | 308.0 | 308.0 | 8.7 | 8.7 | 403.0 | 403.0 | 13.8 | 13.8 | 442.0 | 442.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 60.7 | 60.7 | 3008.8 | 3008.8 | 58.8 | 58.8 | 3381.6 | 3381.6 | 62.5 | 62.5 | 3222.2 | 3222.2 | | |
| % de humedad | 14.74 | 14.74 | 24.97 | 24.97 | 14.86 | 14.86 | 26.78 | 26.78 | 14.92 | 14.92 | 26.64 | 26.64 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.74 | | 24.97 | | 14.86 | | 26.78 | | 14.92 | | 26.64 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 22/10/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.83 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 23/10/2023 | 10.2 | 24 | 8.40 | 0.135 | | 6.88 | 0.150 | | 6.88 | 0.167 | | | | |
| 24/10/2023 | 10.2 | 48 | 9.60 | 0.240 | | 10.47 | 0.262 | | 11.84 | 0.288 | | | | |
| 25/10/2023 | 10.2 | 72 | 13.81 | 0.345 | | 14.95 | 0.374 | | 16.34 | 0.408 | | | | |
| 26/10/2023 | 10.2 | 96 | 18.01 | 0.450 | | 19.41 | 0.485 | | 21.16 | 0.529 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 8.66 | 4.57 | total | 10.63 | 4.57 | total | 11.56 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 8 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbf | mm | Lbf | % | Lbf | mm | Lbf | % | Lbf | mm | Lbf | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 48 | 20 | | | | | 39 | 17 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 84 | 34 | | | | | 72 | 29 | | | | |
| 1.810 | 0.075 | 1'30" | 122 | 46 | | | | | 103 | 41 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 162 | 63 | 61.1 | 6.1 | | | 136 | 54 | 56.2 | 5.5 | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 244 | 95 | | | | | 202 | 79 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 321 | 125 | 119.7 | 8.0 | | | 269 | 101 | 98.2 | 6.6 | | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 399 | 152 | | | | | 306 | 119 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 448 | 175 | | | | | 346 | 135 | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 547 | 219 | | | | | 418 | 164 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 641 | 259 | | | | | 487 | 191 | | | | |

Henry Rivasdeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Testa : Fernández Yzquierdo Amold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Testa : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cañillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, octubre del 2023

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

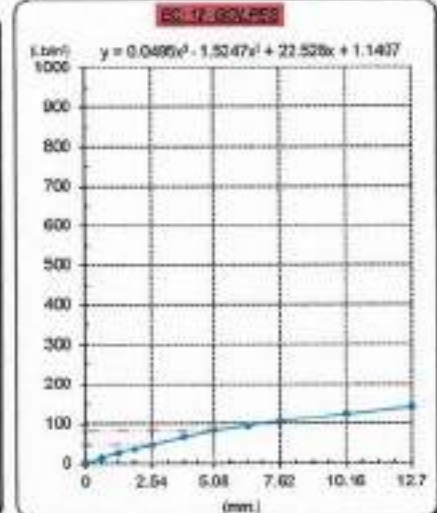
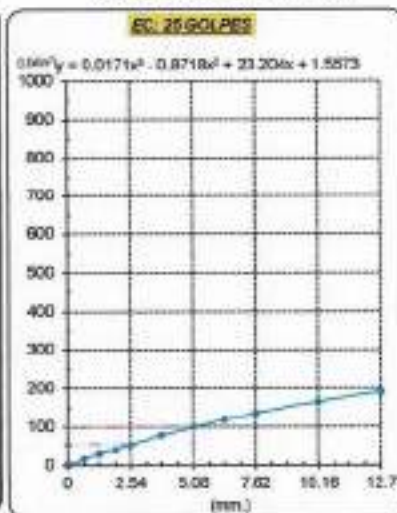
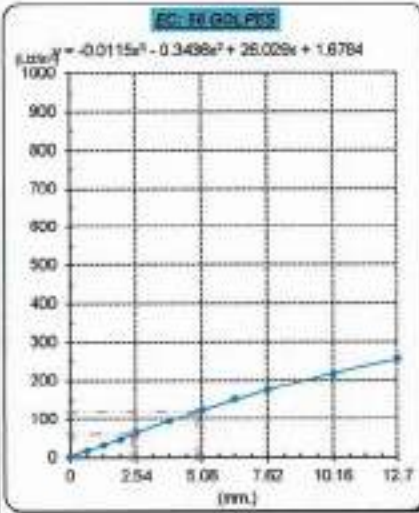


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

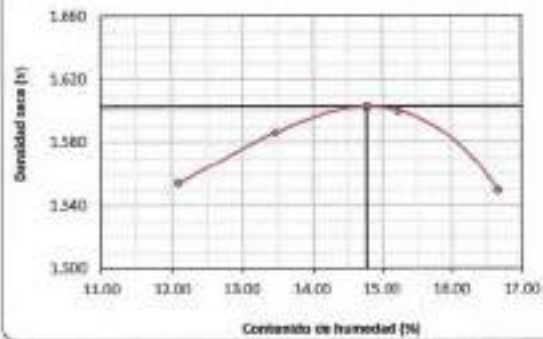
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.804 g./cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.524 g./cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.750 %

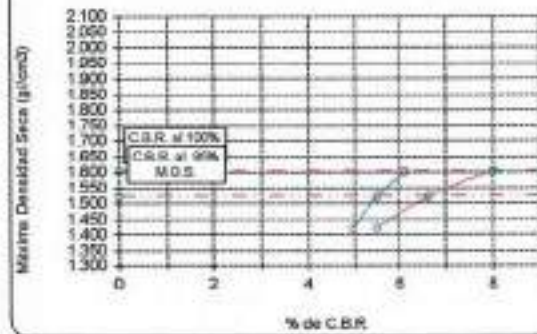
VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. 5.08 cm.
 C.B.R. AL 100% M.O.S. : 6 % 8 %
 C.B.R. AL 95% M.O.S. : 6 % 7 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivas Neyra Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

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

Tecista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dst. Catilua, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, octubre del 2023

GRUPO : C-2
 MUESTRA : M-2 + 10%ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------|------------|-----------|--------------|-------|------------|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|-----|
| N° Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| N° Capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| N° Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11843 | 12140 | 12119 | 12524 | 11807 | 12345 | 11807 | 12345 | 11807 | 12345 | 11807 | 12345 | | |
| Peso de molde (g) | 4794 | 4794 | 4794 | 4794 | 4794 | 4794 | 4794 | 4794 | 4794 | 4794 | 4794 | 4794 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3052 | 3049 | 3425 | 3531 | 3270 | 3270 | 3270 | 3270 | 3270 | 3270 | 3270 | 3270 | | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.834 | 2.012 | 1.744 | 1.950 | 1.834 | 1.834 | 1.834 | 1.834 | 1.834 | 1.834 | 1.834 | 1.834 | | |
| % de humedad | 14.75 | 24.64 | 14.83 | 26.83 | 14.83 | 26.83 | 14.83 | 26.83 | 14.83 | 26.83 | 14.83 | 26.83 | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.588 | 1.614 | 1.519 | 1.537 | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 1.588 | 1.588 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 195.8 | 105.8 | 3349 | 3349 | 95.8 | 95.8 | 3331 | 3331 | 134.5 | 134.5 | 3798.0 | 3798.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 86.8 | 95.8 | 3062 | 3062 | 87.1 | 87.1 | 3426 | 3426 | 129.7 | 129.7 | 3270.0 | 3270.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 10.0 | 10.0 | 297.0 | 297.0 | 8.7 | 8.7 | 405.0 | 405.0 | 13.8 | 13.8 | 438.0 | 438.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 80.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.28 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 67.8 | 67.8 | 3004.0 | 3004.0 | 68.8 | 68.8 | 3374.8 | 3374.8 | 92.3 | 92.3 | 3224.1 | 3224.1 | | |
| % de humedad | 14.75 | 14.75 | 24.64 | 24.64 | 14.83 | 14.83 | 26.83 | 26.83 | 14.83 | 14.83 | 26.83 | 26.83 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.75 | 14.75 | 24.64 | 24.64 | 14.83 | 14.83 | 26.83 | 26.83 | 14.83 | 14.83 | 26.83 | 26.83 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/10/2023 | 16.5 | 0 | 1.10 | 0 | 0 | 1.81 | 0 | 0 | 1.34 | 0 | 0 | | | |
| 28/10/2023 | 16.5 | 24 | 4.42 | 0.136 | 0 | 6.00 | 0.152 | 0 | 6.73 | 0.168 | 0 | | | |
| 29/10/2023 | 16.5 | 48 | 3.85 | 0.241 | 0 | 10.84 | 0.266 | 0 | 11.53 | 0.291 | 0 | | | |
| 30/10/2023 | 16.5 | 72 | 13.89 | 0.247 | 0 | 15.20 | 0.380 | 0 | 16.81 | 0.413 | 0 | | | |
| 31/10/2023 | 16.5 | 96 | 15.12 | 0.453 | 0 | 19.75 | 0.484 | 0 | 21.80 | 0.535 | 0 | | | |
| | | | 4.57 | total | 9.82 | 4.57 | total | 10.82 | 4.57 | total | 11.71 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Leet. Dia | Lbf pulg2 | Lbf pulg2 | % | Leet. Dia | Lbf pulg2 | Lbf pulg2 | % | Leet. Dia | Lbf pulg2 | Lbf pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 43 | 18 | 37 | 16 | 32 | 14 | 32 | 14 | 32 | 14 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 81 | 33 | 70 | 29 | 62 | 26 | 62 | 26 | 62 | 26 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 120 | 47 | 102 | 41 | 90 | 36 | 90 | 36 | 90 | 36 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 161 | 63 | 58.8 | 5.9 | 155 | 50 | 52.6 | 5.3 | 113 | 47 | 47.4 | 4.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 243 | 95 | 302 | 79 | 302 | 79 | 171 | 67 | 171 | 67 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 323 | 126 | 116.0 | 7.7 | 361 | 102 | 97.2 | 9.5 | 311 | 82 | 81.3 | 5.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 394 | 154 | 312 | 122 | 394 | 95 | 311 | 82 | 311 | 82 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 456 | 179 | 356 | 139 | 456 | 106 | 326 | 106 | 326 | 106 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 661 | 221 | 435 | 170 | 661 | 139 | 435 | 139 | 661 | 139 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 862 | 283 | 511 | 201 | 862 | 170 | 511 | 170 | 862 | 170 | | |

Henry Rivasdeyera Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Testa: Fernández Yaqüerdo Arnold Mariano
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: Dist. Cailluco, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, octubre del 2023

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

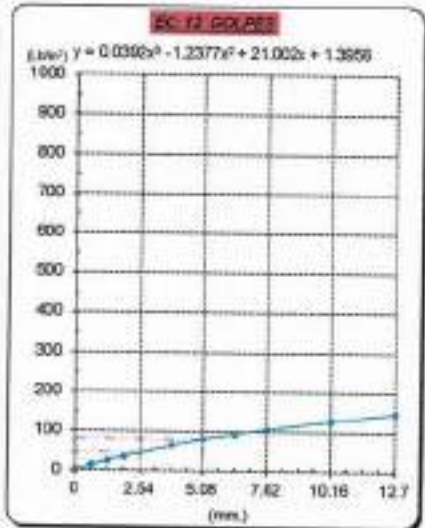
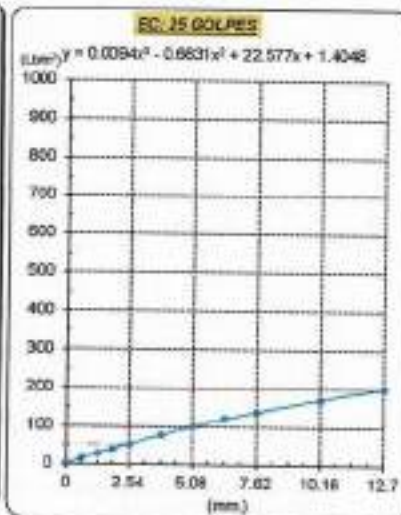
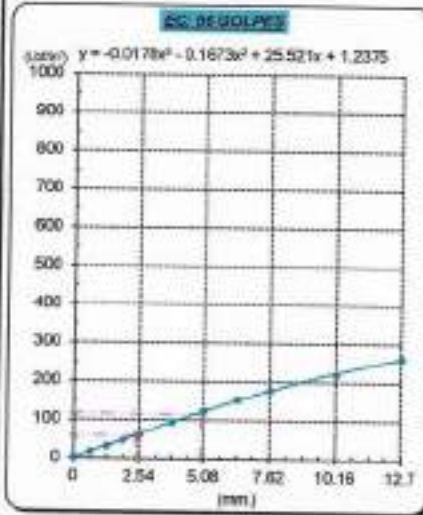


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

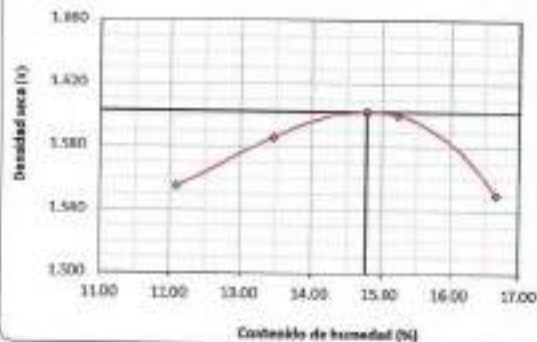
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%: 1.524 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95%: 1.524 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD: 14.780 %

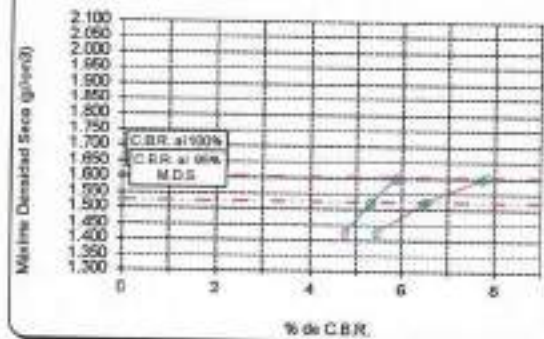
VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 10% M.D.S. | 8 % | 8 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 5 % | 7 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tealita : Fernández Yzquierdo Arnold Mirardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dst. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

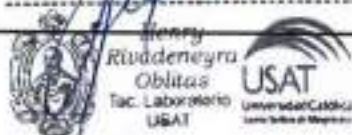
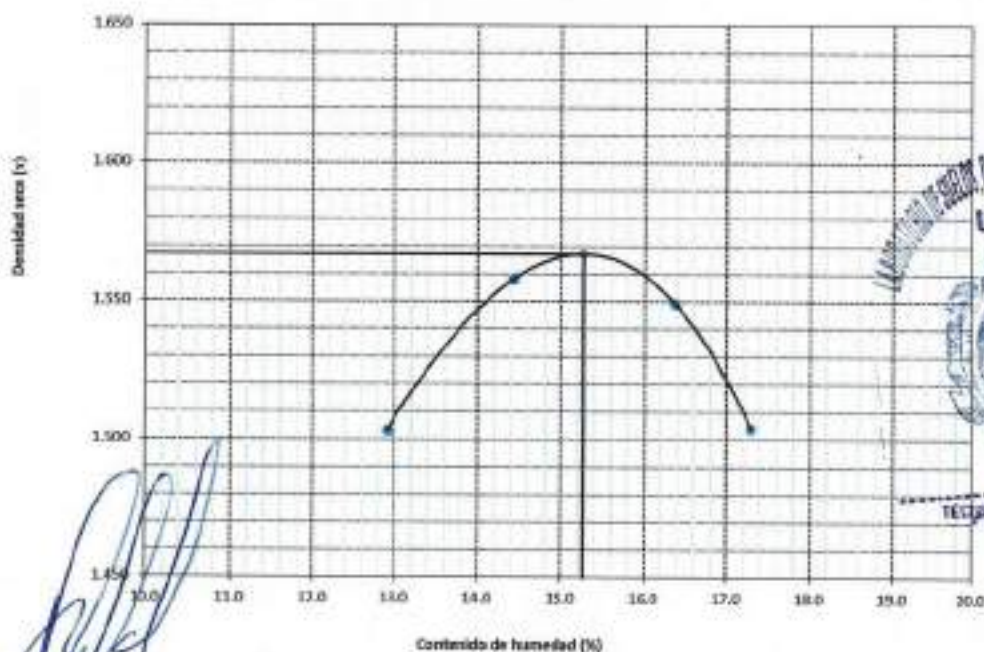
| | | | |
|-----------|-------------------|---------------|-----------------|
| CALCATA : | C-2 | COORDENADAS : | |
| MUESTRA : | M-2 + 15% ASERRIN | PROFUNDIDAD : | 0.00 m - 1.50 m |

| Número de ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g | 5667 | 5703 | 5664 | 5605 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1635 | 1671 | 1652 | 1573 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.764 | 1.803 | 1.783 | 1.697 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
|------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 65.85 | 58.09 | 51.42 | 53.08 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 59.30 | 52.46 | 47.23 | 49.08 |
| Peso de tara | g | 21.41 | 18.07 | 18.17 | 18.08 |
| Peso de agua | g | 6.55 | 5.83 | 4.19 | 4.00 |
| Peso de suelo seco | g | 37.69 | 34.39 | 29.06 | 31.00 |
| Contenido de agua | % | 17.3 | 16.4 | 14.4 | 12.9 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.504 | 1.549 | 1.558 | 1.503 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.567 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.261 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR

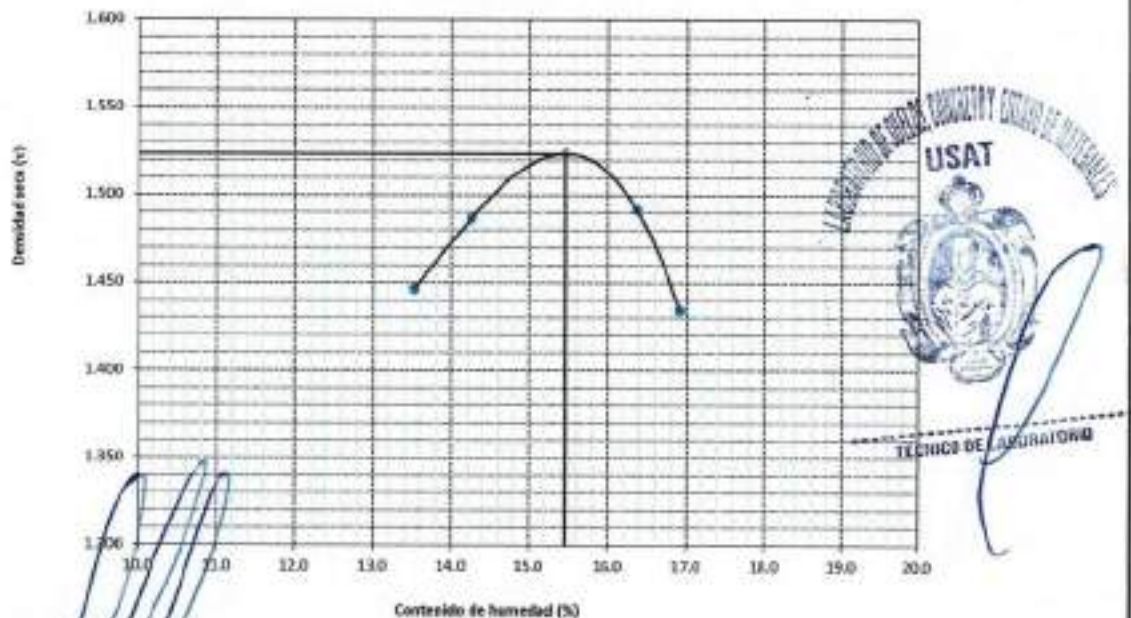


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ [56000 pie-lbf/ft³])
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cabildo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------|----------|
| CAUCATA : | C-2 | COORDENADAS : | | | |
| MUESTRA : | M-2 + 15% ASERRIN | PROFUNDIDAD : | 0.00 m - 1.50 m | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5586 | 5641 | 5606 | 5554 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1554 | 1609 | 1574 | 1522 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.677 | 1.736 | 1.698 | 1.642 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 66.35 | 58.96 | 51.26 | 55.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 59.85 | 53.21 | 47.08 | 51.13 |
| Peso de tara | g | 21.41 | 18.07 | 18.17 | 18.08 |
| Peso de agua | g | 6.50 | 5.75 | 4.12 | 4.47 |
| Peso de suelo seco | g | 38.44 | 35.14 | 28.91 | 33.05 |
| Contenido de agua | % | 16.9 | 16.4 | 14.3 | 13.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.434 | 1.482 | 1.467 | 1.447 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.524 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.450 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
 Ribadeneira
 Oblitas
 Tel. Laboratorio
 USAT

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

| CALCENA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA : M-2 + 15% ASERRIN | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5637 | 5741 | 5705 | 5604 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1605 | 1709 | 1673 | 1572 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.732 | 1.844 | 1.805 | 1.696 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 78.91 | 77.90 | 79.39 | 72.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 70.23 | 69.87 | 71.83 | 66.39 |
| Peso de tara | g | 21.41 | 18.07 | 18.17 | 18.08 |
| Peso de agua | g | 8.68 | 8.03 | 7.56 | 6.11 |
| Peso de suelo seco | g | 48.82 | 51.80 | 53.66 | 48.31 |
| Contenido de agua | % | 17.8 | 15.5 | 14.1 | 12.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.470 | 1.597 | 1.582 | 1.506 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.599 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.094 | % | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | |
| | | | | | |

Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



USAT
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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-1583

Testista : Fernández Yaquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCUTA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 15% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|------------|-----------|--------------|-------|-------------|--------|--------------|-----------|------------|--------|------------|-----|--|--|
| Nº Molde | MOLDE 9 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | | | | | |
| Nº Capes | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | | | |
| Nº Golpes per cape | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11797 | 12109 | 12062 | 12497 | 11779 | 12237 | | | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 6791 | 6791 | 6699 | 6693 | 6697 | 6637 | | | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3006 | 3018 | 3369 | 3804 | 3142 | 3600 | | | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1844 | 1854 | 1964 | 1962 | 1962 | 2000 | | | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.606 | 1.604 | 1.715 | 1.936 | 1.571 | 1.800 | | | | | | | | | | |
| % de humedad | 15.32 | 25.86 | 15.41 | 28.52 | 15.20 | 29.97 | | | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.566 | 1.584 | 1.488 | 1.506 | 1.364 | 1.385 | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 92.4 | 92.4 | 3318 | 3318 | 98.4 | 98.4 | 3804 | 3804 | 77.3 | 77.3 | 3895.0 | 3895.0 | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 83.9 | 83.9 | 3006 | 3006 | 89.0 | 89.0 | 3369 | 3369 | 76.9 | 76.9 | 3142.0 | 3142.0 | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 8.6 | 8.6 | 312.0 | 312.0 | 9.4 | 9.4 | 435.0 | 435.0 | 6.5 | 6.5 | 458.0 | 458.0 | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.24 | 28.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 55.8 | 55.8 | 2958.6 | 2958.6 | 60.8 | 60.8 | 3319.7 | 3319.7 | 42.4 | 42.4 | 3099.7 | 3099.7 | | | | |
| % de humedad | 15.32 | 15.32 | 25.86 | 25.86 | 15.41 | 15.41 | 28.52 | 28.52 | 15.20 | 15.20 | 29.97 | 29.97 | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 15.32 | | 25.86 | | 15.41 | | 28.52 | | 15.20 | | 29.97 | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | |
| 2/05/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.97 | 0 | 0 | | | | | |
| 3/05/2024 | 16.5 | 24 | 7.29 | 0.160 | | 8.31 | 0.208 | | 8.48 | 0.236 | | | | | | |
| 4/05/2024 | 16.5 | 48 | 18.18 | 0.330 | | 18.24 | 0.381 | | 17.92 | 0.433 | | | | | | |
| 5/05/2024 | 16.5 | 72 | 19.21 | 0.480 | | 22.20 | 0.555 | | 25.20 | 0.630 | | | | | | |
| 8/05/2024 | 16.5 | 96 | 25.20 | 0.630 | | 29.13 | 0.728 | | 33.07 | 0.827 | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 13.79 | 4.57 | total | 15.95 | 4.57 | total | 18.10 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 9 | | | | MOLDE Nº 15 | | | | MOLDE Nº 1 | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Lbs | Dial | Lbs | % | Lbs | Dial | Lbs | % | Lbs | Dial | Lbs | % | | |
| mm. | pulg. | Lbs/in ² | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | | 0 | 2 | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 30 | 14 | | | | | | 24 | 11 | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 67 | 27 | | | | | | 62 | 22 | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 109 | 43 | | | | | | 79 | 32 | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 180 | 63 | 65.4 | 6.5 | 134 | 53 | 65.0 | 5.5 | 198 | 40 | 44.5 | 4.4 | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 270 | 105 | | | 222 | 87 | | 175 | 68 | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 378 | 147 | 144.1 | 9.6 | 306 | 119 | 117.2 | 7.8 | 336 | 62 | 69.3 | 6.0 | | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 480 | 188 | | | 397 | 151 | | 293 | 114 | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 574 | 227 | | | 481 | 181 | | 348 | 136 | | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 732 | 294 | | | 637 | 232 | | 438 | 172 | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 874 | 381 | | | 716 | 283 | | 625 | 237 | | | | | |

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernandez Yzquierdo Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cabiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

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

N.T.P. 319.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

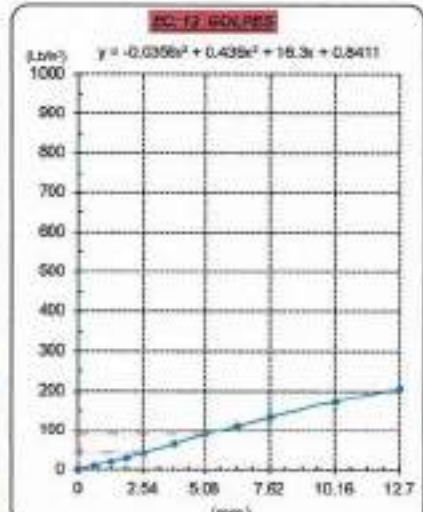
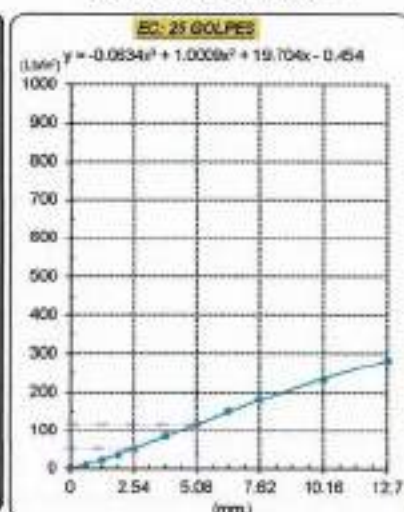
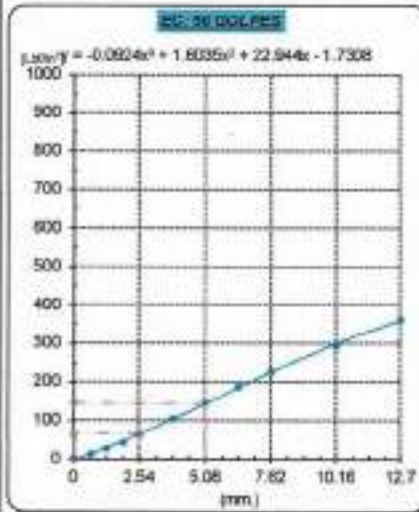


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.583 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.485 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.288 %

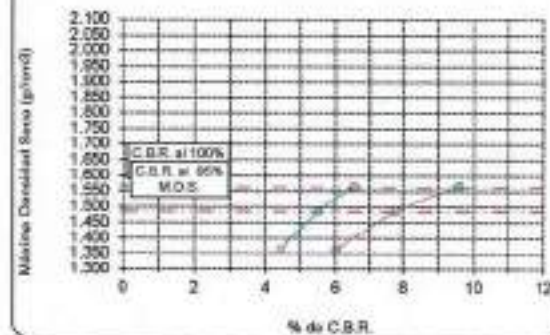
VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. : 5.08 cm.
 C.B.R. AL 100% H.D.S. : 7 % : 10 %
 C.B.R. AL 95% M.D.S. : 6 % : 8 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivodeneira Obitias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cabiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALCATA : C-2
 MODORA : M-2 + 15% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|--------------|--------------|-----------|-------|--------------|-----------|----------|-------|--------------|-------|----------|------|------------|--|
| Nº Molde | | MOLDE 8 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | | | |
| 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 | | 11785 | | 12105 | | 12050 | | 12484 | | 11917 | | 12272 | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8695 | | 8693 | | 8657 | | 8637 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 2994 | | 3314 | | 3355 | | 3791 | | 3160 | | 3635 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 3664 | | 3664 | | 3665 | | 3665 | | 3600 | | 2000 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.799 | | 1.991 | | 1.709 | | 1.928 | | 1.500 | | 1.817 | | | |
| % de humedad | | 15.55 | | 26.40 | | 15.28 | | 28.40 | | 15.20 | | 29.71 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.557 | | 1.575 | | 1.492 | | 1.500 | | 1.360 | | 1.401 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tara + Suelo húmedo (g.) | | 86.0 | | 86.0 | | 3314 | | 3314 | | 62.5 | | 62.5 | | | |
| Tara + Suelo seco (g.) | | 79.2 | | 79.2 | | 2994 | | 2994 | | 58.0 | | 58.0 | | | |
| Peso del Agua (g.) | | 7.8 | | 7.8 | | 320.0 | | 320.0 | | 4.5 | | 4.5 | | | |
| Peso del tara (g.) | | 25.0 | | 25.0 | | 0 | | 0 | | 28.24 | | 28.2 | | | |
| Peso del suelo seco (g.) | | 50.2 | | 50.2 | | 2948.1 | | 2948.1 | | 29.7 | | 29.7 | | | |
| % de humedad | | 15.55 | | 15.55 | | 26.40 | | 26.40 | | 15.20 | | 15.20 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.55 | | 26.40 | | 15.28 | | 28.40 | | 15.20 | | 29.71 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 7/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.15 | 0 | 0 | 1.45 | 0 | 0 | 1.73 | 0 | 0 | | | | |
| 8/05/2024 | 10.2 | 34 | 7.44 | 0.195 | | 8.83 | 0.217 | | 8.83 | 0.248 | | | | | |
| 9/05/2024 | 10.2 | 45 | 11.70 | 0.343 | | 15.91 | 0.398 | | 16.11 | 0.453 | | | | | |
| 19/05/2024 | 10.2 | 72 | 18.82 | 0.489 | | 23.07 | 0.577 | | 26.26 | 0.658 | | | | | |
| 11/05/2024 | 10.2 | 96 | 25.18 | 0.655 | | 30.21 | 0.758 | | 34.45 | 0.851 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 14.33 | 4.57 | total | 16.59 | 4.57 | total | 18.86 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE 8 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm | pulg | | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 38 | 13 | | | 34 | 11 | | | 30 | 10 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 60 | 25 | | | 52 | 22 | | | 45 | 18 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 88 | 39 | | | 73 | 33 | | | 67 | 27 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 140 | 65 | 57.8 | 5.8 | 114 | 46 | 47.8 | 4.8 | 82 | 37 | 37.1 | 3.7 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 235 | 92 | | | 195 | 74 | | | 145 | 66 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 332 | 129 | 126.1 | 8.4 | 262 | 102 | 100.3 | 8.7 | 192 | 75 | 74.5 | 5.0 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 415 | 163 | | | 325 | 128 | | | 241 | 94 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 499 | 192 | | | 387 | 151 | | | 284 | 111 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 672 | 234 | | | 477 | 187 | | | 352 | 141 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 850 | 262 | | | 644 | 214 | | | 425 | 182 | | | |

Henry Rivedeneyra Tibllias
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 VICENCO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con asfalto de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo 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

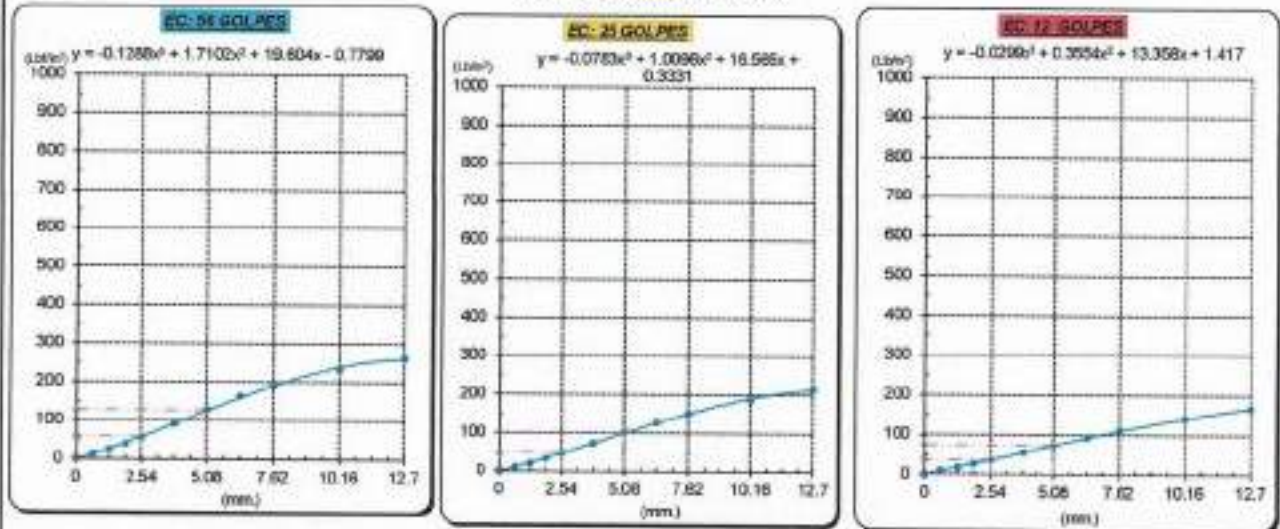


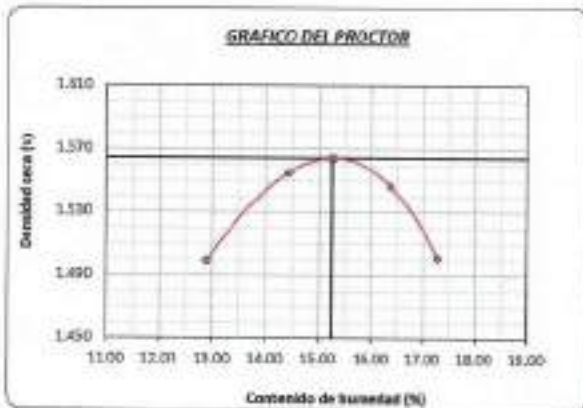
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.563 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.485 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.288 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 6 % | 9 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 5 % | 7 % |



Henry Rivas Obitas
 Henry Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

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

Testa : Fermín Yzquierdo Arnold Merado
 Escola : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCATA : C-2 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : M-2 + 15% ASERRIN

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|-----------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|
| N° Molde | | MOLDE 8 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | |
| 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 | | 11790 | 12598 | | 12072 | 12484 | | 11787 | 12294 | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | 8791 | | 8888 | 8893 | | 8837 | 8837 | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 2999 | 3315 | | 3379 | 3791 | | 3150 | 3667 | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1884 | 1884 | | 1965 | 1965 | | 1888 | 2000 | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.602 | 1.762 | | 1.720 | 1.929 | | 1.675 | 1.833 | | | | |
| % de humedad | | 15.21 | 25.91 | | 15.48 | 27.86 | | 15.62 | 29.04 | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.384 | 1.382 | | 1.489 | 1.509 | | 1.382 | 1.382 | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | - | | - | - | | - | - | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 118.8 | 118.8 | 3315 | 3315 | 123.5 | 123.5 | 3791 | 3791 | 121.8 | 121.8 | 3667.0 | 3667.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 106.8 | 106.8 | 2999 | 2999 | 119.7 | 119.7 | 3379 | 3379 | 109.6 | 109.0 | 3188.0 | 3188.0 |
| Peso del Agua (gr.) | | 12.0 | 12.0 | 316.0 | 316.0 | 12.8 | 12.8 | 412.0 | 412.0 | 12.6 | 12.8 | 479.0 | 479.0 |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 78.8 | 78.8 | 2963.8 | 2963.8 | 80.5 | 80.5 | 3329.4 | 3329.4 | 80.6 | 80.6 | 3107.7 | 3107.7 |
| % de humedad | | 15.21 | 15.21 | 25.91 | 25.91 | 15.48 | 15.48 | 27.86 | 27.86 | 15.62 | 15.62 | 29.04 | 29.04 |
| Promedio de Humedad (%) | | | 15.21 | 25.91 | | 15.48 | | 27.86 | | 15.62 | | 29.04 | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | |
| 12/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | |
| 13/05/2024 | 10.2 | 24 | 7.89 | 0.190 | | 8.88 | 0.224 | | 13.38 | 0.259 | | | |
| 14/05/2024 | 10.2 | 48 | 11.88 | 0.348 | | 16.34 | 0.408 | | 18.79 | 0.468 | | | |
| 15/05/2024 | 10.2 | 72 | 23.39 | 0.610 | | 23.74 | 0.594 | | 17.09 | 0.677 | | | |
| 16/05/2024 | 10.2 | 96 | 28.77 | 0.689 | | 31.10 | 0.778 | | 35.43 | 0.896 | | | |
| | | | 4.57 | total | 14.06 | 4.57 | total | 17.03 | 4.57 | total | 19.40 | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE 8 | | MOLDE 15 | | MOLDE 15 | | MOLDE 1 | | | | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | | | | |
| mm. | | Lbs/ft ² | Lect. Dial | Lbs pulg ² | Lect. Dial | Lbs pulg ² | Lbs pulg ² | % | Lect. Dial | Lbs pulg ² | Lbs pulg ² | % | |
| 0.090 | 0.060 | 0'30" | 0 | 2 | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 26 | 12 | 22 | 11 | | | 18 | 9 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'30" | 57 | 24 | 46 | 20 | | | 35 | 15 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 93 | 37 | 74 | 30 | | | 55 | 23 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'30" | 101 | 52 | 93.8 | 5.4 | | | 102 | 41 | 41.7 | 4.2 | |
| 3.810 | 0.150 | 2'30" | 213 | 83 | 182 | 83 | | | 111 | 44 | | | |
| 5.990 | 0.200 | 4'30" | 300 | 117 | 116.5 | 7.8 | | | 225 | 88 | 87.7 | 5.3 | |
| 6.350 | 0.250 | 6'30" | 389 | 152 | 386 | 113 | | | 191 | 75 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'30" | 480 | 176 | 338 | 132 | | | 228 | 89 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'30" | 512 | 201 | 401 | 157 | | | 290 | 113 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 630 | 212 | 438 | 172 | | | 338 | 132 | | | |

Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tecnicista : Fernández Yzquierdo Arnoldi Moisés
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catibuz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

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

N.T.P. 319.145 / ASTM D-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACION

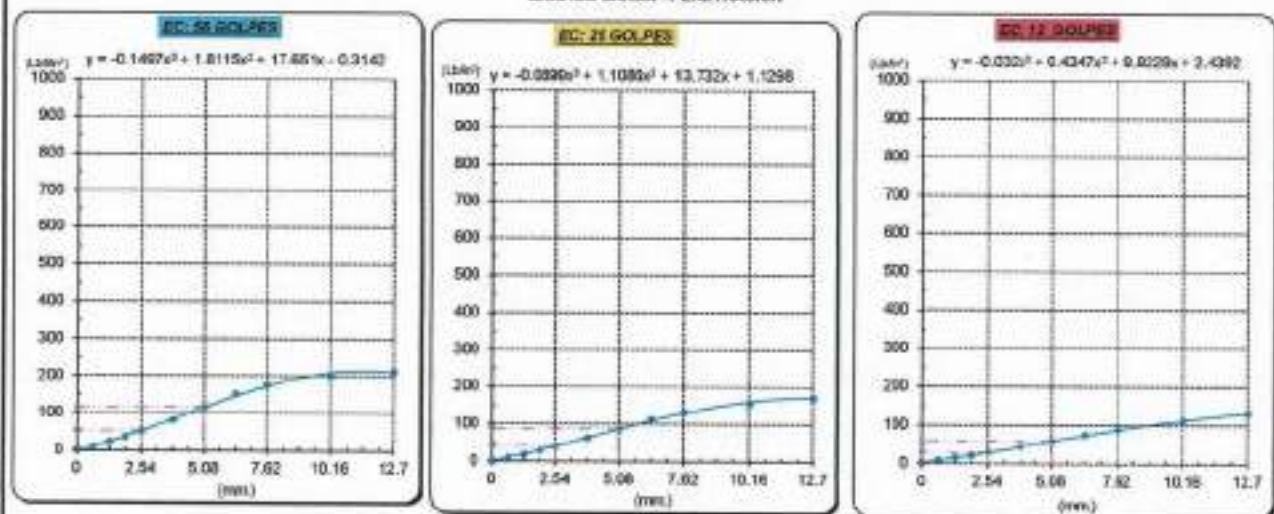


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.963 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 96% : 1.466 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.27 %

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.94 cm. | 5.00 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 5 % | 8 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 4 % | 6 % |



Henry Rivasneyra Obillas
 Henry Rivasneyra Obillas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yazuero Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAJATA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 15% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|---------------------|------------|-----------|--------------|----------|-------------|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|------|-----|--|--|
| Nº Molde | MOLDE 8 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | | | | | | |
| Nº Capas | 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 | 11767 | 12105 | | | 12026 | 12460 | | | 11774 | 12184 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | 8791 | | | 8890 | 8890 | | | 8887 | 8837 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 2976 | 3314 | | | 3133 | 3760 | | | 3137 | 3557 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 3864 | 3864 | | | 3964 | 3966 | | | 3860 | 3900 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.788 | 1.991 | | | 1.898 | 1.914 | | | 1.568 | 1.738 | | | | | | | |
| % de humedad | 15.36 | 26.99 | | | 15.99 | 28.58 | | | 15.74 | 29.21 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.580 | 1.562 | | | 1.468 | 1.488 | | | 1.395 | 1.375 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 165.4 | 165.4 | 3314 | 3314 | 92.8 | 92.8 | 3760 | 3760 | 75.4 | 75.4 | 3667.8 | 3667.0 | | | | | |
| Tarro + Suelo seco (g.) | 96.1 | 96.1 | 2978 | 2978 | 84.1 | 84.1 | 3333 | 3333 | 69.0 | 69.0 | 3137.0 | 3137.0 | | | | | |
| Peso del Agua (g.) | 10.3 | 10.3 | 338.0 | 338.0 | 8.7 | 8.7 | 427.0 | 427.0 | 6.4 | 6.4 | 420.0 | 420.0 | | | | | |
| Peso del tarro (g.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.4 | 28.41 | 0 | 0 | | | | | |
| Peso del suelo seco (g.) | 67.1 | 67.1 | 2920.8 | 2920.8 | 58.8 | 58.8 | 3264.8 | 3264.8 | 40.6 | 40.6 | 3095.1 | 3095.1 | | | | | |
| % de humedad | 15.36 | 15.36 | 26.89 | 26.89 | 15.99 | 15.99 | 28.99 | 28.99 | 15.74 | 15.74 | 29.21 | 29.21 | | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 15.36 | | 26.89 | | 15.99 | | 28.99 | | 15.74 | | 29.21 | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO H. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | | |
| 17/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.42 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | | | | | | |
| 18/05/2024 | 10.2 | 24 | 7.45 | 0.188 | | 9.48 | 0.212 | | 6.98 | 0.248 | | | | | | | |
| 19/05/2024 | 10.2 | 48 | 13.98 | 0.340 | | 15.97 | 0.389 | | 13.01 | 0.450 | | | | | | | |
| 20/05/2024 | 10.2 | 72 | 18.80 | 0.496 | | 22.84 | 0.566 | | 20.14 | 0.654 | | | | | | | |
| 21/05/2024 | 10.2 | 96 | 28.99 | 0.950 | | 39.72 | 0.743 | | 34.28 | 0.856 | | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 14.21 | 4.57 | total | 16.27 | 4.57 | total | 16.78 | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 15 | | | | MOLDE Nº 1 | | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | | |
| | | | Lect. Dial | Líq. en/2 | Líq. en/2 | % | Lect. Dial | Líq. en/2 | Líq. en/2 | % | Lect. Dial | Líq. en/2 | Líq. en/2 | % | | | |
| mm. | pulg. | Lbs/ft ² | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 28 | 13 | | | 28 | 12 | | | | 21 | 10 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 82 | 26 | | | 98 | 23 | | | | 46 | 20 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 101 | 40 | | | 89 | 36 | | | | 70 | 29 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 148 | 57 | 67.708 | 6.711 | 125 | 49 | 51.4 | 5.1 | | 98 | 38 | 39.1 | 3.9 | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 242 | 94 | | | 209 | 80 | | | | 190 | 59 | | | | |
| 5.000 | 0.200 | 4'00" | 330 | 132 | 130.774 | 9.252 | 284 | 111 | 106.8 | 7.3 | | 203 | 79 | 78.5 | 5.2 | | |
| 6.260 | 0.250 | 6'00" | 438 | 170 | | | 386 | 140 | | | | 264 | 99 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 8'00" | 613 | 201 | | | 424 | 166 | | | | 309 | 117 | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 10'00" | 831 | 247 | | | 632 | 210 | | | | 391 | 149 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 718 | 286 | | | 627 | 249 | | | | 462 | 178 | | | | |

Henry Rivadeneyra Obdías
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: Fernández Yzquierdo Aníbal Miranda
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y sal"
 Ubicación: Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, mayo del 2024

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

N.T.P. 399.145 / ASTM D-1883

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

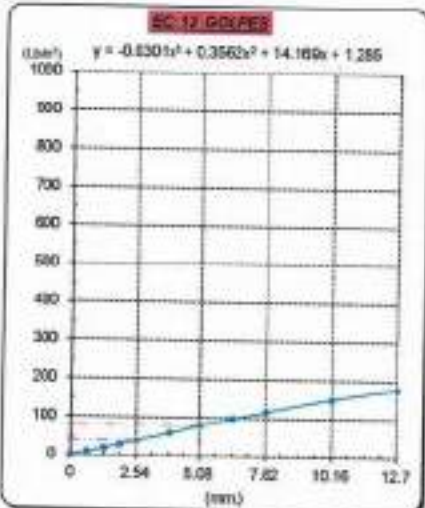
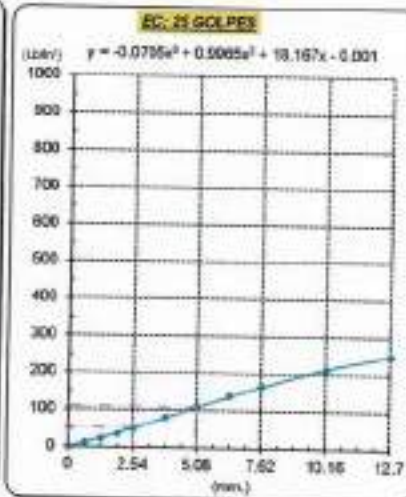
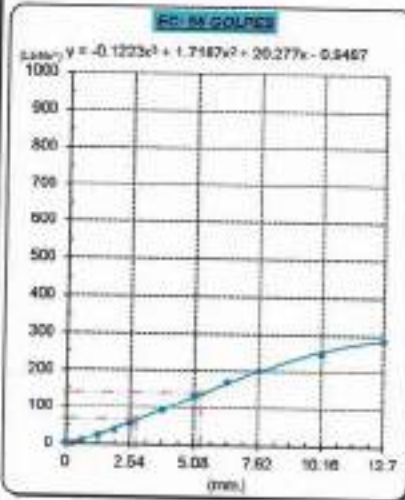


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

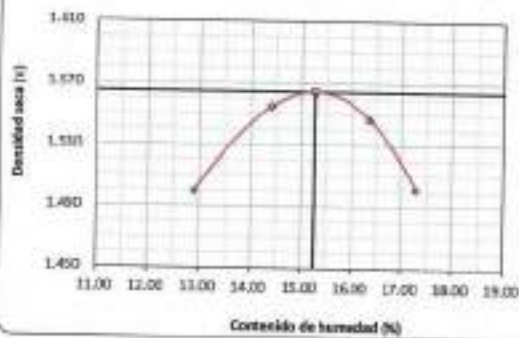
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.593 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 99% 1.485 g/cm³
 ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD 15.27 %

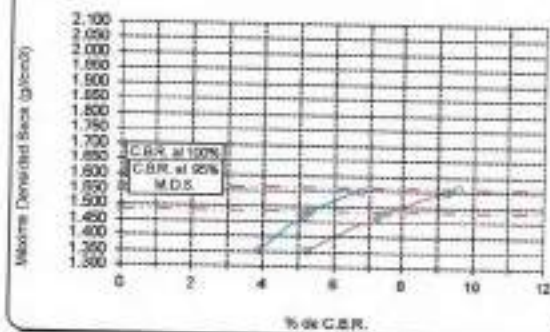
VALOR DEL C.B.R.

| | |
|---------------------------|----------|
| 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. 7 % | 10 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. 5 % | 8 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 319.145 / ASTM D-1883

Testista : Fernández Yaguendo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dst. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCIÓN : C-2 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : M-2 + 15% ASERRIN

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | | |
| 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 | | 11791 | | 12153 | | 12081 | | 12484 | | 11916 | | 12284 | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8699 | | 8693 | | 8637 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3000 | | 3362 | | 3388 | | 3791 | | 3179 | | 3647 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1864 | | 1964 | | 1995 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.602 | | 2.020 | | 1.714 | | 1.929 | | 1.590 | | 1.823 | | |
| % de humedad | | 15.33 | | 27.59 | | 15.83 | | 28.57 | | 15.64 | | 30.57 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.583 | | 1.583 | | 1.490 | | 1.501 | | 1.374 | | 1.397 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 99.4 | 99.4 | 3362 | 3362 | 78.2 | 78.2 | 3791 | 3791 | 75.8 | 75.8 | 3647.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 89.9 | 89.9 | 3000 | 3000 | 71.3 | 71.3 | 3368 | 3368 | 69.4 | 69.4 | 3179.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.5 | 9.5 | 362.0 | 362.0 | 6.8 | 6.8 | 423.0 | 423.0 | 6.4 | 6.4 | 468.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 61.9 | 61.9 | 2953.8 | 2953.8 | 43.1 | 43.1 | 3318.9 | 3318.9 | 41.0 | 41.0 | 3135.9 | | |
| % de humedad | | 15.33 | 15.33 | 27.59 | 27.59 | 15.83 | 15.83 | 28.57 | 28.57 | 15.64 | 15.64 | 30.57 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.33 | | 27.59 | | 15.83 | | 28.57 | | 15.64 | | 30.57 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 22/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.16 | 0 | 0 | 1.52 | 0 | 0 | 1.85 | 0 | 0 | | | |
| 23/05/2024 | 10.2 | 24 | 7.30 | 0.163 | | 8.82 | 0.220 | | 10.14 | 0.253 | | | | |
| 24/05/2024 | 10.2 | 48 | 18.38 | 0.335 | | 18.12 | 0.403 | | 18.41 | 0.480 | | | | |
| 25/05/2024 | 10.2 | 72 | 19.81 | 0.488 | | 23.81 | 0.585 | | 26.67 | 0.667 | | | | |
| 26/05/2024 | 10.2 | 96 | 28.89 | 0.640 | | 30.71 | 0.768 | | 38.84 | 0.874 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 14.01 | 4.57 | total | 16.81 | 4.57 | total | 19.13 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Líbr. pulg. | Líbr. pulg. | % | Lect. Dial | Líbr. pulg. | Líbr. pulg. | % | Lect. Dial | Líbr. pulg. | Líbr. pulg. | % |
| mm. | pulg. | Lb/lin2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 20 | 13 | | | 24 | 11 | | | 22 | 11 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 81 | 25 | | | 83 | 22 | | | 68 | 20 | | |
| 1.810 | 0.075 | 1'30" | 100 | 40 | | | 84 | 34 | | | 73 | 30 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 146 | 57 | 59.0 | 5.9 | 117 | 46 | 48.1 | 4.8 | 100 | 40 | 40.9 | 4.1 |
| 3.610 | 0.150 | 3'00" | 239 | 93 | | | 181 | 75 | | | 188 | 62 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 338 | 131 | 128.8 | 8.8 | 264 | 103 | 101.8 | 6.8 | 214 | 83 | 82.5 | 5.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 438 | 168 | | | 335 | 131 | | | 267 | 104 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 504 | 198 | | | 396 | 155 | | | 316 | 123 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 813 | 243 | | | 489 | 192 | | | 460 | 156 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 887 | 278 | | | 564 | 223 | | | 477 | 188 | | |

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merande
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

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

N.T.P. 339.345 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

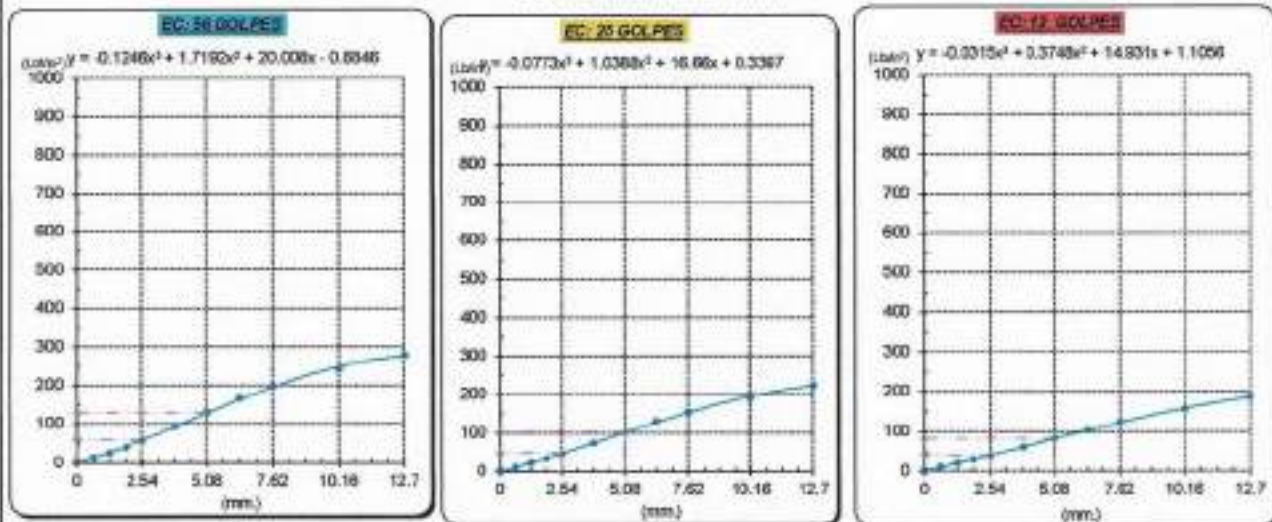


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

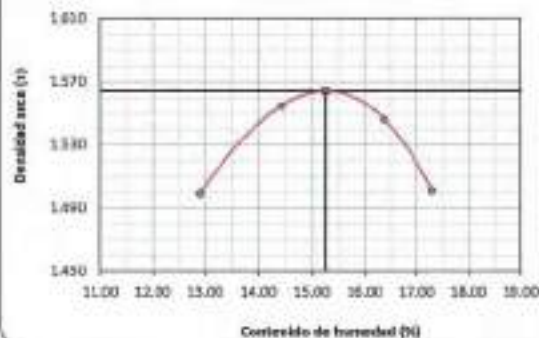
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.563 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.485 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.268 %

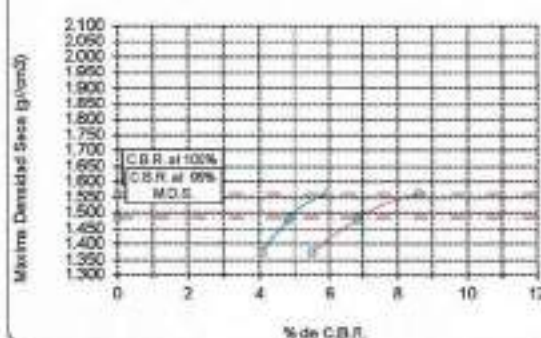
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 6 % | 9 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 5 % | 7 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chidayo, mayo del 2024

CALCERA : C-2
MUESTRA : M-2 + 15% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|---|
| Nº Molde | | MOLDE 8 | | | | MOLDE 18 | | | | MOLDE 1 | | | | |
| 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 | | 11768 | | 12142 | | 12889 | | 12616 | | 11769 | | 12289 | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8699 | | 8683 | | 8637 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 2977 | | 3351 | | 3346 | | 3823 | | 3122 | | 3572 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1694 | | 1694 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.780 | | 2.013 | | 1.703 | | 1.946 | | 1.561 | | 1.788 | | |
| % de humedad | | 15.40 | | 28.15 | | 15.48 | | 29.94 | | 15.54 | | 30.15 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.590 | | 1.571 | | 1.475 | | 1.487 | | 1.351 | | 1.372 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Taro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Taro + Suelo húmedo (gr.) | | 96.8 | 96.8 | 3351 | 3351 | 77.8 | 77.8 | 3823 | 3823 | 14.7 | 14.7 | 3572.8 | | |
| Taro + Suelo seco (gr.) | | 87.6 | 87.6 | 2977 | 2977 | 71.0 | 71.0 | 3346 | 3346 | 8.8 | 8.8 | 3122.8 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.2 | 9.2 | 374.0 | 374.0 | 6.6 | 6.6 | 477.0 | 477.0 | 6.2 | 6.2 | 450.0 | | |
| Peso del taro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.24 | 28.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 59.6 | 59.6 | 2931.8 | 2931.8 | 42.8 | 42.8 | 3297.4 | 3297.4 | 40.1 | 40.1 | 3080.4 | | |
| % de humedad | | 15.40 | 15.40 | 28.15 | 28.15 | 15.48 | 15.48 | 29.94 | 29.94 | 15.54 | 15.54 | 30.15 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.40 | | 28.15 | | 15.48 | | 29.94 | | 15.54 | | 30.15 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hrs. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 27/05/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.17 | 0 | 0 | 1.78 | 0 | 0 | | | |
| 28/05/2024 | 16.5 | 24 | 7.38 | 0.185 | | 6.88 | 0.172 | | 5.99 | 0.250 | | | | |
| 29/05/2024 | 16.5 | 48 | 13.88 | 0.339 | | 12.81 | 0.315 | | 11.18 | 0.454 | | | | |
| 30/05/2024 | 16.5 | 72 | 19.74 | 0.494 | | 18.33 | 0.456 | | 16.38 | 0.658 | | | | |
| 31/05/2024 | 16.5 | 96 | 25.82 | 0.648 | | 24.65 | 0.601 | | 21.55 | 0.884 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 14.18 | 4.57 | total | 13.17 | 4.57 | total | 18.91 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 18 | | | | MOLDE Nº 1 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Líbr. pulg2 | Líbr. pulg2 | % | Lect. Dial | Líbr. pulg2 | Líbr. pulg2 | % | Lect. Dial | Líbr. pulg2 | Líbr. pulg2 | % |
| mm. | pulg. | Lbf/in2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 27 | 12 | | | | | 24 | 11 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 60 | 25 | | | | | 52 | 22 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 88 | 38 | | | | | 82 | 33 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 140 | 55 | 57.0 | 5.8 | | | 112 | 46 | 47.2 | 4.7 | | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 232 | 90 | | | | | 187 | 73 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 337 | 128 | 125.4 | 8.4 | | | 269 | 101 | 99.7 | 6.8 | | |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 417 | 163 | | | | | 328 | 128 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 488 | 192 | | | | | 387 | 151 | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | 598 | 231 | | | | | 475 | 186 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 695 | 259 | | | | | 543 | 214 | | | | |

Henry Ruedenebra Obillas
 Tec. Laboratorio USAT

Técnico de Laboratorio
 USAT

Tesis : Fernández Yagüero Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

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

N.T.P. 399.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

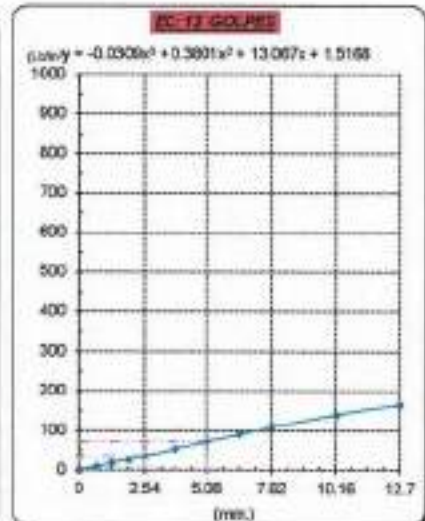
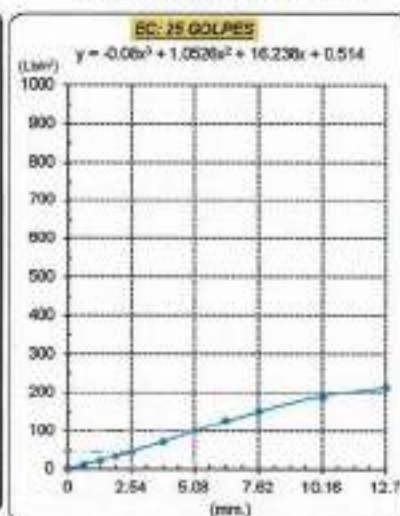
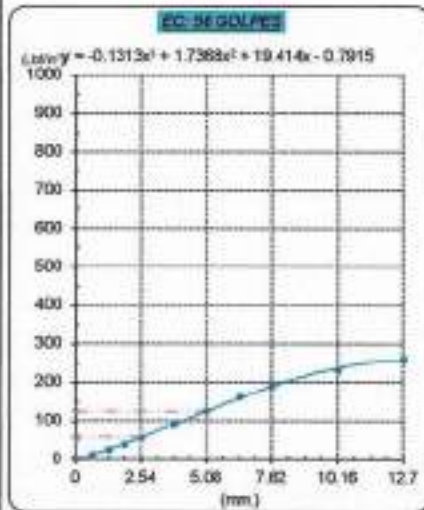


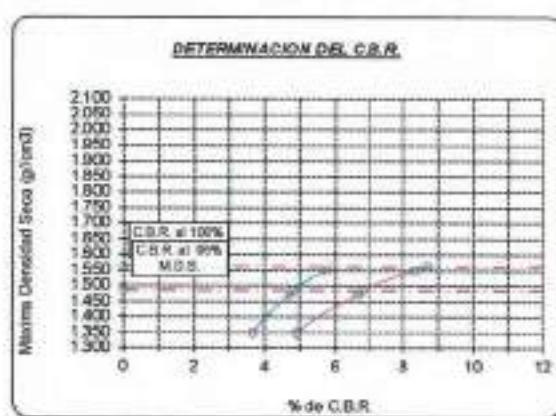
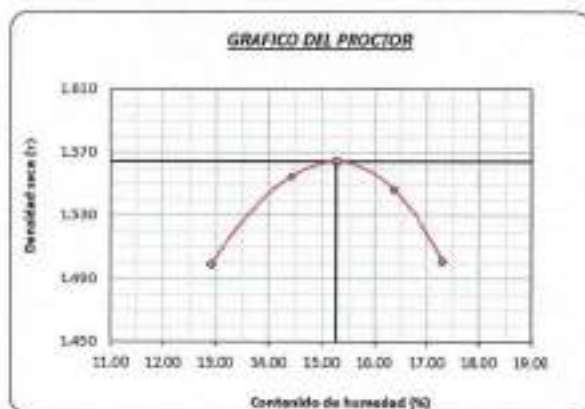
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.563 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.485 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.268 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 6 % | 9 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 5 % | 7 % |



Heidy Cuadernos Oblitas
 Tec. LABORATORIO USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

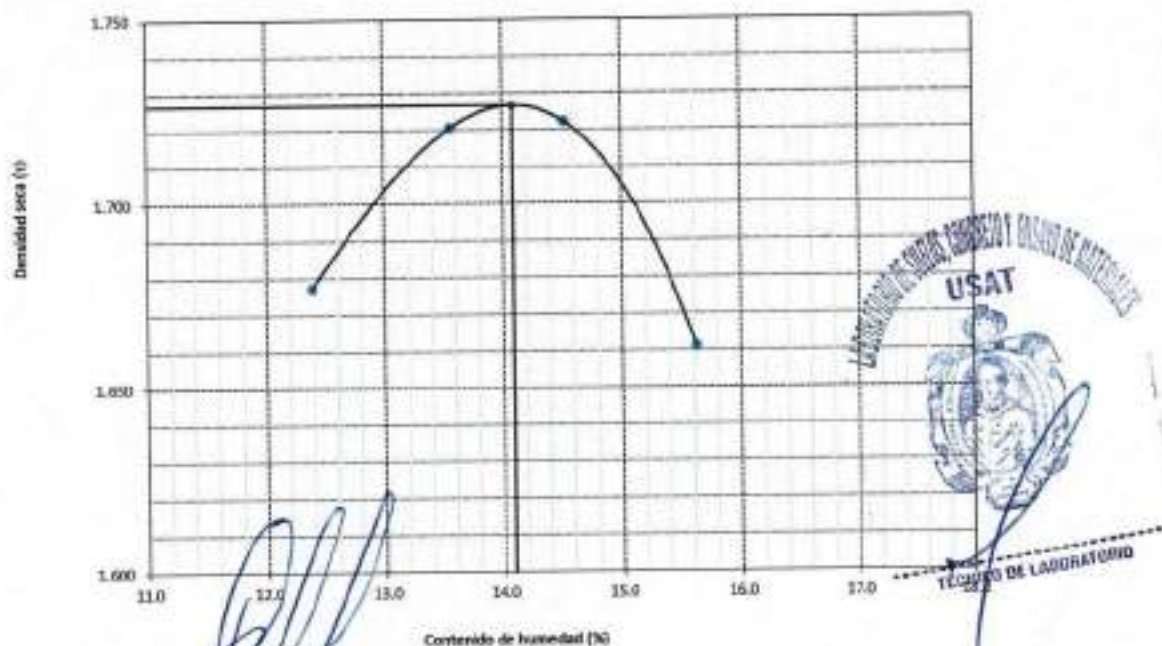


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (36000 pie-lbf/pie³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tecnicista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2024

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| CAUCATA : | C-2 | COORDENADAS : | | | |
| MUESTRA : | M-2 + 5% CAL | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5812 | 5860 | 5843 | 5779 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1780 | 1828 | 1811 | 1747 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.921 | 1.972 | 1.954 | 1.885 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 105.40 | 143.00 | 111.60 | 93.30 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 95.00 | 128.42 | 101.67 | 86.13 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.48 | 28.26 |
| Peso de agua | g | 10.40 | 14.58 | 9.93 | 7.17 |
| Peso de suelo seco | g | 66.59 | 100.38 | 73.21 | 57.86 |
| Contenido de agua | % | 15.6 | 14.5 | 13.6 | 12.4 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.661 | 1.722 | 1.721 | 1.677 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.727 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.092 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivasdeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

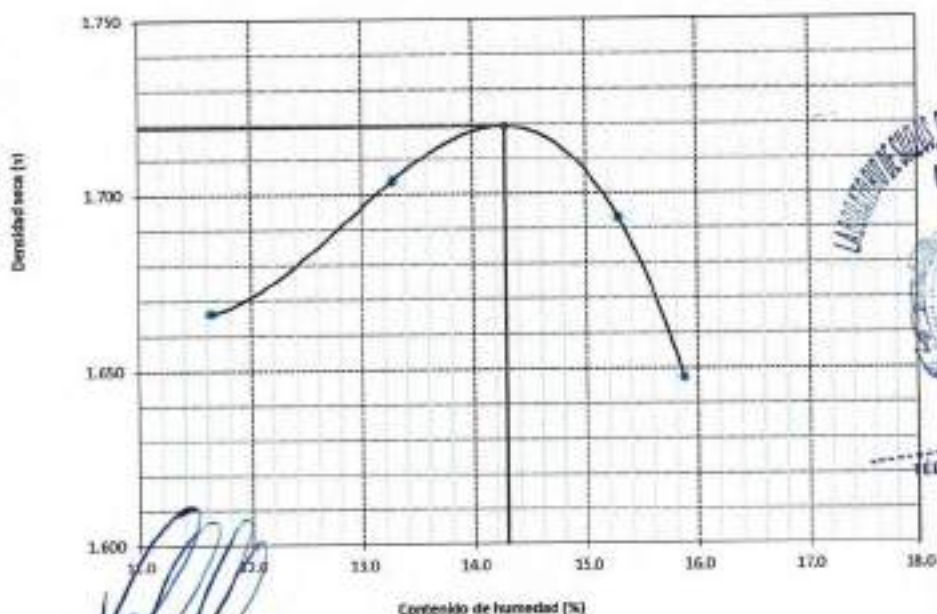


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tejista : Fernández Izquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tejís : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cativiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2024

| CALICATA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------|--------|-------|
| MUESTRA : M-2 + 5% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5801 | 5841 | 5821 | 5758 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1769 | 1809 | 1789 | 1724 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.909 | 1.952 | 1.930 | 1.860 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 95.14 | 133.39 | 103.35 | 85.05 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 86.00 | 119.42 | 94.57 | 79.13 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 9.14 | 13.97 | 8.76 | 5.92 |
| Peso de suelo seco | g | 57.59 | 91.38 | 66.11 | 50.66 |
| Contenido de agua | % | 15.9 | 15.3 | 13.3 | 11.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.647 | 1.893 | 1.704 | 1.666 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.719 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.288 | % | | | |

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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2024

| CALCATA : C-2 | | COORDENADA : | | | |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| MUESTRA : M-2 + 5% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5815 | 5833 | 5810 | 5745 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1783 | 1801 | 1778 | 1713 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.924 | 1.943 | 1.918 | 1.848 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.84 | 127.02 | 116.22 | 117.13 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 110.50 | 113.60 | 105.78 | 107.35 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 14.34 | 13.42 | 10.44 | 9.78 |
| Peso de suelo seco | g | 82.09 | 85.96 | 77.32 | 79.10 |
| Contenido de agua | % | 17.5 | 15.7 | 13.5 | 12.4 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.638 | 1.680 | 1.690 | 1.645 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.698 g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 14.251 % | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | |
| | | | | | |



Henry
 Ribadeneyra
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración
 N.T.P. 320.345 / ASTM D-1883

Técnico : Fernández Yaqierdo Arnold Merardo
 Escala : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cotilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2024

CLASIFICACIÓN : C-2
 MUESTRA : M-2 + 5% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|------------------------|-------------------------|--------------|------------|------------------------|-------------------------|--------------|------------|------------------------|-------------------------|---|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 12047 | | 12252 | | 12290 | | 12690 | | 12050 | | 12504 | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8803 | | 8803 | | 8807 | | 8837 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3256 | | 3461 | | 3487 | | 3887 | | 3243 | | 3667 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1864 | | 1864 | | 1905 | | 1905 | | 1900 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.956 | | 2.079 | | 1.935 | | 2.099 | | 1.706 | | 1.933 | | |
| % de humedad | | 14.21 | | 20.62 | | 14.30 | | 22.81 | | 14.36 | | 27.87 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.713 | | 1.724 | | 1.605 | | 1.819 | | 1.482 | | 1.512 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Torno N° | | | | | | | | | | | | | | |
| Torno + Suelo húmedo (gr.) | | 127.3 | | 3461 | | 110.9 | | 3907 | | 121.4 | | 3867.0 | | |
| Torno + Suelo seco (gr.) | | 113.7 | | 3256 | | 100.6 | | 3605 | | 109.6 | | 3413.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 13.6 | | 205.0 | | 10.3 | | 302.0 | | 11.7 | | 454.0 | | |
| Peso del torno (gr.) | | 18.2 | | 0 | | 28.25 | | 0 | | 28.04 | | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 95.5 | | 3201.2 | | 72.3 | | 3548.0 | | 97.8 | | 3362.0 | | |
| % de humedad | | 14.21 | | 20.62 | | 14.30 | | 22.81 | | 14.36 | | 27.87 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.21 | | 20.62 | | 14.30 | | 22.81 | | 14.36 | | 27.87 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/02/2024 | 16.5 | 0 | 0.79 | 0 | 0 | 0.88 | 0 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | | | |
| 3/02/2024 | 16.5 | 24 | 3.16 | 0.079 | | 3.66 | 0.092 | | 4.17 | 0.104 | | | | |
| 4/02/2024 | 16.5 | 48 | 5.81 | 0.138 | | 6.34 | 0.158 | | 7.20 | 0.180 | | | | |
| 5/02/2024 | 16.5 | 72 | 7.87 | 0.197 | | 8.63 | 0.225 | | 10.20 | 0.255 | | | | |
| 6/02/2024 | 16.5 | 96 | 10.34 | 0.256 | | 11.89 | 0.292 | | 13.18 | 0.330 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.80 | 4.07 | total | 6.40 | 4.57 | total | 7.22 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Lbs/ pulg ² | Lect. pulg ² | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg ² | Lect. pulg ² | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg ² | Lect. pulg ² | % |
| mm. | pulg. | Lbs/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 9 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 71 | 29 | | | 60 | 25 | | | 48 | 20 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 183 | 60 | | | 139 | 55 | | | 125 | 49 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 342 | 94 | | | 215 | 84 | | | 187 | 73 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 523 | 126 | 141.1 | 14.1 | 296 | 115 | 117.9 | 11.8 | 298 | 104 | 104.5 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 801 | 197 | | | 449 | 178 | | | 337 | 155 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1087 | 278 | 291.8 | 18.5 | 648 | 257 | 246.2 | 10.4 | 478 | 186 | 104.5 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1366 | 351 | | | 778 | 312 | | | 646 | 215 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1634 | 418 | | | 893 | 361 | | | 802 | 258 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 2335 | 543 | | | 1287 | 445 | | | 991 | 275 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 3037 | 591 | | | 1785 | 490 | | | 1264 | 308 | | |

Henry Rivasdeyera Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: : Fernández Yzquierdo Arnold Morado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Castilla, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, febrero 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

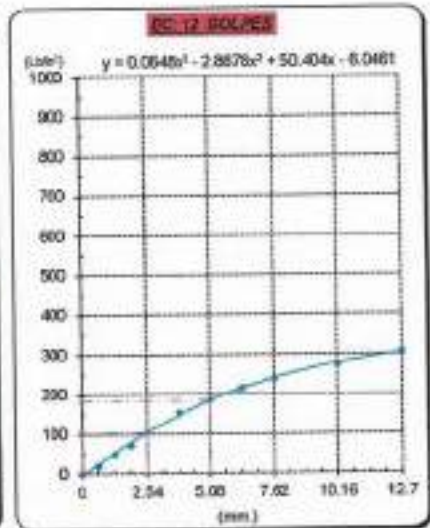
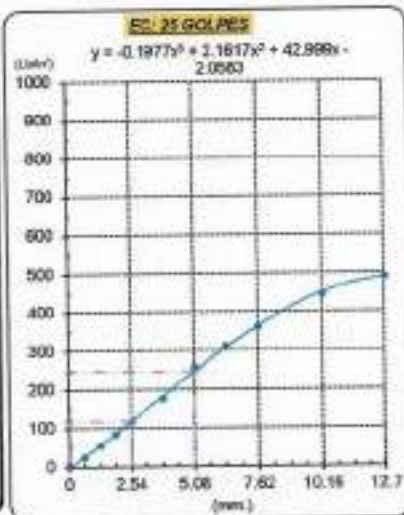
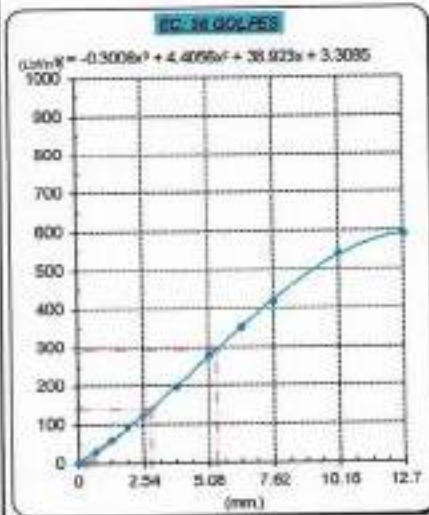


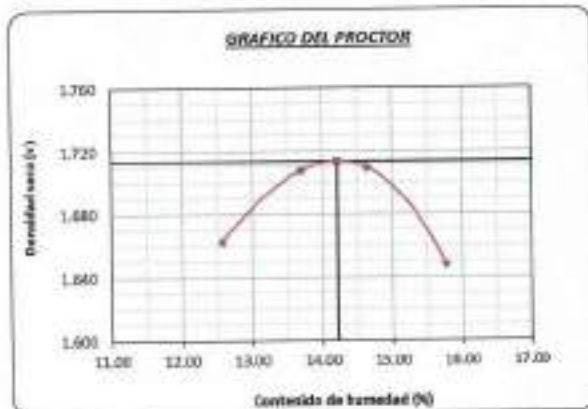
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.715 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.620 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.210 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 % | 20 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 12 % | 17 % |



Henry Huadénegra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



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

Realiza : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilax, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2024

CAUCUTA : C-2 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
MUESTRA : M-2 + 5% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|-----------|-----------|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | |
| Nº Capas | | 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 | | 12063 | | 12277 | | 12349 | | 12631 | | 12054 | | 12390 |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8603 | | 8603 | | 8637 | | 8637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3272 | | 3486 | | 3646 | | 3828 | | 3417 | | 3753 |
| Volumen del molde (cc) | | 1864 | | 1864 | | 1965 | | 1965 | | 1900 | | 2090 |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.758 | | 2.094 | | 1.851 | | 2.004 | | 1.798 | | 1.875 |
| % de humedad | | 14.12 | | 20.77 | | 14.27 | | 22.11 | | 14.42 | | 24.40 |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.723 | | 1.734 | | 1.628 | | 1.641 | | 1.493 | | 1.508 |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
| Tomo Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tomo + Suelo húmedo (g.) | | 128.8 | 128.8 | 3486 | 3486 | 119.3 | 119.3 | 3938 | 3938 | 115.3 | 115.3 | 3753.0 |
| Tomo + Suelo seco (g.) | | 116.1 | 115.1 | 3272 | 3272 | 107.9 | 107.9 | 3656 | 3656 | 104.3 | 104.3 | 3417.0 |
| Peso del Agua (g.) | | 13.7 | 13.7 | 214.0 | 214.0 | 11.4 | 11.4 | 282.0 | 282.0 | 11.0 | 11.0 | 336.0 |
| Peso del taro (g.) | | 18.2 | 18.2 | 0 | 0 | 28.25 | 28.3 | 0 | 0 | 28.04 | 28.04 | 0 |
| Peso del suelo seco (g.) | | 97.0 | 97.0 | 3216.6 | 3216.6 | 79.7 | 79.7 | 3597.4 | 3597.4 | 79.3 | 79.3 | 3306.7 |
| % de humedad | | 14.12 | 14.12 | 20.77 | 20.77 | 14.27 | 14.27 | 22.11 | 22.11 | 14.42 | 14.42 | 24.40 |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.12 | | 20.77 | | 14.27 | | 22.11 | | 14.42 | | 24.40 |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | |
| 7/02/2024 | 10.2 | 0 | 1.58 | 0 | 0 | 1.58 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | |
| 8/02/2024 | 10.2 | 24 | 3.11 | 0.678 | | 4.02 | 0.100 | | 4.92 | 0.123 | | |
| 9/02/2024 | 10.2 | 48 | 6.64 | 0.126 | | 6.55 | 0.166 | | 6.27 | 0.207 | | |
| 10/02/2024 | 10.2 | 72 | 6.53 | 0.173 | | 6.26 | 0.231 | | 11.81 | 0.290 | | |
| 11/02/2024 | 10.2 | 96 | 6.66 | 0.221 | | 11.30 | 0.282 | | 13.79 | 0.344 | | |
| | | | 4.57 | total | 4.85 | 4.57 | total | 6.19 | 4.57 | total | 7.54 | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 2 | | MOLDE Nº 5 | | MOLDE Nº 3 | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Lib/Std | Lib/ pulg | Lib/ pulg | % | Lib/ Std | Lib/ pulg | Lib/ pulg | % | Lib/ Std | Lib/ pulg |
| mm. | pulg. | Lib/Std | Lib/ pulg | Lib/ pulg | % | Lib/ Std | Lib/ pulg | Lib/ pulg | % | Lib/ Std | Lib/ pulg | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 192 | 41 | | | 82 | 33 | | 62 | 26 | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 212 | 83 | | | 174 | 66 | | 135 | 53 | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 280 | 112 | | | 248 | 97 | | 210 | 82 | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 400 | 158 | 185.8 | 16.7 | 346 | 135 | 138.7 | 13.9 | 206 | 111 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 639 | 254 | | | 631 | 209 | | 420 | 166 | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 940 | 338 | 330.2 | 22.0 | 895 | 273 | 266.2 | 17.7 | 630 | 209 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1061 | 456 | | | 911 | 326 | | 620 | 246 | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1194 | 524 | | | 926 | 376 | | 761 | 279 | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1534 | 694 | | | 1137 | 468 | | 940 | 336 | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1674 | 708 | | | 1313 | 548 | | 972 | 366 | |

Henry Rivaseneira Obilitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yzquierdo Ansel Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cejemeña
 Fecha de emisión : Chiclayo, febrero 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

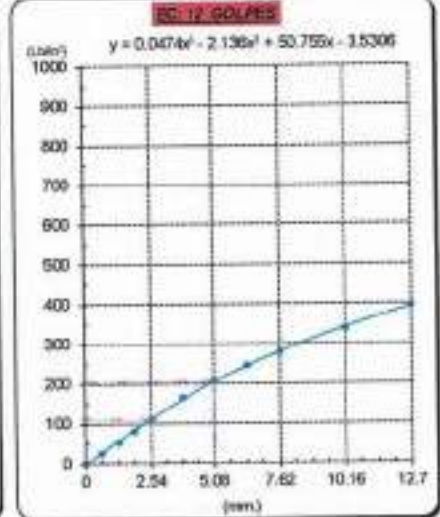
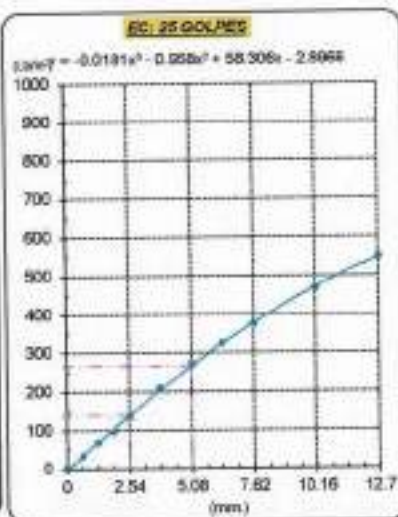
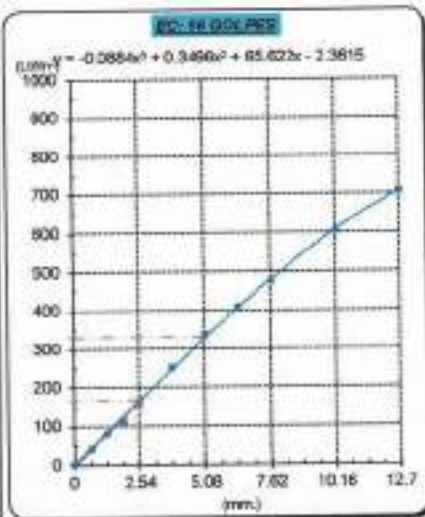


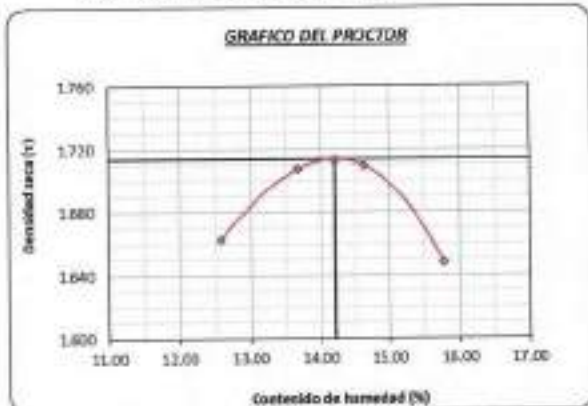
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.715 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.629 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.210 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 16 % | 22 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 % | 18 % |



Henry Rivas Encaya Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.F. 320.145 / ASTM D 1583

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Miranda
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2024

CAJAFITA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 5% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|---------------------|----------|------------------------|------------------------|-------|-----------|------------------------|------------------------|-----------|----------|------------------------|------------------------|---|--|--|
| N° Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | | | |
| N° Capas | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | | | |
| N° Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12960 | 12286 | 12380 | 12708 | 11946 | 12214 | 11946 | 12214 | 11946 | 12214 | 12214 | | | | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | 8791 | 8691 | 8691 | 8691 | 8691 | 8691 | 8691 | 8691 | 8691 | 8691 | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3200 | 3507 | 3687 | 4015 | 3255 | 3523 | 3255 | 3523 | 3255 | 3523 | 3523 | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.964 | 2.107 | 2.215 | 2.406 | 1.956 | 2.116 | 1.956 | 2.116 | 1.956 | 2.116 | 2.116 | | | | | |
| % de humedad | 14.23 | 21.63 | 14.63 | 24.58 | 14.44 | 24.53 | 14.44 | 24.53 | 14.44 | 24.53 | 24.53 | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.719 | 1.732 | 1.924 | 1.940 | 1.645 | 1.660 | 1.645 | 1.660 | 1.645 | 1.660 | 1.660 | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 107.9 | 117.9 | 3667 | 3667 | 119.7 | 119.7 | 4015 | 4015 | 99.9 | 99.9 | 3637.0 | | | | | |
| Tarro + Suelo seco (g.) | 94.8 | 96.8 | 3288 | 3288 | 108.9 | 108.9 | 3657 | 3657 | 90.9 | 90.9 | 3308.9 | | | | | |
| Peso del Agua (g.) | 11.2 | 11.2 | 238.0 | 238.0 | 11.7 | 11.7 | 358.0 | 358.0 | 9.1 | 9.1 | 329.0 | | | | | |
| Peso del tarro (g.) | 18.2 | 18.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 38.04 | 38.04 | 0 | | | | | |
| Peso del suelo seco (g.) | 76.6 | 78.6 | 3213.7 | 3213.7 | 79.8 | 79.8 | 3696.6 | 3696.6 | 82.8 | 82.8 | 3269.9 | | | | | |
| % de humedad | 14.23 | 14.23 | 21.63 | 21.63 | 14.63 | 14.63 | 24.58 | 24.58 | 14.44 | 14.44 | 24.53 | | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.23 | | 21.63 | | 14.63 | | 24.58 | | 14.44 | | 24.53 | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | | | |
| 12/02/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | 1.97 | 0 | 0 | | | | | |
| 13/02/2024 | 10.2 | 24 | 3.36 | 0.058 | | 4.39 | 0.113 | | 5.19 | 0.128 | | | | | | |
| 14/02/2024 | 10.2 | 48 | 4.89 | 0.167 | | 7.48 | 0.187 | | 8.97 | 0.207 | | | | | | |
| 15/02/2024 | 10.2 | 72 | 6.42 | 0.236 | | 10.43 | 0.281 | | 11.42 | 0.285 | | | | | | |
| 16/02/2024 | 10.2 | 96 | 7.95 | 0.305 | | 13.39 | 0.335 | | 14.87 | 0.364 | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.68 | 4.57 | total | 7.33 | 4.57 | total | 7.97 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Lbs. Del | Lbs. pulg ² | Lbs. pulg ² | % | Lbs. Del | Lbs. pulg ² | Lbs. pulg ² | % | Lbs. Del | Lbs. pulg ² | Lbs. pulg ² | % | | |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.900 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 82 | 33 | | | | | 84 | 33 | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 172 | 67 | | | | | 181 | 69 | | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 135" | 286 | 109 | | | | | 327 | 88 | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 391 | 137 | 139.4 | 13.9 | | | 431 | 169 | 124.4 | 12.4 | | | | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 549 | 215 | | | | | 628 | 247 | 242.7 | 16.2 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 742 | 297 | 201.4 | 19.4 | | | 807 | 297 | | | | | | |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 907 | 367 | | | | | 988 | 343 | | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 1098 | 433 | | | | | 1203 | 426 | | | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | 1331 | 509 | | | | | 1487 | 608 | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 1487 | 608 | | | | | 1170 | 483 | | | | | | |

Henry Rivadeneira Obitias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

Tesista : Fernández Yaqüando Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : 'Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal'
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2004

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

N.T.P. 379.145 / ASTM D-1885

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

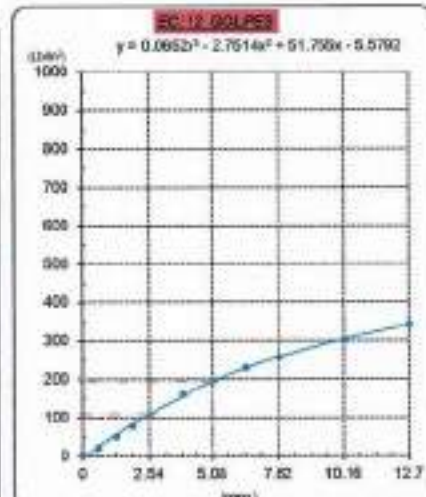
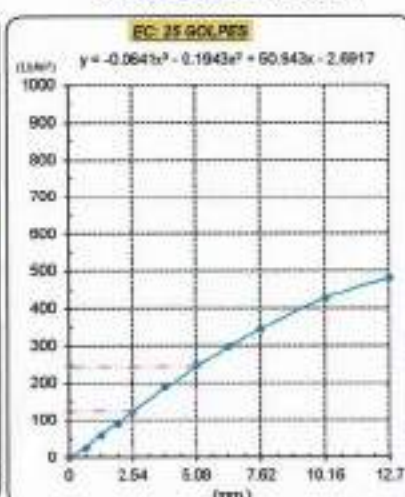
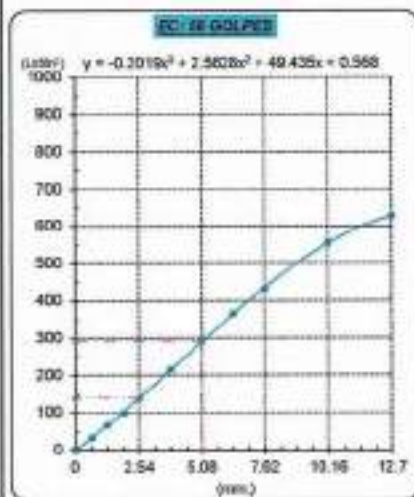


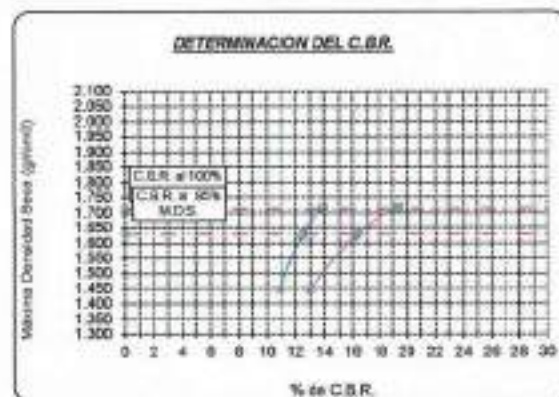
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.715 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.629 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.21 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S | 14 % | 19 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S | 12 % | 16 % |



Henry Rivasneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO



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-1583

Técnico : Fernando Yzquierdo Arnold Merario
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2024

CAPACIDAD : C-2
 MUESTRA : M-2 + 5% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|-------|------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|--------------|-------|------------|------------|------------|---|--|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | | |
| Nº Capas | | 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 | | 12058 | 12297 | 12398 | 12948 | 12398 | 12948 | 12398 | 12948 | 12398 | 12948 | 12398 | 12948 | | | |
| Peso de molde (g) | | 6783 | 6791 | 6603 | 6603 | 6603 | 6603 | 6603 | 6603 | 6603 | 6603 | 6603 | 6603 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3267 | 3496 | 3673 | 3850 | 3673 | 3850 | 3673 | 3850 | 3673 | 3850 | 3673 | 3850 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 3664 | 3664 | 1945 | 1965 | 1945 | 1965 | 1945 | 1965 | 1945 | 1965 | 1945 | 1965 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.993 | 2.100 | 1.889 | 2.012 | 1.889 | 2.012 | 1.889 | 2.012 | 1.889 | 2.012 | 1.889 | 2.012 | | | |
| % de humedad | | 14.26 | 21.39 | 14.41 | 22.16 | 14.41 | 22.16 | 14.41 | 22.16 | 14.41 | 22.16 | 14.41 | 22.16 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.716 | 1.730 | 1.634 | 1.647 | 1.634 | 1.647 | 1.634 | 1.647 | 1.634 | 1.647 | 1.634 | 1.647 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 117.6 | 117.6 | 3496 | 3496 | 119.5 | 119.5 | 3953 | 3953 | 118.3 | 118.3 | 3870.0 | 3870.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 105.2 | 105.2 | 3267 | 3267 | 108.0 | 108.0 | 3673 | 3673 | 107.2 | 107.2 | 3514.0 | 3514.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 12.4 | 12.4 | 229.0 | 229.0 | 11.5 | 11.5 | 280.0 | 280.0 | 11.1 | 11.1 | 356.0 | 356.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 18.2 | 18.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.04 | 0 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 87.0 | 87.0 | 3211.8 | 3211.8 | 79.8 | 79.8 | 3613.5 | 3613.5 | 79.2 | 79.2 | 3460.7 | 3460.7 | | | |
| % de humedad | | 14.26 | 14.26 | 21.39 | 21.39 | 14.41 | 14.41 | 22.16 | 22.16 | 14.06 | 14.06 | 24.35 | 24.35 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.26 | | 21.39 | | 14.41 | | 22.16 | | 14.06 | | 24.35 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | | | |
| 17/02/2024 | 10.2 | 0 | 0.38 | 0 | 0 | 1.10 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | | | |
| 18/02/2024 | 10.2 | 24 | 3.54 | 0.089 | | 3.04 | 0.099 | | 4.85 | 0.118 | | | | | | |
| 19/02/2024 | 10.2 | 48 | 8.16 | 0.163 | | 6.69 | 0.183 | | 7.75 | 0.194 | | | | | | |
| 20/02/2024 | 10.2 | 72 | 9.68 | 0.217 | | 9.53 | 0.228 | | 13.81 | 0.270 | | | | | | |
| 21/02/2024 | 10.2 | 96 | 11.22 | 0.281 | | 11.86 | 0.288 | | 13.88 | 0.347 | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.14 | 4.57 | total | 6.30 | 4.57 | total | 7.60 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | STAND. | CARGA | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| | | | | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | |
| min. | pulg. | Libras2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.090 | 0.300 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | | 0 | 2 | | | | | |
| 0.840 | 0.325 | 0'30" | 131 | 40 | | | 93 | 33 | | 62 | 27 | | | | | |
| 1.270 | 0.350 | 1'00" | 213 | 63 | | | 177 | 66 | | 148 | 66 | | | | | |
| 1.910 | 0.375 | 1'30" | 287 | 112 | | | 253 | 99 | | 218 | 95 | | | | | |
| 2.640 | 0.400 | 2'00" | 402 | 167 | 167.214 | 16.731 | 351 | 137 | 140.9 | 14.1 | 300 | 117 | 117.9 | 11.8 | | |
| 3.810 | 0.450 | 3'00" | 635 | 252 | | | 541 | 213 | | 445 | 174 | | | | | |
| 5.090 | 0.500 | 4'00" | 943 | 338 | 332.694 | 22.180 | 790 | 279 | 272.9 | 19.1 | 557 | 220 | 219.9 | 14.4 | | |
| 6.350 | 0.550 | 5'00" | 1095 | 410 | | | 828 | 333 | | 681 | 256 | | | | | |
| 7.620 | 0.600 | 6'00" | 1189 | 477 | | | 948 | 364 | | 734 | 260 | | | | | |
| 10.100 | 0.800 | 8'00" | 1469 | 611 | | | 1184 | 480 | | 877 | 354 | | | | | |
| 12.700 | 0.900 | 10'00" | 1663 | 708 | | | 1354 | 557 | | 1013 | 413 | | | | | |

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Testista : Fermín Yaqulando Ancof Menendo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teles : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2024

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

N.T.P. 339.345 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

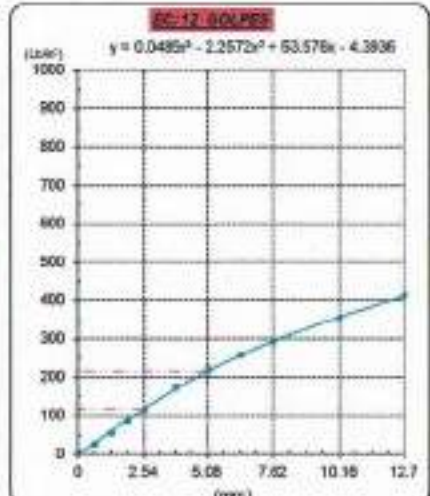
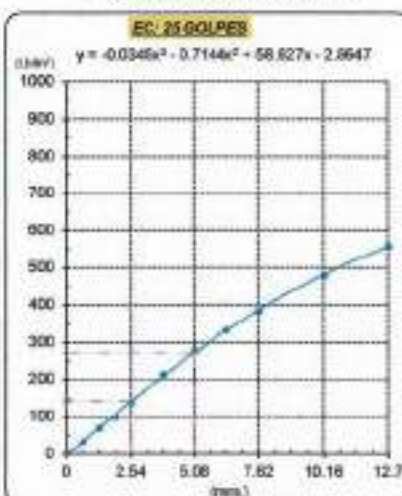
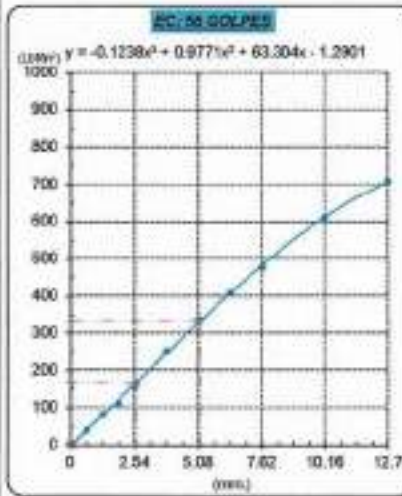


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.715 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.629 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.21 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 17 % | 22 % |
| C.B.R. AL 96% M.D.S. | 14 % | 18 % |



Henry Rivas Obillos
 Ing. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yagoenda Arnold Morando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catibuz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chclayo, febrero del 2024

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

N.T.P. 330.145 / ASTM D-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACION

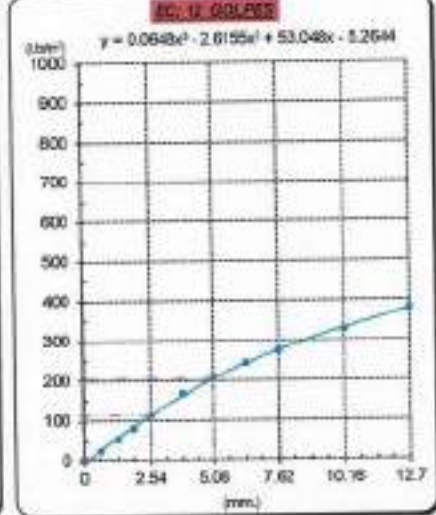
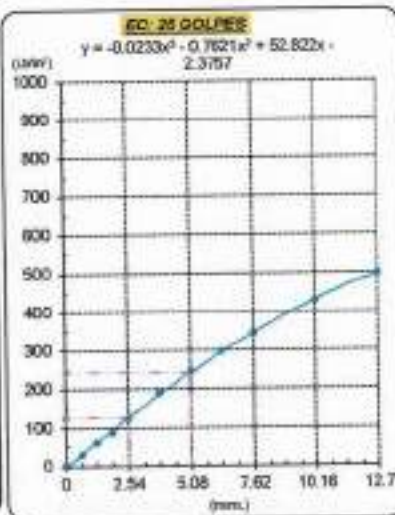
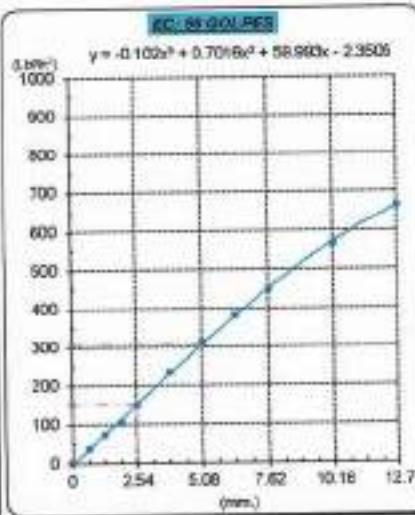


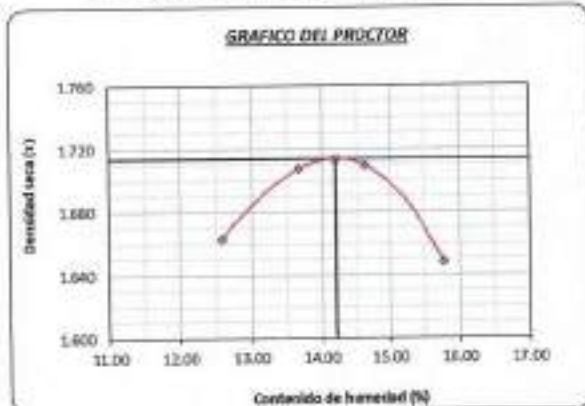
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.715 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.629 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 14.210 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm | 5.08 cm |
|------------------------|---------|---------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 15 % | 20 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 10 % | 17 % |




 Henry Rivasdeneyra Obitias
 Tec. Laboratorio USAT



 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TECNICO DEL LABORATORIO



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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, febrero del 2024

CALCATA: C-2 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA: M-2 + 5% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|-----------|------------------------|------------------------|------------|-----------|------------------------|------------------------|------------|-----------|------------------------|------------------------|------|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | 12046 | | 12275 | | 12320 | | 12621 | | 12056 | | 12425 | | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | | 8791 | | 8695 | | 8695 | | 8607 | | 8637 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3255 | | 3484 | | 3627 | | 3926 | | 3449 | | 3788 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2000 | | 2000 | | 2000 | | 2000 | | 2000 | | 2000 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.956 | | 2.003 | | 1.846 | | 1.996 | | 1.799 | | 1.894 | | | |
| % de humedad | 14.25 | | 21.40 | | 14.35 | | 22.78 | | 14.16 | | 25.15 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.712 | | 1.724 | | 1.614 | | 1.628 | | 1.487 | | 1.513 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 123.0 | 123.0 | 3484 | 3484 | 119.3 | 119.3 | 3926 | 3926 | 117.4 | 117.4 | 3788.0 | 3788.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 109.9 | 109.9 | 3265 | 3265 | 107.9 | 107.9 | 3627 | 3627 | 106.3 | 106.3 | 3418.0 | 3418.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 13.1 | 13.1 | 229.0 | 229.0 | 11.4 | 11.4 | 301.0 | 301.0 | 11.1 | 11.1 | 370.0 | 370.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 18.2 | 18.2 | 0 | 0 | 28.26 | 28.3 | 0 | 0 | 28.04 | 28.04 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 91.7 | 91.7 | 3206.2 | 3206.2 | 79.7 | 79.7 | 3569.4 | 3569.4 | 76.3 | 76.3 | 3067.6 | 3067.6 | | |
| % de humedad | 14.25 | 14.25 | 21.40 | 21.40 | 14.35 | 14.35 | 22.78 | 22.78 | 14.16 | 14.16 | 25.15 | 25.15 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.25 | | 21.40 | | 14.35 | | 22.78 | | 14.16 | | 25.15 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/02/2024 | 16.5 | 0 | 1.01 | 0 | 0 | 1.02 | 0 | 0 | 1.04 | 0 | 0 | | | |
| 28/02/2024 | 16.5 | 24 | 3.33 | 0.083 | | 3.21 | 0.080 | | 4.86 | 0.122 | | | | |
| 29/02/2024 | 16.5 | 48 | 8.88 | 0.141 | | 6.29 | 0.135 | | 6.09 | 0.202 | | | | |
| 1/03/2024 | 16.5 | 72 | 7.95 | 0.199 | | 7.37 | 0.189 | | 11.31 | 0.289 | | | | |
| 2/03/2024 | 16.5 | 96 | 10.27 | 0.297 | | 8.88 | 0.239 | | 11.84 | 0.349 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.62 | 4.57 | total | 5.24 | 4.57 | total | 7.63 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | | MOLDE Nº | | MOLDE 5 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | Lbs/in ² | Lbs. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs. pulg ² | % | Lbs. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs. pulg ² | % | Lbs. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs. pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 102 | 41 | | | 82 | 33 | | | 61 | 25 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 211 | 82 | | | 163 | 66 | | | 130 | 51 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 268 | 112 | | | 203 | 95 | | | 201 | 78 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 408 | 160 | 166.3 | 16.6 | 334 | 131 | 134.8 | 13.5 | 272 | 106 | 106.8 | 10.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 642 | 255 | | | 515 | 203 | | | 401 | 157 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 837 | 337 | 327.3 | 21.8 | 662 | 263 | 257.1 | 17.1 | 503 | 196 | 194.0 | 13.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 998 | 406 | | | 784 | 314 | | | 589 | 233 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1144 | 478 | | | 896 | 362 | | | 667 | 265 | | |
| 10.160 | 0.400 | 6'00" | 1417 | 566 | | | 1169 | 451 | | | 902 | 322 | | |
| 12.700 | 0.500 | 6'00" | 1852 | 707 | | | 1282 | 533 | | | 831 | 307 | | |



Henry R. Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT



Tecnicista : Fernández Yzquierdo Arnold Meardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, febrero 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

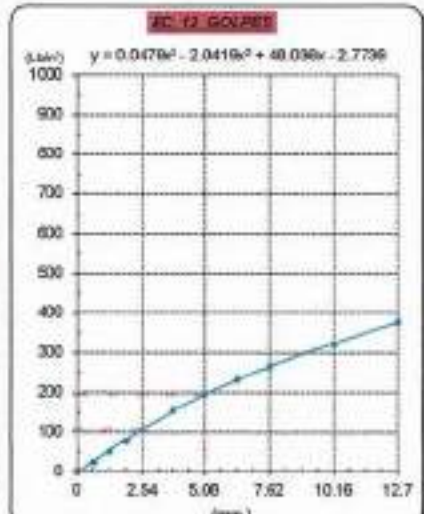
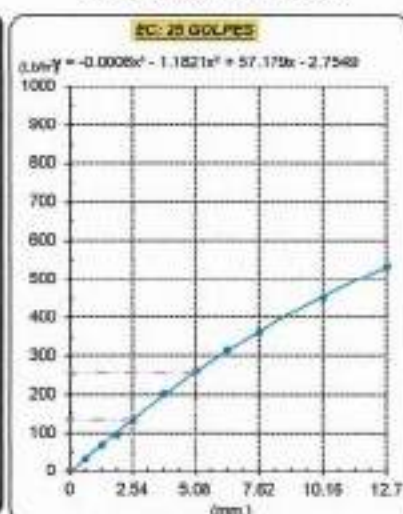
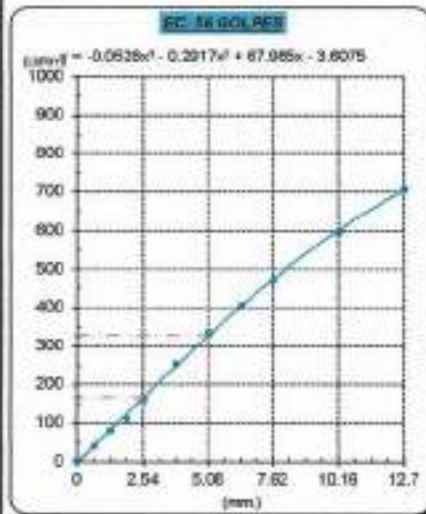


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.715 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.620 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.210 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 17 % | 32 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 14 % | 18 % |



Henry Bivadenebra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

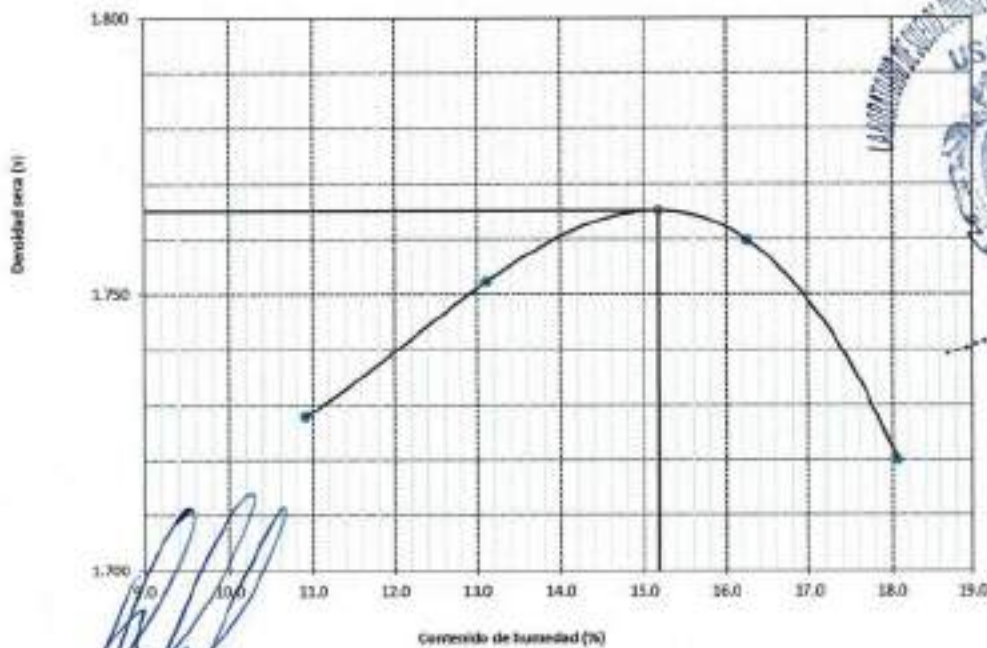
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesis: : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y ca"
Ubicación: : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión: : Chiclayo, mayo del 2024

| CALICATA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|
| MUESTRA : M-2 + 10% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g. | 5914 | 5928 | 5869 | 5808 |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1882 | 1896 | 1837 | 1776 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.031 | 2.046 | 1.982 | 1.916 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. | 113.49 | 134.62 | 126.29 | 132.87 |
| Peso del suelo seco + tara | g. | 100.45 | 119.78 | 114.90 | 122.60 |
| Peso de tara | g. | 28.25 | 28.46 | 28.04 | 28.41 |
| Peso de agua | g. | 13.04 | 14.84 | 11.39 | 10.27 |
| Peso de suelo seco | g. | 72.20 | 91.32 | 86.86 | 94.19 |
| Contenido de agua | % | 18.1 | 16.3 | 13.1 | 10.9 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.720 | 1.760 | 1.752 | 1.728 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.765 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.175 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



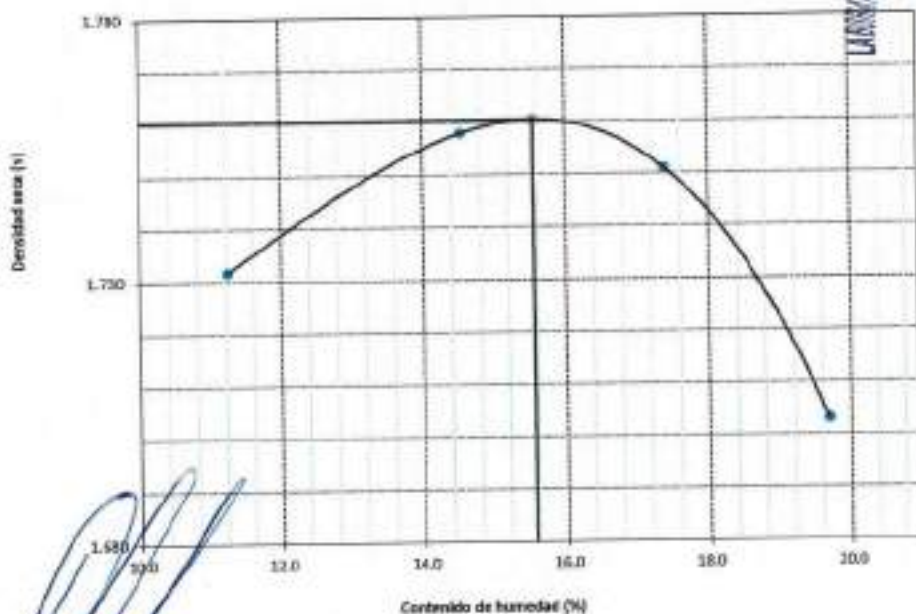
Henry Rigadeneyro Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merario
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cailluy, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

| CALCATA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|
| MUESTRA : M-2 + 10% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g. | 5821 | 5937 | 5898 | 5817 |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1888 | 1905 | 1886 | 1785 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.038 | 2.056 | 2.013 | 1.928 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. | 129.10 | 124.18 | 132.37 | 107.05 |
| Peso del suelo seco + tara | g. | 112.52 | 110.00 | 119.13 | 99.12 |
| Peso de tara | g. | 28.25 | 28.46 | 28.04 | 28.41 |
| Peso de agua | g. | 16.58 | 14.18 | 13.24 | 7.93 |
| Peso de suelo seco | g. | 84.27 | 81.54 | 91.09 | 70.71 |
| Contenido de agua | % | 19.7 | 17.4 | 14.5 | 11.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.703 | 1.751 | 1.758 | 1.732 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.760 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.558 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merarilo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Castiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

| CAUCATA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| MUESTRA : M-2 + 10% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5882 | 5912 | 5869 | 5775 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1850 | 1880 | 1827 | 1743 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.998 | 2.029 | 1.971 | 1.881 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 116.21 | 128.17 | 134.67 | 118.36 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 102.37 | 113.99 | 121.68 | 109.62 |
| Peso de tara | g | 28.25 | 28.46 | 28.04 | 28.41 |
| Peso de agua | g | 13.84 | 14.18 | 12.99 | 8.74 |
| Peso de suelo seco | g | 74.12 | 85.53 | 93.64 | 81.21 |
| Contenido de agua | % | 18.7 | 16.6 | 13.9 | 10.8 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.882 | 1.740 | 1.731 | 1.698 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.744 g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 15.711 % | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | |
| | | | | | |

Henry Rivasdenegra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.F. 339.145 / ASTM D-1583

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dkt. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCATA : C-2
MUESTRA : M-2 + 10% CAL
HORIZONTALIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|----------------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------|
| N° Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 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 | | 11454 | 11454 | 11810 | 11810 | 11382 | 11382 | 11664 | 11664 | 11378 | 11378 | 11636 | 11636 | |
| Peso de molde (g) | | 8145 | 8145 | 8145 | 8145 | 8256 | 8256 | 8256 | 8256 | 8360 | 8360 | 8360 | 8360 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3309 | 3309 | 3665 | 3665 | 3126 | 3126 | 3408 | 3408 | 3018 | 3018 | 3270 | 3270 | |
| Volumen del molde (cc) | | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1699 | 1699 | 1699 | 1699 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.026 | 2.026 | 2.222 | 2.222 | 1.920 | 1.920 | 2.026 | 2.026 | 1.830 | 1.830 | 1.962 | 1.962 | |
| % de humedad | | 15.49 | 15.49 | 20.29 | 20.29 | 15.89 | 15.89 | 21.27 | 21.27 | 15.78 | 15.78 | 24.23 | 24.23 | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.754 | 1.754 | 1.854 | 1.854 | 1.660 | 1.660 | 1.670 | 1.670 | 1.580 | 1.580 | 1.595 | 1.595 | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara N° | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tara + Suelo húmedo (gr.) | | 86.7 | 86.7 | 3465 | 3465 | 106.2 | 106.2 | 3308 | 3308 | 91.6 | 91.6 | 3270.0 | 3270.0 | |
| Tara + Suelo seco (gr.) | | 86.7 | 86.7 | 3309 | 3309 | 96.6 | 96.6 | 3136 | 3136 | 82.9 | 82.9 | 3019.0 | 3019.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.1 | 9.1 | 156.0 | 156.0 | 10.6 | 10.6 | 172.0 | 172.0 | 8.6 | 8.6 | 251.0 | 251.0 | |
| Peso del tara (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 58.4 | 58.4 | 3251.9 | 3251.9 | 67.3 | 67.3 | 3064.8 | 3064.8 | 54.5 | 54.5 | 2972.0 | 2972.0 | |
| % de humedad | | 15.49 | 15.49 | 20.29 | 20.29 | 15.89 | 15.89 | 21.27 | 21.27 | 15.78 | 15.78 | 24.23 | 24.23 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.49 | | 20.29 | | 15.89 | | 21.27 | | 15.78 | | 24.23 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/05/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.26 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | | | |
| 3/05/2024 | 16.5 | 24 | 2.36 | 0.099 | | 2.58 | 0.064 | | 2.75 | 0.099 | | | | |
| 4/05/2024 | 16.5 | 48 | 3.54 | 0.089 | | 3.82 | 0.095 | | 4.13 | 0.103 | | | | |
| 5/05/2024 | 16.5 | 72 | 4.72 | 0.118 | | 5.12 | 0.120 | | 5.51 | 0.138 | | | | |
| 6/05/2024 | 16.5 | 96 | 5.91 | 0.140 | | 6.57 | 0.164 | | 6.89 | 0.172 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 3.23 | 4.57 | total | 3.60 | 4.57 | total | 3.77 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE N° | | MOLDE 1 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 | | MOLDE N° | | MOLDE 2 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. Dial | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. Dial | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. Dial | % |
| mm. | pulg. | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 94 | 36 | | | 83 | 33 | | | 72 | 28 | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 189 | 70 | | | 169 | 66 | | | 150 | 52 | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 303 | 116 | | | 281 | 102 | | | 218 | 85 | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 440 | 172 | 201.4 | 20.1 | 389 | 140 | 148.3 | 14.8 | 375 | 107 | 112.5 | 11.2 |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 778 | 311 | | | 692 | 234 | | | 603 | 180 | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 1096 | 403 | 408.7 | 27.2 | 748 | 299 | 290.7 | 19.4 | 600 | 200 | 183.0 | 12.9 |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 1204 | 498 | | | 890 | 300 | | | 675 | 227 | | |
| 7.820 | 0.300 | 600" | 1418 | 596 | | | 1022 | 417 | | | 825 | 248 | | |
| 10.190 | 0.400 | 800" | 1996 | 821 | | | 1390 | 565 | | | 796 | 319 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 2980 | 1075 | | | 1870 | 718 | | | 980 | 390 | | |

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Título : Fernández Yaqüendo Anselmo Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliño, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

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

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

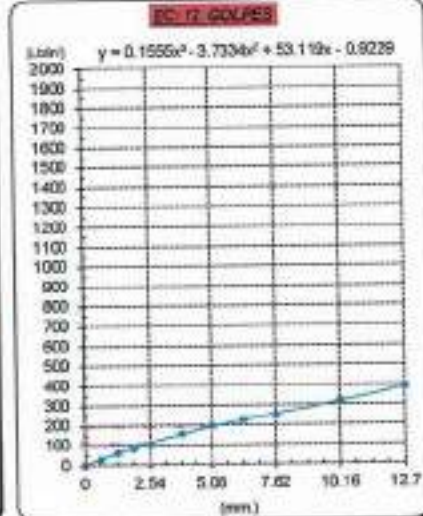
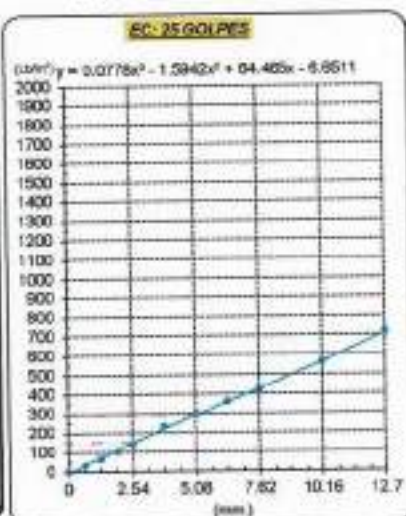
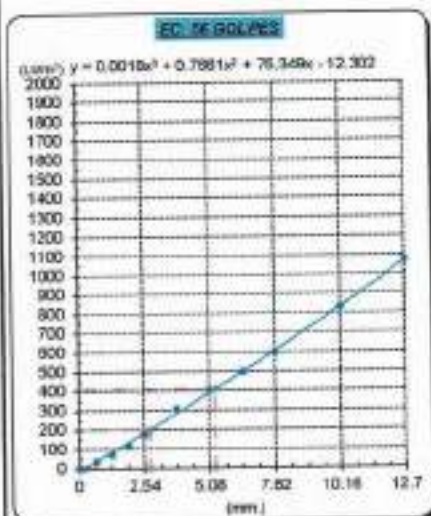


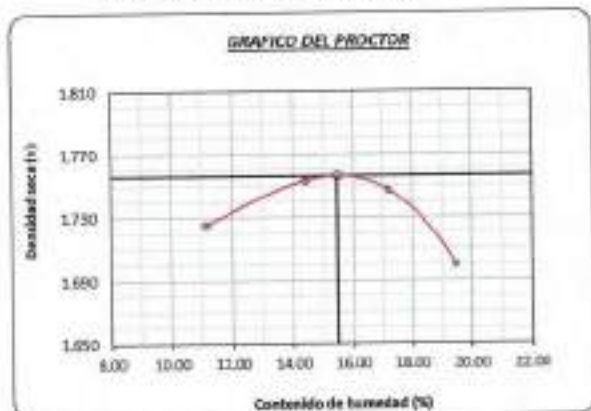
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.757 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.699 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.481 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 20 % | 27 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 15 % | 20 % |



Henry Rivasdeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

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

Teñido : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escala : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teñido : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catibuz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de ensayo : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCATA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 10% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------------|-----------------------|---|
| Nº Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | |
| Nº Capas | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Nº Golpes per capa | | 58 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 11440 | | 11810 | | 11496 | | 11592 | | 11043 | | 11611 | | |
| Peso de molde (g) | | 8145 | | 8145 | | 8256 | | 8256 | | 8060 | | 8360 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3300 | | 3665 | | 3149 | | 3336 | | 2983 | | 3251 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1650 | | 1650 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.022 | | 2.122 | | 1.928 | | 2.043 | | 1.808 | | 1.970 | | |
| % de humedad | | 15.59 | | 20.58 | | 15.79 | | 21.83 | | 15.73 | | 24.85 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.750 | | 1.760 | | 1.665 | | 1.677 | | 1.562 | | 1.570 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | | 107.1 | 107.1 | 3465 | 3465 | 82.1 | 82.1 | 3336 | 3336 | 125.1 | 125.1 | 3251.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (g.) | | 86.4 | 86.4 | 3303 | 3303 | 83.4 | 83.4 | 3149 | 3149 | 112.0 | 112.0 | 2983.0 | | |
| Peso del Agua (g.) | | 10.6 | 10.6 | 162.0 | 162.0 | 8.7 | 8.7 | 187.0 | 187.0 | 13.1 | 13.1 | 268.0 | | |
| Peso del tarro (g.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (g.) | | 68.2 | 68.2 | 3248.2 | 3246.2 | 55.1 | 55.1 | 3097.4 | 3097.4 | 83.6 | 83.6 | 2937.1 | | |
| % de humedad | | 15.59 | 15.59 | 20.58 | 20.58 | 15.79 | 15.79 | 21.83 | 21.83 | 15.73 | 15.73 | 24.85 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.59 | | 20.58 | | 15.79 | | 21.83 | | 15.73 | | 24.85 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 7/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 8/05/2024 | 10.2 | 24 | 2.38 | 0.059 | | 2.83 | 0.071 | | 3.28 | 0.084 | | | | |
| 9/05/2024 | 10.2 | 48 | 3.54 | 0.089 | | 7.01 | 0.175 | | 4.13 | 0.103 | | | | |
| 10/05/2024 | 10.2 | 72 | 4.73 | 0.118 | | 8.38 | 0.135 | | 5.19 | 0.153 | | | | |
| 11/05/2024 | 10.2 | 96 | 5.91 | 0.148 | | 8.88 | 0.167 | | 7.48 | 0.187 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 3.23 | 4.57 | total | 3.68 | 4.57 | total | 4.09 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 1 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Lbm pulg ² | Lbm pulg ² | % | Lect. Dial | Lbm pulg ² | Lbm pulg ² | % | Lect. Dial | Lbm pulg ² | Lbm pulg ² | % |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 108 | 51 | | | 109 | 43 | | | 88 | 35 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 215 | 82 | | | 193 | 75 | | | 175 | 68 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 370 | 144 | | | 316 | 124 | | | 295 | 100 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 650 | 217 | 226.6 | 22.7 | 481 | 177 | 180.9 | 18.1 | 382 | 137 | 135.5 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 950 | 388 | | | 718 | 286 | | | 498 | 191 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1188 | 481 | 473.6 | 31.6 | 867 | 350 | 345.5 | 23.1 | 589 | 224 | 223.8 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1488 | 588 | | | 1022 | 417 | | | 643 | 255 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1650 | 706 | | | 1173 | 454 | | | 690 | 277 | | |
| 10.160 | 0.400 | 7'00" | 2048 | 902 | | | 1424 | 500 | | | 802 | 322 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 2362 | 1045 | | | 1834 | 688 | | | 905 | 366 | | |

Henry Huadenebra Obilias
 Tcn. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Morando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo 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

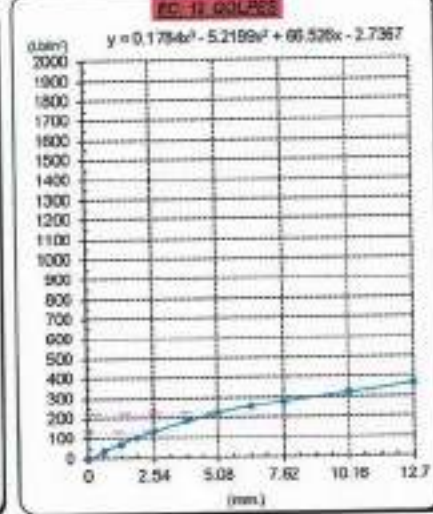
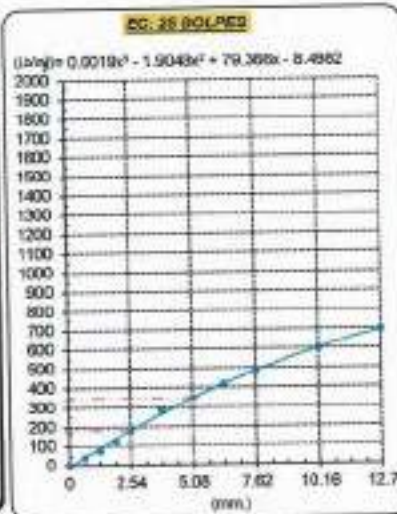
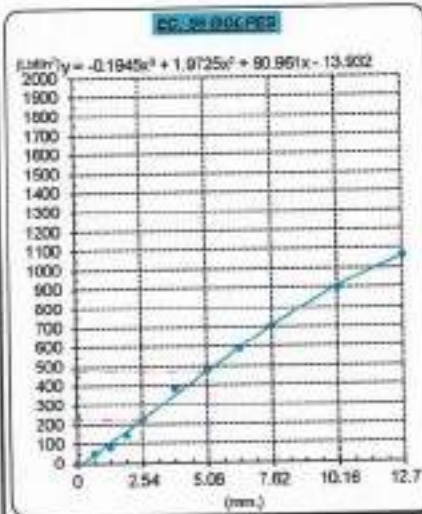


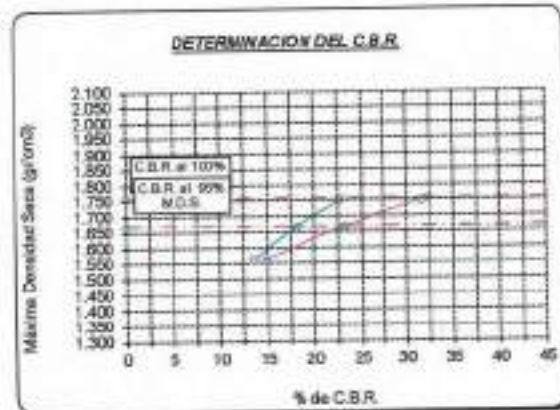
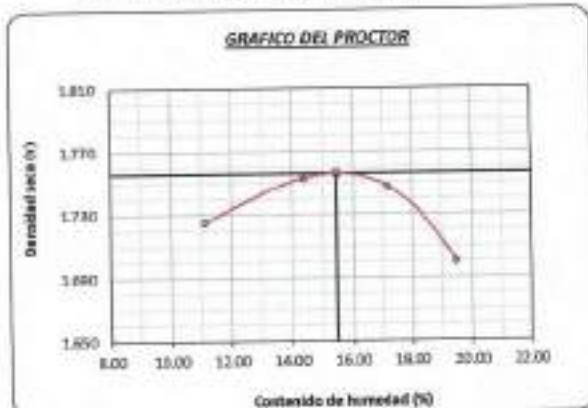
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.757 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.669 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.481 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 23 % | 32 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 18 % | 23 % |



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



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 : Fernández Yzaguirre Arnold Merardo
Especialista : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCAL: C-2 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
MUESTRA: M-2 + 10% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------------|----------|-----------|------------|--------------|-----------|----------|------------|--------------|----------|----------|------------|-------|
| Nº Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | |
| Nº Capas | | 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 | | 11444 | | 11696 | | 11286 | | 11894 | | 11358 | | 11631 | | |
| Peso de molde (g) | | 8345 | | 8145 | | 8254 | | 8256 | | 8944 | | 8360 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3099 | | 3491 | | 3139 | | 3324 | | 2990 | | 3261 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1693 | | 1633 | | 1633 | | 1633 | | 1690 | | 1653 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.000 | | 2.119 | | 1.922 | | 2.041 | | 1.812 | | 1.978 | | |
| % de humedad | | 15.45 | | 20.45 | | 15.67 | | 21.99 | | 15.40 | | 24.60 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.700 | | 1.799 | | 1.692 | | 1.674 | | 1.670 | | 1.588 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tara + Suelo húmedo (g.) | | 119.9 | 119.9 | 3481 | 3481 | 129.3 | 129.3 | 3334 | 3334 | 133.9 | 133.9 | 3261.0 | | |
| Tara + Suelo seco (g.) | | 107.6 | 107.6 | 3299 | 3299 | 115.7 | 115.7 | 3139 | 3139 | 119.8 | 119.8 | 2890.0 | | |
| Peso del Agua (g.) | | 12.3 | 12.3 | 182.0 | 182.0 | 13.7 | 13.7 | 195.0 | 195.0 | 14.1 | 14.1 | 271.0 | | |
| Peso del tarro (g.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (g.) | | 79.4 | 79.4 | 3242.3 | 3242.3 | 87.4 | 87.4 | 3047.7 | 3047.7 | 91.4 | 91.4 | 2943.8 | | |
| % de humedad | | 15.45 | 15.45 | 20.45 | 20.45 | 15.67 | 15.67 | 21.99 | 21.99 | 15.40 | 15.40 | 24.60 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.45 | | 20.45 | | 15.67 | | 21.99 | | 15.40 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 12/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.37 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 13/05/2024 | 10.2 | 24 | 2.84 | 0.066 | | 5.07 | 0.977 | | 3.84 | 0.085 | | | | |
| 14/05/2024 | 10.2 | 48 | 4.19 | 0.103 | | 6.41 | 0.115 | | 5.12 | 0.128 | | | | |
| 15/05/2024 | 10.2 | 72 | 5.63 | 0.141 | | 8.14 | 0.154 | | 6.89 | 0.167 | | | | |
| 16/05/2024 | 10.2 | 96 | 7.09 | 0.177 | | 7.89 | 0.192 | | 8.37 | 0.207 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 3.88 | 4.57 | total | 4.20 | 4.57 | total | 4.53 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 1 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Libel | Dial | Libel | por/g | Libel | por/g | Libel | por/g | Libel | por/g | Libel | por/g |
| mm. | pulg. | Lb/ft ² | | | | % | | | | % | | | | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 130 | 51 | | | 145 | 41 | | | 75 | 30 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 190 | 77 | | | 175 | 60 | | | 191 | 59 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 241 | 133 | | | 239 | 100 | | | 219 | 84 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 320 | 205 | 215.9 | 21.6 | 423 | 186 | 182.3 | 18.2 | 328 | 127 | 121.4 | 12.1 |
| 3.210 | 0.150 | 3'00" | 436 | 336 | | | 539 | 254 | | | 441 | 173 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1045 | 427 | 649.6 | 30.0 | 793 | 314 | 319.5 | 21.3 | 821 | 206 | 207.2 | 13.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1331 | 558 | | | 971 | 397 | | | 831 | 248 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1812 | 688 | | | 1127 | 466 | | | 892 | 262 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1846 | 851 | | | 1094 | 547 | | | 791 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 3291 | 1028 | | | 1890 | 672 | | | 889 | 351 | | |

Henry Rivadeneyra Obútas
Tec. Laboratorio USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

Técnico : Fernández Yuzquendo Arnoldo Morán
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cañabuz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chulayo, mayo del 2024

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

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

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

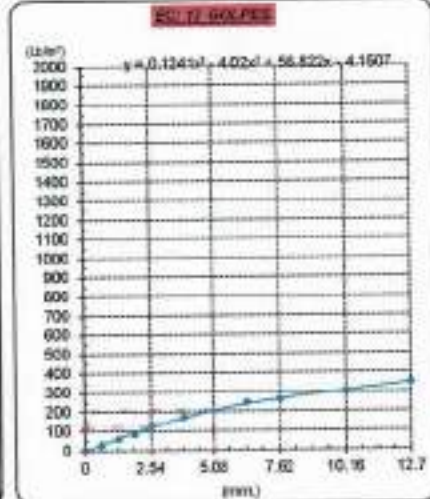
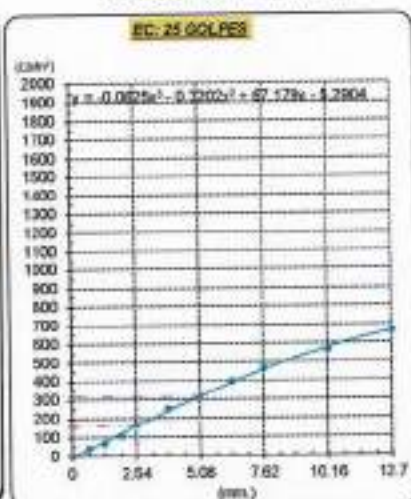
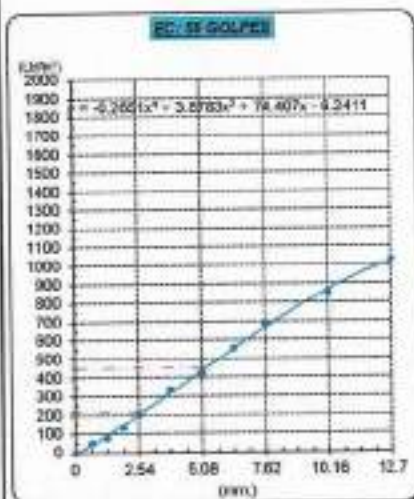


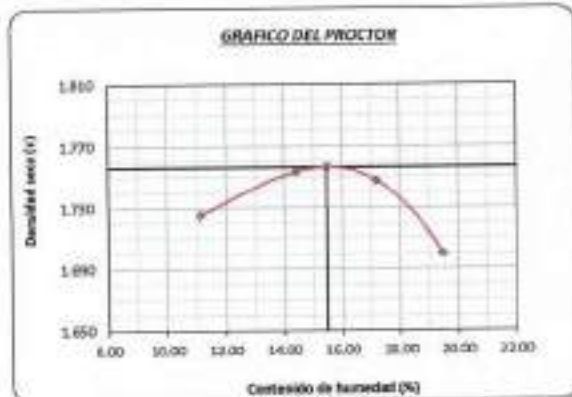
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.757 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.669 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.48 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 8.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 22 % | 31 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 17 % | 22 % |



Henry Riuadeneiro Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio, / Diagrama de penetración
 N.T.F. 329.145 / ASTM D1553

Técnico : Fernández Yzagüier Arnold Merando
 Docente : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Título : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALCATA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 10% CAL
 HORIZONTO : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 1 | | MOLDE 3 | | MOLDE 2 | |
| | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| Nº Golpes per capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11440 | 11819 | 11386 | 11575 | 11987 | 11602 |
| Peso de molde (g) | 8146 | 8146 | 8256 | 8256 | 8960 | 8960 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3095 | 3474 | 3142 | 3322 | 3007 | 3272 |
| Volumen del molde (cc) | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1650 | 1650 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.018 | 2.127 | 1.924 | 2.034 | 1.822 | 1.983 |
| % de humedad | 15.45 | 20.98 | 15.55 | 21.38 | 15.65 | 24.60 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.748 | 1.758 | 1.685 | 1.676 | 1.575 | 1.592 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 108.6 | 108.6 | 3474 | 3474 | 112.0 | 112.0 | 3322 | 3322 | 109.0 | 109.0 | 3272.0 | 3272.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 97.8 | 97.8 | 3296 | 3296 | 100.7 | 100.7 | 3142 | 3142 | 86.1 | 86.1 | 3007.0 | 3007.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 10.8 | 10.8 | 179.0 | 179.0 | 11.3 | 11.3 | 180.0 | 180.0 | 10.9 | 10.9 | 265.0 | 265.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 89.6 | 89.6 | 3236.4 | 3236.4 | 72.4 | 72.4 | 3060.5 | 3060.5 | 69.7 | 69.7 | 2960.4 | 2960.4 |
| % de humedad | 15.45 | 15.45 | 20.98 | 20.98 | 15.55 | 15.55 | 21.38 | 21.38 | 15.65 | 15.65 | 24.60 | 24.60 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.45 | | 20.98 | | 15.55 | | 21.38 | | 15.65 | | 24.60 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-----------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO H. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 17/05/2024 | 10.2 | 6 | 1.18 | 0 | 0 | 1.42 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 |
| 18/05/2024 | 10.2 | 24 | 2.80 | 0.063 | | 2.79 | 0.068 | | 1.18 | 0.079 | |
| 19/05/2024 | 10.2 | 48 | 3.24 | 0.096 | | 3.41 | 0.135 | | 1.83 | 0.115 | |
| 20/05/2024 | 10.2 | 72 | 3.18 | 0.130 | | 3.38 | 0.132 | | 1.10 | 0.153 | |
| 21/05/2024 | 10.2 | 96 | 3.50 | 0.163 | | 3.83 | 0.186 | | 1.89 | 0.190 | |
| | | | 4.57 | total | 3.96 | 4.57 | total | 3.83 | 4.57 | total | 4.15 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|--------------|------------|---------|------------|------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|--|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 3 | | | | MOLDE Nº 2 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lib | kg | Lib | kg | Lib | kg | Lib | kg | Lib | kg | Lib | kg | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 197 | 43 | | | 96 | 36 | | | 84 | 34 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 179 | 70 | | | 176 | 68 | | | 171 | 67 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 307 | 120 | | | 281 | 108 | | | 254 | 89 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 489 | 180 | 186.207 | 18.621 | 337 | 155 | 158.1 | 15.8 | 393 | 130 | 129.8 | 13.0 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 791 | 213 | | | 624 | 247 | | | 486 | 183 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 993 | 402 | 400.233 | 26.682 | 771 | 309 | 306.7 | 20.4 | 693 | 218 | 216.3 | 14.4 | |
| 6.360 | 0.250 | 5'00" | 1233 | 511 | | | 930 | 377 | | | 828 | 248 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1475 | 623 | | | 1077 | 441 | | | 879 | 270 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1881 | 819 | | | 1341 | 561 | | | 1051 | 321 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 2396 | 1025 | | | 1693 | 683 | | | 1319 | 372 | | | |

Henry Rivasdenegra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Título : Fernández Yaguendo Arnoldo Morán
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo 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-1683

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

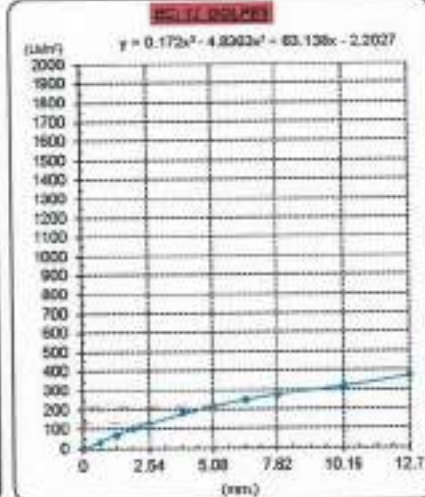
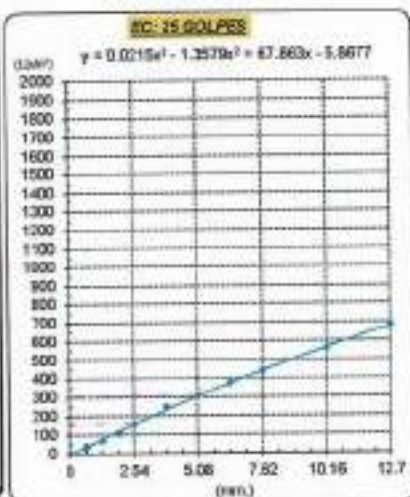
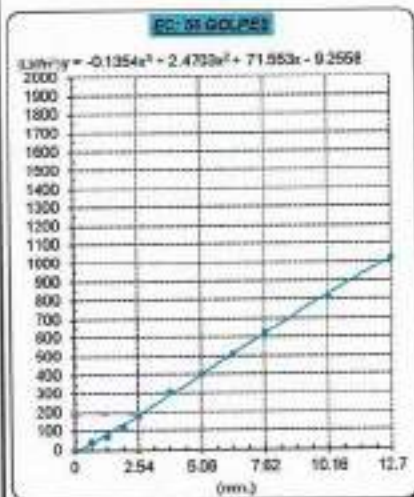


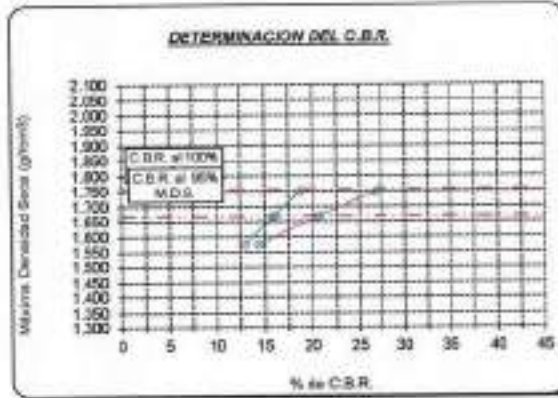
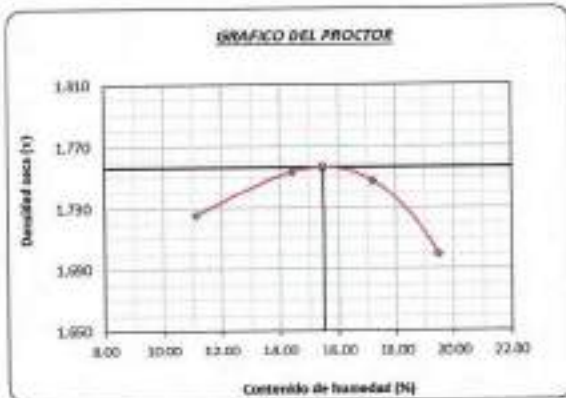
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.757 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.889 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.48 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 19 % | 27 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 16 % | 21 % |



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tejista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Exista : Ingeniería Civil Ambiental
 Propósito/Teis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Caballac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALCATA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 10% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 1 | | MOLDE 3 | | MOLDE 2 | |
| 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 | 11449 | 11616 | 11387 | 11684 | 11260 | 11642 |
| Peso de molde (g) | 816 | 816 | 826 | 826 | 830 | 830 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3304 | 3471 | 3131 | 3328 | 3000 | 3282 |
| Volumen del molde (cc) | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1690 | 1690 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.023 | 2.125 | 1.917 | 2.038 | 1.818 | 1.969 |
| % de humedad | 15.61 | 20.75 | 15.40 | 21.80 | 15.39 | 24.94 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.750 | 1.700 | 1.661 | 1.673 | 1.576 | 1.592 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 101.1 | 101.1 | 3471 | 3471 | 101.3 | 101.3 | 3328 | 3328 | 107.7 | 107.7 | 3282.0 | 3282.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 91.2 | 91.2 | 3364 | 3364 | 91.6 | 91.6 | 3131 | 3131 | 97.1 | 97.1 | 3090.0 | 3090.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 9.9 | 9.9 | 167.0 | 167.0 | 9.7 | 9.7 | 197.0 | 197.0 | 10.6 | 10.6 | 262.0 | 262.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 63.0 | 63.0 | 3247.2 | 3247.2 | 63.2 | 63.2 | 3079.8 | 3079.8 | 68.7 | 68.7 | 2953.5 | 2953.5 |
| % de humedad | 15.61 | 15.61 | 20.75 | 20.75 | 15.40 | 15.40 | 21.80 | 21.80 | 15.39 | 15.39 | 24.94 | 24.94 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.61 | | 20.75 | | 15.40 | | 21.80 | | 15.39 | | 24.94 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 22/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 |
| 23/05/2024 | 10.2 | 24 | 2.43 | 0.061 | | 2.85 | 0.074 | | 2.84 | 0.086 | |
| 24/05/2024 | 10.2 | 48 | 3.88 | 0.092 | | 5.81 | 0.145 | | 4.83 | 0.118 | |
| 25/05/2024 | 10.2 | 72 | 4.95 | 0.124 | | 5.77 | 0.144 | | 4.40 | 0.160 | |
| 26/05/2024 | 10.2 | 96 | 6.20 | 0.158 | | 7.19 | 0.180 | | 7.87 | 0.197 | |
| | | | 4.57 | total | 3.40 | 4.57 | total | 3.93 | 4.57 | total | 4.31 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|---------------------------------|------------|------------------------|------------------------|------|------------|------------------------|------------------------|------|------------|------------------------|------------------------|------|
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in ² | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 3 | | | | MOLDE Nº 2 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Líbr pulg ² | Líbr pulg ² | % | Lect. Dial | Líbr pulg ² | Líbr pulg ² | % | Lect. Dia | Líbr pulg ² | Líbr pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 114 | 44 | | | 91 | 36 | | 70 | 29 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 183 | 72 | | | 166 | 66 | | 147 | 58 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 219 | 124 | | | 268 | 103 | | 212 | 83 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 477 | 187 | 194.8 | 19.5 | 379 | 147 | 151.8 | 15.2 | 274 | 107 | 108.9 | 10.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 821 | 330 | | | 609 | 241 | | 397 | 155 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1027 | 419 | 415.4 | 27.7 | 783 | 301 | 296.8 | 19.8 | 470 | 188 | 183.5 | 12.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1286 | 526 | | | 903 | 365 | | 638 | 212 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1507 | 638 | | | 1044 | 427 | | 801 | 230 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1909 | 831 | | | 1309 | 545 | | 708 | 283 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 2370 | 1021 | | | 1666 | 661 | | 933 | 335 | | | |

Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yquendo Arnold Miranda
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Castilca, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo 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-3883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

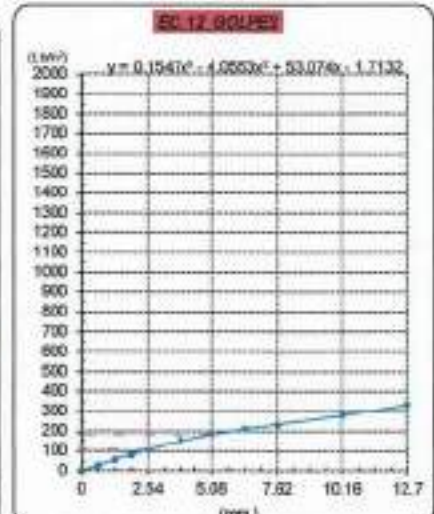
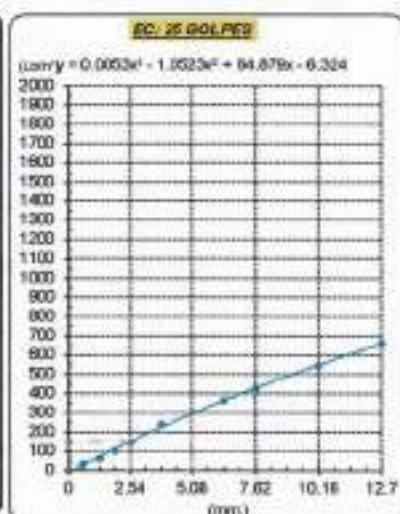
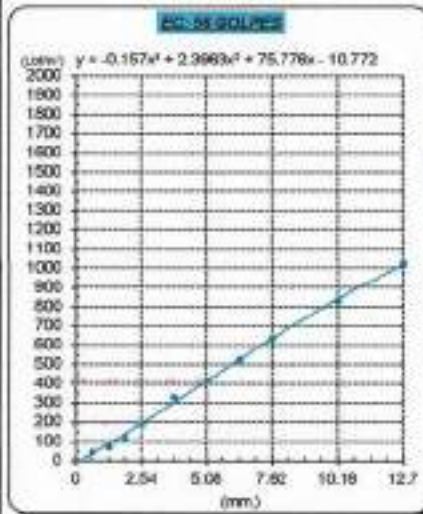


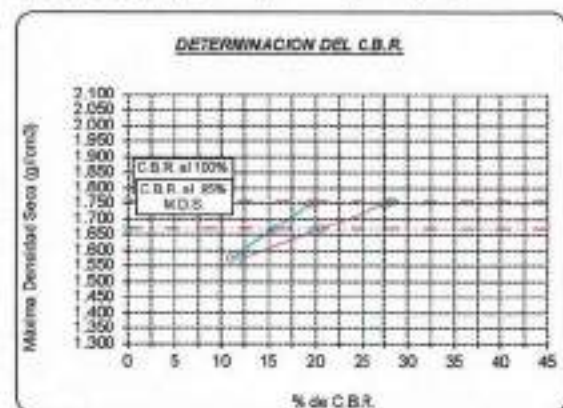
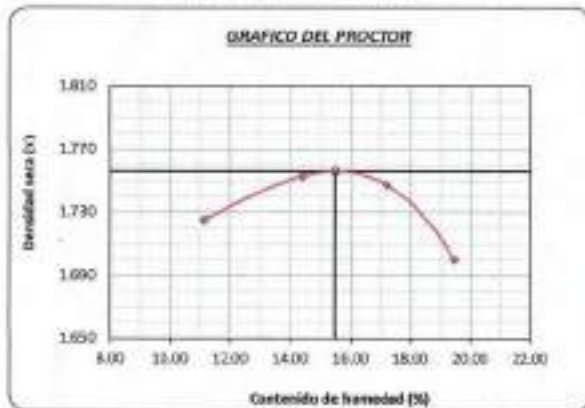
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.757 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.699 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.481 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 6.88 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 20 % | 25 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 16 % | 20 % |



Henry Rivadeneyra Obilitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

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

Técnico: : Fernández Yagüero Arnold Merardo
Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación: : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión: : Chiclayo, mayo del 2024.

GAJETA: C-2
MUESTRA: M-2 + 10% CAL **PROFUNDIDAD:** 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|----------|------------|--------------|------------|----------|------------|------|
| N° Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | |
| 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 | | 11485 | 11603 | 11392 | 11529 | 11366 | 11608 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8145 | 8145 | 8056 | 8256 | 8860 | 8360 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3310 | 3458 | 3136 | 3333 | 3026 | 3248 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1650 | 1650 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.027 | 2.117 | 1.920 | 2.041 | 1.821 | 1.968 | | | | | | | |
| % de humedad | | 15.56 | 20.11 | 15.41 | 21.80 | 15.95 | 24.16 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.754 | 1.763 | 1.664 | 1.676 | 1.571 | 1.585 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 106.3 | 106.3 | 146.8 | 146.8 | 102.5 | 102.5 | 333.3 | 333.3 | 114.3 | 114.3 | 3248.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 95.8 | 95.8 | 331.0 | 331.0 | 82.6 | 82.6 | 313.6 | 313.6 | 102.9 | 102.9 | 3066.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 10.5 | 10.5 | 148.0 | 148.0 | 9.9 | 9.9 | 197.0 | 197.0 | 11.9 | 11.9 | 343.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 67.6 | 67.6 | 3252.9 | 3252.9 | 64.3 | 64.3 | 3084.7 | 3084.7 | 74.5 | 74.5 | 2958.5 | | |
| % de humedad | | 15.56 | 15.96 | 20.11 | 20.11 | 15.41 | 15.41 | 21.80 | 21.80 | 15.95 | 15.95 | 24.16 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.56 | 20.11 | 15.41 | 21.80 | 15.95 | 24.16 | | | | | | | |
| EXPANSION | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/05/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.17 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 28/05/2024 | 16.5 | 24 | 2.43 | 0.061 | | 2.23 | 0.056 | | 3.31 | 0.083 | | | | |
| 29/05/2024 | 16.5 | 48 | 3.69 | 0.092 | | 4.17 | 0.104 | | 4.68 | 0.112 | | | | |
| 30/05/2024 | 16.5 | 72 | 4.95 | 0.124 | | 4.38 | 0.110 | | 6.20 | 0.155 | | | | |
| 31/05/2024 | 16.5 | 96 | 6.21 | 0.155 | | 6.31 | 0.138 | | 7.64 | 0.191 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 3.40 | 4.57 | total | 3.02 | 4.57 | total | 4.16 | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | MOLDE 1 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 | | MOLDE N° | | MOLDE 2 | |
| | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | |
| | | | Lact. Dial | Lbt pulg | Lbt pulg | % | Lact. Dial | Lbt pulg | Lbt pulg | % | Lact. Dial | Lbt pulg | Lbt pulg | % |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 105 | 42 | | | 83 | 37 | | | 79 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 163 | 64 | | | 162 | 63 | | | 181 | 63 | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 269 | 113 | | | 265 | 102 | | | 337 | 92 | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 442 | 173 | 180.1 | 18.0 | 382 | 149 | 152.1 | 15.2 | 321 | 125 | 124.0 | 12.4 |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 772 | 309 | | | 610 | 242 | | | 447 | 175 | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 987 | 393 | 390.8 | 26.1 | 748 | 299 | 297.6 | 19.8 | 630 | 239 | 267.7 | 13.8 |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 1202 | 497 | | | 805 | 366 | | | 607 | 240 | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 1441 | 607 | | | 1046 | 428 | | | 698 | 280 | | |
| 10.180 | 0.400 | 800" | 1818 | 784 | | | 1288 | 537 | | | 768 | 307 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 2194 | 857 | | | 1816 | 643 | | | 833 | 366 | | |

Henry Rivasneyra Obilias
 Henry Rivasneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

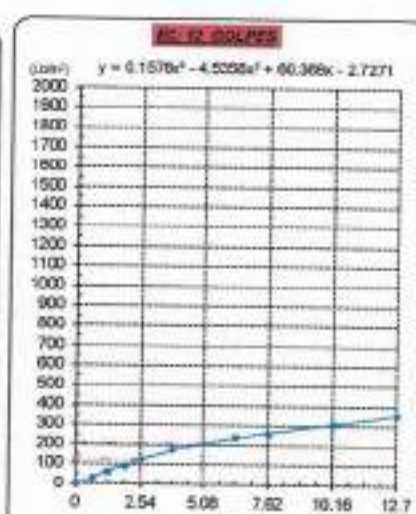
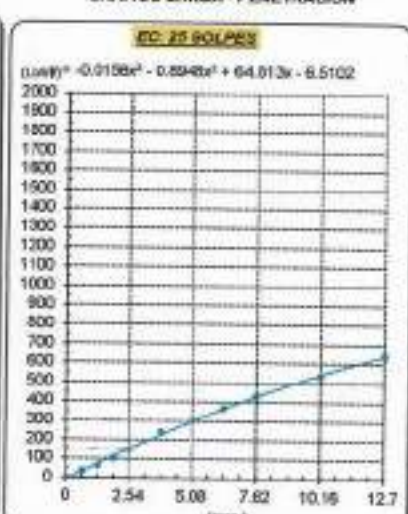
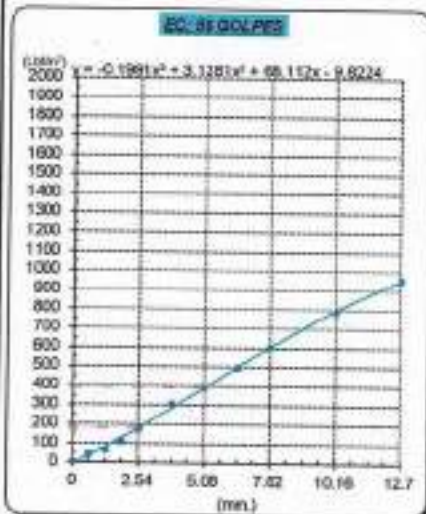
USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Título : Fernández Yzquierdo Anselmo Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cejaamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo 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



DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.757 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.689 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.481 % |

GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 % | 26 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 % | 20 % |



Henry Rivasneyra Oblitás
 Tec. Laboratorio USAT

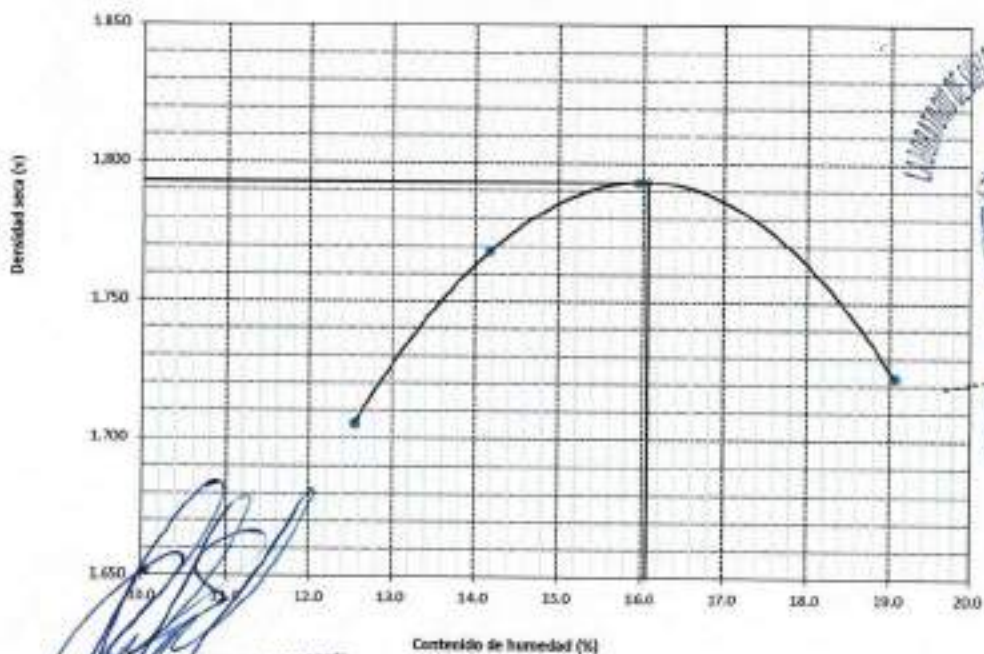
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dat. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|----------|----------|
| CALCATA : | C-2 | COORDENADAS : | | | |
| MUESTRA : | M-2 + 15% CAL | PROFUNDIDAD : | 0.00 m - 1.50 m | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5933 | 5959 | 5903 | 5811 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1901 | 1927 | 1871 | 1779 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.051 | 2.079 | 2.019 | 1.920 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 112.01 | 122.21 | 137.11 | 125.83 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 98.63 | 109.26 | 123.62 | 114.78 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 13.38 | 12.95 | 13.49 | 10.85 |
| Peso de suelo seco | g | 70.22 | 81.22 | 95.15 | 86.53 |
| Contenido de agua | % | 19.1 | 15.9 | 14.2 | 12.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.723 | 1.793 | 1.768 | 1.708 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.793 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 16.058 | % | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 INGENIERO DE LABORATORIO

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. 338.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Marardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

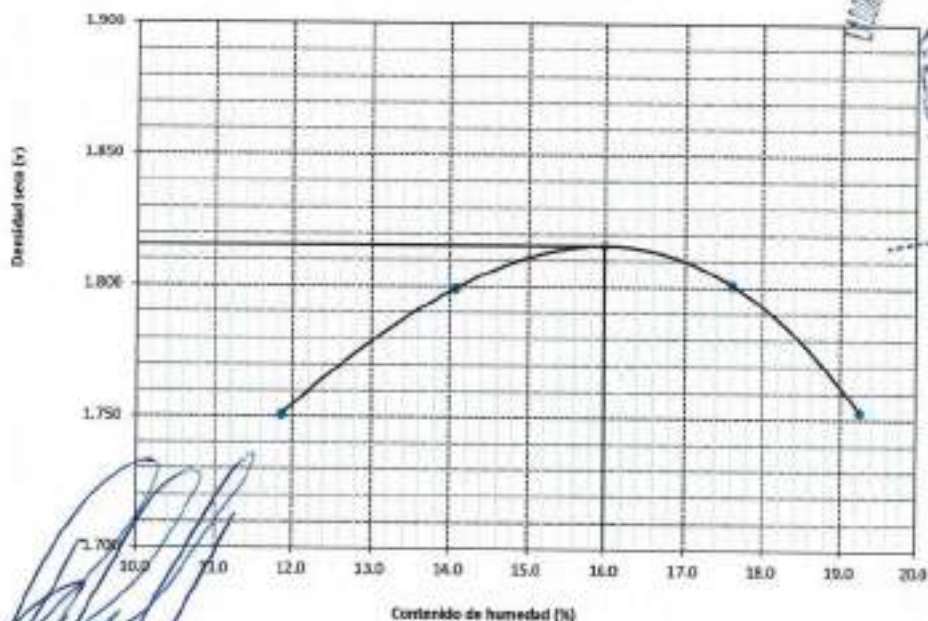
| | | | |
|-----------|---------------|--------------|-----------------|
| CALICATA: | C-2 | COORDENADAS: | |
| MUESTRA: | M-2 + 15% CAL | PROFUNDIDAD: | 0.00 m - 1.50 m |

| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g | 5969 | 5965 | 5934 | 5847 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1937 | 1933 | 1902 | 1815 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.090 | 2.118 | 2.052 | 1.958 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 105.20 | 122.89 | 135.12 | 119.67 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 92.81 | 108.09 | 121.97 | 109.98 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 12.39 | 14.20 | 13.15 | 9.69 |
| Peso de suelo seco | g | 64.40 | 80.85 | 93.51 | 81.73 |
| Contenido de agua | % | 19.2 | 17.6 | 14.1 | 11.8 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.753 | 1.801 | 1.799 | 1.751 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.815 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.986 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

| CALICATA : C-2 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|
| MUESTRA : M-2 + 15% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5911 | 5943 | 5891 | 5800 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1879 | 1911 | 1859 | 1769 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 2.027 | 2.062 | 2.008 | 1.908 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 113.50 | 133.16 | 131.10 | 114.27 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 100.12 | 117.19 | 118.30 | 104.94 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.48 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 13.38 | 15.97 | 12.80 | 9.33 |
| Peso de suelo seco | g | 71.71 | 89.15 | 89.84 | 76.69 |
| Contenido de agua | % | 18.7 | 17.9 | 14.2 | 12.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.709 | 1.749 | 1.758 | 1.701 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.763 | g/cm ³ | | | |
| OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 16.149 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

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

Técnico : Fernández Yaguierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CALCUTA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 15% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--|------------|------------------------|------------------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|------|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| Nº Capa | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Nº Golpes por capa | | 55 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 12250 | 12362 | 12588 | 12740 | 12655 | 12682 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | 8791 | 8898 | 8893 | 8897 | 8837 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3459 | 3571 | 3695 | 4047 | 3718 | 3865 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1864 | 1864 | 1965 | 1965 | 2000 | 2000 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.858 | 1.916 | 1.881 | 2.060 | 1.859 | 1.932 | | | | | | | |
| % de humedad | | 18.23 | 19.52 | 18.84 | 20.34 | 16.11 | 22.88 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.788 | 1.795 | 1.704 | 1.712 | 1.601 | 1.614 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tazo Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tazo + Suelo húmedo (gr.) | | 100.2 | 100.2 | 3571 | 3571 | 116.6 | 116.6 | 4047 | 4047 | 92.8 | 92.8 | 3965.0 | | |
| Tazo + Suelo seco (gr.) | | 90.2 | 90.2 | 3459 | 3459 | 104.0 | 104.0 | 3905 | 3905 | 83.9 | 83.9 | 3718.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 10.1 | 10.1 | 112.0 | 112.0 | 12.6 | 12.6 | 142.0 | 142.0 | 8.9 | 8.9 | 247.0 | | |
| Peso del tazo (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.28 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 62.1 | 62.1 | 3399.2 | 3399.2 | 75.7 | 75.7 | 3839.6 | 3839.6 | 55.4 | 55.4 | 3650.4 | | |
| % de humedad | | 16.23 | 18.23 | 19.52 | 19.52 | 16.64 | 16.64 | 20.34 | 20.34 | 16.11 | 16.11 | 22.88 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 16.23 | | 19.52 | | 16.64 | | 20.34 | | 16.11 | | 22.88 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/03/2024 | 18.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 3/03/2024 | 18.5 | 24 | 1.87 | 0.039 | | 3.68 | 0.061 | | 3.86 | 0.064 | | | | |
| 4/03/2024 | 18.5 | 48 | 1.97 | 0.048 | | 3.76 | 0.069 | | 3.64 | 0.069 | | | | |
| 5/03/2024 | 18.5 | 72 | 2.38 | 0.039 | | 3.43 | 0.066 | | 4.83 | 0.113 | | | | |
| 6/03/2024 | 18.5 | 96 | 2.76 | 0.099 | | 4.13 | 0.103 | | 5.51 | 0.138 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 1.51 | 4.57 | total | 2.28 | 4.57 | total | 3.00 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lact. Dial | Lbf/ pulg ² | Lbf/ pulg ² | % | Lact. Dial | Lbf/ pulg ² | Lbf/ pulg ² | % | Lact. Dial | Lbf/ pulg ² | Lbf/ pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 131 | 52 | | | 122 | 48 | | | 113 | 45 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 278 | 108 | | | 270 | 105 | | | 263 | 102 | | |
| 1.810 | 0.075 | 1'30" | 436 | 171 | | | 402 | 157 | | | 388 | 144 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 687 | 230 | 250.6 | 25.4 | 603 | 230 | 232.9 | 23.3 | 678 | 228 | 211.4 | 21.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 1038 | 423 | | | 892 | 360 | | | 748 | 299 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1486 | 628 | 626.0 | 41.9 | 1229 | 505 | 504.5 | 33.6 | 954 | 387 | 386.0 | 25.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1935 | 846 | | | 1532 | 650 | | | 1139 | 454 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2380 | 1075 | | | 1821 | 789 | | | 1281 | 524 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 2821 | 1314 | | | 2124 | 941 | | | 1427 | 600 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 3248 | 1558 | | | 2417 | 1064 | | | 1889 | 678 | | |

Henry Rivadeneira Obítas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merino
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

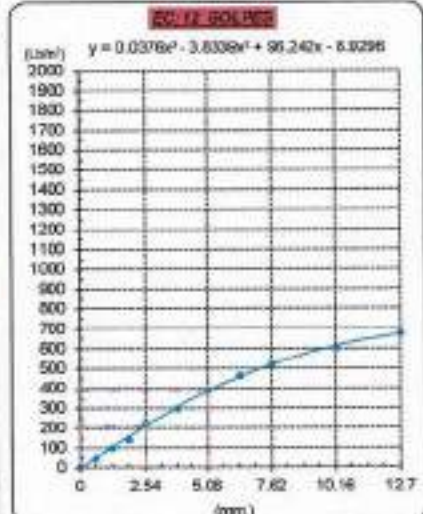
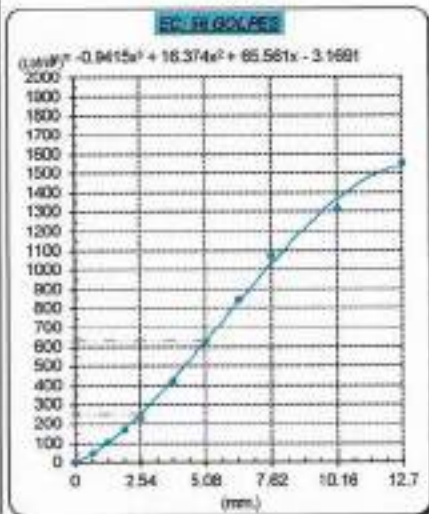


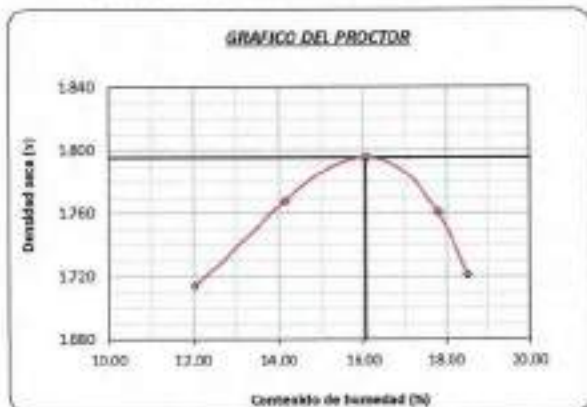
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.757 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.707 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 18.064 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 26 % | 43 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 23 % | 34 % |



Henry Rivasdeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

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

Tecista : Fernández Yaquendo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cailluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CALCULA : C-3

MUESTRA : M-2 + 15% CAL

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|----------------------------------|------------|------------------------|------------------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|---|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 12230 | | 12347 | | 12569 | | 12740 | | 12352 | | 12585 | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8999 | | 8683 | | 8637 | | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3439 | | 3556 | | 3569 | | 4047 | | 3715 | | 3948 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 3664 | | 3664 | | 3665 | | 4047 | | 3715 | | 3948 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.096 | | 2.137 | | 1.988 | | 2.090 | | 1.867 | | 1.974 | | |
| % de humedad | | 16.23 | | 19.88 | | 15.95 | | 20.71 | | 16.07 | | 22.45 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.778 | | 1.785 | | 1.697 | | 1.706 | | 1.600 | | 1.612 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 117.1 | 117.1 | 3566 | 3566 | 130.1 | 130.1 | 4047 | 4047 | 142.8 | 142.8 | 3948.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 104.7 | 104.7 | 3439 | 3439 | 116.1 | 116.1 | 3866 | 3866 | 126.7 | 126.7 | 3715.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 12.4 | 12.4 | 117.0 | 117.0 | 14.0 | 14.0 | 181.0 | 181.0 | 15.8 | 15.8 | 233.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.28 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 76.8 | 76.8 | 3378.9 | 3378.9 | 87.9 | 87.9 | 3801.5 | 3801.5 | 98.3 | 98.3 | 3656.5 | | |
| % de humedad | | 16.23 | 16.23 | 19.88 | 19.88 | 15.95 | 15.95 | 20.71 | 20.71 | 16.07 | 16.07 | 22.45 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 16.23 | | 19.88 | | 15.95 | | 20.71 | | 16.07 | | 22.45 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 7/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 8/03/2024 | 10.2 | 24 | 1.97 | 0.049 | | 3.36 | 0.059 | | 1.76 | 0.029 | | | | |
| 9/03/2024 | 10.2 | 48 | 2.79 | 0.069 | | 3.36 | 0.084 | | 1.84 | 0.096 | | | | |
| 10/03/2024 | 10.2 | 72 | 3.54 | 0.089 | | 4.23 | 0.108 | | 1.12 | 0.126 | | | | |
| 11/03/2024 | 10.2 | 96 | 4.33 | 0.108 | | 6.31 | 0.133 | | 1.30 | 0.157 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.37 | 4.57 | total | 2.91 | 4.57 | total | 3.45 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/In ² | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Lbf/ pulg ² | Lbf/ pulg ² | % | Lect. Dial | Lbf/ pulg ² | Lbf/ pulg ² | % | Lect. Dial | Lbf/ pulg ² | Lbf/ pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'30" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 181 | 63 | | | | | 136 | 54 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'30" | 360 | 141 | | | | | 315 | 123 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 541 | 221 | | | | | 450 | 176 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 800 | 262 | 254.3 | 25.4 | | | 601 | 238 | 237.6 | 23.8 | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 956 | 388 | | | | | 894 | 361 | | | | |
| 5.090 | 0.200 | 4'00" | 1146 | 609 | 631.7 | 42.1 | | | 1226 | 508 | 510.1 | 34.0 | | |
| 6.360 | 0.250 | 5'00" | 1330 | 843 | | | | | 1533 | 650 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1581 | 1075 | | | | | 1804 | 781 | | | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 2352 | 1416 | | | | | 2207 | 864 | | | | |
| 12.790 | 0.500 | 10'00" | 3311 | 1596 | | | | | 2628 | 1069 | | | | |

Henry Rivas Obispo
 Tec. Laboratorio

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Testista : Fernández Yezquiel Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

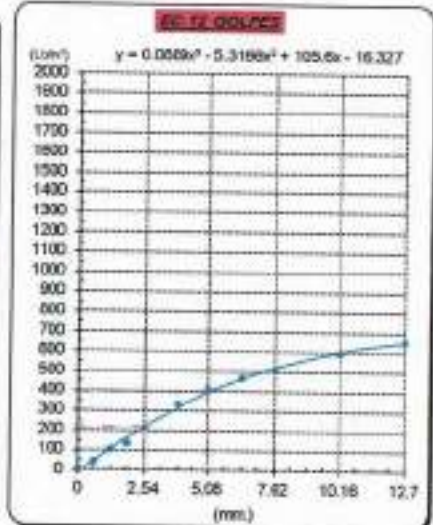
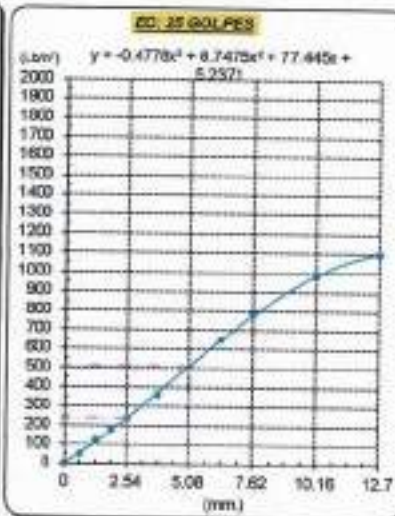
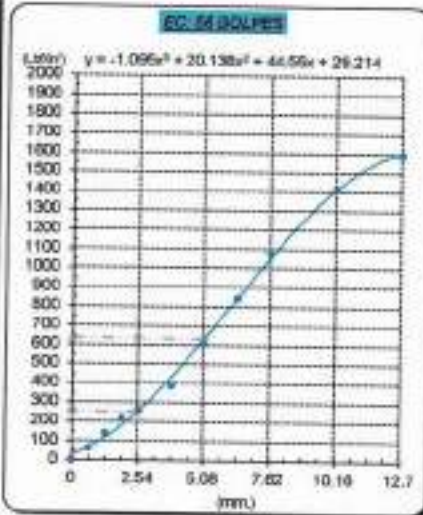


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.797 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.707 g/cm³
 OPTIMO CONF. DE HUMEDAD : 18.054 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 26 % | 44 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 24 % | 35 % |



Henry Avadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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-1583

Técnico: Fernández Yzquierdo Arnold Morado
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y caí"
Ubicación: Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de realización: Chiclayo, marzo del 2024

OLICATA: C-2
MUESTRA: M-2 + 15% CAL

PROFUNDIDAD: 1,00 m - 1,50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|--|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------|---------------------|-----------------------|
| Nº Molde | MOLDE 1 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Capas | 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 | 12941 | | 12980 | | 12905 | | 12874 | | 12379 | | 12928 | |
| Peso de molde (g) | 4791 | | 4701 | | 4693 | | 4683 | | 4637 | | 4637 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3450 | | 2969 | | 2912 | | 2981 | | 2742 | | 2991 | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | | 1664 | | 1965 | | 1965 | | 2993 | | 2993 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.073 | | 2.144 | | 1.991 | | 2.026 | | 1.871 | | 1.980 | |
| % de humedad | 16.07 | | 19.58 | | 16.20 | | 18.60 | | 16.40 | | 22.35 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.756 | | 1.793 | | 1.713 | | 1.717 | | 1.607 | | 1.619 | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 113.2 | 113.2 | 3569 | 3569 | 120.9 | 120.9 | 3901 | 3901 | 134.6 | 134.6 | 3961.0 | 3961.0 |
| Tarro + Suelo seco (g.) | 101.4 | 101.4 | 3450 | 3450 | 108.0 | 108.0 | 3912 | 3912 | 119.8 | 119.8 | 3742.8 | 3742.8 |
| Peso del Agua (gr.) | 11.8 | 11.8 | 119.0 | 119.0 | 12.9 | 12.9 | 89.0 | 89.0 | 15.0 | 15.0 | 219.0 | 219.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 29.8 | 29.8 | 0 | 0 | 29.3 | 29.3 | 0 | 0 | 29.41 | 29.41 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 72.4 | 73.4 | 3289.5 | 3289.5 | 79.7 | 79.7 | 3046.1 | 3046.1 | 91.4 | 91.4 | 3682.8 | 3682.8 |
| % de humedad | 16.07 | 16.07 | 19.58 | 19.58 | 16.20 | 16.20 | 18.00 | 18.00 | 16.40 | 16.40 | 22.35 | 22.35 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.07 | | 19.58 | | 16.20 | | 18.00 | | 16.40 | | 22.35 | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO seg. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | |
| 10/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.48 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | |
| 13/03/2024 | 10.2 | 24 | 2.36 | 0.089 | | 2.72 | 0.089 | | 3.11 | 0.078 | | |
| 14/03/2024 | 10.2 | 48 | 3.54 | 0.089 | | 3.89 | 0.089 | | 4.65 | 0.111 | | |
| 15/03/2024 | 10.2 | 72 | 4.72 | 0.118 | | 5.28 | 0.111 | | 5.75 | 0.144 | | |
| 18/03/2024 | 10.2 | 96 | 5.91 | 0.148 | | 6.50 | 0.192 | | 7.09 | 0.177 | | |
| | | | 4.57 | total | 3.23 | 4.57 | total | 3.56 | 4.57 | total | 3.88 | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE Nº 5 | | MOLDE 3 | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in ² | Lbf/pulg ² | Lbf/pulg ² | % | Lbf/in ² | Lbf/pulg ² | Lbf/pulg ² | % | Lbf/in ² | Lbf/pulg ² |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 181 | 71 | | | 148 | 58 | | | 114 | 45 |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 276 | 108 | | | 287 | 104 | | | 257 | 100 |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 402 | 159 | | | 389 | 144 | | | 332 | 129 |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 590 | 237 | 228.0 | 22.8 | 545 | 215 | 217.3 | 21.7 | 493 | 193 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 903 | 365 | | | 835 | 326 | | | 797 | 307 |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1298 | 528 | 541.8 | 35.1 | 1097 | 450 | 448.9 | 29.8 | 928 | 375 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1881 | 721 | | | 1360 | 565 | | | 1018 | 415 |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2689 | 908 | | | 1862 | 673 | | | 1106 | 454 |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 3971 | 1177 | | | 1817 | 637 | | | 1283 | 524 |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 2946 | 1396 | | | 2229 | 891 | | | 1474 | 602 |

Henry Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Título : Fernández Yzquierdo Arnold Nolasco
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

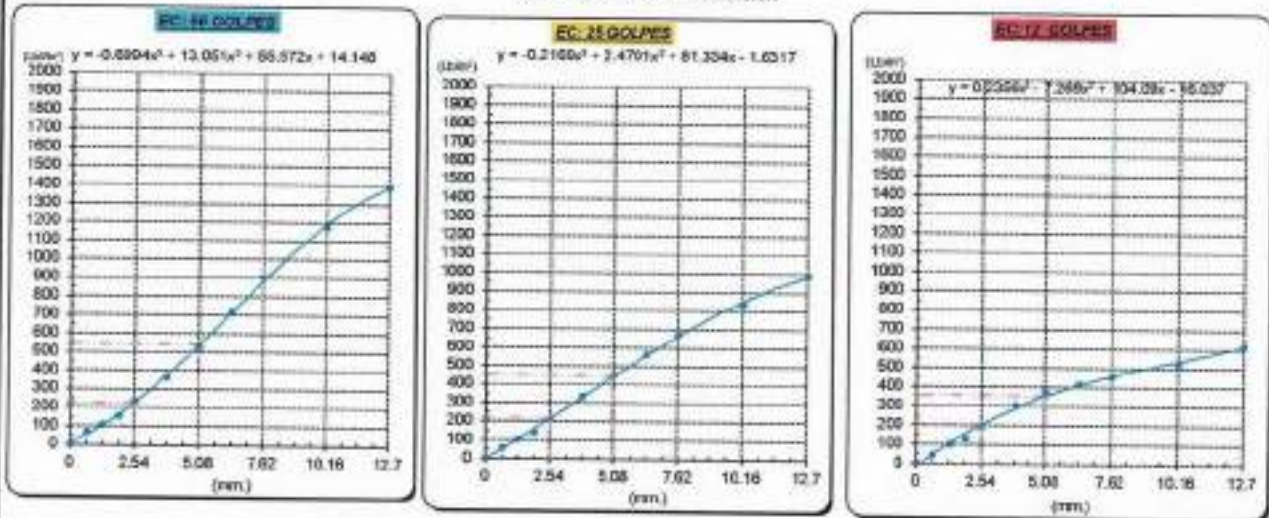


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

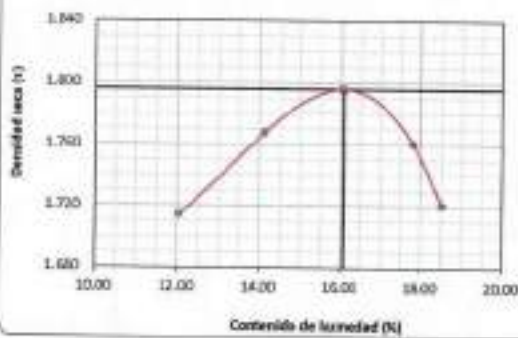
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.797 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.707 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.06 % |

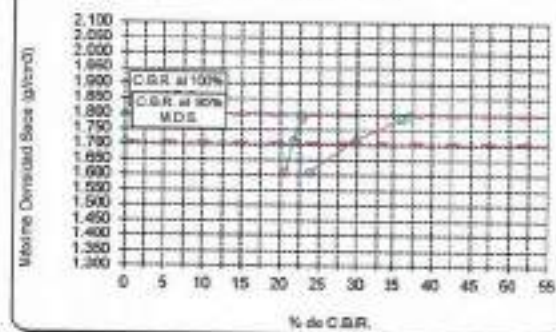
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|---------|---------|
| | 2.54 cm | 5.08 cm |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 23 % | 37 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 22 % | 29 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teal : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catibus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CALECATA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 15% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|----------------------|------------|------------|---------------|--------|------------|------------|---------------|-----------|------------|------------|------------|------|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| Nº Capas | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sin Saturated | | Saturated | | Sin Saturated | | Saturated | | Sin Saturated | | Saturated | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo (g) | 13248 | | 13360 | | 13348 | | 12744 | | 12175 | | 12828 | | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | | 8791 | | 8895 | | 8893 | | 8887 | | 8637 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3457 | | 3569 | | 3875 | | 4051 | | 3730 | | 3989 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 3864 | | 3864 | | 3965 | | 3965 | | 3964 | | 3964 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.077 | | 2.138 | | 1.972 | | 2.062 | | 1.899 | | 1.994 | | | |
| % de humedad | 16.19 | | 16.20 | | 16.14 | | 20.76 | | 16.00 | | 22.89 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.760 | | 1.794 | | 1.696 | | 1.707 | | 1.610 | | 1.622 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 107.5 | 107.5 | 3889 | 3889 | 127.3 | 127.3 | 4051 | 4051 | 118.7 | 118.7 | 3988.0 | 3988.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 86.4 | 86.4 | 3457 | 3457 | 113.5 | 113.5 | 3875 | 3875 | 106.2 | 106.2 | 3736.0 | 3736.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 11.1 | 11.1 | 102.8 | 102.0 | 13.8 | 13.8 | 176.0 | 176.0 | 12.5 | 12.5 | 150.0 | 150.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 85.4 | 86.4 | 3396.3 | 3396.3 | 85.2 | 85.3 | 3810.3 | 3810.3 | 77.8 | 77.8 | 3678.8 | 3678.8 | | |
| % de humedad | 16.19 | 16.19 | 19.20 | 19.20 | 16.14 | 16.14 | 20.76 | 20.76 | 16.00 | 16.00 | 22.89 | 22.89 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 16.19 | | 19.20 | | 16.14 | | 20.76 | | 16.00 | | 22.89 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 17/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.10 | 0 | 0 | 1.30 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 18/03/2024 | 10.2 | 24 | 1.87 | 0.049 | | 2.23 | 0.055 | | 2.73 | 0.071 | | | | |
| 19/03/2024 | 10.2 | 48 | 2.76 | 0.069 | | 3.81 | 0.076 | | 4.05 | 0.100 | | | | |
| 20/03/2024 | 10.2 | 72 | 3.54 | 0.088 | | 3.89 | 0.087 | | 5.14 | 0.129 | | | | |
| 21/03/2024 | 10.2 | 96 | 4.57 | 0.108 | | 4.72 | 0.118 | | 5.30 | 0.156 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.37 | 4.57 | total | 2.56 | 4.57 | total | 3.45 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lecc. Dial | Lbf/ pulg2 | Lbf/ pulg2 | % | Lecc. Dial | Lbf/ pulg2 | Lbf/ pulg2 | % | Lecc. Dial | Lbf/ pulg2 | Lbf/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 131 | 53 | | | | | 119 | 46 | | | 89 | 39 |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 271 | 108 | | | | | 260 | 101 | | | 214 | 96 |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 445 | 174 | | | | | 381 | 149 | | | 317 | 124 |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 691 | 236 | 261.186 | 76.119 | 647 | 216 | 230.0 | 23.0 | 691 | 197 | 196.2 | 19.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 1034 | 449 | | | 821 | 273 | | | 748 | 299 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1409 | 647 | 647.864 | 43.178 | 1222 | 306 | 429.2 | 33.2 | 818 | 372 | 358.1 | 33.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1963 | 879 | | | 1515 | 642 | | | 1047 | 428 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2411 | 1068 | | | 1778 | 768 | | | 1136 | 468 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 2921 | 1370 | | | 2112 | 920 | | | 1393 | 543 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 3263 | 1622 | | | 2382 | 1081 | | | 1628 | 601 | | |

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Mercado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callituc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

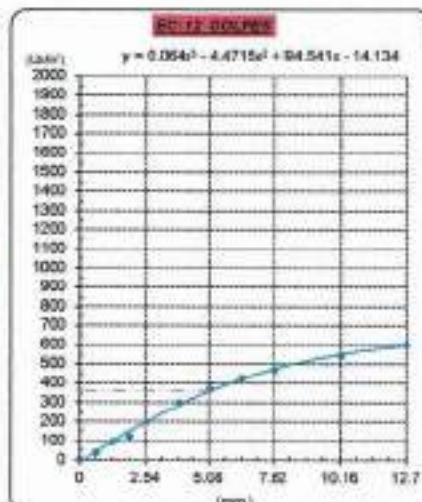
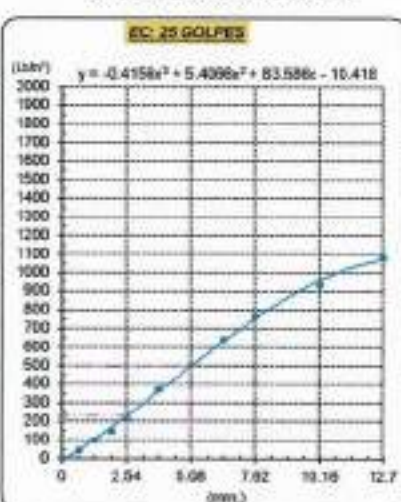
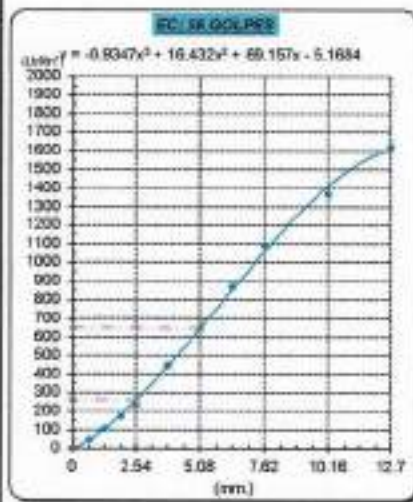


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.797 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.707 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.06 % |

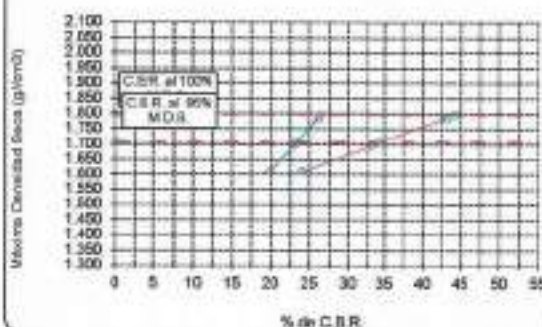
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 26 % | 44 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 22 % | 34 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TECNICO DE LABORATORIO



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

Título : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dte. Castilla, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

ESCALA : C-2
MUESTRA : M-2 + 15% CAL
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|--------------|----------------------------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|--|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 12251 | 12163 | 12573 | 12740 | 12340 | 12548 | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8794 | 8791 | 8893 | 8883 | 8837 | 8837 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3450 | 3572 | 3680 | 4047 | 3703 | 3900 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | 1664 | 1965 | 1965 | 1965 | 1965 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.070 | 2.146 | 1.975 | 2.060 | 1.881 | 1.984 | | | | | | | | |
| % de humedad | | 16.00 | 19.29 | 16.29 | 20.67 | 16.39 | 22.05 | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.792 | 1.798 | 1.698 | 1.707 | 1.591 | 1.601 | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 102.8 | 102.8 | 3672 | 3672 | 128.1 | 128.1 | 4047 | 4047 | 117.3 | 117.3 | 3903.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 92.2 | 92.2 | 3460 | 3460 | 114.1 | 114.1 | 3880 | 3880 | 104.8 | 104.8 | 3703.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 10.3 | 10.3 | 112.0 | 112.0 | 14.0 | 14.0 | 167.0 | 167.0 | 12.5 | 12.5 | 200.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.9 | 28.0 | 0 | 0 | 28.3 | 29.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.41 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 64.2 | 64.2 | 3308.1 | 3308.1 | 85.8 | 85.8 | 3615.2 | 3615.2 | 76.4 | 76.4 | 3645.0 | | | |
| % de humedad | | 16.00 | 16.00 | 19.29 | 19.29 | 16.29 | 16.29 | 20.67 | 20.67 | 16.39 | 16.39 | 22.05 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 16.00 | | 19.29 | | 16.29 | | 20.67 | | 16.39 | | 22.05 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 23/03/2024 | 10.2 | 0 | 1.16 | 0 | 0 | 1.42 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 | | | | |
| 23/03/2024 | 10.2 | 24 | 1.77 | 0.044 | | 2.54 | 0.063 | | 2.93 | 0.073 | | | | | |
| 24/03/2024 | 10.2 | 48 | 2.38 | 0.069 | | 3.66 | 0.092 | | 4.19 | 0.105 | | | | | |
| 25/03/2024 | 10.2 | 72 | 2.95 | 0.074 | | 4.78 | 0.120 | | 5.45 | 0.136 | | | | | |
| 26/03/2024 | 10.2 | 96 | 3.54 | 0.089 | | 5.91 | 0.148 | | 6.69 | 0.167 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 1.94 | 4.57 | total | 3.23 | 4.57 | total | 3.68 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. pulg | % | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 134 | 53 | | | 121 | 48 | | | 107 | 43 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 281 | 113 | | | 274 | 107 | | | 257 | 100 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 463 | 182 | | | 404 | 159 | | | 344 | 134 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 889 | 232 | 248.5 | 24.8 | 664 | 223 | 228.7 | 22.9 | 640 | 213 | 207.7 | 20.8 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 1315 | 414 | | | 895 | 360 | | | 785 | 306 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1489 | 615 | 922.8 | 41.5 | 1300 | 498 | 496.7 | 33.1 | 960 | 386 | 376.9 | 25.1 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1919 | 838 | | | 1608 | 638 | | | 1087 | 450 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2382 | 1090 | | | 1779 | 709 | | | 1204 | 498 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 3596 | 1352 | | | 2131 | 945 | | | 1374 | 536 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 5075 | 1874 | | | 2385 | 1083 | | | 1515 | 642 | | | |

Henry Rivadeneira Obías
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO



Tesis: Fernández Yzquierdo Arnold Merado
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal
 Ubicación: Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, marzo 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

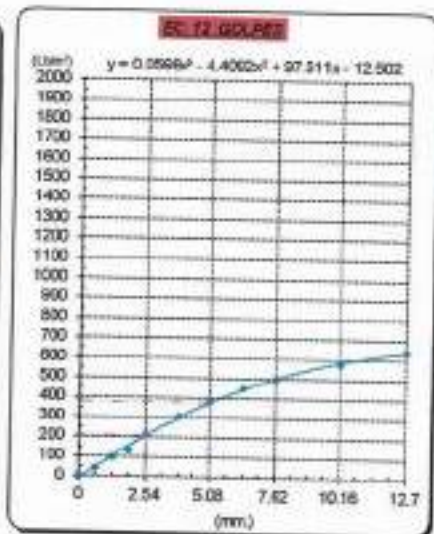
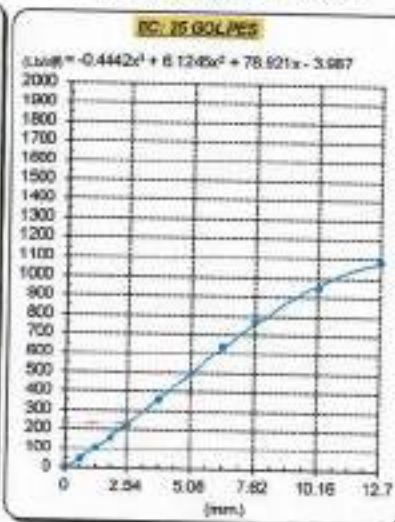
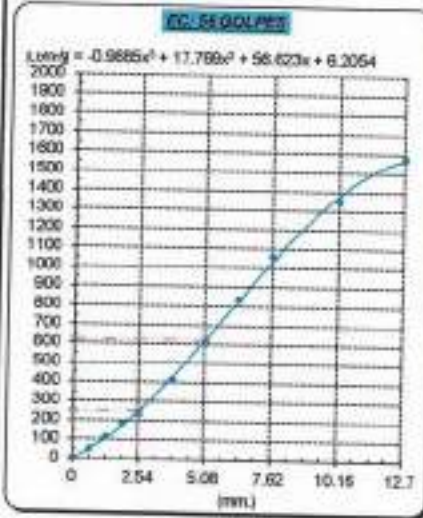


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.797 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.707 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 18.054 %

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 25 % | 42 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 23 % | 34 % |



Henry Rivadeneiro Obítas
 Henry Rivadeneiro Obítas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 RECEPCION DE LABORATORIOS



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

Testa : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tea : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Caillay, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo del 2024

CALCATA : C-2
 MUESTRA : M-2 + 15% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------|--------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|---|
| N° Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 6 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| N° Capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| N° Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12289 | 12381 | 12667 | 12719 | 12991 | 12693 | 12991 | 12693 | 12991 | 12693 | 12991 | 12693 | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | 8791 | 8693 | 8693 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3498 | 3590 | 3974 | 4026 | 3744 | 3956 | 3744 | 3956 | 3744 | 3956 | 3744 | 3956 | | |
| Volumen del molde (cc) | 1844 | 1964 | 1993 | 1985 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.084 | 2.157 | 1.972 | 2.049 | 1.872 | 1.983 | 1.872 | 1.983 | 1.872 | 1.983 | 1.872 | 1.983 | | |
| % de humedad | 18.13 | 19.71 | 18.27 | 20.26 | 16.54 | 16.54 | 20.26 | 20.26 | 16.54 | 16.54 | 22.56 | 22.56 | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.794 | 1.802 | 1.698 | 1.704 | 1.608 | 1.618 | 1.698 | 1.704 | 1.608 | 1.618 | 1.698 | 1.618 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 110.0 | 110.0 | 3590 | 3590 | 129.7 | 129.7 | 4026 | 4026 | 127.4 | 127.4 | 3996.0 | 3996.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 98.6 | 98.6 | 3468 | 3468 | 115.5 | 115.5 | 3874 | 3874 | 113.4 | 113.4 | 3744.0 | 3744.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 11.4 | 11.4 | 122.0 | 122.0 | 14.2 | 14.2 | 152.0 | 152.0 | 14.1 | 14.1 | 222.0 | 222.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.26 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 70.6 | 70.6 | 3406.0 | 3406.0 | 87.3 | 87.3 | 3809.4 | 3809.4 | 85.0 | 85.0 | 3694.8 | 3694.8 | | |
| % de humedad | 16.13 | 16.13 | 19.71 | 16.71 | 16.27 | 16.27 | 20.26 | 20.26 | 16.54 | 16.54 | 22.56 | 22.56 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 16.13 | 16.13 | 19.71 | 16.71 | 16.27 | 16.27 | 20.26 | 20.26 | 16.54 | 16.54 | 22.56 | 22.56 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/03/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.12 | 0 | 0 | 1.34 | 0 | 0 | | | |
| 28/03/2024 | 16.5 | 24 | 1.80 | 0.048 | | 1.07 | 0.047 | | 2.34 | 0.071 | | | | |
| 29/03/2024 | 16.5 | 48 | 2.83 | 0.068 | | 2.63 | 0.068 | | 4.34 | 0.101 | | | | |
| 30/03/2024 | 16.5 | 72 | 3.34 | 0.084 | | 3.37 | 0.084 | | 6.33 | 0.131 | | | | |
| 31/03/2024 | 16.5 | 96 | 4.07 | 0.100 | | 4.13 | 0.103 | | 6.03 | 0.161 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.23 | 4.57 | total | 2.26 | 4.17 | total | 3.50 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE 2 | | | | MOLDE 6 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Libel pulg2 | Libel pulg2 | % | Lect. Dial | Libel pulg2 | Libel pulg2 | % | Lect. Dial | Libel pulg2 | Libel pulg2 | % |
| mm. | pulg. | Lb/in2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 134 | 53 | | | | | 126 | 46 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 291 | 113 | | | | | 292 | 110 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 468 | 163 | | | | | 412 | 161 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 860 | 233 | 250.5 | 25.0 | | | 870 | 225 | 235.6 | 23.6 | | |
| 3.180 | 0.150 | 3'00" | 1630 | 420 | | | | | 123 | 374 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1489 | 620 | 627.6 | 41.8 | | | 1233 | 511 | 506.8 | 33.8 | | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1531 | 644 | | | | | 1629 | 648 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2190 | 1006 | | | | | 1796 | 777 | | | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 2413 | 1368 | | | | | 2199 | 850 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 3207 | 1590 | | | | | 2434 | 1103 | | | | |

Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



TECNICO DE LABORATORIO



Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Marando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Castilla, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, marzo 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

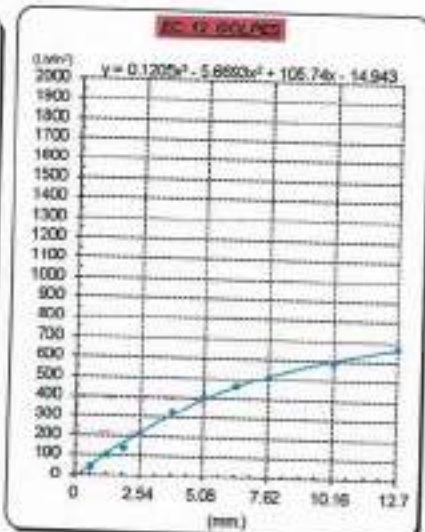
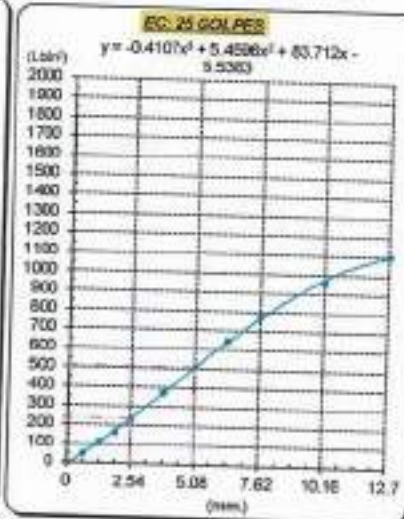
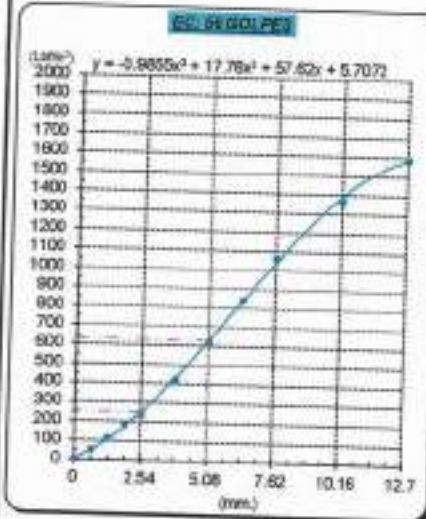


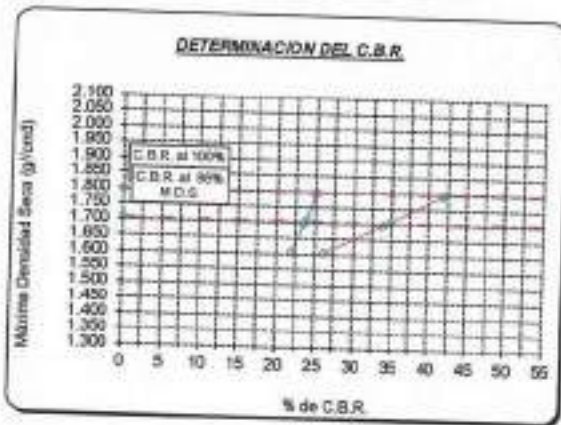
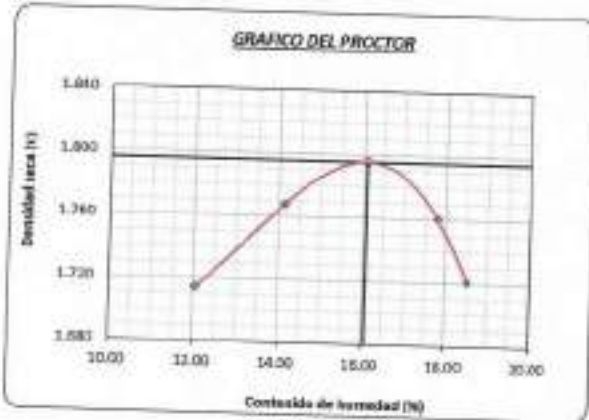
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.797 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.707 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.064 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 25 % | 42 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 24 % | 35 % |



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

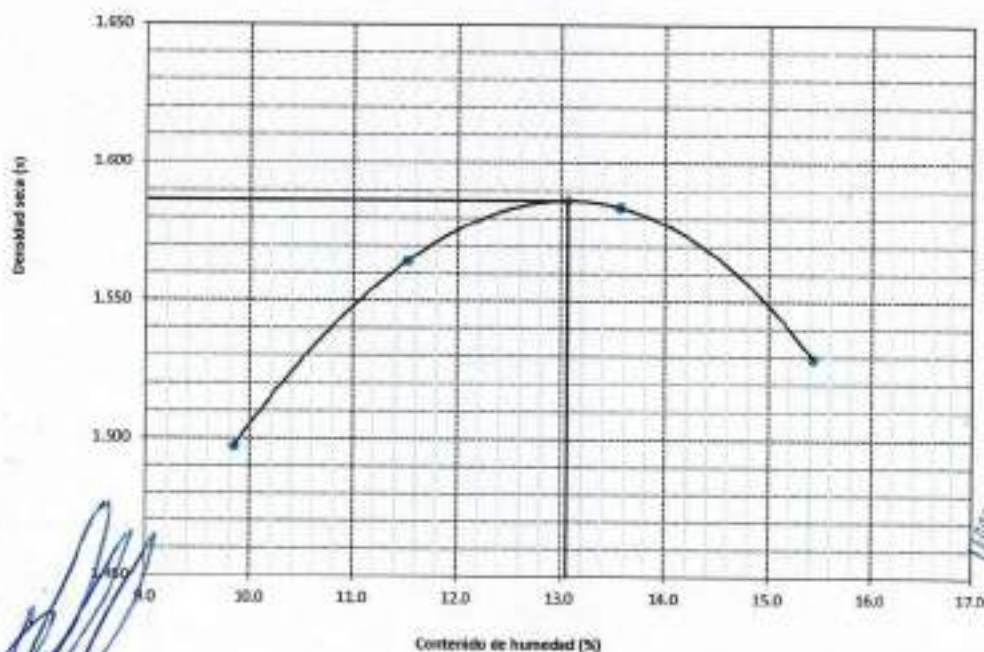
**ENSAYOS DE
PROCTOR MODIFICADO Y CBR C-3**

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. 338.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2025

| CALICATA : C-3 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA : M-3 | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5668 | 5699 | 5649 | 5558 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1636 | 1667 | 1617 | 1524 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.765 | 1.799 | 1.745 | 1.644 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 85.79 | 81.80 | 80.18 | 80.22 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 79.24 | 75.41 | 74.84 | 75.57 |
| Peso de tara | g | 36.79 | 28.28 | 28.49 | 28.31 |
| Peso de agua | g | 6.55 | 6.39 | 5.34 | 4.65 |
| Peso de suelo seco | g | 42.45 | 47.13 | 48.35 | 47.26 |
| Contenido de agua | % | 15.4 | 13.6 | 11.5 | 9.8 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.529 | 1.584 | 1.565 | 1.497 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.586 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.067 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Henry Rivas Encaya Obilias
 Tec. Laboratorio USA1
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

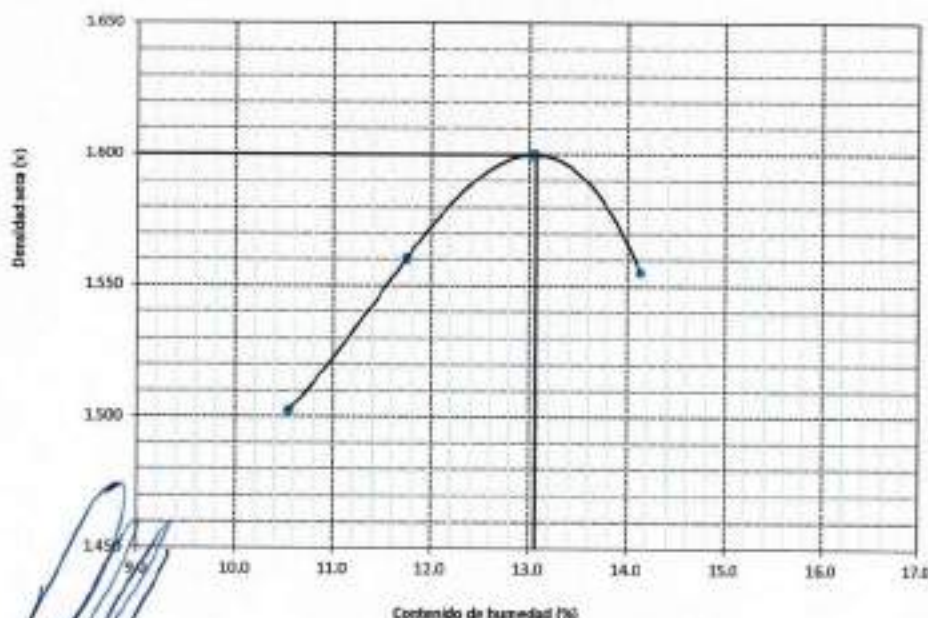
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TERCERA DE LABORATORIO

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

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

| CALICATA : C-3 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA : M-3 | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5677 | 5708 | 5648 | 5571 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1645 | 1676 | 1616 | 1539 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.775 | 1.808 | 1.744 | 1.681 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Recipiente: | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 68.38 | 78.78 | 78.16 | 83.91 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.47 | 72.94 | 72.94 | 78.61 |
| Peso de tara | g | 36.79 | 28.28 | 28.49 | 28.31 |
| Peso de agua | g | 3.91 | 5.82 | 5.22 | 5.30 |
| Peso de suelo seco | g | 27.68 | 44.66 | 44.45 | 60.30 |
| Contenido de agua | % | 14.1 | 13.0 | 11.7 | 10.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.555 | 1.600 | 1.560 | 1.502 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.600 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.061 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



[Firma]
 Ing. Rivaldo Obitos
 Tec. Laboratorio
 USAT

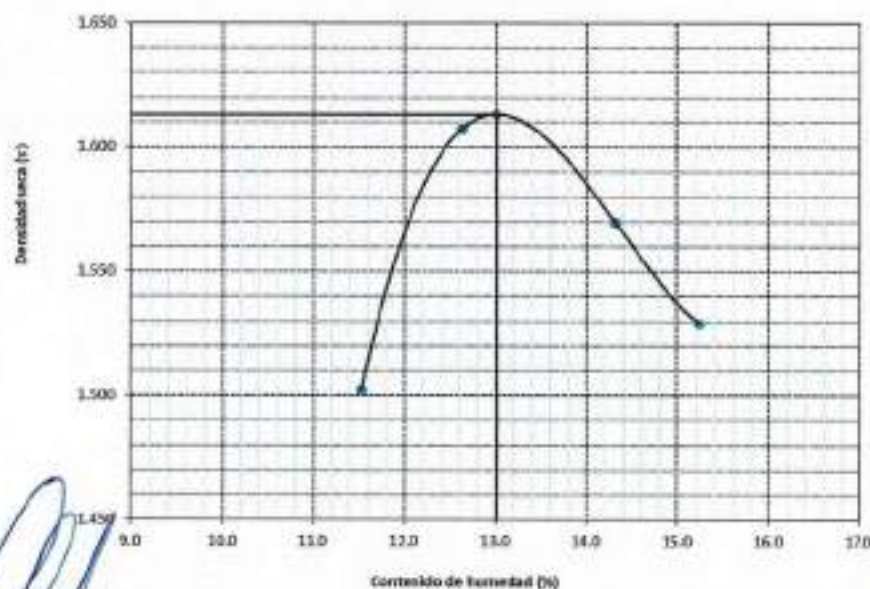
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

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. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dbt. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

| CALICATA : C-5 | | COORDINADA : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA : M-3 | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5665 | 5695 | 5710 | 5585 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1633 | 1663 | 1678 | 1553 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.782 | 1.794 | 1.811 | 1.676 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 78.93 | 79.31 | 72.72 | 69.71 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 73.36 | 72.92 | 67.76 | 65.43 |
| Peso de tara | g | 36.79 | 28.28 | 28.49 | 28.31 |
| Peso de agua | g | 5.57 | 6.39 | 4.96 | 4.28 |
| Peso de suelo seco | g | 36.57 | 44.64 | 39.27 | 37.12 |
| Contenido de agua | % | 15.2 | 14.3 | 12.6 | 11.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.529 | 1.570 | 1.608 | 1.502 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.613 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.008 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Obitias
 Henry Obitias
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

Teste : Fernando Yaguardo Arnold Morado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

CALCULA : C-03 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : M-3

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------|------------|-------------|--------------|-----------|------------|-------------|-------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 16 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 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 | 11848 | | 11967 | | 11412 | | 11803 | | 11284 | | 11705 | | | |
| Peso de molde (g) | 7835 | | 7835 | | 7748 | | 7748 | | 7840 | | 7846 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3813 | | 4132 | | 3663 | | 4054 | | 3444 | | 3859 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2108 | | 2108 | | 2133 | | 2133 | | 2132 | | 2132 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.809 | | 1.960 | | 1.717 | | 1.901 | | 1.615 | | 1.813 | | | |
| % de humedad | 13.01 | | 21.51 | | 13.05 | | 23.89 | | 13.17 | | 25.57 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.601 | | 1.613 | | 1.519 | | 1.534 | | 1.427 | | 1.444 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 117.4 | 117.4 | 4132 | 4132 | 112.0 | 112.0 | 4054 | 4054 | 99.2 | 99.2 | 3855.0 | 3855.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (g.) | 108.3 | 108.3 | 3813 | 3813 | 103.4 | 103.4 | 3663 | 3663 | 92.0 | 92.0 | 3444.0 | 3444.0 | | |
| Peso del Agua (g.) | 9.1 | 9.1 | 319.0 | 319.0 | 8.6 | 8.6 | 391.0 | 391.0 | 7.2 | 7.2 | 421.0 | 421.0 | | |
| Peso del tarro (g.) | 38.3 | 38.3 | 0 | 0 | 37.8 | 37.8 | 0 | 0 | 36.7 | 36.74 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (g.) | 70.8 | 70.0 | 3752.9 | 3752.9 | 66.9 | 66.9 | 3608.2 | 3608.2 | 65.2 | 65.2 | 3395.5 | 3395.5 | | |
| % de humedad | 13.01 | 13.01 | 21.51 | 21.51 | 13.05 | 13.05 | 23.89 | 23.89 | 13.17 | 13.17 | 25.57 | 25.57 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.01 | | 21.51 | | 13.05 | | 23.89 | | 13.17 | | 25.57 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | DIAL | EXPANSION | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/11/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.42 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 | | | |
| 3/11/2023 | 10.2 | 24 | 3.29 | 0.085 | | 3.82 | 0.091 | | 3.93 | 0.095 | | | | |
| 4/11/2023 | 10.2 | 48 | 5.69 | 0.140 | | 5.81 | 0.145 | | 6.02 | 0.151 | | | | |
| 5/11/2023 | 10.2 | 72 | 7.80 | 0.195 | | 7.96 | 0.199 | | 8.37 | 0.207 | | | | |
| 6/11/2023 | 10.2 | 96 | 10.93 | 0.250 | | 10.24 | 0.256 | | 10.67 | 0.262 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.47 | 4.57 | total | 5.80 | 4.57 | total | 5.73 | | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/inch ² | MOLDE Nº 16 | | MOLDE Nº 10 | | MOLDE Nº 6 | | | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCION | | CARGA | | CORRECCION | | | | | |
| | | | Lect. Dial | Líne pulg/2 | Líne pulg/2 | % | Lect. Dial | Líne pulg/2 | Líne pulg/2 | % | Lect. Dial | Líne pulg/2 | Líne pulg/2 | % |
| 0.005 | 0.005 | 0'00" | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | | | | | | |
| 0.642 | 0.025 | 0'30" | 80 | 25 | 42 | 18 | 36 | 15 | | | | | | |
| 1.275 | 0.050 | 1'00" | 93 | 37 | 65 | 28 | 43 | 18 | | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 145 | 57 | 102 | 41 | 64 | 25 | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 198 | 77 | 70.9 | 7.1 | 139 | 54 | 50.9 | 5.1 | 85 | 34 | 32.5 | 3.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 266 | 97 | 180 | 70 | 118 | 47 | | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 339 | 117 | 120.2 | 8.0 | 226 | 89 | 89.6 | 8.0 | 160 | 59 | 61.0 | 4.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 381 | 137 | | | 264 | 103 | | | 182 | 71 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 401 | 157 | | | 316 | 123 | | | 237 | 82 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 456 | 179 | | | 370 | 144 | | | 282 | 114 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 481 | 189 | | | 457 | 159 | | | 340 | 133 | | |

Henry Rivaleneyru Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Título : Fernández Yojulendo Arnold Méndez
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cutervo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

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

N.T.P. 319.145 / ASTM D-1583

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

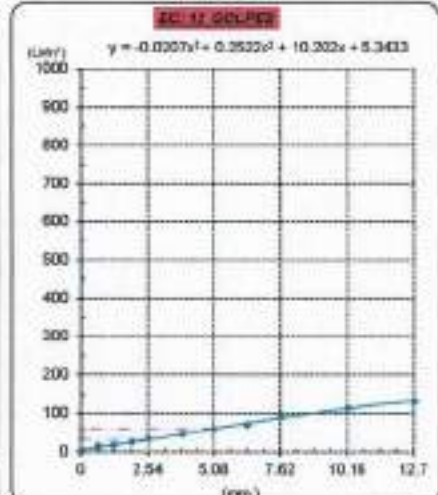
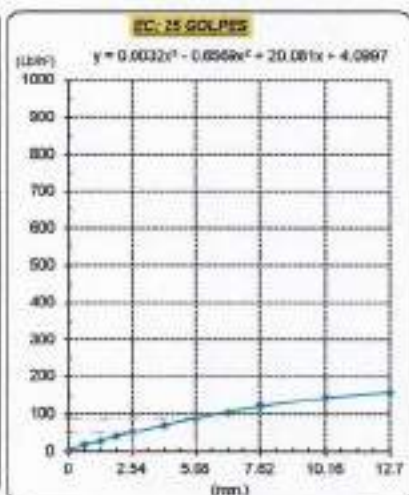
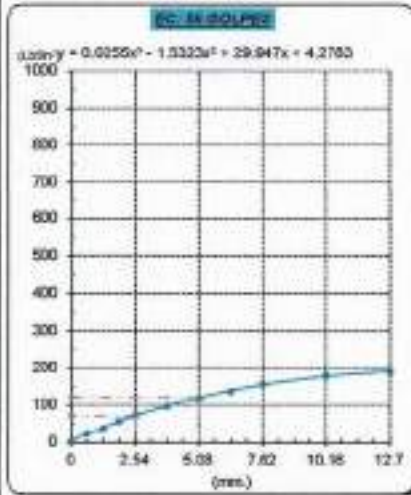


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.600 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.520 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 12.045 % |

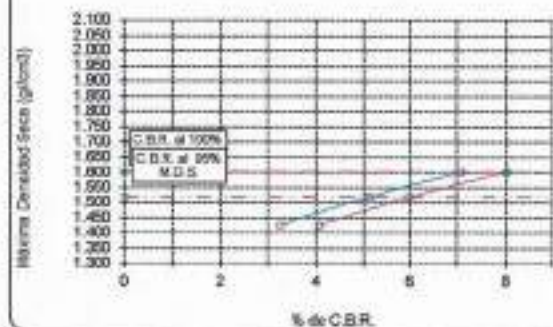
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 7 % | 8 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 6 % | 6 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Rinddeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de ensayo : Chiclayo, noviembre del 2023

CALCATA: C-03
 MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|--------------|--------------|-------------|--------|--------------|-----------|-------------|--------|--------------|-------|------------|--------|------------|--|
| Nº Molde | | MOLDE 16 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 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 | | 11837 | | 11981 | | 11493 | | 11767 | | 11248 | | 11681 | | | |
| Peso de molde (g) | | 7895 | | 7895 | | 7749 | | 7749 | | 7140 | | 7040 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3902 | | 4126 | | 3601 | | 4018 | | 3408 | | 3821 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 3308 | | 2108 | | 2131 | | 2133 | | 2132 | | 2132 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.804 | | 1.957 | | 1.712 | | 1.884 | | 1.599 | | 1.792 | | | |
| % de humedad | | 13.01 | | 21.67 | | 13.20 | | 23.41 | | 13.25 | | 25.51 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.595 | | 1.608 | | 1.512 | | 1.528 | | 1.413 | | 1.428 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamo Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tamo + Suelo húmedo (gr.) | | 140.7 | 140.7 | 4126 | 4126 | 113.3 | 113.3 | 4018 | 4018 | 111.6 | 111.6 | 3821.0 | 3821.0 | | |
| Tamo + Suelo seco (gr.) | | 128.9 | 128.9 | 3802 | 3802 | 104.6 | 104.6 | 3651 | 3651 | 102.9 | 102.9 | 3458.0 | 3458.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 11.8 | 11.8 | 324.0 | 324.0 | 8.8 | 8.8 | 367.0 | 367.0 | 8.8 | 8.8 | 412.0 | 412.0 | | |
| Peso del tamo (gr.) | | 38.3 | 38.3 | 0 | 0 | 37.5 | 37.5 | 0 | 0 | 38.7 | 38.7 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 90.6 | 90.6 | 3742.3 | 3742.3 | 67.0 | 67.0 | 3586.6 | 3586.6 | 68.1 | 68.1 | 3361.5 | 3361.5 | | |
| % de humedad | | 13.01 | 13.01 | 21.67 | 21.67 | 13.20 | 13.20 | 23.41 | 23.41 | 13.25 | 13.25 | 25.51 | 25.51 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.01 | | 21.67 | | 13.20 | | 23.41 | | 13.25 | | 25.51 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 7/11/2023 | 10.2 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 | | | | |
| 8/11/2023 | 10.2 | 24 | 3.36 | 0.094 | | 3.54 | 0.099 | | 3.82 | 0.096 | | | | | |
| 9/11/2023 | 10.2 | 48 | 5.81 | 0.138 | | 5.89 | 0.140 | | 5.92 | 0.151 | | | | | |
| 10/11/2023 | 10.2 | 72 | 7.68 | 0.182 | | 8.05 | 0.201 | | 8.27 | 0.207 | | | | | |
| 11/11/2023 | 10.2 | 96 | 10.00 | 0.252 | | 10.34 | 0.258 | | 10.47 | 0.262 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.52 | 4.57 | total | 5.60 | 4.57 | total | 5.73 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 16 | | | | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 6 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | |
| 0.060 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 39 | 14 | | | 34 | 11 | | | 17 | 9 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 71 | 29 | | | 61 | 21 | | | 26 | 12 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 112 | 44 | | | 78 | 30 | | | 30 | 17 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 183 | 80 | 55.0 | 5.5 | 161 | 40 | 38.9 | 3.9 | 48 | 21 | 19.8 | 2.0 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 194 | 76 | | | 136 | 53 | | | 72 | 29 | | | |
| 5.090 | 0.200 | 4'00" | 238 | 92 | 94.5 | 6.3 | 185 | 72 | 68.9 | 4.6 | 94 | 39 | 39.0 | 2.8 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 278 | 107 | | | 188 | 77 | | | 113 | 45 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 317 | 123 | | | 241 | 94 | | | 151 | 53 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 367 | 140 | | | 265 | 111 | | | 201 | 78 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 375 | 146 | | | 313 | 122 | | | 238 | 98 | | | |

Henry Haudeneyro Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Menardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

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

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

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

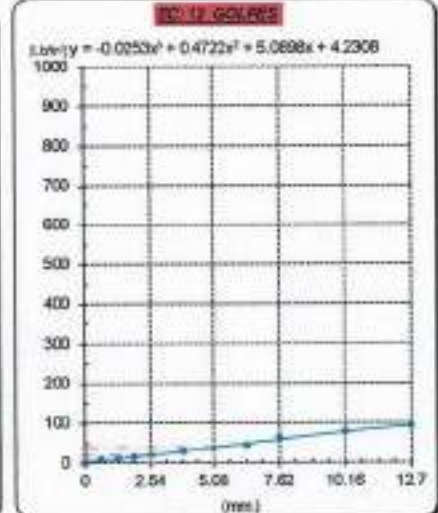
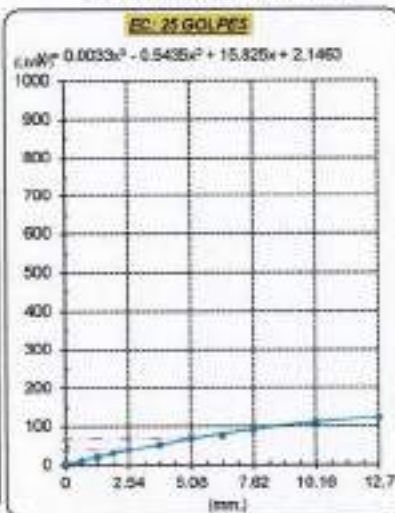
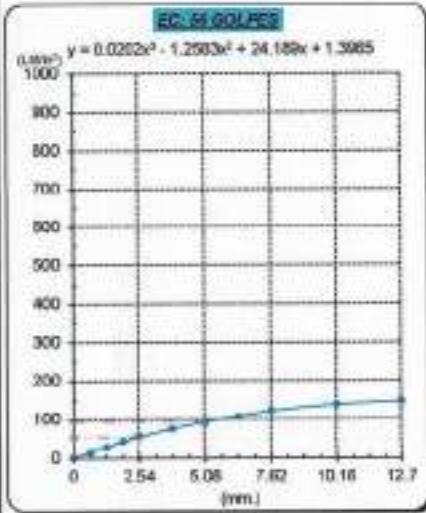


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

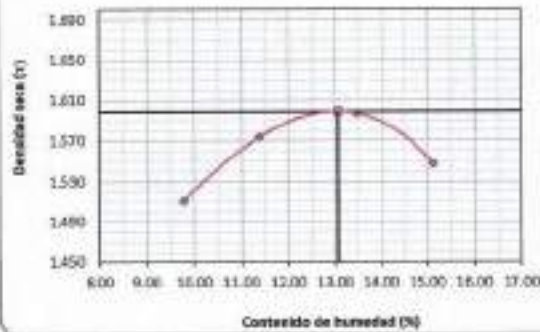
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.600 g/cm³
DENSIDAD SECA AL 95% 1.520 g/cm³
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD 13.045 %

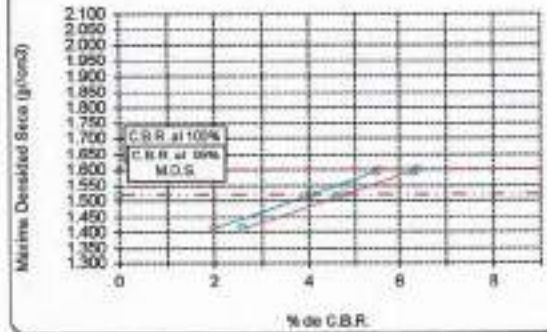
VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 6 % | 6 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 4 % | 5 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry
Ripadeneyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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-1583

Testista : Fernández Yaqiardo Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tezib : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, noviembre del 2023

CALCATA: C-08
 MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|----------|------------|----------|--------------|-----------|------------|----------|--------------|----------|------------|------------|------------------------|
| N° Molde | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 8 | | | | |
| N° Caja | | 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 | | 11941 | | 11947 | | 11416 | | 11791 | | 11306 | | 11715 | | |
| Peso de molde (g) | | 7835 | | 7835 | | 7749 | | 7749 | | 7660 | | 7840 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3806 | | 4112 | | 3667 | | 4042 | | 3660 | | 3875 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2298 | | 2108 | | 2333 | | 2123 | | 2192 | | 2132 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.658 | | 1.951 | | 1.570 | | 1.898 | | 1.625 | | 1.818 | | |
| % de humedad | | 13.13 | | 21.30 | | 13.75 | | 23.63 | | 13.31 | | 25.48 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.595 | | 1.608 | | 1.518 | | 1.533 | | 1.432 | | 1.448 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tazo N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tazo + Suelo húmedo (gr.) | | 123.8 | 123.8 | 4112 | 4112 | 114.5 | 114.5 | 4042 | 4042 | 97.4 | 97.4 | 3875.0 | | |
| Tazo + Suelo seco (gr.) | | 113.8 | 113.8 | 3806 | 3806 | 105.5 | 105.5 | 3667 | 3667 | 90.3 | 90.3 | 3660.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.9 | 9.9 | 306.0 | 306.0 | 9.0 | 9.0 | 375.0 | 375.0 | 7.1 | 7.1 | 415.0 | | |
| Peso del tazo (gr.) | | 38.3 | 38.3 | 0 | 0 | 37.5 | 37.5 | 0 | 0 | 36.7 | 36.74 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 75.3 | 75.3 | 3746.2 | 3746.2 | 68.0 | 68.0 | 3812.2 | 3812.2 | 53.6 | 53.6 | 3411.1 | | |
| % de humedad | | 13.13 | 13.13 | 21.30 | 21.30 | 13.25 | 13.25 | 23.63 | 23.63 | 13.31 | 13.31 | 25.48 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.13 | | 21.30 | | 13.25 | | 23.63 | | 13.31 | | 25.48 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 13/11/2023 | 10.2 | 6 | 1.10 | 0 | 0 | 1.50 | 0 | 0 | 1.81 | 0 | 0 | | | |
| 13/11/2023 | 10.2 | 24 | 3.39 | 0.065 | | 4.72 | 0.118 | | 3.90 | 0.097 | | | | |
| 14/11/2023 | 10.2 | 48 | 5.71 | 0.143 | | 6.91 | 0.148 | | 6.00 | 0.157 | | | | |
| 15/11/2023 | 10.2 | 72 | 8.07 | 0.202 | | 9.27 | 0.207 | | 8.06 | 0.226 | | | | |
| 16/11/2023 | 10.2 | 96 | 10.34 | 0.256 | | 10.63 | 0.206 | | 11.82 | 0.278 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.82 | 4.57 | total | 5.82 | 4.57 | total | 5.82 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | MOLDE 15 | | MOLDE N° | | MOLDE 10 | | MOLDE N° | | MOLDE 8 | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | |
| | | | | | | | | | | | | | Last. Dial | Lbs/ pulg ² |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 39 | 17 | | | 29 | 13 | | | 21 | 10 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 86 | 35 | | | 67 | 24 | | | 54 | 15 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 133 | 52 | | | 87 | 35 | | | 60 | 21 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 191 | 75 | 67.8 | 6.8 | 122 | 48 | 44.4 | 4.4 | 88 | 27 | 25.4 | |
| 3.180 | 0.125 | 3'00" | 234 | 87 | | | 151 | 59 | | | 92 | 37 | | |
| 3.820 | 0.200 | 4'00" | 288 | 112 | 115.1 | 7.7 | 194 | 75 | 78.7 | 5.2 | 118 | 47 | 49.3 | |
| 4.460 | 0.250 | 5'00" | 354 | 138 | | | 237 | 92 | | | 141 | 55 | | |
| 5.100 | 0.300 | 6'00" | 420 | 148 | | | 289 | 111 | | | 193 | 75 | | |
| 5.740 | 0.400 | 8'00" | 492 | 157 | | | 302 | 119 | | | 207 | 82 | | |
| 6.380 | 0.500 | 10'00" | 431 | 169 | | | 236 | 131 | | | 278 | 108 | | |

Henry Huadenebra Obilias
 Rec. Laboratorio USAT

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

Título : Fernández Yuziendo Arnold Miranda
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cutervo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiklaya, noviembre del 2023

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

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

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

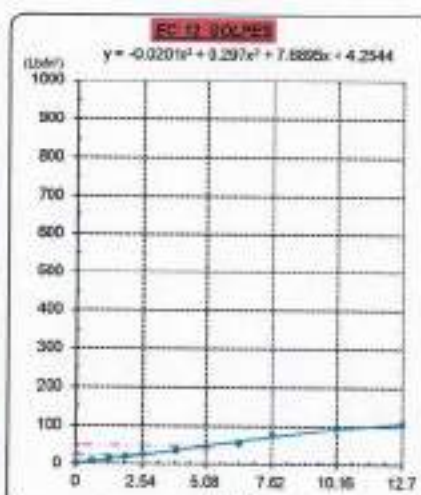
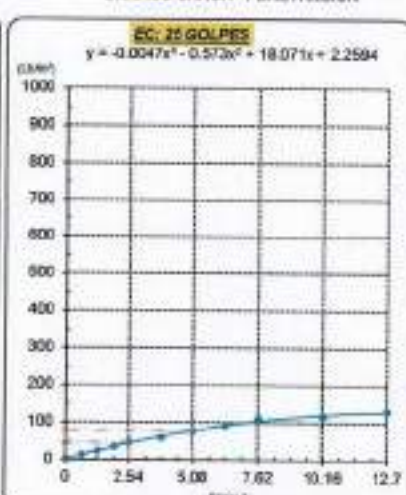
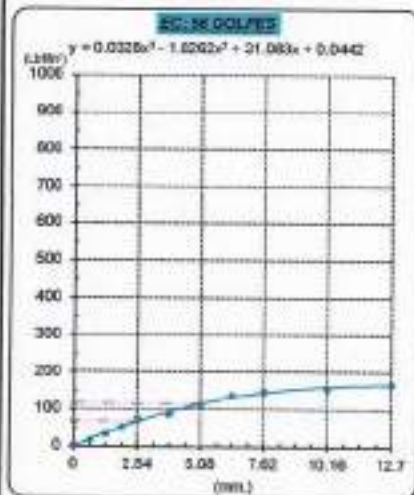


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

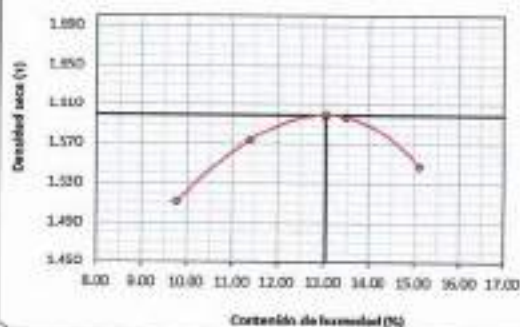
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.800 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.570 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.045 % |

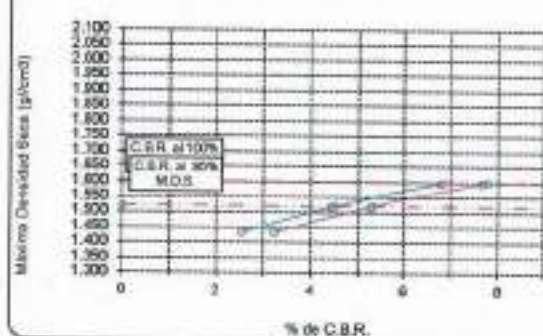
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% N.D.S. | 7 % | 8 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 4 % | 5 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. LABORATORIO
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Testa : Fernández Yzquierdo Arnold Marañón
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dht. Catillac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023.

CAJATA : C-03
 MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|-----------------|-------------|------------|--------------|--------|-------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|-----|------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 16 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 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 | 11620 | | 11947 | | 11402 | | 11796 | | 11274 | | 11678 | | | | |
| Peso de molde (g) | 7833 | | 7835 | | 7740 | | 7740 | | 7840 | | 7840 | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3785 | | 4112 | | 3653 | | 4007 | | 3434 | | 3835 | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2108 | | 2126 | | 2133 | | 2133 | | 2192 | | 2132 | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.796 | | 1.951 | | 1.713 | | 1.882 | | 1.611 | | 1.799 | | | | |
| % de humedad | 13.00 | | 21.79 | | 13.15 | | 23.83 | | 13.39 | | 25.23 | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.589 | | 1.602 | | 1.514 | | 1.528 | | 1.421 | | 1.436 | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 86.2 | 86.2 | 4112 | 4112 | 89.2 | 89.2 | 4837 | 4807 | 102.1 | 102.1 | 3896.0 | 3896.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 79.8 | 79.8 | 3785 | 3785 | 86.7 | 86.7 | 3653 | 3653 | 94.3 | 94.3 | 3434.0 | 3434.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 5.4 | 5.4 | 327.0 | 327.0 | 6.5 | 6.5 | 384.0 | 384.0 | 7.7 | 7.7 | 401.0 | 401.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 38.3 | 38.3 | 0 | 0 | 37.5 | 37.5 | 0 | 0 | 36.7 | 36.7 | 0 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 41.6 | 41.6 | 3726.8 | 3726.8 | 49.3 | 49.3 | 3608.5 | 3608.5 | 57.6 | 57.6 | 3365.0 | 3365.0 | | | |
| % de humedad | 13.00 | 13.00 | 21.79 | 21.79 | 13.15 | 13.15 | 23.83 | 23.83 | 13.39 | 13.39 | 25.23 | 25.23 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.00 | | 21.79 | | 13.15 | | 23.83 | | 13.39 | | 25.23 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | | |
| 17/11/2023 | 10.2 | 0 | 1.88 | 0 | 0 | 1.48 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | | |
| 18/11/2023 | 10.2 | 24 | 3.44 | 0.066 | | 3.89 | 0.092 | | 3.74 | 0.094 | | | | | |
| 19/11/2023 | 10.2 | 48 | 6.71 | 0.143 | | 6.97 | 0.147 | | 6.91 | 0.148 | | | | | |
| 20/11/2023 | 10.2 | 72 | 7.87 | 0.197 | | 7.87 | 0.197 | | 8.27 | 0.207 | | | | | |
| 21/11/2023 | 10.2 | 96 | 10.04 | 0.251 | | 9.54 | 0.246 | | 10.47 | 0.262 | | | | | |
| | | | 4.37 | total | 5.50 | 4.17 | total | 5.29 | 4.57 | total | 5.73 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 16 | | | | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 6 | | | | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | | | CARGA | CORRECCIÓN | | | CARGA | CORRECCIÓN | | | |
| mm. | pulg. | Libras | Libras | Libras | % | Libras | Libras | Libras | % | Libras | Libras | Libras | % | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 45 | 19 | | | | 31 | 14 | | | 23 | 11 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 90 | 36 | | | | 63 | 26 | | | 39 | 17 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 135 | 55 | | | | 95 | 38 | | | 57 | 24 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 180 | 76 | 69.3 | 6.9 | | 130 | 51 | 47.7 | 4.8 | 76 | 30 | 28.8 | 2.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 270 | 92 | | | | 160 | 65 | | | 106 | 42 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 360 | 115 | 117.9 | 7.9 | | 210 | 81 | 84.3 | 9.6 | 134 | 53 | 94.7 | 3.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 450 | 136 | | | | 281 | 98 | | | 182 | 63 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 540 | 152 | | | | 301 | 117 | | | 218 | 84 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 720 | 188 | | | | 336 | 131 | | | 255 | 103 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'30" | 900 | 179 | | | | 371 | 145 | | | 289 | 120 | | |

Henry
 Ribadeneyra
 Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merario
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría : Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

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

N.T.P. 139.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

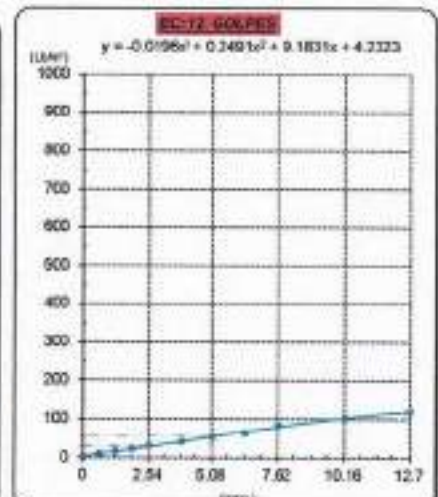
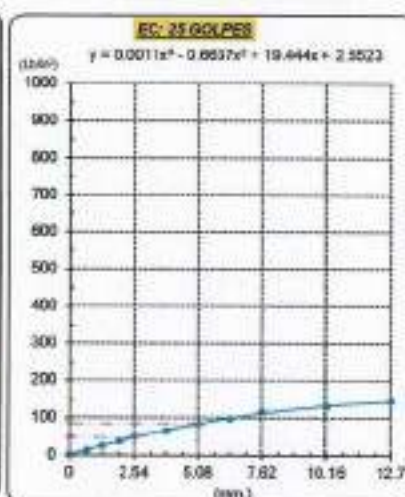
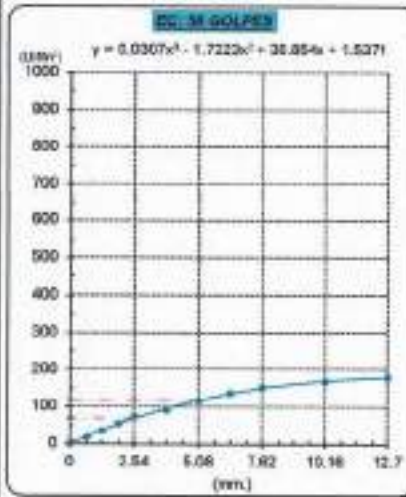


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.600 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.520 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.045 % |

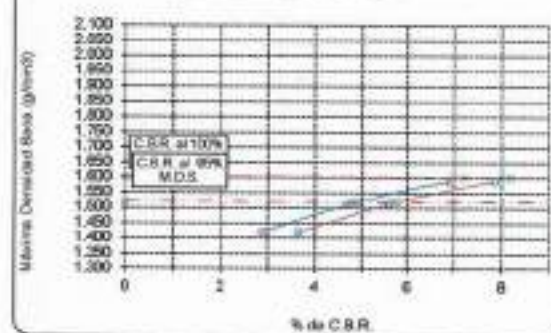
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 7 % | 8 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 5 % | 8 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



[Signature]
 Henry
 Yzquierdo
 Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

CAPACIDAD : C-03
 MUESTRA : M-3
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|-------------|-----------|------------|--------------|-------------|----------|------------|--------------|------------|----------|------------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 16 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | |
| Nº Capa | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Nº Golpes por capa | | 55 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 11843 | | 11848 | | 11413 | | 11782 | | 11311 | | 11734 | | |
| Peso de molde (g) | | 7895 | | 7825 | | 7749 | | 7749 | | 7840 | | 7840 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3808 | | 4114 | | 3664 | | 4033 | | 3471 | | 3894 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2588 | | 2106 | | 3588 | | 2133 | | 2522 | | 2132 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.800 | | 1.952 | | 1.718 | | 1.891 | | 1.828 | | 1.826 | | |
| % de humedad | | 13.10 | | 21.26 | | 13.20 | | 23.42 | | 13.12 | | 25.48 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.597 | | 1.809 | | 1.517 | | 1.532 | | 1.438 | | 1.456 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Taro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Taro + Suelo húmedo (gr.) | | 85.1 | | 85.1 | | 4114 | | 4114 | | 112.8 | | 112.8 | | |
| Taro + Suelo seco (gr.) | | 88.5 | | 88.5 | | 3008 | | 3008 | | 104.0 | | 104.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 5.5 | | 5.5 | | 306.0 | | 306.0 | | 8.8 | | 8.8 | | |
| Peso del taro (gr.) | | 38.3 | | 38.3 | | 0 | | 0 | | 37.5 | | 37.5 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 50.2 | | 50.2 | | 3748.1 | | 3748.1 | | 66.5 | | 66.5 | | |
| % de humedad | | 13.10 | | 13.10 | | 21.26 | | 21.26 | | 13.20 | | 13.20 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.10 | | 21.26 | | 13.20 | | 23.42 | | 13.12 | | 25.48 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 23/11/2023 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 23/11/2023 | 10.2 | 24 | 3.43 | 0.086 | | 3.82 | 0.091 | | 3.94 | 0.096 | | | | |
| 24/11/2023 | 10.2 | 48 | 6.61 | 0.138 | | 6.71 | 0.143 | | 6.30 | 0.157 | | | | |
| 25/11/2023 | 10.2 | 72 | 7.88 | 0.192 | | 7.88 | 0.192 | | 7.87 | 0.197 | | | | |
| 26/11/2023 | 10.2 | 96 | 8.84 | 0.246 | | 9.85 | 0.241 | | 10.24 | 0.256 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.39 | 4.57 | total | 5.28 | 4.57 | total | 5.60 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 16 | | | | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 6 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbs | kg | Lbs | % | Lbs | kg | Lbs | % | Lbs | kg | Lbs | % |
| mm. | pulg. | Lbs/ft ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.840 | 0.025 | 0'30" | 37 | 16 | | | 28 | 13 | | 22 | 11 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 89 | 36 | | | 63 | 26 | | 40 | 17 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 140 | 55 | | | 86 | 39 | | 60 | 25 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 167 | 73 | 67.6 | 6.8 | 132 | 52 | 46.4 | 4.8 | 81 | 33 | 30.5 | 3.1 |
| 3.610 | 0.150 | 3'00" | 236 | 82 | | | 173 | 67 | | 112 | 44 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 289 | 113 | 116.1 | 7.7 | 223 | 86 | 85.9 | 6.7 | 142 | 56 | 58.7 | 3.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 343 | 133 | | | 255 | 99 | | 177 | 69 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 390 | 152 | | | 300 | 117 | | 232 | 80 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 440 | 172 | | | 355 | 139 | | 261 | 109 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 478 | 196 | | | 388 | 155 | | 288 | 127 | | | |

Henry Rosadeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAI

USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesis: : Fernández Yzquierdo Arnoldo Merardo
 Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: : Chiclayo, noviembre del 2023

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

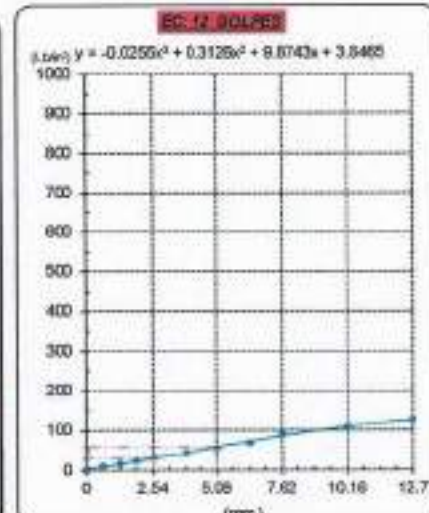
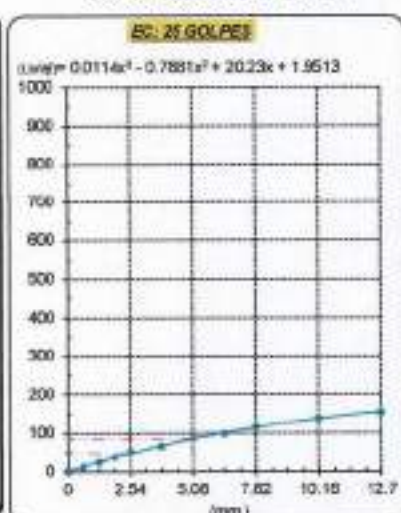
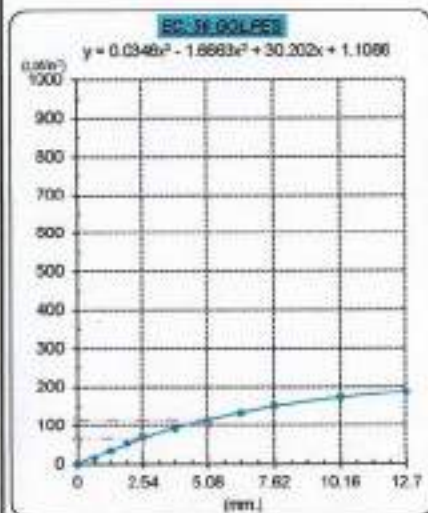


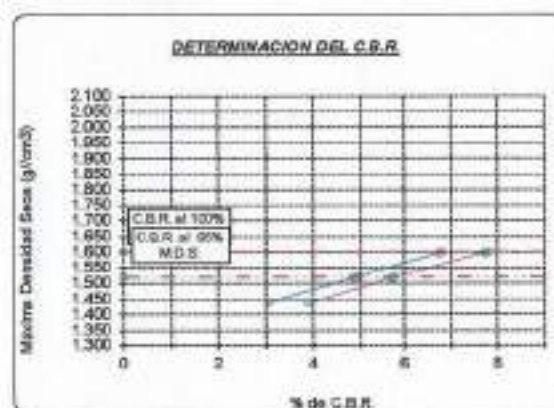
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.600 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.520 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 13.045 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. 6.08 cm.
 C.B.R. AL 100 % M.D.S. 7 % 8 %
 C.B.R. AL 95 % M.D.S. 5 % 6 %



Fernando Rivas de la Cruz
 Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Marañón
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

CAUCATR : C-03
 MUESTRA : M-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|--|
| Nº Molde | | MOLDE 18 | | | | MOLDE 10 | | | | MOLDE 6 | | | | |
| Nº Caps | | 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 | | 11858 | | 11869 | | 11461 | | 11781 | | 11812 | 11734 | | | |
| Peso de molde (g) | | 7935 | | 7835 | | 7740 | | 7740 | | 7840 | 7840 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3923 | | 4134 | | 3652 | | 4012 | | 3672 | 3894 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2108 | | 2108 | | 2133 | | 2133 | | 2132 | 2132 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.804 | | 1.961 | | 1.712 | | 1.881 | | 1.629 | 1.826 | | | |
| % de humedad | | 13.12 | | 21.96 | | 13.25 | | 23.25 | | 13.35 | 25.68 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.596 | | 1.608 | | 1.512 | | 1.526 | | 1.437 | 1.459 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | | - | | - | | - | | - | - | | | |
| Tara + Suelo húmedo (gr.) | | 96.8 | 96.8 | 4134 | 4134 | 138.1 | 138.1 | 4012 | 4012 | 142.8 | 142.8 | | | |
| Tara + Suelo seco (gr.) | | 89.2 | 89.2 | 3803 | 3803 | 126.3 | 126.3 | 3652 | 3652 | 130.3 | 130.3 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 6.7 | 6.7 | 331.0 | 331.0 | 11.8 | 11.8 | 360.0 | 360.0 | 12.5 | 12.5 | | | |
| Peso del tara (gr.) | | 38.3 | 38.3 | 0 | 0 | 37.5 | 37.5 | 0 | 0 | 36.7 | 36.7 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 50.9 | 50.9 | 3743.3 | 3743.3 | 88.8 | 88.8 | 3697.6 | 3697.6 | 93.6 | 93.6 | | | |
| % de humedad | | 13.12 | 13.12 | 21.96 | 21.96 | 13.25 | 13.25 | 23.26 | 23.26 | 13.35 | 13.35 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.12 | | 21.96 | | 13.25 | | 23.25 | | 13.35 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO HI. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/11/2023 | 10.2 | 0 | 1.08 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.60 | 0 | 0 | | | |
| 28/11/2023 | 10.2 | 24 | 3.31 | 0.063 | | 3.94 | 0.098 | | 4.33 | 0.108 | | | | |
| 29/11/2023 | 10.2 | 48 | 6.12 | 0.128 | | 6.81 | 0.138 | | 7.91 | 0.148 | | | | |
| 30/11/2023 | 10.2 | 72 | 7.28 | 0.182 | | 7.48 | 0.187 | | 7.87 | 0.197 | | | | |
| 1/12/2023 | 10.2 | 96 | 9.29 | 0.231 | | 9.84 | 0.248 | | 10.34 | 0.256 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.06 | 4.57 | total | 5.39 | 4.57 | total | 5.60 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 18 | | | | MOLDE Nº 10 | | | | MOLDE Nº 6 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | Lbs/in ² | Lbs/in ² | Lbs/in ² | % | Lbs/in ² | Lbs/in ² | Lbs/in ² | % | Lbs/in ² | Lbs/in ² | Lbs/in ² | % | |
| 0.050 | 0.009 | 500" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.040 | 0.025 | 0"30" | 35 | 12 | | | 18 | 9 | | 15 | 6 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1"00" | 88 | 27 | | | 41 | 18 | | 17 | 8 | | | |
| 1.810 | 0.075 | 1"30" | 108 | 43 | | | 62 | 26 | | 27 | 12 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2"00" | 146 | 57 | 62.4 | 5.2 | 89 | 36 | 33.2 | 3.3 | 37 | 16 | 15.5 | |
| 3.810 | 0.150 | 3"00" | 183 | 72 | | | 118 | 46 | | 68 | 24 | | | |
| 5.090 | 0.200 | 4"00" | 229 | 88 | 90.5 | 6.0 | 167 | 67 | 90.6 | 4.0 | 79 | 32 | 33.7 | |
| 6.360 | 0.250 | 5"00" | 288 | 104 | | | 191 | 71 | | 104 | 41 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6"00" | 308 | 119 | | | 218 | 84 | | 140 | 58 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8"00" | 348 | 135 | | | 281 | 102 | | 185 | 72 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10"00" | 371 | 145 | | | 299 | 113 | | 221 | 86 | | | |

Henry Rivas Obispo
 Tec. Laboratorio USAT

LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tecnicista : Fernández Yuzquendo Arnold Méndez
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catibuz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, noviembre del 2023

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-1583

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

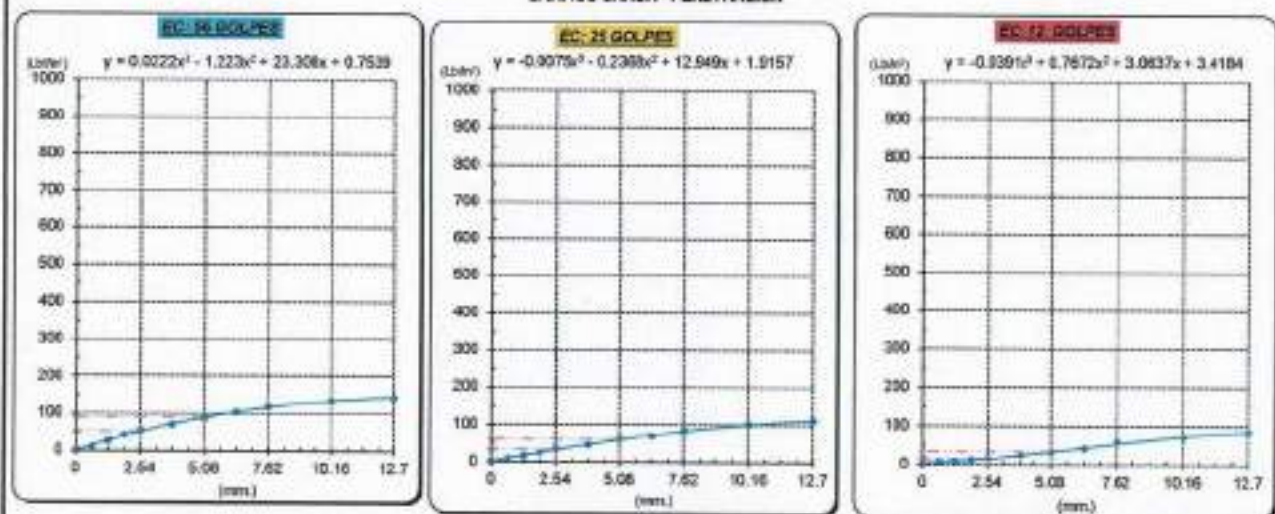


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.600 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.520 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.045 % |

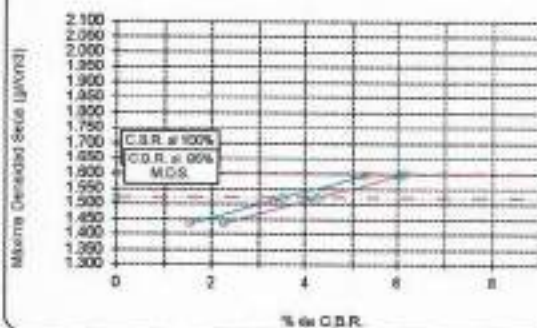
VALOR DEL C.B.R.

| | | | | |
|-----------------------|----------|---|----------|---|
| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 5 | % | 6 | % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 4 | % | 4 | % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Arnel Méndez
 Yuzquendo
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

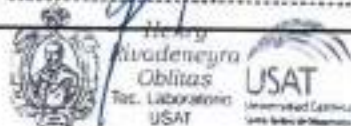
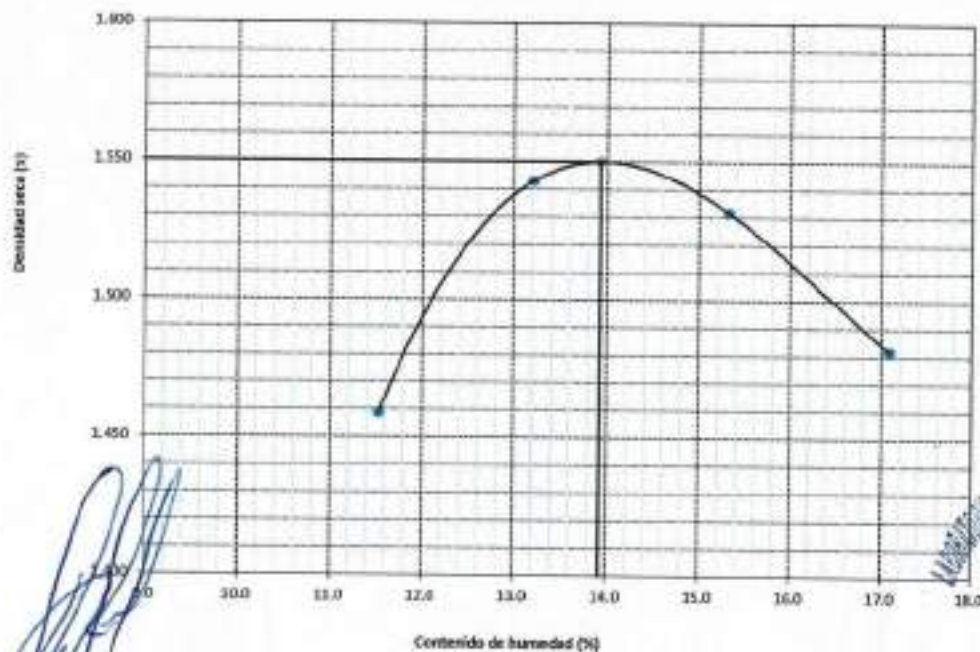


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tecnicista: Fernández Yzquierdo Arnold Nerardo
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación: Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión: Chiclayo, abril del 2024

| CALCATA: C-3 | | COORDENADAS: | | | |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA: M-3 + 5% ASERRIN | | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5640 | 5689 | 5651 | 5540 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1608 | 1637 | 1619 | 1508 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.735 | 1.768 | 1.747 | 1.627 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 88.29 | 58.23 | 99.22 | 73.30 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 79.56 | 53.51 | 92.11 | 68.44 |
| Peso de tara | g | 28.48 | 22.70 | 38.29 | 26.30 |
| Peso de agua | g | 8.73 | 4.72 | 7.11 | 4.88 |
| Peso de suelo seco | g | 51.10 | 30.81 | 53.82 | 42.14 |
| Contenido de agua | % | 17.1 | 15.3 | 13.2 | 11.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.482 | 1.532 | 1.543 | 1.459 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.550 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.928 | % | | | |

GRÁFICO DEL PROCTOR





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. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

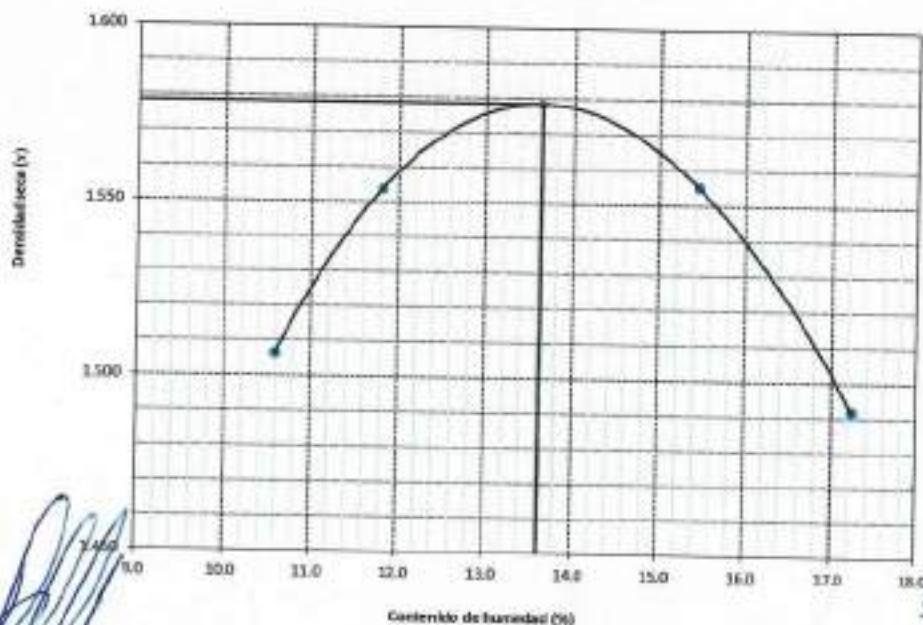
| | |
|----------------------------|-------------------------------|
| CALEFA : C-8 | COORDENADAS : |
| MUESTRA : M-S + 5% ASERRIN | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m |

| Número de ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g 5653 | 5696 | 5642 | 5576 |
| Peso del molde | g 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g 1621 | 1664 | 1610 | 1544 |
| Volumen del molde | cm ³ 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ 1.749 | 1.795 | 1.737 | 1.668 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
|------------------------------|-------------------------|-------|--------|-------|
| Nº Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g 191.64 | 82.56 | 113.15 | 98.68 |
| Peso del suelo seco + tara | g 90.68 | 74.55 | 105.24 | 91.75 |
| Peso de tara | g 28.46 | 22.70 | 38.29 | 26.30 |
| Peso de agua | g 10.76 | 8.01 | 7.91 | 8.93 |
| Peso de suelo seco | g 62.42 | 51.85 | 66.95 | 65.45 |
| Contenido de agua | % 17.2 | 15.4 | 11.8 | 10.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ 1.492 | 1.555 | 1.554 | 1.508 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.578 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.631 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR



[Signature]
 Henry Rivas Neyra
 Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

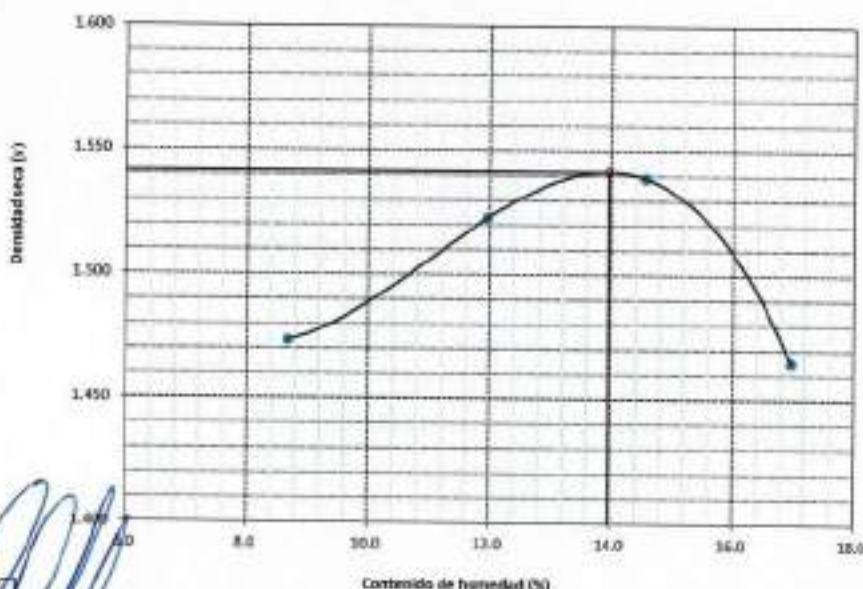
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2790 kN·m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| ETIQUETA : C-9 | | COORDINADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|
| MUESTRA : M-3 + 5% ASERRIN | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5620 | 5665 | 5612 | 5516 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1588 | 1634 | 1580 | 1484 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.713 | 1.763 | 1.705 | 1.601 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 109.95 | 113.91 | 113.67 | 109.45 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 98.13 | 102.32 | 105.62 | 102.81 |
| Peso de tara | g | 28.46 | 22.70 | 38.29 | 26.30 |
| Peso de agua | g | 11.82 | 11.59 | 8.05 | 6.64 |
| Peso de suelo seco | g | 69.67 | 79.62 | 67.33 | 76.51 |
| Contenido de agua | % | 17.0 | 14.6 | 12.0 | 8.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.465 | 1.539 | 1.523 | 1.473 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.542 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.956 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
 Rivasdenegra
 Obillos
 Tec. Laboratorio
 USAT
 (Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo)

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

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

Técnico : Fernández Yoquierno Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CAUCUTA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 5% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|--------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|------------|--------------------|--------------------|--------------|------------|--------------------|--------------------|------------|--|
| Nº Molde | | MOLDE 8 | | | | MOLDE 15 | | | | MOLDE 1 | | | | | |
| 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 | | 12173 | | 12488 | | 11591 | | 12337 | | 11908 | | 12212 | | | |
| Peso de molde (g) | | 8697 | | 8637 | | 8695 | | 8603 | | 8697 | | 8637 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3536 | | 3851 | | 3296 | | 3644 | | 3169 | | 3575 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2000 | | 2900 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.768 | | 1.325 | | 1.679 | | 1.855 | | 1.584 | | 1.787 | | | |
| % de humedad | | 13.90 | | 22.95 | | 13.86 | | 24.51 | | 13.80 | | 26.79 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.552 | | 1.568 | | 1.474 | | 1.490 | | 1.392 | | 1.410 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tara + Suelo húmedo (gr.) | | 89.5 | 89.5 | 3851 | 3851 | 109.8 | 109.8 | 3644 | 3644 | 116.7 | 116.7 | 3575.0 | 3575.0 | | |
| Tara + Suelo seco (gr.) | | 81.2 | 81.2 | 3836 | 3836 | 99.9 | 99.9 | 3298 | 3298 | 106.0 | 106.0 | 3169.0 | 3169.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 7.3 | 7.3 | 315.0 | 315.0 | 9.9 | 9.9 | 346.0 | 346.0 | 10.7 | 10.7 | 406.0 | 406.0 | | |
| Peso del tara (gr.) | | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.4 | 28.43 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 52.7 | 52.7 | 3482.0 | 3482.0 | 71.5 | 71.5 | 3050.1 | 3050.1 | 77.5 | 77.5 | 3125.5 | 3125.5 | | |
| % de humedad | | 13.90 | 13.90 | 22.95 | 22.95 | 13.86 | 13.86 | 24.51 | 24.51 | 13.80 | 13.80 | 26.79 | 26.79 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.90 | | 22.95 | | 13.86 | | 24.51 | | 13.80 | | 26.79 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 2/04/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.30 | 0 | 0 | 1.37 | 0 | 0 | | | | |
| 3/04/2024 | 16.5 | 24 | 3.74 | 0.064 | | 4.79 | 0.118 | | 8.31 | 0.133 | | | | | |
| 4/04/2024 | 16.5 | 48 | 6.30 | 0.157 | | 7.87 | 0.197 | | 9.38 | 0.226 | | | | | |
| 5/04/2024 | 16.5 | 72 | 8.86 | 0.221 | | 10.97 | 0.272 | | 13.89 | 0.320 | | | | | |
| 6/04/2024 | 16.5 | 96 | 11.42 | 0.285 | | 14.17 | 0.354 | | 18.54 | 0.413 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.25 | 4.57 | total | 7.76 | 4.57 | total | 9.05 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/ft ² | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 15 | | | | MOLDE Nº 1 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lect. Dial | Lb/ft ² | Lb/ft ² | % | Lect. Dial | Lb/ft ² | Lb/ft ² | % | Lect. Dial | Lb/ft ² | Lb/ft ² | % | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 89 | 24 | | | 97 | 18 | | | 15 | 8 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 132 | 52 | | | 113 | 33 | | | 34 | 15 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 221 | 86 | | | 148 | 56 | | | 79 | 30 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 307 | 120 | 125.3 | 12.5 | 218 | 85 | 80.7 | 8.0 | 139 | 50 | 54.5 | 5.4 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 499 | 193 | | | 360 | 141 | | | 230 | 90 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 649 | 258 | 251.5 | 18.8 | 477 | 187 | 179.4 | 12.0 | 364 | 118 | 109.3 | 7.3 | |
| 6.390 | 0.250 | 5'00" | 776 | 312 | | | 665 | 223 | | | 392 | 137 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 882 | 356 | | | 833 | 251 | | | 364 | 150 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 995 | 388 | | | 700 | 280 | | | 481 | 177 | | | |
| 12.790 | 0.500 | 10'00" | 964 | 392 | | | 738 | 295 | | | 611 | 201 | | | |

Henry Rivasdeneyra Obdías
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tests : Fernández Yzquierdo Amold Mézard
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

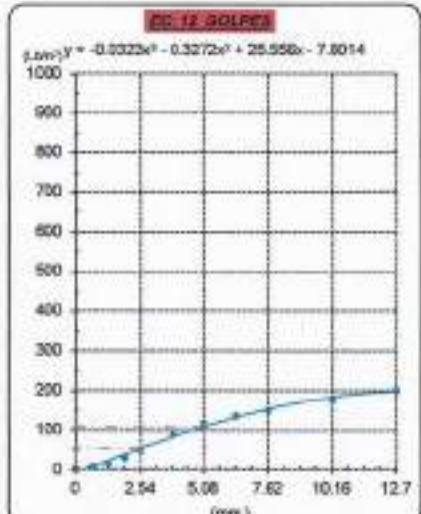
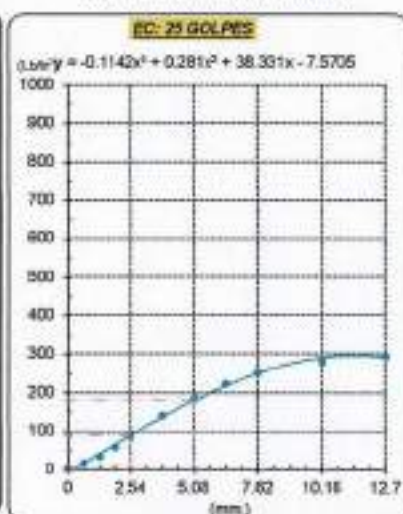
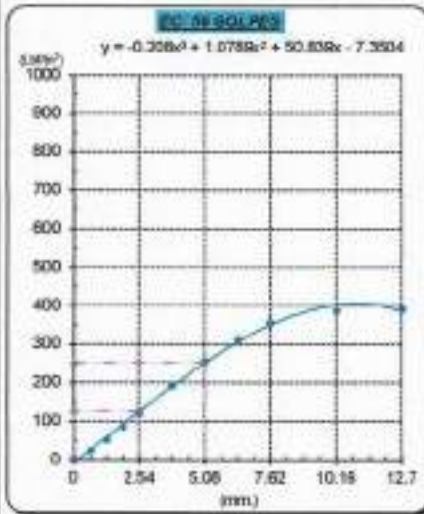


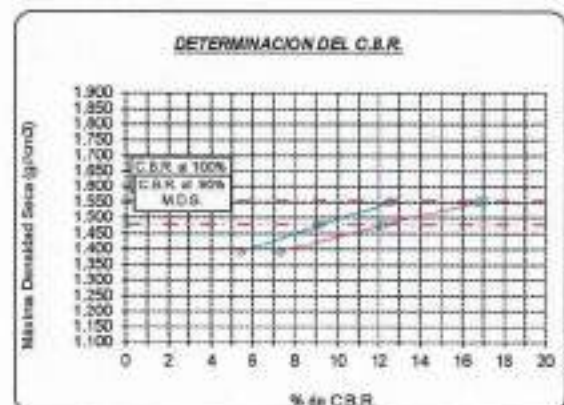
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.557 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.479 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONF. DE HUMEDAD | 13.858 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 13 % | 17 % |
| C.B.R. AL 96% M.D.S. | 9 % | 12 % |



Henry Roldeneyra Obilias
 Ing. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CALCUTA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 5% ASERRIN PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|--------------|----------------------------------|------------|--------|--------------|-------|-------------|--------|--------------|-------|------------|-----|------------|--|
| Nº Molde | | MOLDE 8 | | | | MOLDE 16 | | | | MOLDE 1 | | | | | |
| 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 | | 12167 | 12465 | 11992 | 12343 | 11801 | 12196 | | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | 8637 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3530 | 3828 | 3355 | 3706 | 3164 | 3559 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 2000 | 2000 | 1988 | 1988 | 1988 | 1988 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.765 | 1.914 | 1.679 | 1.868 | 1.586 | 1.779 | | | | | | | | |
| % de humedad | | 13.87 | 22.45 | 13.96 | 24.76 | 14.05 | 26.42 | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.550 | 1.563 | 1.473 | 1.489 | 1.390 | 1.407 | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Tara + Suelo húmedo (gr.) | | 99.2 | 99.2 | 3828 | 3828 | 121.3 | 121.3 | 3650 | 3650 | 136.4 | 136.4 | 3580.0 | | | |
| Tara + Suelo seco (gr.) | | 99.7 | 99.7 | 3630 | 3630 | 116.1 | 116.1 | 3299 | 3299 | 123.1 | 123.1 | 3171.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 6.5 | 6.5 | 298.0 | 298.0 | 12.2 | 12.2 | 351.0 | 351.0 | 13.3 | 13.3 | 387.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 26.4 | 26.4 | 0 | 0 | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 28.43 | 28.43 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 61.3 | 61.3 | 3476.1 | 3476.1 | 87.7 | 87.7 | 3251.1 | 3251.1 | 94.7 | 94.7 | 3127.5 | | | |
| % de humedad | | 13.87 | 13.87 | 22.45 | 22.45 | 13.96 | 13.96 | 24.76 | 24.76 | 14.05 | 14.05 | 26.42 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 13.87 | | 22.45 | | 13.96 | | 24.76 | | 14.05 | | 26.42 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | | DIAL | EXPANSIÓN | | | DIAL | EXPANSIÓN | | | |
| | | | | Pulg | % | | | Pulg | % | | | Pulg | % | | |
| 7/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | | |
| 8/04/2024 | 10.2 | 24 | 1.29 | 0.047 | | 2.82 | 0.003 | | 1.16 | 0.079 | | | | | |
| 9/04/2024 | 10.2 | 48 | 2.58 | 0.064 | | 3.42 | 0.001 | | 4.73 | 0.116 | | | | | |
| 10/04/2024 | 10.2 | 72 | 3.27 | 0.082 | | 4.76 | 0.119 | | 4.30 | 0.157 | | | | | |
| 11/04/2024 | 10.2 | 96 | 3.94 | 0.095 | | 5.91 | 0.146 | | 3.87 | 0.197 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.16 | 4.57 | total | 3.23 | 4.57 | total | 4.31 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 16 | | | | MOLDE Nº 1 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbs | Div | Lbs | Div | Lbs | Div | Lbs | Div | Lbs | Div | Lbs | Div | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 20 | 10 | | | | 18 | 6 | | | | 16 | 8 | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 45 | 20 | | | | 42 | 18 | | | | 38 | 17 | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 100 | 40 | | | | 92 | 37 | | | | 84 | 34 | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 175 | 67 | 74.5 | 7.6 | 161 | 63 | 66.6 | 6.7 | | 151 | 59 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 339 | 132 | | | 289 | 114 | | | | 248 | 97 | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 509 | 200 | 189.5 | 12.6 | 439 | 164 | 169.8 | 10.4 | | 391 | 139 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 693 | 261 | | | 632 | 210 | | | | 406 | 158 | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 774 | 310 | | | 711 | 245 | | | | 464 | 182 | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 965 | 382 | | | 763 | 305 | | | | 565 | 221 | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 1138 | 463 | | | 889 | 357 | | | | 644 | 256 | |

Hernán Rodríguez Obliñas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yagüero Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

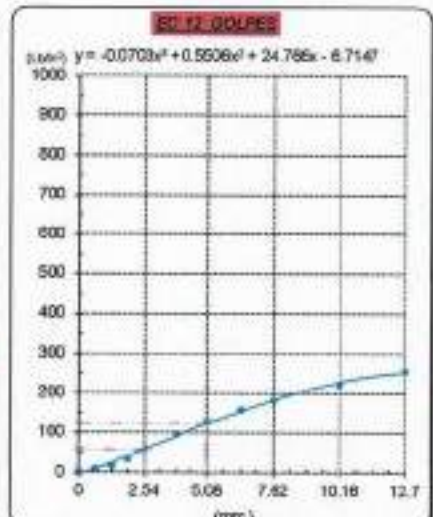
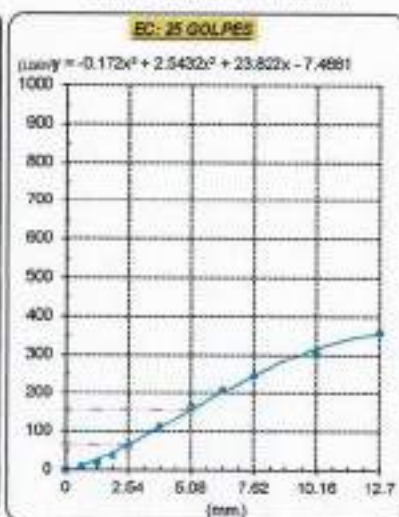
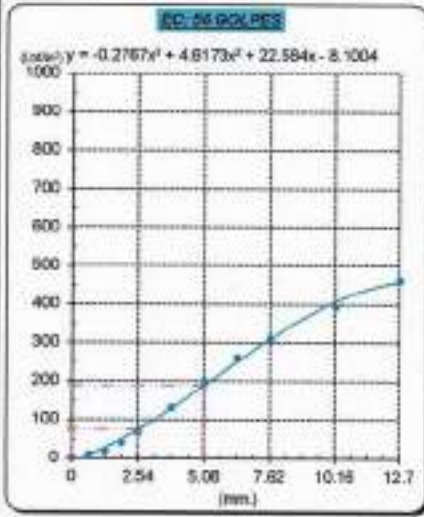


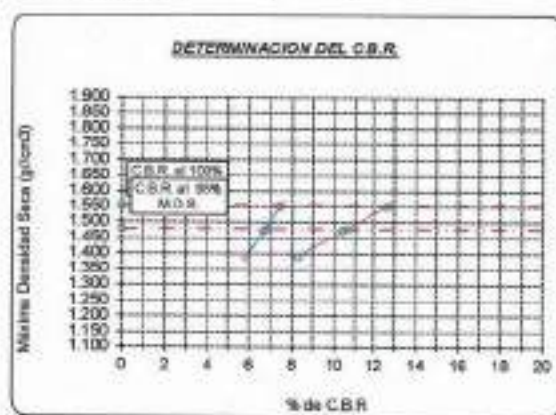
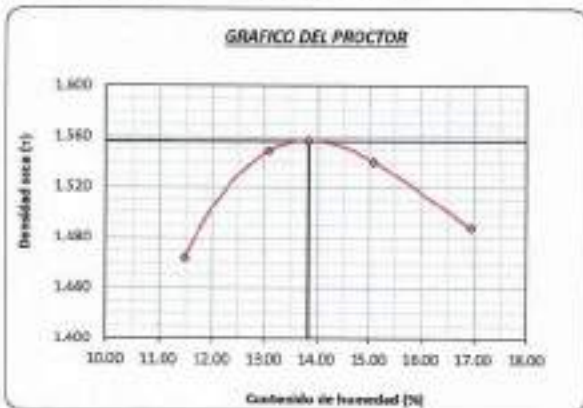
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.257 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.479 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONF. DE HUMEDAD | 13.833 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|------------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 8 % | 13 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 7 % | 11 % |



Henry Huadenebra Obliás
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 139.145 / ASTM D-1583

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merado
 Exceles : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CALCATA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 5% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 8 | | MOLDE 15 | | MOLDE 1 | |
| Nº Capas | 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 | 12179 | 12480 | 11960 | 12318 | 11789 | 12191 |
| Peso de molde (g) | 8637 | 8637 | 8693 | 8693 | 8637 | 8637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3542 | 3843 | 3267 | 3625 | 3152 | 3554 |
| Volumen del molde (cc) | 2000 | 2000 | 1964 | 1965 | 2000 | 2000 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.771 | 1.921 | 1.673 | 1.845 | 1.576 | 1.777 |
| % de humedad | 13.88 | 22.51 | 13.95 | 24.38 | 13.76 | 26.69 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.555 | 1.688 | 1.460 | 1.463 | 1.395 | 1.463 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 111.3 | 111.3 | 3843 | 3843 | 125.9 | 125.9 | 3625 | 3625 | 195.3 | 195.3 | 3554.0 | 3554.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 101.2 | 101.2 | 3842 | 3542 | 114.8 | 114.8 | 3287 | 3287 | 96.0 | 96.0 | 3162.0 | 3152.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 10.1 | 10.1 | 301.0 | 301.0 | 12.1 | 12.1 | 338.0 | 338.0 | 9.3 | 9.3 | 402.0 | 402.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 36.4 | 36.4 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.43 | 28.43 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 72.8 | 72.8 | 3487.8 | 3487.8 | 86.4 | 86.4 | 3239.4 | 3239.4 | 67.6 | 67.6 | 3106.9 | 3106.9 |
| % de humedad | 13.88 | 13.88 | 22.51 | 22.51 | 13.95 | 13.95 | 24.38 | 24.38 | 13.76 | 13.76 | 26.69 | 26.69 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.88 | | 22.51 | | 13.95 | | 24.38 | | 13.76 | | 26.69 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 12/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.30 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 |
| 13/04/2024 | 10.2 | 24 | 2.86 | 0.074 | | 3.78 | 0.064 | | 4.55 | 0.113 | |
| 14/04/2024 | 10.2 | 48 | 5.81 | 0.138 | | 8.89 | 0.172 | | 8.87 | 0.207 | |
| 15/04/2024 | 10.2 | 72 | 8.67 | 0.202 | | 10.04 | 0.251 | | 12.01 | 0.300 | |
| 16/04/2024 | 10.2 | 96 | 10.83 | 0.269 | | 13.13 | 0.330 | | 16.75 | 0.394 | |
| | | | 4.57 | total | 5.82 | 4.57 | total | 7.22 | 4.57 | total | 5.82 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|---------------------|------------|-----------|------------|------|------------|-----------|------------|------|------------|-----------|------------|-----|
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/ft² | MOLDE Nº | | MOLDE 8 | | MOLDE Nº | | MOLDE 15 | | MOLDE Nº | | MOLDE 1 | |
| | | | 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" | 46 | 25 | | | 38 | 13 | | | 11 | 6 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 126 | 90 | | | 78 | 32 | | | 31 | 14 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 206 | 80 | | | 135 | 53 | | | 84 | 26 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 384 | 111 | 107.4 | 10.7 | 290 | 78 | 77.7 | 7.8 | 136 | 46 | 46.0 | 4.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 603 | 158 | | | 394 | 118 | | | 204 | 80 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 829 | 207 | 216.4 | 14.0 | 598 | 156 | 153.8 | 10.3 | 271 | 106 | 98.3 | 6.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 888 | 261 | | | 488 | 191 | | | 311 | 121 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 791 | 300 | | | 608 | 219 | | | 361 | 141 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 843 | 336 | | | 627 | 248 | | | 412 | 161 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 896 | 382 | | | 691 | 271 | | | 488 | 183 | | |

Henry Ruedeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tecno: : Fernando Yzquierdo Ancof Menardo
 Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: : Chiclayo, abril 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

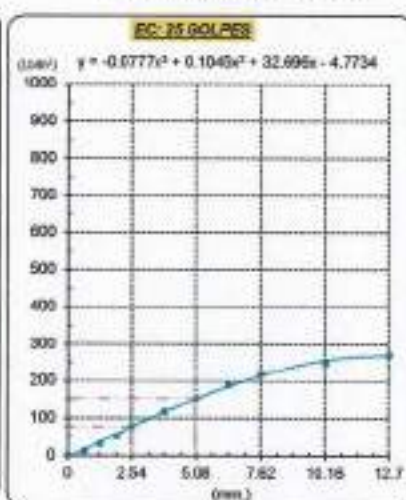
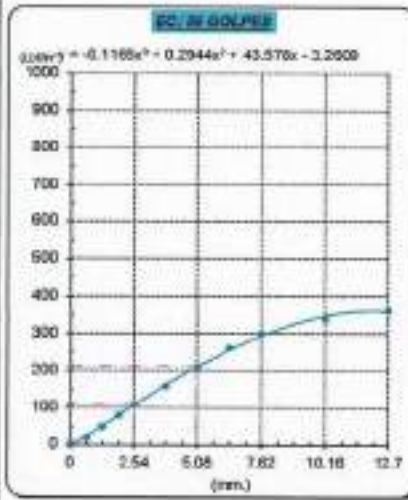


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

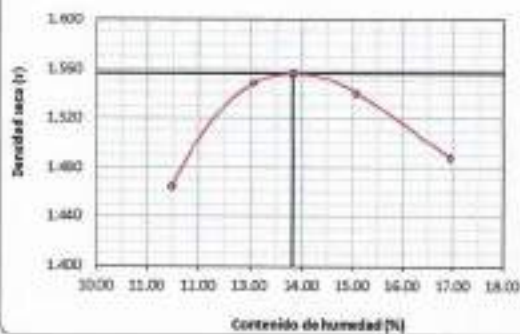
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.557 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.479 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 13.836 %

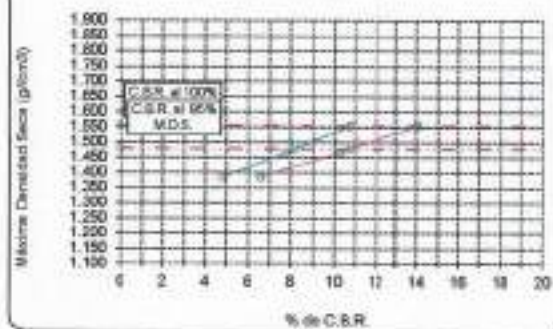
VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 11 % | 14 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 8 % | 11 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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-3683

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y caí"
 Ubicación : Dist. Cabilloc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| CALCITA: | | C-3 | | PROFUNDIDAD: | | 1.00 m - 1.50 m | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|--------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------|------------------------|------------------------|------------|------------|------------------------|------------------------|-----|
| MUESTRA: | | M-3 + 5% ASERRIN | | | | | | | | | | | | |
| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº Molde | MOLDE 8 | | MOLDE 15 | | MOLDE 1 | | | | | | | | | |
| Nº Capas | 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 | 12753 | 12445 | 11881 | 12311 | 11807 | 12203 | | | | | | | | |
| Peso de molde (gr.) | 8637 | 8637 | 8603 | 8683 | 8637 | 8637 | | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3516 | 3808 | 3278 | 3628 | 3170 | 3566 | | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 2000 | 2000 | 1865 | 1965 | 2000 | 2000 | | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.758 | 1.904 | 1.757 | 1.846 | 1.585 | 1.783 | | | | | | | | |
| % de humedad | 13.83 | 22.21 | 13.88 | 24.07 | 13.90 | 26.57 | | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.544 | 1.557 | 1.469 | 1.484 | 1.361 | 1.409 | | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 99.2 | 99.2 | 3806 | 3806 | 126.7 | 126.7 | 3618 | | | | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 90.8 | 90.8 | 3516 | 3516 | 113.9 | 113.9 | 3288 | | | | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 8.4 | 8.4 | 290.0 | 290.0 | 11.8 | 11.8 | 330.0 | | | | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | | | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 62.2 | 62.2 | 3482.5 | 3482.5 | 85.4 | 85.4 | 3240.4 | | | | | | | |
| % de humedad | 13.83 | 13.83 | 22.21 | 22.21 | 13.88 | 13.88 | 24.07 | | | | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 13.83 | 22.21 | 13.88 | 24.07 | 13.90 | 26.57 | 26.57 | | | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 17/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | |
| 18/04/2024 | 10.2 | 24 | 3.46 | 0.067 | | 2.32 | 0.058 | | 4.98 | 0.100 | | | | |
| 18/04/2024 | 10.2 | 48 | 4.13 | 0.103 | | 3.25 | 0.081 | | 6.40 | 0.160 | | | | |
| 25/04/2024 | 10.2 | 72 | 5.81 | 0.140 | | 4.17 | 0.104 | | 8.82 | 0.221 | | | | |
| 21/04/2024 | 10.2 | 96 | 7.98 | 0.177 | | 5.12 | 0.128 | | 11.22 | 0.281 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.88 | 4.57 | total | 2.80 | 4.57 | total | 8.14 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 8 | | MOLDE Nº | | MOLDE 15 | | MOLDE Nº | | MOLDE 1 | |
| | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | |
| mm | pulg | Lbs/in ² | Lact. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lact. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lact. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 57 | 22 | | | 28 | 13 | | | 16 | 8 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 128 | 51 | | | 63 | 25 | | | 37 | 18 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 215 | 83 | | | 120 | 47 | | | 62 | 33 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 296 | 119 | 118.414 | 11.841 | 180 | 74 | 78.3 | 7.8 | 166 | 57 | 57.7 | 5.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 447 | 175 | | | 307 | 128 | | | 244 | 95 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 607 | 232 | 230.977 | 15.386 | 449 | 178 | 188.2 | 11.2 | 328 | 127 | 120.8 | 8.0 |
| 6.350 | 0.250 | 6'00" | 710 | 286 | | | 549 | 217 | | | 392 | 153 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 817 | 328 | | | 628 | 248 | | | 444 | 174 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 988 | 383 | | | 733 | 293 | | | 532 | 210 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 930 | 377 | | | 812 | 325 | | | 611 | 242 | | |

Henry Madeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Título : Fernández Yzquierdo Arnold Morado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

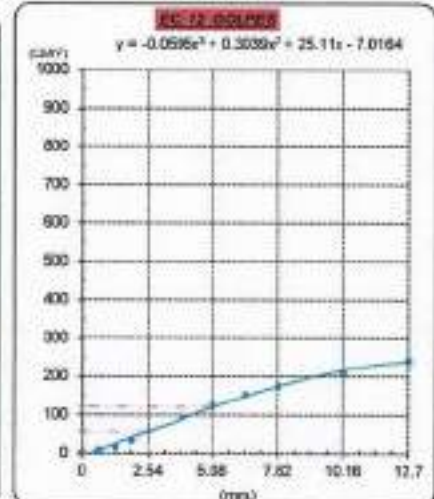
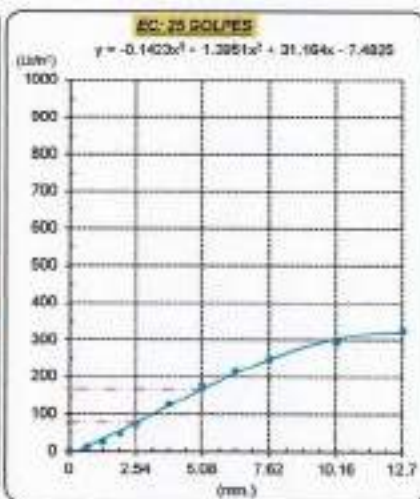
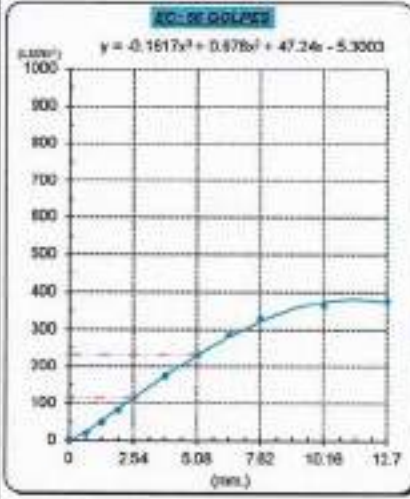


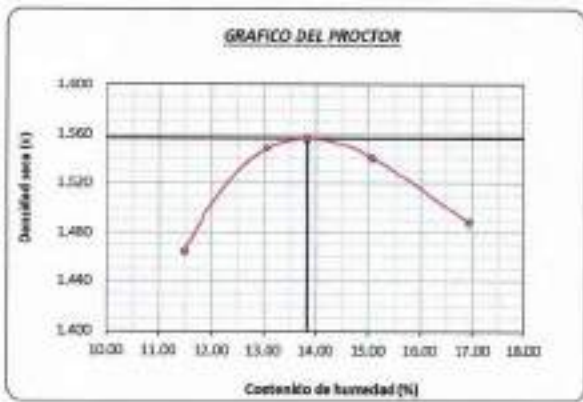
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.557 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.479 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.538 % |

VALORES DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 12 % | 16 % |
| C.B.R. AL 96% M.D.S. | 8 % | 12 % |



Henry Rodeneyra Obillas
 Henry Rodeneyra Obillas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yaquardo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catibuz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

GRUPO : C-3
 MUESTRA : M-3 + 5% ASERRIN PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 8 | | MOLDE 16 | | MOLDE 1 | |
| 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 | 12153 | 11661 | 11570 | 12322 | 11784 | 12183 |
| Peso de molde (g) | 8647 | 8637 | 8699 | 8603 | 8637 | 8637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3516 | 3024 | 3277 | 3629 | 3147 | 3546 |
| Volumen del molde (cc) | 2000 | 2000 | 1965 | 1965 | 2000 | 2000 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.758 | 1.512 | 1.668 | 1.847 | 1.573 | 1.773 |
| % de humedad | 13.89 | 22.79 | 13.94 | 24.84 | 14.09 | 26.94 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.543 | 1.557 | 1.484 | 1.480 | 1.379 | 1.397 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 95.1 | 95.1 | 3824 | 3824 | 128.0 | 128.0 | 3629 | 3629 | 127.4 | 127.4 | 3546.0 | 3546.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 87.0 | 87.0 | 3616 | 3616 | 115.8 | 115.8 | 3277 | 3277 | 116.2 | 116.2 | 3147.0 | 3147.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 8.1 | 8.1 | 308.0 | 308.0 | 12.2 | 12.2 | 352.0 | 352.0 | 12.2 | 12.2 | 399.0 | 399.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 58.5 | 58.5 | 3402.0 | 3402.0 | 87.4 | 87.4 | 3229.7 | 3229.7 | 88.6 | 88.6 | 3104.2 | 3104.2 |
| % de humedad | 13.89 | 13.89 | 22.79 | 22.79 | 13.94 | 13.94 | 24.84 | 24.84 | 14.09 | 14.09 | 26.94 | 26.94 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.89 | | 22.79 | | 13.94 | | 24.84 | | 14.09 | | 26.94 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|--|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | |
| 22/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.28 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | |
| 23/04/2024 | 10.2 | 24 | 2.12 | 0.023 | | 3.82 | 0.891 | | 4.23 | 0.105 | | |
| 24/04/2024 | 10.2 | 48 | 3.06 | 0.075 | | 5.75 | 0.144 | | 6.69 | 0.172 | | |
| 25/04/2024 | 10.2 | 72 | 3.99 | 0.100 | | 7.81 | 0.196 | | 8.66 | 0.238 | | |
| 26/04/2024 | 10.2 | 96 | 4.82 | 0.123 | | 10.04 | 0.251 | | 12.28 | 0.305 | | |
| | | | 4.57 | total | 2.68 | 4.57 | total | 5.50 | 4.57 | total | 8.88 | |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|-------------|------------|-------|------------|------|-------------|------|------------|------|------------|-----|------------|-------|-------|-----|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 16 | | | | MOLDE Nº 1 | | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | | Lbs | Dia | Lbs | pulg | Lbs | pulg | % | Lbs | Dia | Lbs | pulg | Lbs | pulg | Lbs |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | | |
| 0.840 | 0.025 | 0'30" | 41 | 18 | | | | 28 | 13 | | | | 16 | 8 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 101 | 40 | | | | 88 | 28 | | | | 38 | 18 | | | |
| 1.810 | 0.075 | 1'30" | 175 | 68 | | | | 125 | 48 | | | | 60 | 32 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 254 | 99 | 102.3 | 10.2 | | 192 | 75 | 78.0 | 7.8 | | 140 | 55 | 56.7 | 5.7 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 418 | 180 | | | | 318 | 124 | | | | 229 | 93 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 581 | 221 | 217.0 | 14.5 | | 422 | 168 | 183.3 | 10.9 | | 318 | 124 | 116.8 | 7.8 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 688 | 278 | | | | 527 | 208 | | | | 379 | 148 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 802 | 322 | | | | 602 | 239 | | | | 424 | 168 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 921 | 373 | | | | 690 | 278 | | | | 508 | 189 | 173.8 | 17.38 | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 995 | 405 | | | | 788 | 307 | | | | 578 | 228 | 209.7 | 20.97 | |

Henry Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesis: Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, abril 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

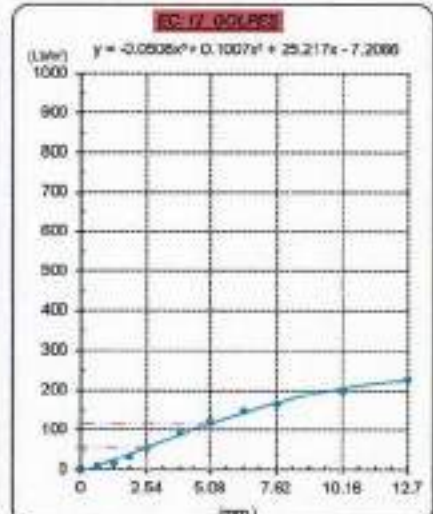
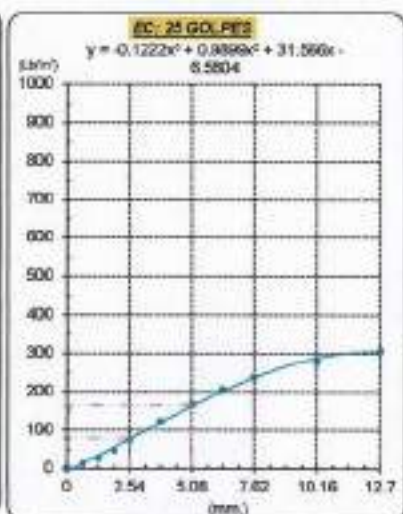
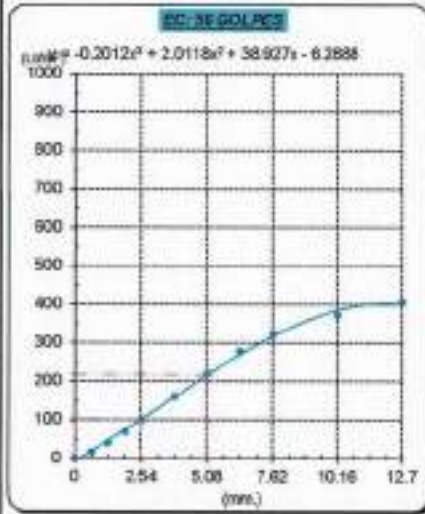


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

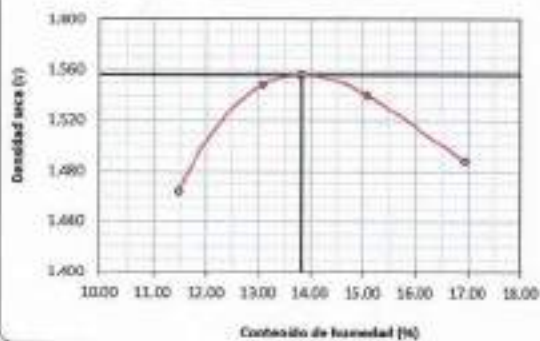
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.567 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.479 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 13.836 %

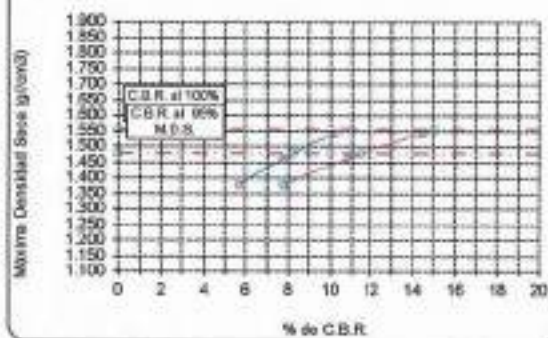
VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 11 % | 15 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 8 % | 11 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivas de la Cruz
 Henry Rivas de la Cruz
 Obllitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DEL LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chidayo, abril del 2024

GRUCATA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 5% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 8 | | MOLDE 15 | | MOLDE 1 | |
| | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Capas | 56 | | 25 | | 12 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12185 | 12671 | 11983 | 12321 | 11818 | 12209 |
| Peso de molde (g) | 8637 | 8637 | 8693 | 8693 | 8637 | 8637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3548 | 3834 | 3290 | 3628 | 3181 | 3572 |
| Volumen del molde (cc) | 2000 | 2000 | 1965 | 1965 | 2000 | 2000 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.759 | 1.917 | 1.674 | 1.847 | 1.590 | 1.786 |
| % de humedad | 13.79 | 22.91 | 13.86 | 24.29 | 14.03 | 26.50 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.546 | 1.560 | 1.471 | 1.488 | 1.395 | 1.412 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 95.7 | 95.7 | 3834 | 3834 | 126.1 | 126.1 | 3628 | 3628 | 120.5 | 120.5 | 3572.0 | 3572.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 88.4 | 88.4 | 3518 | 3518 | 114.2 | 114.2 | 3290 | 3290 | 116.2 | 116.2 | 3181.0 | 3181.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 8.3 | 8.3 | 316.0 | 316.0 | 11.9 | 11.9 | 338.0 | 338.0 | 12.3 | 12.3 | 391.0 | 391.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | 28.42 | 28.4 | 0 | 0 | 28.43 | 28.43 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 60.0 | 60.0 | 3484.4 | 3484.4 | 85.6 | 85.6 | 3242.3 | 3242.3 | 87.7 | 87.7 | 3137.2 | 3137.2 |
| % de humedad | 13.79 | 13.79 | 22.91 | 22.91 | 13.86 | 13.86 | 24.29 | 24.29 | 14.03 | 14.03 | 26.50 | 26.50 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.79 | | 22.91 | | 13.86 | | 24.29 | | 14.03 | | 26.50 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|------|-----------|------|-------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % |
| 27/04/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.33 | 0 | 0 | 1.37 | 0 | 0 |
| 28/04/2024 | 16.5 | 24 | 3.22 | 0.056 | | 3.01 | 0.075 | | 3.79 | 0.095 | |
| 29/04/2024 | 16.5 | 48 | 3.25 | 0.081 | | 4.63 | 0.116 | | 6.88 | 0.150 | |
| 30/04/2024 | 16.5 | 72 | 4.39 | 0.107 | | 6.26 | 0.156 | | 8.22 | 0.208 | |
| 1/05/2024 | 16.5 | 96 | 6.33 | 0.133 | | 7.87 | 0.197 | | 10.43 | 0.261 | |
| | | | 4.57 | total | 2.91 | 4.57 | total | 4.31 | 4.37 | total | 5.71 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------------|------------|------------|------------|------|-------------|------------|------------|------|------------|------------|------------|-----|
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 8 | | | | MOLDE Nº 15 | | | | MOLDE Nº 1 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dia | Líq. pulg. | Lect. Dia | % | Lect. Dia | Líq. pulg. | Lect. Dia | % | Lect. Dia | Líq. pulg. | Lect. Dia | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 40 | 17 | | | 26 | 12 | | | 18 | 8 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 131 | 40 | | | 82 | 28 | | | 56 | 16 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 173 | 60 | | | 112 | 47 | | | 78 | 32 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 251 | 98 | 111.4 | 11.1 | 186 | 73 | 75.2 | 7.5 | 136 | 54 | 55.3 | 5.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 400 | 156 | | | 311 | 121 | | | 234 | 91 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 645 | 215 | 223.3 | 14.9 | 426 | 186 | 160.5 | 10.7 | 311 | 121 | 114.9 | 7.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 883 | 272 | | | 523 | 205 | | | 372 | 145 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1188 | 315 | | | 691 | 236 | | | 423 | 166 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1607 | 367 | | | 795 | 281 | | | 593 | 198 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 2098 | 401 | | | 797 | 316 | | | 676 | 221 | | |

Henry
 Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Teclista : Fernández Yajierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tecla : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catibus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

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

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

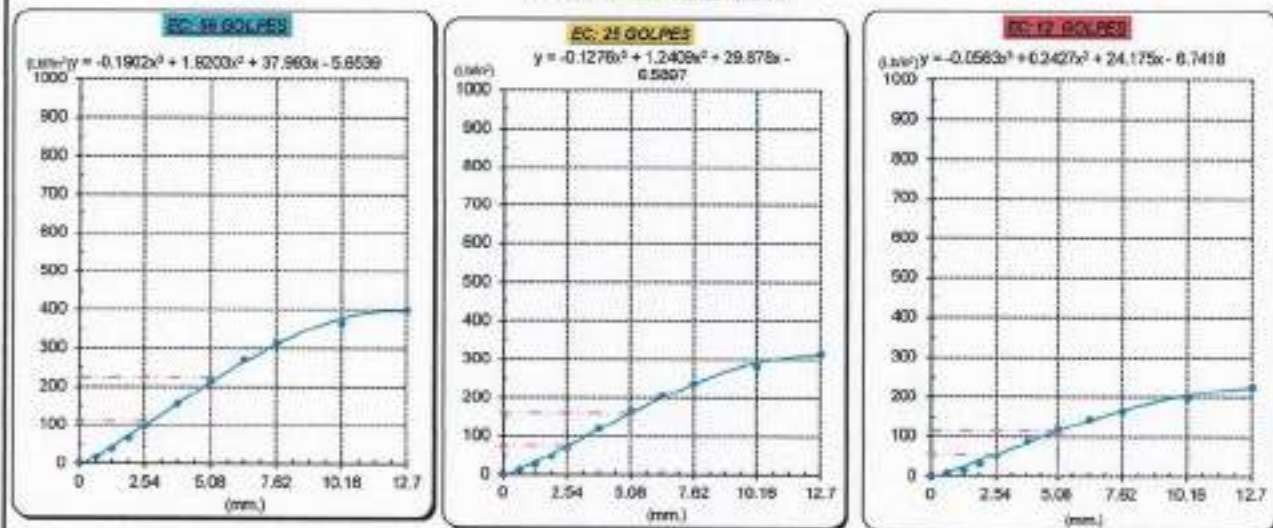


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

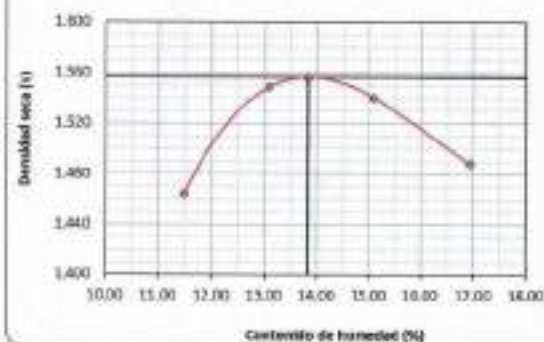
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.557 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.476 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.036 % |

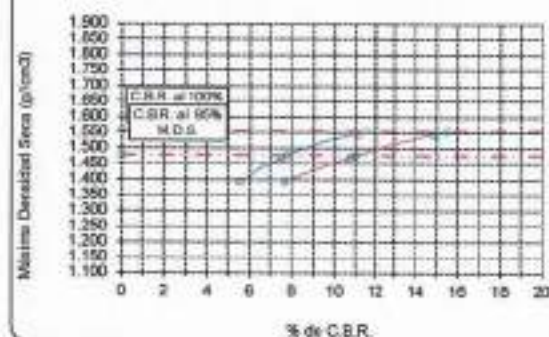
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|---------|---------|
| | 254 cm. | 508 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 12 % | 16 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 8 % | 11 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Prudencio Obitas
 Ing. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

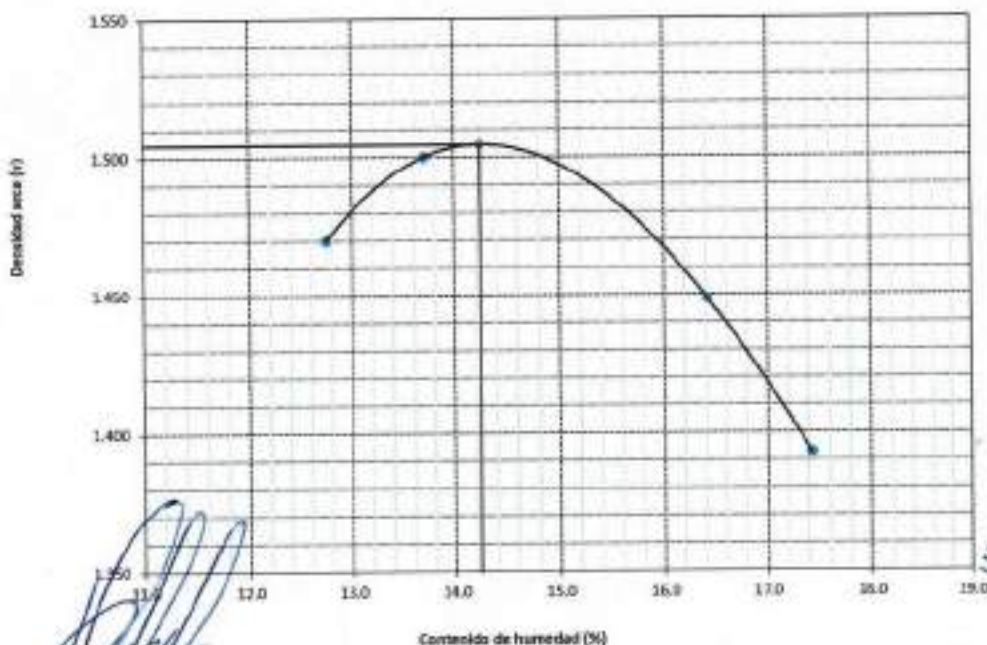
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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 - 1567

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catú, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| CALCATA: C-3 | | COORDENADA: | | | |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|----------|----------|----------|
| MUESTRA: M-3 + 10% ASERRIN | | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5548 | 5595 | 5613 | 5566 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1516 | 1583 | 1581 | 1536 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.636 | 1.687 | 1.706 | 1.657 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 48.40 | 59.70 | 55.40 | 44.70 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 43.90 | 54.30 | 50.90 | 41.70 |
| Peso de tara | g | 18.08 | 21.41 | 18.07 | 18.17 |
| Peso de agua | g | 4.50 | 5.40 | 4.50 | 3.00 |
| Peso de suelo seco | g | 25.82 | 32.89 | 32.83 | 23.53 |
| Contenido de agua | % | 17.4 | 16.4 | 13.7 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.393 | 1.449 | 1.500 | 1.470 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.505 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.240 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Humberto Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENGAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

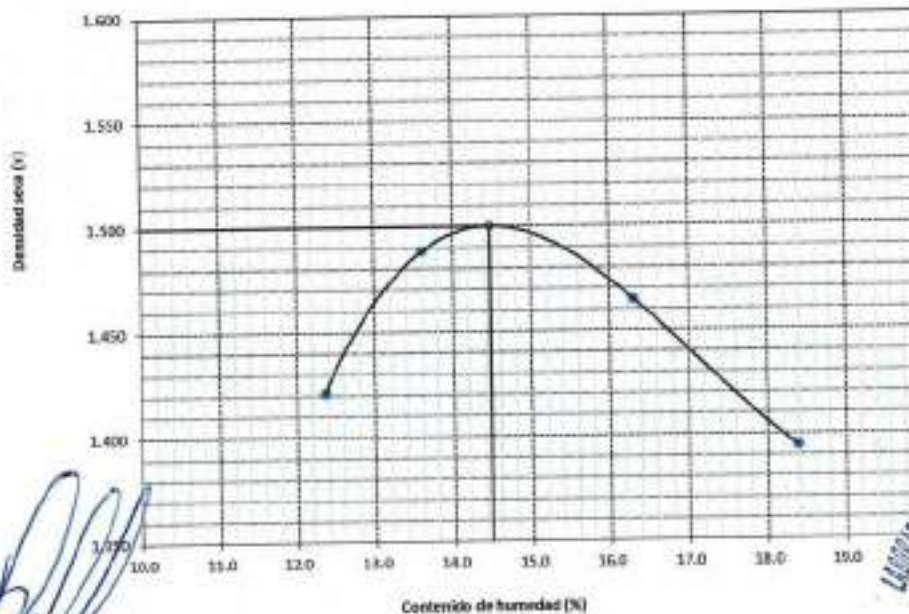


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pe³))
N.T.P. 338.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| CALCATA: C-3 | | COORDENADAS: | | | |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA: M-3 + 10% ASERRIN | | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5562 | 5611 | 5599 | 5512 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1530 | 1579 | 1567 | 1480 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.651 | 1.704 | 1.691 | 1.597 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 57.36 | 66.50 | 70.10 | 60.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 51.21 | 60.18 | 63.87 | 58.20 |
| Peso de tara | g | 18.06 | 21.41 | 18.07 | 18.17 |
| Peso de agua | g | 6.09 | 6.32 | 6.23 | 4.70 |
| Peso de suelo seco | g | 33.13 | 38.77 | 45.80 | 38.03 |
| Contenido de agua | % | 18.4 | 16.3 | 13.6 | 12.4 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.395 | 1.465 | 1.488 | 1.421 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.500 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.483 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



[Signature]
 Responsables
 Obiñas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

[Signature]
 TECNICO DE LABORATORIO



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

Tecista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| CALCATE: C-3 | | COORDENADAS: | | | |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------|-------|
| MUESTRA: M-3 + 10% ASERRIN | | PROFUNDIDAD: 0,10 m - 1,50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5579 | 5534 | 5602 | 5518 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1547 | 1802 | 1570 | 1486 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.689 | 1.729 | 1.694 | 1.603 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 84.84 | 69.66 | 63.42 | 62.11 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 57.89 | 63.37 | 58.12 | 57.25 |
| Peso de tara | g | 18.08 | 21.41 | 18.07 | 18.17 |
| Peso de agua | g | 6.75 | 6.29 | 5.30 | 4.86 |
| Peso de suelo seco | g | 39.81 | 41.96 | 40.05 | 39.06 |
| Contenido de agua | % | 17.0 | 15.0 | 13.2 | 12.4 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.427 | 1.503 | 1.496 | 1.426 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.519 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 14.114 | % | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | |
| | | | | | |

Henry Rivas
 Henry Rivas
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tejista : Fernández Yacquiero Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilue, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CLASIFICACIÓN: C-3
 MUESTRA: M-3 + 10% ASERRIN
 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------|----------------------|------------------------|------------------------|------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 9 | | | | MOLDE 17 | | | | MOLDE 18 | | | | | |
| Nº Capas | | 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 | | 12071 | | 12378 | | 11823 | | 11812 | | 9035 | | 9370 | | | |
| Peso de molde (g) | | 8993 | | 8923 | | 8582 | | 8582 | | 6480 | | 6410 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3378 | | 3685 | | 2941 | | 3230 | | 2655 | | 2960 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 3879 | | 3979 | | 3831 | | 3811 | | 3879 | | 3679 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.707 | | 1.882 | | 1.804 | | 1.784 | | 1.584 | | 1.702 | | | |
| % de humedad | | 14.23 | | 23.45 | | 14.34 | | 24.30 | | 14.15 | | 27.08 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.494 | | 1.505 | | 1.420 | | 1.435 | | 1.370 | | 1.381 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 126.3 | 126.3 | 3685 | 3685 | 137.5 | 137.5 | 3230 | 3230 | 145.4 | 145.4 | 2960.0 | 2960.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 114.1 | 114.1 | 3378 | 3378 | 123.8 | 123.8 | 2941 | 2941 | 138.9 | 138.9 | 2625.0 | 2625.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 12.2 | 12.2 | 307.0 | 307.0 | 13.7 | 13.7 | 289.0 | 289.0 | 14.5 | 14.5 | 335.0 | 335.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.18 | 28.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 86.0 | 86.0 | 3328.3 | 3328.3 | 85.6 | 85.6 | 2899.8 | 2899.8 | 102.5 | 102.5 | 2589.5 | 2589.5 | | | |
| % de humedad | 14.23 | 14.23 | 23.45 | 23.45 | 14.34 | 14.34 | 24.30 | 24.30 | 14.15 | 14.15 | 27.08 | 27.08 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.23 | | 23.45 | | 14.34 | | 24.30 | | 14.15 | | 27.08 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 2/04/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | | |
| 3/04/2024 | 16.5 | 24 | 3.31 | 0.083 | | 4.17 | 0.104 | | 5.04 | 0.126 | | | | | |
| 4/04/2024 | 16.5 | 48 | 5.43 | 0.136 | | 6.93 | 0.173 | | 8.46 | 0.212 | | | | | |
| 5/04/2024 | 16.5 | 72 | 7.62 | 0.188 | | 9.72 | 0.243 | | 11.93 | 0.298 | | | | | |
| 6/04/2024 | 16.5 | 96 | 9.85 | 0.241 | | 12.62 | 0.313 | | 15.38 | 0.384 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.38 | 4.57 | total | 6.85 | 4.57 | total | 8.41 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 9 | | | | MOLDE Nº 17 | | | | MOLDE Nº 18 | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| | | | Lbs/In ² | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lbs/ In ² | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lbs/ In ² | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 64 | 23 | | | 39 | 17 | | | 33 | 15 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 108 | 47 | | | 76 | 31 | | | 54 | 25 | | | |
| 1.810 | 0.075 | 130" | 177 | 69 | | | 124 | 49 | | | 101 | 40 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 1000 | 228 | 88 | 86.2 | 8.8 | 162 | 63 | 65.2 | 6.5 | 137 | 54 | 51.7 | 5.2 |
| 3.610 | 0.150 | 300" | | 360 | 137 | | | 239 | 93 | | | 177 | 69 | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 1500 | 481 | 177 | 165.3 | 11.0 | 309 | 120 | 118.7 | 7.9 | 228 | 68 | 91.4 | 8.1 |
| 6.350 | 0.250 | 500" | | 524 | 205 | | | 373 | 146 | | | 292 | 114 | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | | 594 | 231 | | | 428 | 160 | | | 312 | 122 | | |
| 10.190 | 0.400 | 800" | | 702 | 260 | | | 474 | 188 | | | 335 | 131 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | | 813 | 307 | | | 536 | 211 | | | 359 | 140 | | |



Tecnicista : Fernández Yzquierdo Arnold Mercado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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-1553

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

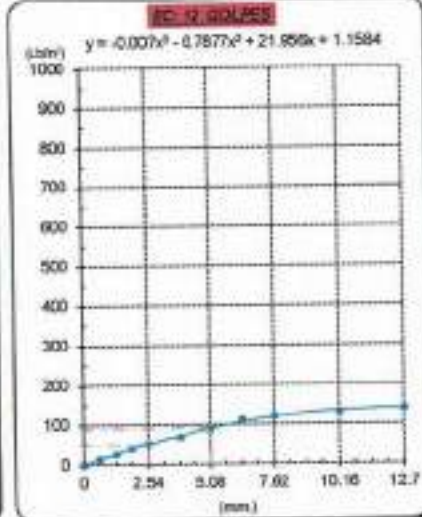
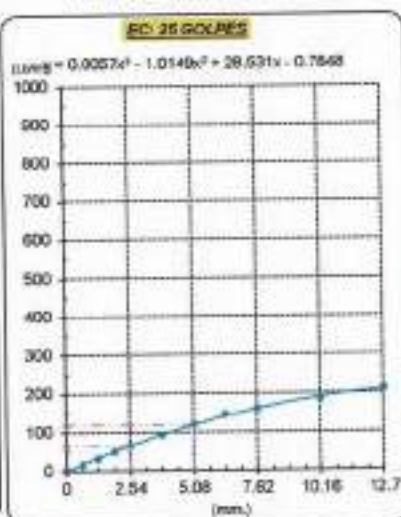
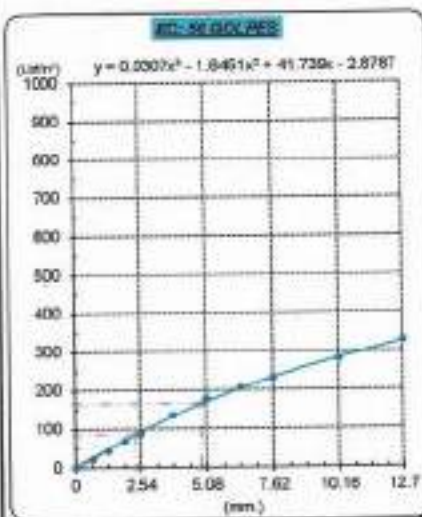


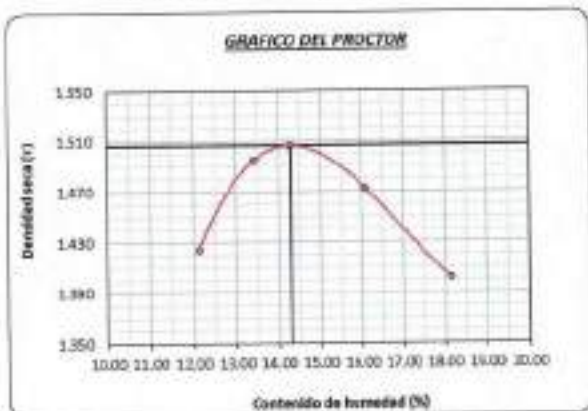
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.509 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.432 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.272 %

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% N.D.S. | 9 % | 12 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 7 % | 8 % |



[Signature]
 Jenny Riosdeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

[Signature]
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Técnico : Fernández Yagüerdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CAUCUTA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 10% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 9 | | MOLDE 17 | | MOLDE 16 | |
| 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 | 12093 | 12618 | 11535 | 11893 | 9001 | 9347 |
| Peso de molde (g) | 8693 | 8693 | 8582 | 8582 | 6410 | 6410 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3406 | 3725 | 2953 | 3287 | 2591 | 2907 |
| Volumen del molde (cc) | 1979 | 1979 | 1833 | 1811 | 1679 | 1639 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.721 | 1.882 | 1.631 | 1.815 | 1.543 | 1.749 |
| % de humedad | 14.21 | 23.72 | 14.34 | 25.81 | 14.38 | 27.92 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.507 | 1.521 | 1.426 | 1.443 | 1.349 | 1.388 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 116.1 | 116.1 | 3725 | 3725 | 123.5 | 123.5 | 3287 | 3287 | 182.1 | 182.1 | 2937.0 | 2937.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 195.1 | 195.1 | 3406 | 3406 | 111.5 | 111.5 | 2963 | 2963 | 92.9 | 92.9 | 2881.0 | 2881.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 11.0 | 11.0 | 319.0 | 319.0 | 12.0 | 12.0 | 334.0 | 334.0 | 9.3 | 9.3 | 546.0 | 546.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.18 | 28.2 | 0 | 0 | 29.41 | 29.41 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 77.1 | 77.1 | 3395.4 | 3395.4 | 83.3 | 83.3 | 2911.5 | 2911.5 | 64.4 | 64.4 | 2556.5 | 2556.5 |
| % de humedad | 14.21 | 14.21 | 23.72 | 23.72 | 14.34 | 14.34 | 25.81 | 25.81 | 14.38 | 14.38 | 27.92 | 27.92 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.21 | | 23.72 | | 14.34 | | 25.81 | | 14.38 | | 27.92 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % |
| 7/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 |
| 8/04/2024 | 10.2 | 24 | 3.13 | 0.078 | | 3.70 | 0.093 | | 4.33 | 0.108 | |
| 9/04/2024 | 10.2 | 48 | 5.08 | 0.127 | | 6.10 | 0.153 | | 7.13 | 0.178 | |
| 10/04/2024 | 10.2 | 72 | 7.06 | 0.178 | | 8.46 | 0.212 | | 9.88 | 0.247 | |
| 11/04/2024 | 10.2 | 96 | 8.89 | 0.224 | | 10.79 | 0.270 | | 12.64 | 0.316 | |
| | | | 4.57 | total | 4.91 | 4.57 | total | 5.81 | 4.57 | total | 6.92 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|--|--|--|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in ² | MOLDE 9 | | MOLDE 17 | | MOLDE 16 | | | | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | | | |
| | | | | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. Dial | Lect. pulg | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 46 | 20 | 32 | 15 | 7 | 9 | 7 | 9 | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 94 | 38 | 70 | 29 | 16 | 12 | 16 | 12 | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 162 | 60 | 118 | 46 | 28 | 20 | 28 | 20 | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 317 | 85 | 93.8 | 9.4 | 169 | 66 | 86.6 | 8.9 | | | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 354 | 138 | | | 287 | 112 | | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 482 | 189 | 188.0 | 12.5 | 384 | 142 | 142.6 | 9.5 | | | | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 596 | 235 | | | 459 | 163 | | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 683 | 272 | | | 543 | 214 | | | | | | |
| 10.140 | 0.400 | 8'00" | | 881 | 356 | | | 889 | 273 | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 1073 | 439 | | | 1123 | 331 | | | | | | |

Tesis: Fernández Izquierdo Arnold Marcelo
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, abril 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

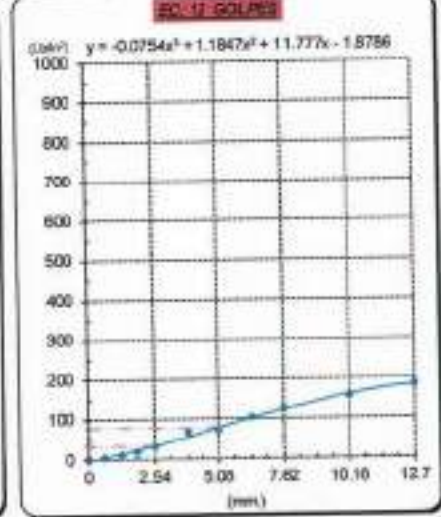
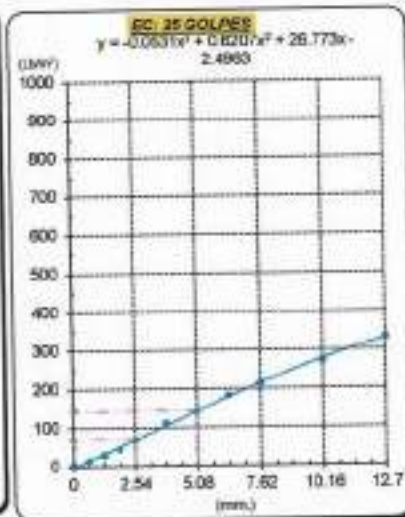
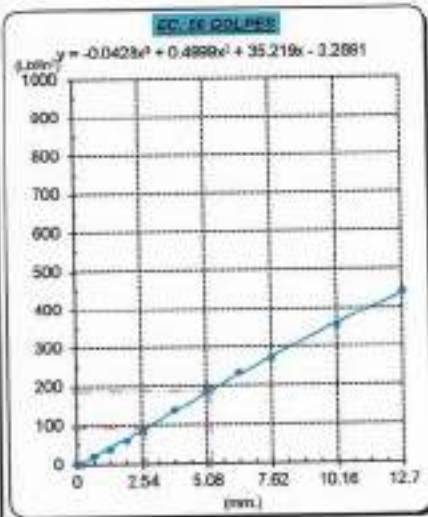


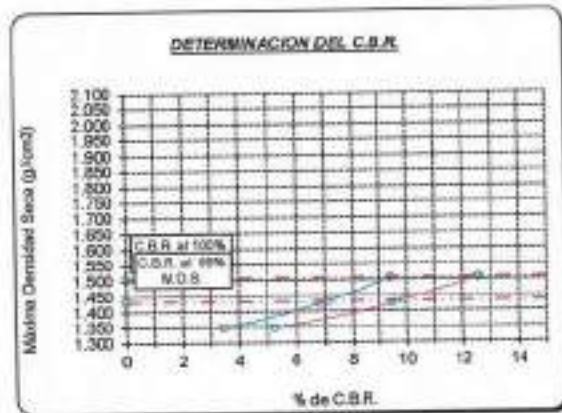
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.508 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.432 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.272 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 9 % | 13 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 7 % | 10 % |



Henry Huadeneira Oblinas
 Rec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 336.145 / ASTM D-1883

Testes : Fernández Tequendo Arnold Morado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CAUSATA: C-3 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
 MODERNA: M-3 + 10% ASERRIN

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|
| Nº Molde | | MOLDE 9 | | | | MOLDE 17 | | | | MOLDE 16 | | | |
| 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 | | 12995 | 12382 | 11544 | 11696 | 8967 | 9312 | 6410 | 6410 | 5410 | 5410 | 5410 | 5410 |
| Peso de molde (g) | | 8693 | 8693 | 8582 | 8582 | 3304 | 3304 | 2587 | 2587 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3400 | 3689 | 2962 | 3304 | 2587 | 2902 | 1831 | 1831 | 1731 | 1731 | 1731 | 1731 |
| Volumen del molde (cc) | | 3979 | 3979 | 3811 | 3811 | 3304 | 3304 | 2587 | 2587 | 1679 | 1679 | 1679 | 1679 |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.718 | 1.889 | 1.638 | 1.824 | 1.541 | 1.729 | 1.448 | 1.448 | 1.037 | 1.037 | 1.037 | 1.037 |
| % de humedad | | 14.35 | 23.28 | 14.23 | 25.92 | 14.14 | 26.48 | 14.35 | 23.28 | 14.35 | 23.28 | 14.35 | 23.28 |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.502 | 1.516 | 1.432 | 1.448 | 1.260 | 1.367 | 1.260 | 1.260 | 0.870 | 0.870 | 0.870 | 0.870 |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tara + Suelo húmedo (g.) | | 136.7 | 136.7 | 3699 | 3699 | 142.4 | 142.4 | 3394 | 3394 | 152.6 | 152.6 | 2502.0 | 2502.0 |
| Tara + Suelo seco (g.) | | 123.1 | 123.1 | 3400 | 3400 | 128.2 | 128.2 | 2962 | 2962 | 137.3 | 137.3 | 2587.0 | 2587.0 |
| Peso del Agua (g.) | | 13.6 | 13.6 | 299.0 | 299.0 | 14.2 | 14.2 | 342.0 | 342.0 | 15.4 | 15.4 | 315.0 | 315.0 |
| Peso del tara (g.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (g.) | | 95.0 | 95.0 | 3349.7 | 3349.7 | 100.0 | 100.0 | 2920.2 | 2920.2 | 108.8 | 108.8 | 2032.5 | 2032.5 |
| % de humedad | | 14.35 | 14.35 | 23.28 | 23.28 | 14.20 | 14.20 | 25.92 | 25.92 | 14.14 | 14.14 | 26.48 | 26.48 |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.35 | 23.28 | 14.30 | 25.92 | 14.14 | 26.48 | 14.35 | 23.28 | 14.35 | 23.28 | 14.35 | 23.28 |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | |
| 12/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.20 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | |
| 13/04/2024 | 10.2 | 24 | 4.33 | 0.198 | | 5.01 | 0.133 | | 4.30 | 0.157 | | | |
| 14/04/2024 | 10.2 | 48 | 7.09 | 0.177 | | 8.46 | 0.212 | | 7.84 | 0.246 | | | |
| 15/04/2024 | 10.2 | 72 | 9.65 | 0.236 | | 11.81 | 0.296 | | 10.76 | 0.344 | | | |
| 16/04/2024 | 10.2 | 96 | 12.60 | 0.316 | | 15.16 | 0.379 | | 14.72 | 0.443 | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.90 | 4.57 | total | 8.30 | 4.57 | total | 9.70 | | |
| PENETRACION | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACION | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 9 | | MOLDE 17 | | MOLDE 16 | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | | |
| | | | Lect. Dial | Líbr. pulg | Líbr. pulg | % | Lect. Dial | Líbr. pulg | Líbr. pulg | % | Lect. Dial | Líbr. pulg | Líbr. pulg |
| mm. | pulg. | Lb/in ² | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 43 | 18 | | | 58 | 18 | | | 27 | 12 | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 109 | 43 | | | 95 | 34 | | | 53 | 22 | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 175 | 68 | | | 120 | 48 | | | 75 | 30 | |
| 2.540 | 0.100 | 2'30" | 242 | 94 | 86.7 | 8.7 | 170 | 67 | 61.5 | 6.2 | 96 | 38 | 37.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'30" | 300 | 120 | | | 218 | 84 | | | 127 | 50 | |
| 5.080 | 0.200 | 4'30" | 374 | 148 | 150.1 | 10.0 | 285 | 103 | 105.9 | 7.1 | 181 | 63 | 62.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 440 | 172 | | | 311 | 121 | | | 194 | 72 | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 507 | 199 | | | 349 | 141 | | | 210 | 80 | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 673 | 228 | | | 419 | 162 | | | 268 | 100 | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 839 | 254 | | | 486 | 179 | | | 305 | 119 | |

Henry Rivadeneira Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Título : Ferrnández Yozquendo Arnold Morán
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/ Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cañillas, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

N.T.P. 399.145 / ASTM D-1883

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

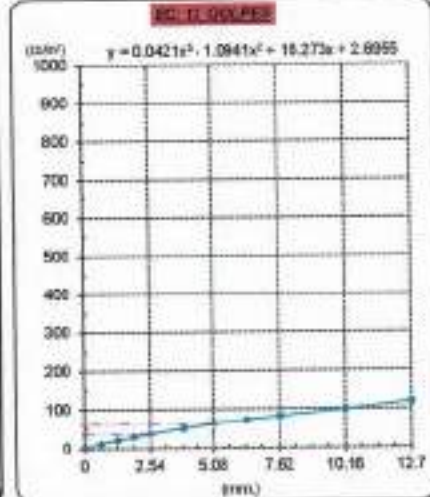
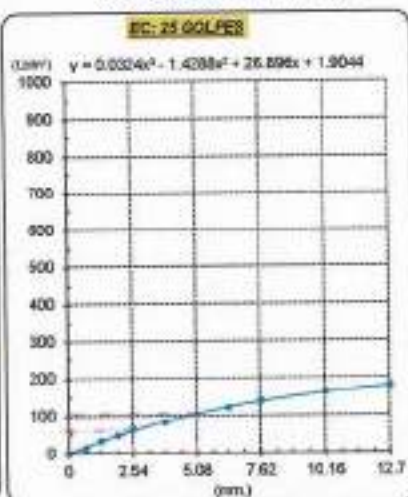
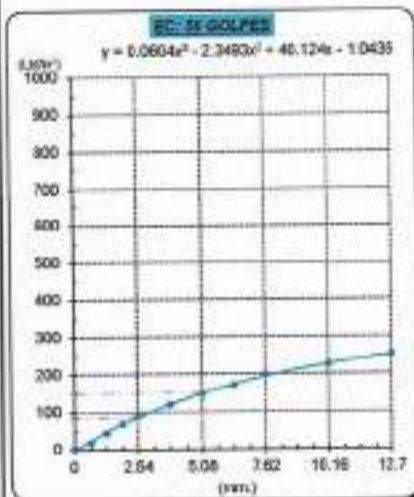


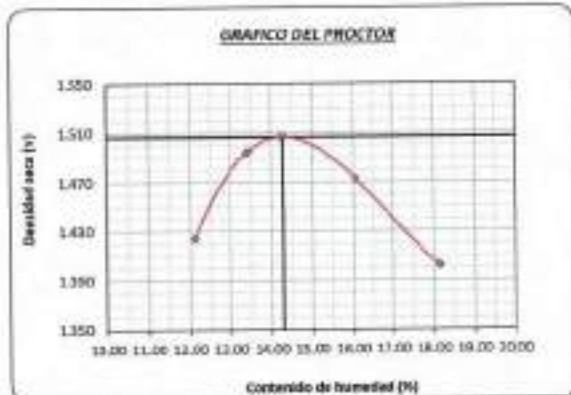
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.508 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 90% | 1.432 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.27 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 9 % | 10 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 6 % | 7 % |



Henry R. Rudeneyra Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 330.145 / ASTM D-3883

Teñista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Especialidad : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Teñis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca.
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CALCATA : C-5
MUESTRA : M-3 + 10% ASERRIN
FORMA : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|-----|-------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 9 | | | | MOLDE 17 | | | | MOLDE 16 | | | | | | |
| Nº Capas | | 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 | | 13096 | 12413 | 11590 | 11917 | 9021 | 8588 | 9021 | 8588 | 6410 | 6410 | 6410 | 6410 | | | |
| Peso de molde (g) | | 6691 | 6691 | 6691 | 6691 | 6691 | 6691 | 6691 | 6691 | 6691 | 6691 | 6691 | 6691 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3403 | 3720 | 2979 | 3335 | 2611 | 2945 | 2611 | 2945 | 2611 | 2945 | 2611 | 2945 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 3979 | 3979 | 3979 | 3979 | 3979 | 3979 | 3979 | 3979 | 3979 | 3979 | 3979 | 3979 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.719 | 1.860 | 1.644 | 1.842 | 1.555 | 1.754 | 1.555 | 1.754 | 1.555 | 1.754 | 1.555 | 1.754 | | | |
| % de humedad | | 14.31 | 23.76 | 14.24 | 26.40 | 14.14 | 27.11 | 14.14 | 27.11 | 14.14 | 27.11 | 14.14 | 27.11 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.504 | 1.519 | 1.439 | 1.457 | 1.303 | 1.380 | 1.303 | 1.380 | 1.303 | 1.380 | 1.303 | 1.380 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | |
| Taro + Suelo húmedo (gr.) | | 131.6 | 131.6 | 3720 | 3720 | 132.6 | 132.6 | 3335 | 3335 | 123.6 | 123.6 | 2945.0 | 2945.0 | | | |
| Taro + Suelo seco (gr.) | | 118.6 | 118.6 | 3403 | 3403 | 119.5 | 119.5 | 2979 | 2979 | 111.7 | 111.7 | 2611.0 | 2611.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 13.0 | 13.0 | 317.0 | 317.0 | 13.0 | 13.0 | 357.0 | 357.0 | 11.8 | 11.8 | 334.0 | 334.0 | | | |
| Peso del taro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.4 | 28.41 | 0 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 90.5 | 90.5 | 3082.6 | 3082.6 | 91.2 | 91.3 | 2642.7 | 2642.7 | 83.3 | 83.3 | 2575.9 | 2575.9 | | | |
| % de humedad | | 14.31 | 14.31 | 23.76 | 23.76 | 14.24 | 14.24 | 26.40 | 26.40 | 14.14 | 14.14 | 27.11 | 27.11 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.31 | | 23.76 | | 14.24 | | 26.40 | | 14.14 | | 27.11 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | |
| 17/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.58 | 0 | 0 | 1.58 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | | | |
| 18/04/2024 | 10.2 | 24 | 3.92 | 0.038 | | 3.94 | 0.090 | | 6.18 | 0.136 | | | | | | |
| 19/04/2024 | 10.2 | 48 | 6.67 | 0.147 | | 6.62 | 0.163 | | 8.79 | 0.219 | | | | | | |
| 20/04/2024 | 10.2 | 72 | 8.19 | 0.205 | | 9.09 | 0.227 | | 12.36 | 0.306 | | | | | | |
| 21/04/2024 | 10.2 | 96 | 10.59 | 0.263 | | 11.66 | 0.291 | | 16.94 | 0.389 | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.76 | 4.57 | total | 6.38 | 4.57 | total | 6.73 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 9 | | | | MOLDE Nº 17 | | | | MOLDE Nº 16 | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Libr. Dial | Libr. pulg | Libr. pulg | % | Libr. Dial | Libr. pulg | Libr. pulg | % | Libr. Dial | Libr. pulg | Libr. pulg | % | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 69 | 21 | | | | | 29 | 17 | | | 21 | 10 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 109 | 43 | | | | | 78 | 32 | | | 60 | 21 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 178 | 69 | | | | | 127 | 50 | | | 94 | 34 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 234 | 91 | 39.951 | 8.990 | | | 179 | 69 | 13.8 | 7.4 | 128 | 49 | 49.5 | 4.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 323 | 128 | | | | | 276 | 108 | | | 208 | 82 | | |
| 5.260 | 0.200 | 4'00" | 413 | 162 | 160.467 | 10.698 | | | 352 | 137 | 140.1 | 9.3 | 241 | 94 | 100.0 | 6.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 482 | 188 | | | | | 427 | 171 | | | 328 | 127 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 546 | 215 | | | | | 488 | 195 | | | 381 | 149 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 639 | 253 | | | | | 603 | 239 | | | 482 | 177 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 728 | 290 | | | | | 705 | 281 | | | 529 | 205 | | |



Tenista : Fernández Yaguero Arnoldo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

N.T.P. 309.145 / ASTM D-1853

GRAFICO CARGA - PENETRACION

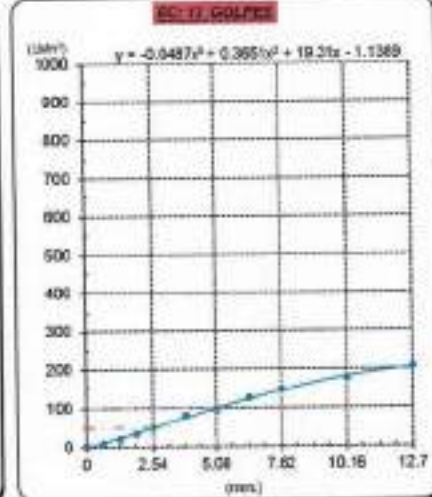
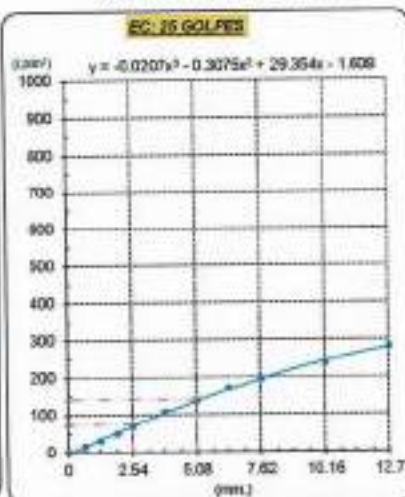
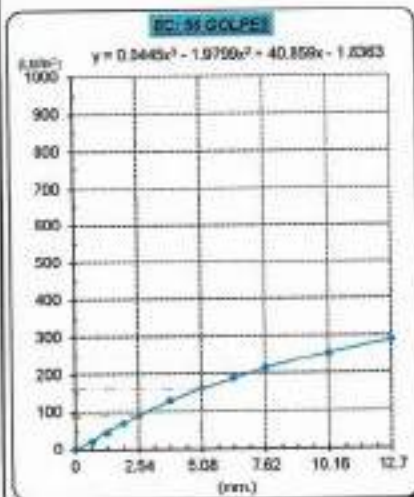


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

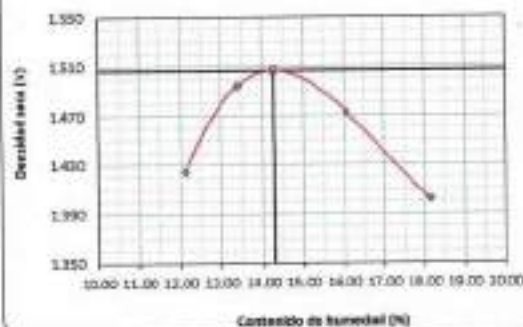
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1508 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1432 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.27 % |

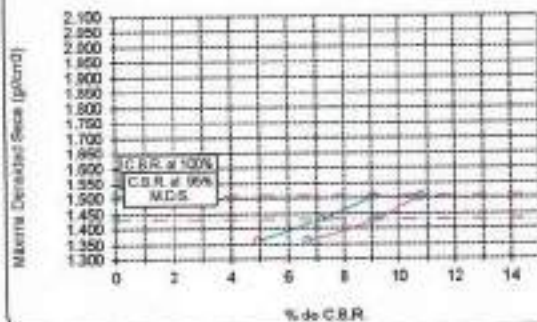
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 9 % | 11 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 7 % | 9 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry
 Wadagneryra
 Obitas
 Ing. Laboratorio
 USA1



REGISTRADO LABORATORIO



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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merando
Especialidad : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Trabaja : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CALCATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
MUESTRA : M-3 + 10% ASERRIN

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------|--------------|------------|------------|--------------|-------|------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|-------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 9 | | | | MOLDE 17 | | | | MOLDE 18 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| Nº Capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| | Peso molde + Suelo húmedo | 12098 | 12098 | 12403 | 12403 | 11531 | 11531 | 11819 | 11819 | 9814 | 9814 | 9319 | 9319 | |
| Peso de molde (g) | 8893 | 8893 | 8993 | 8993 | 8582 | 8582 | 8593 | 8593 | 6400 | 6400 | 6410 | 6410 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3405 | 3405 | 3710 | 3710 | 2949 | 2949 | 3227 | 3227 | 2804 | 2804 | 2909 | 2909 | | |
| Volumen del molde (cc) | 1979 | 1979 | 1979 | 1979 | 1811 | 1811 | 1811 | 1811 | 1879 | 1879 | 1879 | 1879 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.718 | 1.718 | 1.874 | 1.874 | 1.628 | 1.628 | 1.787 | 1.787 | 1.501 | 1.501 | 1.733 | 1.733 | | |
| % de humedad | 14.17 | 14.17 | 23.36 | 23.36 | 14.35 | 14.35 | 24.25 | 24.25 | 14.49 | 14.49 | 26.36 | 26.36 | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.506 | 1.506 | 1.520 | 1.520 | 1.424 | 1.424 | 1.439 | 1.439 | 1.355 | 1.355 | 1.371 | 1.371 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 129.8 | 129.8 | 371.0 | 371.0 | 126.8 | 126.8 | 323.7 | 323.7 | 124.4 | 124.4 | 2999.0 | 2999.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 117.3 | 117.3 | 349.2 | 349.2 | 116.0 | 116.0 | 294.9 | 294.9 | 112.3 | 112.3 | 2894.0 | 2894.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 12.6 | 12.6 | 306.0 | 306.0 | 12.6 | 12.6 | 288.0 | 288.0 | 12.2 | 12.2 | 305.0 | 305.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.4 | 28.41 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 89.2 | 89.2 | 3351.5 | 3351.5 | 87.8 | 87.8 | 2907.6 | 2907.6 | 83.8 | 83.8 | 2599.2 | 2599.2 | | |
| % de humedad | 14.17 | 14.17 | 23.36 | 23.36 | 14.35 | 14.35 | 24.25 | 24.25 | 14.49 | 14.49 | 26.36 | 26.36 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.17 | 14.17 | 23.36 | 23.36 | 14.35 | 14.35 | 24.25 | 24.25 | 14.49 | 14.49 | 26.36 | 26.36 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 22/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | |
| 23/04/2024 | 10.2 | 24 | 3.41 | 0.085 | | 4.21 | 0.105 | | 4.92 | 0.121 | | | | |
| 24/04/2024 | 10.2 | 48 | 6.65 | 0.141 | | 6.99 | 0.175 | | 8.09 | 0.202 | | | | |
| 25/04/2024 | 10.2 | 72 | 7.85 | 0.195 | | 9.67 | 0.242 | | 11.34 | 0.283 | | | | |
| 26/04/2024 | 10.2 | 96 | 10.09 | 0.252 | | 12.49 | 0.312 | | 14.99 | 0.365 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.52 | 4.57 | total | 6.83 | 4.57 | total | 7.95 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 9 | | MOLDE Nº | | MOLDE 17 | | MOLDE Nº | | MOLDE 18 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Leet. Dial | Libr pulg2 | Leet. pulg2 | % | Leet. Dial | Libr pulg2 | Leet. pulg2 | % | Leet. Dial | Libr pulg2 | Leet. pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 66 | 23 | | | 44 | 19 | | | 35 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 117 | 46 | | | 84 | 38 | | | 70 | 30 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 168 | 73 | | | 148 | 57 | | | 128 | 47 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 268 | 99 | 93.0 | 8.3 | 200 | 78 | 77.1 | 7.7 | 169 | 66 | 64.4 | 6.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 571 | 145 | | | 389 | 113 | | | 248 | 97 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 187 | 179.4 | 12.0 | 383 | 142 | 142.8 | 9.5 | 299 | 115 | 121.3 | 8.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 986 | 223 | | | 442 | 173 | | | 394 | 150 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 946 | 256 | | | 504 | 198 | | | 431 | 172 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 779 | 312 | | | 609 | 237 | | | 501 | 199 | | |
| 12.700 | 0.600 | 12'00" | 809 | 367 | | | 688 | 274 | | | 581 | 223 | | |

Henry Rivasdeneyra Obllitas
Téc. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Telista : Fernández Yzquierdo Arnold Meardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de asfalto arcilloso estabilizado con asfalto de piso y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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-1865

GRAFICO CARGA - PENETRACION

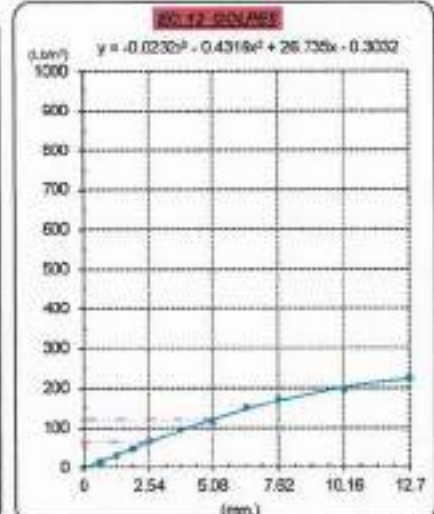
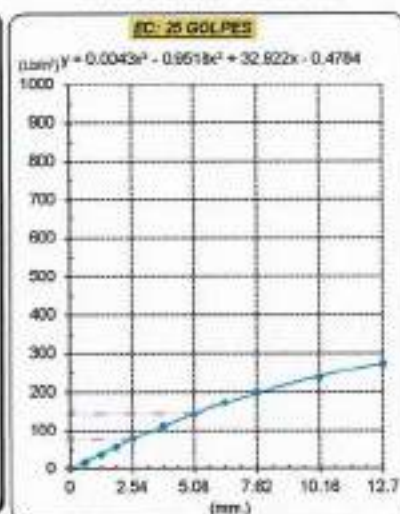
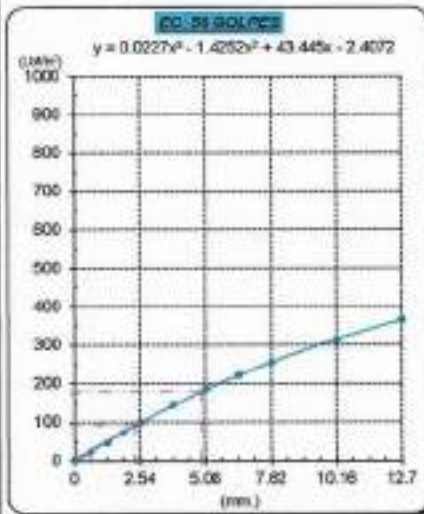


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

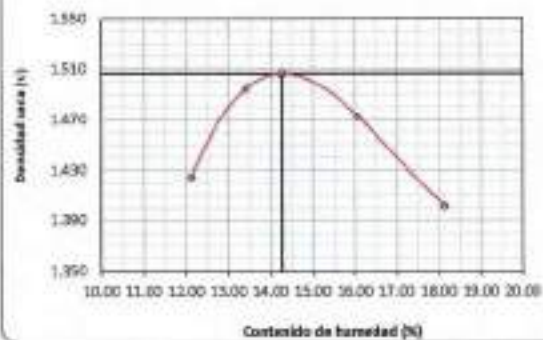
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.508 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.432 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.272 % |

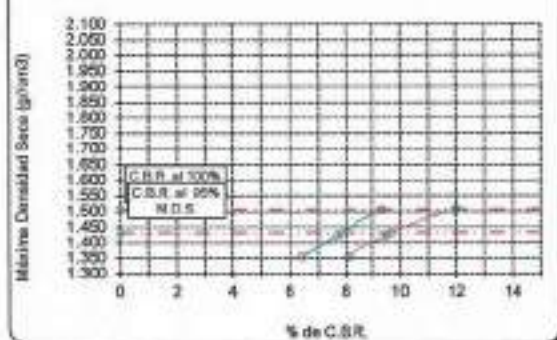
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 9 % | 12 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 5 % | 10 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivas Obispo
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Carilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiklaya, abril del 2024

CLASIFICACIÓN : C-3
 MUESTRA : M-3 + 10% ASERRIN
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|---|
| Nº Molde | | MOLDE 9 | | | | MOLDE 17 | | | | MOLDE 16 | | | | |
| Nº Capa | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Nº Gapes por capa | | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 12691 | 12404 | 11839 | 11832 | 9967 | 9281 | | | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8693 | 8693 | 8582 | 8582 | 6450 | 6410 | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3398 | 3711 | 2957 | 3250 | 2557 | 2871 | | | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 3979.2 | 1979 | 1811 | 1811 | 1676.79 | 1679 | | | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.717 | 1.875 | 1.633 | 1.795 | 1.523 | 1.710 | | | | | | | |
| % de humedad | | 14.28 | 23.63 | 14.23 | 24.28 | 14.33 | 26.78 | | | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.502 | 1.517 | 1.429 | 1.444 | 1.332 | 1.349 | | | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 126.3 | 126.3 | 371.1 | 371.1 | 127.6 | 127.6 | 326.9 | 326.9 | 116.3 | 116.3 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 113.1 | 113.1 | 339.8 | 339.8 | 115.2 | 115.2 | 296.7 | 296.7 | 105.2 | 105.2 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 12.2 | 12.2 | 313.0 | 313.0 | 12.4 | 12.4 | 293.0 | 293.0 | 11.0 | 11.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.18 | 28.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 85.1 | 85.1 | 3347.7 | 3347.7 | 87.0 | 87.0 | 2915.3 | 2915.3 | 76.7 | 76.7 | | | |
| % de humedad | | 14.28 | 14.28 | 23.63 | 23.63 | 14.23 | 14.23 | 24.28 | 24.28 | 14.33 | 14.33 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.28 | 23.63 | | | 14.23 | 24.28 | | | 14.33 | 26.78 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | |
| 27/04/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.10 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | |
| 28/04/2024 | 16.5 | 24 | 3.35 | 0.084 | | 3.31 | 0.083 | | 4.78 | 0.119 | | | | |
| 29/04/2024 | 16.5 | 48 | 6.63 | 0.138 | | 6.49 | 0.137 | | 7.99 | 0.200 | | | | |
| 30/04/2024 | 16.5 | 72 | 7.70 | 0.192 | | 7.83 | 0.191 | | 11.19 | 0.280 | | | | |
| 1/05/2024 | 16.5 | 96 | 9.95 | 0.247 | | 9.83 | 0.246 | | 14.39 | 0.360 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 5.40 | | total | 5.38 | 4.57 | total | 7.88 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 9 | | MOLDE Nº | | MOLDE 17 | | MOLDE Nº | | MOLDE 16 | |
| | | | 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. | Lbs/ft2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 81 | 21 | | | 42 | 18 | | | 30 | 14 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 112 | 44 | | | 59 | 36 | | | 66 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 160 | 70 | | | 138 | 55 | | | 104 | 41 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 247 | 96 | 88.4 | 8.8 | 134 | 76 | 74.9 | 7.5 | 148 | 58 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 363 | 136 | | | 208 | 111 | | | 226 | 88 | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 481 | 177 | 170.4 | 11.4 | 359 | 140 | 141.2 | 9.4 | 288 | 104 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 638 | 212 | | | 440 | 172 | | | 342 | 133 | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 816 | 244 | | | 606 | 199 | | | 396 | 156 | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 740 | 236 | | | 810 | 242 | | | 471 | 185 | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 882 | 348 | | | 796 | 281 | | | 541 | 213 | |

Henry Rivas Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Testista : Fernández Yaqiundo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callituc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

N.T.P. 139.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

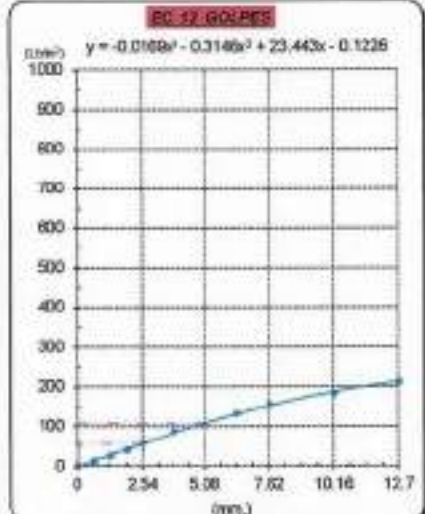
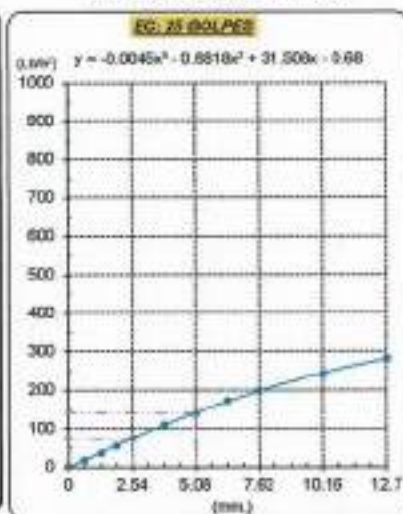
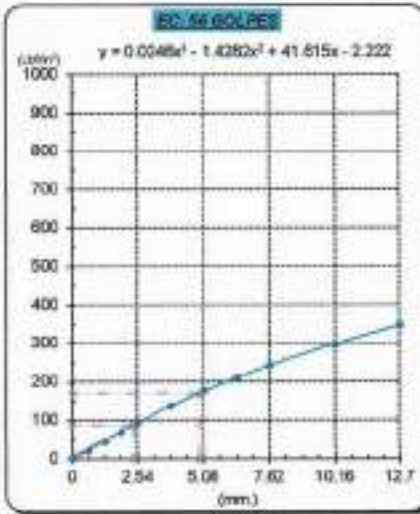


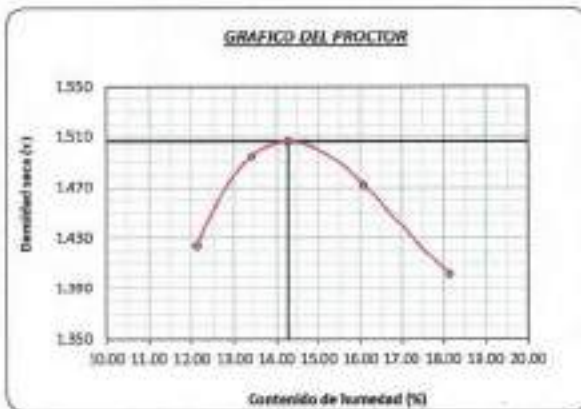
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.508 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.432 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.272 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 9 % | 12 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 8 % | 9 % |



Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

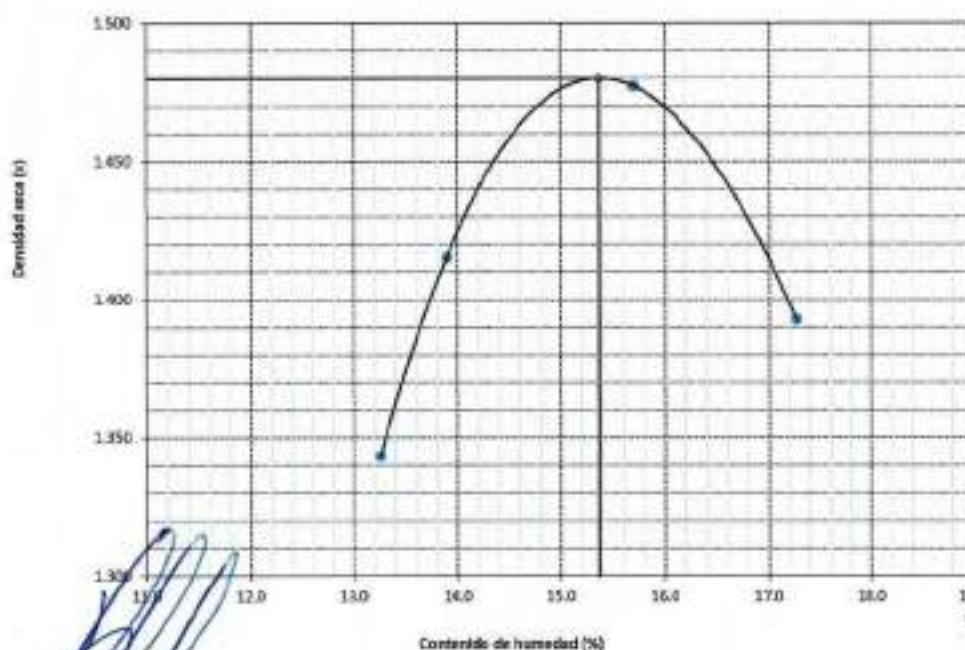
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merando
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| CALICATA: C-3 | COORDENADAS: |
|------------------------------------|--|
| MUESTRA: M-3 + 15% ASERRIN | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m |
| Número de ensayo | 1 2 3 4 |
| Peso del suelo + molde | g. 5546 5616 5526 5442 |
| Peso del molde | g. 4032 4032 4032 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. 1514 1584 1494 1410 |
| Volumen del molde | cm ³ 926.8 926.8 926.8 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ 1.634 1.709 1.612 1.521 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | |
| Nº Recipiente | 1 2 3 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. 49.19 59.82 52.51 48.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g. 44.61 54.61 48.31 44.51 |
| Peso de tara | g. 18.08 21.41 18.07 18.17 |
| Peso de agua | g. 4.58 5.21 4.20 3.49 |
| Peso de suelo seco | g. 26.53 33.20 30.24 26.34 |
| Contenido de agua | % 17.3 15.7 13.9 13.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ 1.393 1.477 1.415 1.343 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.480 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.371 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas Obilias
Tec. Laboratorio
USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yazuero Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

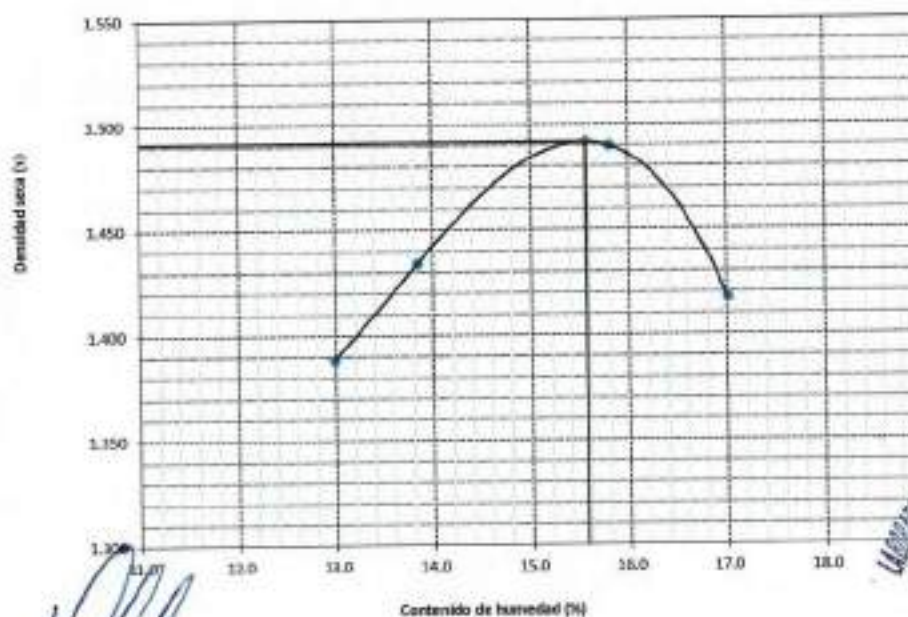
| | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| CALCATA : C-8 | COORDENADAS : |
| MUESTRA : M-3 + 15% ASERRIN | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.30 m |

| Número de ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g 5569 | 5631 | 5545 | 5486 |
| Peso del molde | g 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g 1537 | 1599 | 1513 | 1454 |
| Volumen del molde | cm ³ 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ 1.658 | 1.725 | 1.633 | 1.569 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
|------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| Nº Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g 41.40 | 51.10 | 55.50 | 44.10 |
| Peso del suelo seco + tara | g 36.01 | 47.05 | 50.95 | 41.12 |
| Peso de tara | g 18.08 | 21.41 | 18.07 | 18.17 |
| Peso de agua | g 3.39 | 4.05 | 4.55 | 2.98 |
| Peso de suelo seco | g 19.93 | 25.64 | 32.88 | 22.95 |
| Contenido de agua | % 17.0 | 15.8 | 13.8 | 13.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ 1.417 | 1.490 | 1.434 | 1.389 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.492 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.562 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR



Jerry Ruedahegyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, PROYECTOS Y ESTUDIOS DE PAVIMENTOS
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

| CALCATA : C-3 | | COORDENADAS : | | | |
|---|-------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|
| MUESTRA : M-3 + 15% ASERRIN | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5521 | 5601 | 5517 | 5472 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1489 | 1569 | 1485 | 1440 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.607 | 1.693 | 1.602 | 1.554 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 41.40 | 51.10 | 55.50 | 44.10 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 38.01 | 47.05 | 50.95 | 41.12 |
| Peso de tara | g | 18.08 | 21.41 | 18.07 | 18.17 |
| Peso de agua | g | 3.39 | 4.05 | 4.55 | 2.98 |
| Peso de suelo seco | g | 19.93 | 25.64 | 32.88 | 22.95 |
| Contenido de agua | % | 17.0 | 15.8 | 13.8 | 13.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.373 | 1.462 | 1.408 | 1.375 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.464 g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 15.628 % | | | |
| GRAFICO DEL PROCTOR | | | | | |
| <p>The graph plots Dry Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.300 to 1.550) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 11.0 to 30.0). A smooth curve is drawn through the data points, showing a peak at approximately 15.6% moisture content and 1.464 g/cm³ dry density. A vertical line is drawn from this peak to the x-axis, indicating the Optimum Moisture Content (15.628%).</p> | | | | | |

Henry Rivadeneira Obitos
 Tec. Laboratorio
 USAT
 (Laboratorio de Suelos y Pavimentos)

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tejista : Fernández Yzquierdo Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CALCATA: C-3 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA: M-3 + 15% ASERRIN

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------|----------------------|----------|-----------|------------|--------------|-----------|----------|------------|--------------|----------|----------|------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| Nº Capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11611 | 11611 | 11887 | 11887 | 11716 | 11716 | 12145 | 12145 | 11470 | 11470 | 11937 | 11937 | | |
| Peso de molde (g) | 4791 | 4791 | 4791 | 4791 | 4699 | 4699 | 4699 | 4699 | 4697 | 4697 | 4697 | 4697 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 2820 | 2820 | 3076 | 3076 | 3022 | 3022 | 3452 | 3452 | 2833 | 2833 | 3200 | 3200 | | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1966 | 1966 | 1966 | 1966 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.694 | 1.694 | 1.848 | 1.848 | 1.538 | 1.538 | 1.757 | 1.757 | 1.416 | 1.416 | 1.600 | 1.600 | | |
| % de humedad | 15.46 | 15.46 | 24.67 | 24.67 | 15.17 | 15.17 | 29.59 | 29.59 | 15.34 | 15.34 | 29.45 | 29.45 | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.467 | 1.467 | 1.492 | 1.492 | 1.335 | 1.335 | 1.366 | 1.366 | 1.238 | 1.238 | 1.246 | 1.246 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 121.4 | 121.4 | 3076 | 3076 | 119.0 | 119.0 | 3452 | 3452 | 102.1 | 102.1 | 3200.0 | 3200.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 108.9 | 108.9 | 2820 | 2820 | 107.0 | 107.0 | 3022 | 3022 | 92.3 | 92.3 | 2833.0 | 2833.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 12.5 | 12.5 | 256.0 | 256.0 | 12.0 | 12.0 | 430.0 | 430.0 | 9.8 | 9.8 | 367.0 | 367.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 38.18 | 38.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 80.9 | 80.9 | 2779.2 | 2779.2 | 78.8 | 78.8 | 2982.2 | 2982.2 | 63.9 | 63.9 | 2796.6 | 2796.6 | | |
| % de humedad | 15.46 | 15.46 | 24.67 | 24.67 | 15.17 | 15.17 | 29.59 | 29.59 | 15.34 | 15.34 | 29.45 | 29.45 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 15.46 | | 24.67 | | 15.17 | | 29.59 | | 15.34 | | 29.45 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/04/2024 | 16.5 | 0 | 1.19 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 3/04/2024 | 16.5 | 24 | 4.37 | 0.109 | | 6.12 | 0.128 | | 8.91 | 0.148 | | | | |
| 4/04/2024 | 16.5 | 48 | 7.65 | 0.190 | | 9.90 | 0.222 | | 10.24 | 0.256 | | | | |
| 5/04/2024 | 16.5 | 72 | 10.79 | 0.270 | | 13.69 | 0.317 | | 14.87 | 0.364 | | | | |
| 6/04/2024 | 16.5 | 96 | 13.98 | 0.349 | | 16.42 | 0.410 | | 18.90 | 0.472 | | | | |
| | | | 4.67 | total | 7.65 | 4.57 | total | 8.99 | 4.57 | total | 10.34 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | | MOLDE Nº | | MOLDE 5 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbf | kgf | Lbf | kgf | Lbf | kgf | Lbf | kgf | Lbf | kgf | Lbf | kgf |
| mm. | pulg. | | | | % | | % | | % | | % | | % | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 41 | 18 | | | 36 | 16 | | | 40 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 85 | 34 | | | 71 | 29 | | | 77 | 31 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 141 | 55 | | | 114 | 45 | | | 116 | 48 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 206 | 80 | 84.8 | 8.7 | 180 | 81 | 63.4 | 6.3 | 188 | 57 | 54.2 | 5.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 360 | 137 | | | 239 | 93 | | | 178 | 70 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 474 | 188 | 179.6 | 12.0 | 322 | 118 | 115.5 | 7.7 | 190 | 74 | 76.6 | 5.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 584 | 223 | | | 381 | 157 | | | 297 | 81 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 675 | 270 | | | 464 | 199 | | | 368 | 81 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 721 | 288 | | | 451 | 199 | | | 330 | 90 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 788 | 318 | | | 471 | 185 | | | 352 | 98 | | |

Testa : Fernández Yzquierdo Amois Miranda
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con asfalto de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

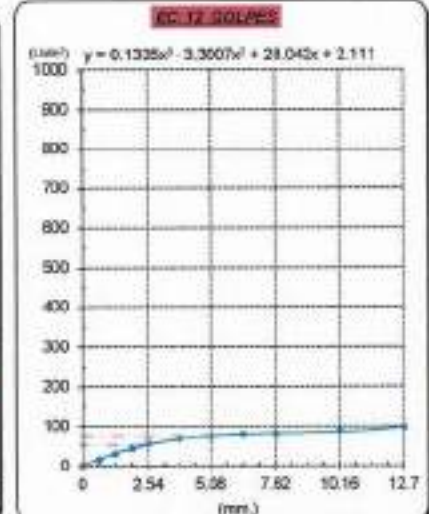
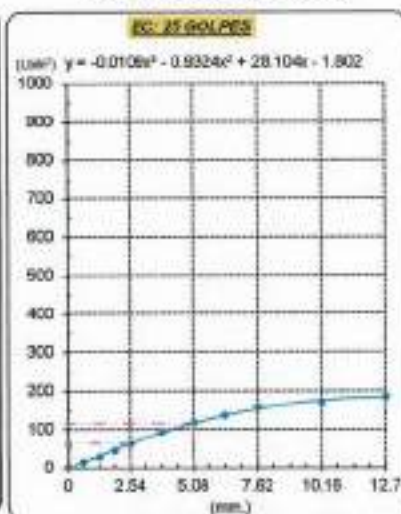
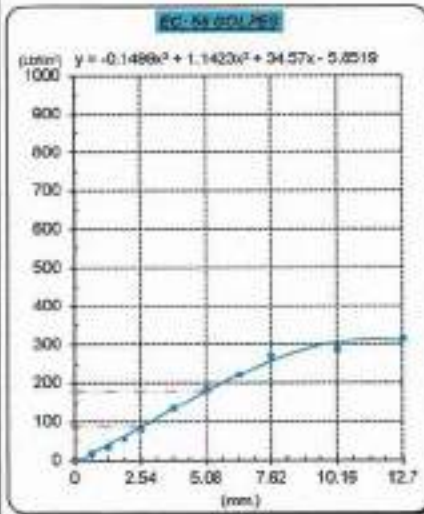


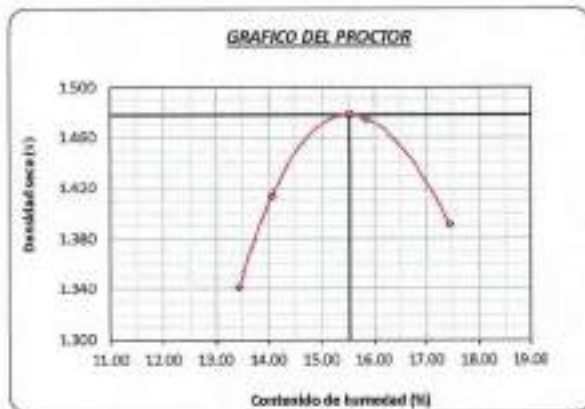
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.479 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.405 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.487 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 9 % | 12 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 7 % | 9 % |



Henry Rivadeneira Obillas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TECNICO DE LABORATORIO



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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dht. Catlluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chichayo, abril del 2024

CAUCATA : C-3
MUESTRA : M-3 + 15% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| Nº Capa | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Nº Golpes por capa | | 56 | | | | 26 | | | | 12 | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 11670 | | 11819 | | 11624 | | 12150 | | 11606 | | 11866 | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8893 | | 8055 | | 8837 | | 8837 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 2779 | | 3028 | | 3131 | | 3457 | | 2963 | | 3329 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1965 | | 1965 | | 1900 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.670 | | 1.819 | | 1.594 | | 1.759 | | 1.481 | | 1.664 | | |
| % de humedad | | 15.43 | | 24.52 | | 15.86 | | 26.41 | | 15.65 | | 28.16 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.446 | | 1.461 | | 1.375 | | 1.362 | | 1.281 | | 1.290 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 188.1 | 188.1 | 3028 | 3028 | 162.3 | 162.3 | 3457 | 3457 | 103.5 | 103.5 | 3329.0 | 3329.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 140.7 | 140.7 | 2779 | 2779 | 143.9 | 143.9 | 3191 | 3191 | 93.4 | 93.4 | 2963.0 | 2963.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 17.4 | 17.4 | 349.0 | 349.0 | 18.4 | 18.4 | 326.0 | 326.0 | 10.2 | 10.2 | 360.0 | 360.0 | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.18 | 28.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 112.7 | 112.7 | 2730.4 | 2730.4 | 115.7 | 115.7 | 3085.5 | 3085.5 | 64.9 | 64.9 | 2925.5 | 2925.5 | |
| % de humedad | | 15.43 | 15.43 | 24.52 | 24.52 | 15.86 | 15.86 | 26.41 | 26.41 | 15.65 | 15.65 | 28.16 | 28.16 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.43 | | 24.52 | | 15.86 | | 26.41 | | 15.65 | | 28.16 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HCRA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 7/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.10 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | |
| 8/04/2024 | 10.2 | 24 | 1.70 | 0.063 | | 5.18 | 0.129 | | 1.61 | 0.185 | | | | |
| 9/04/2024 | 10.2 | 48 | 1.22 | 0.158 | | 8.90 | 0.222 | | 11.81 | 0.290 | | | | |
| 10/04/2024 | 10.2 | 72 | 1.70 | 0.218 | | 12.88 | 0.317 | | 15.85 | 0.416 | | | | |
| 11/04/2024 | 10.2 | 96 | 11.23 | 0.281 | | 16.62 | 0.410 | | 21.88 | 0.541 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.14 | 4.57 | total | 6.99 | 4.57 | total | 11.85 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Leet. Dial | Libel. pulg | Libel. pulg | % | Leet. Dial | Libel. pulg | Libel. pulg | % | Leet. Dial | Libel. pulg | Libel. pulg | % |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 43 | 18 | | | 35 | 15 | | 26 | 12 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 88 | 35 | | | 69 | 28 | | 48 | 21 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 143 | 56 | | | 107 | 43 | | 71 | 32 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 250 | 87 | 90.3 | 9.0 | 165 | 66 | 67.4 | 6.7 | 88 | 36 | 36.2 | 3.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 326 | 128 | | | 225 | 96 | | 121 | 48 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 447 | 175 | 180.9 | 12.1 | 288 | 115 | 127.2 | 8.5 | 146 | 57 | 56.4 | 3.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 591 | 217 | | | 387 | 139 | | 193 | 64 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 639 | 254 | | | 406 | 159 | | 172 | 67 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 797 | 316 | | | 488 | 182 | | 189 | 74 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 915 | 327 | | | 515 | 200 | | 216 | 74 | | | |

Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



Tecniista : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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

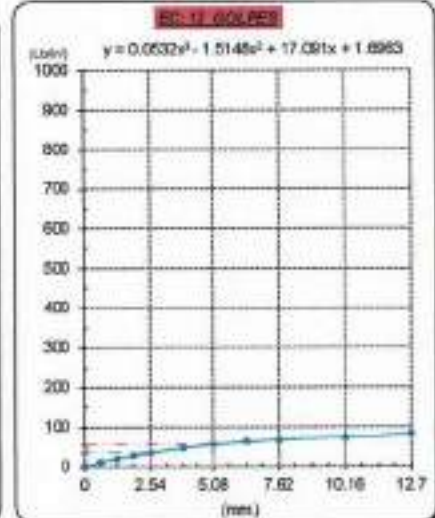
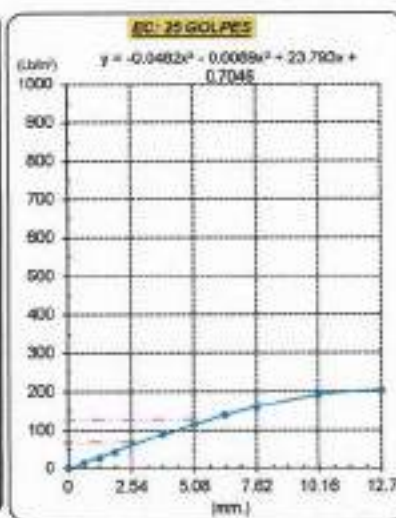
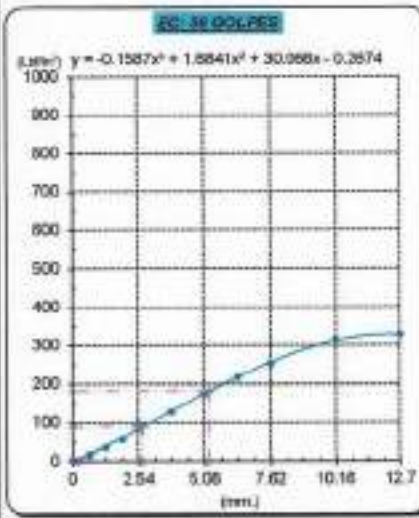


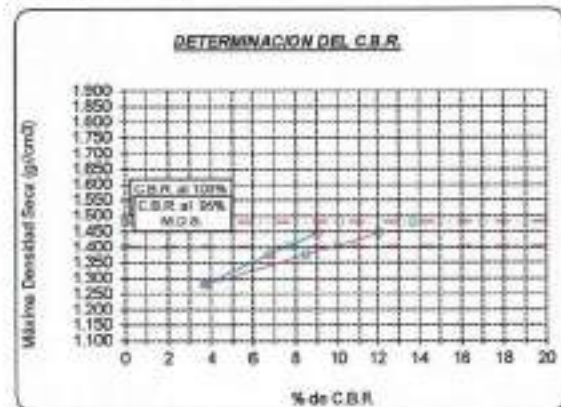
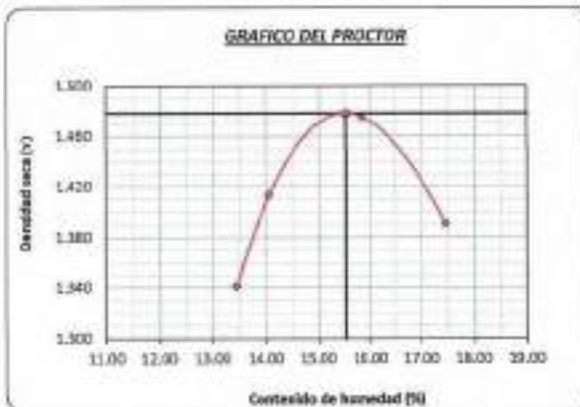
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.479 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.405 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 15.487 %

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 10 % | 14 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 8 % | 10 % |



Henry Rivadeneyra Obiñas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Sopres de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 330.145 / ASTM D-1583

Técnico : Fernández Yaguardo Arnold Menardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tema : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CALCATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : M-3 + 15% ASERRIN

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------------------------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|-----|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| Nº Capa | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | |
| Nº Golpes por capa | | 56 | | | | 26 | | | | 12 | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 11827 | 11889 | 11818 | 12222 | 11881 | 12083 | 11881 | 12083 | 11881 | 12083 | 11881 | 12083 | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | 8791 | 8693 | 8693 | 8693 | 8693 | 8693 | 8693 | 8693 | 8693 | 8693 | 8693 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3036 | 3097 | 3125 | 3529 | 3125 | 3529 | 3125 | 3529 | 3125 | 3529 | 3125 | 3529 | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | 1664 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.704 | 1.861 | 1.879 | 2.119 | 1.879 | 2.119 | 1.879 | 2.119 | 1.879 | 2.119 | 1.879 | 2.119 | |
| % de humedad | | 15.44 | 24.78 | 15.58 | 28.89 | 15.58 | 28.89 | 15.58 | 28.89 | 15.58 | 28.89 | 15.58 | 28.89 | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.478 | 1.491 | 1.576 | 1.690 | 1.576 | 1.690 | 1.576 | 1.690 | 1.576 | 1.690 | 1.576 | 1.690 | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tara + Suelo húmedo (g.) | | 148.2 | 148.2 | 3097 | 3097 | 154.4 | 154.4 | 3529 | 3529 | 132.8 | 132.8 | 3416.0 | 3416.0 | |
| Tara + Suelo seco (g.) | | 132.1 | 132.1 | 2936 | 2936 | 137.4 | 137.4 | 3125 | 3125 | 118.6 | 118.6 | 3044.0 | 3044.0 | |
| Peso del Agua (g.) | | 16.1 | 16.1 | 261.0 | 261.0 | 17.0 | 17.0 | 404.0 | 404.0 | 14.2 | 14.2 | 372.0 | 372.0 | |
| Peso del tara (g.) | | 26.0 | 26.0 | 0 | 0 | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 104.1 | 104.1 | 2794.7 | 2794.7 | 109.2 | 109.2 | 3082.6 | 3082.6 | 90.1 | 90.1 | 3004.5 | 3004.5 | |
| % de humedad | | 15.44 | 15.44 | 24.78 | 24.78 | 15.58 | 15.58 | 28.89 | 28.89 | 15.75 | 15.75 | 28.13 | 28.13 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.44 | | 24.78 | | 15.58 | | 28.89 | | 15.75 | | 28.13 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hc. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 13/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.68 | 0 | 0 | 2.17 | 0 | 0 | | | |
| 13/04/2024 | 10.2 | 24 | 3.84 | 0.088 | | 6.39 | 0.136 | | 6.88 | 0.172 | | | | |
| 14/04/2024 | 10.2 | 48 | 6.69 | 0.167 | | 9.13 | 0.228 | | 11.81 | 0.299 | | | | |
| 16/04/2024 | 10.2 | 72 | 8.45 | 0.238 | | 12.87 | 0.322 | | 16.34 | 0.408 | | | | |
| 16/04/2024 | 10.2 | 96 | 12.20 | 0.305 | | 16.61 | 0.415 | | 21.08 | 0.527 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.88 | 4.57 | total | 9.09 | 4.57 | total | 11.53 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in ² | MOLDE Nº 2 | | MOLDE Nº 5 | | MOLDE Nº 5 | | MOLDE Nº 3 | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. Dial | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. Dial | % | Lect. Dial | Lect. pulg | Lect. Dial | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 85 | 23 | 38 | 10 | | | 56 | 16 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 108 | 43 | 70 | 29 | | | 72 | 29 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 160 | 72 | 113 | 45 | | | 103 | 41 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 283 | 102 | 106.9 | 10.9 | 157 | 62 | 64.1 | 6.4 | 131 | 52 | 48.3 | 4.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 429 | 168 | | | 243 | 95 | | | 166 | 61 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 555 | 221 | 214.3 | 14.3 | 307 | 120 | 116.6 | 7.8 | 178 | 68 | 68.9 | 4.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 688 | 251 | | | 284 | 138 | | | 198 | 74 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 779 | 312 | | | 405 | 159 | | | 192 | 75 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 822 | 330 | | | 431 | 169 | | | 219 | 85 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 813 | 369 | | | 471 | 185 | | | 229 | 89 | | |

Henry Rivadeneyra Obitias
 Tec. Laboratorio USAT

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

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos, estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cañillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

N.T.F. 330.145 / ASTM D-1883

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

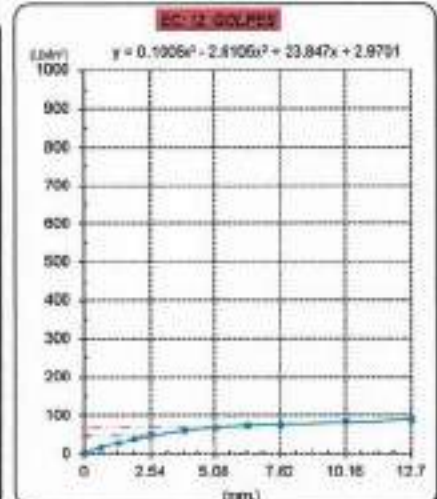
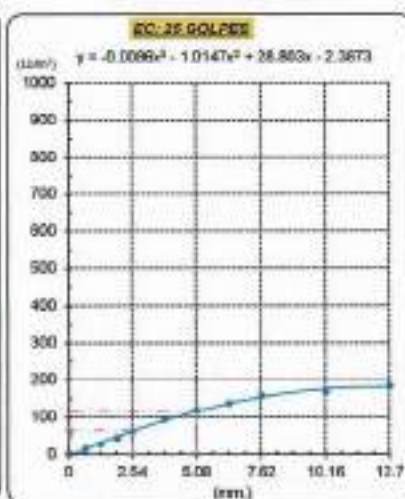
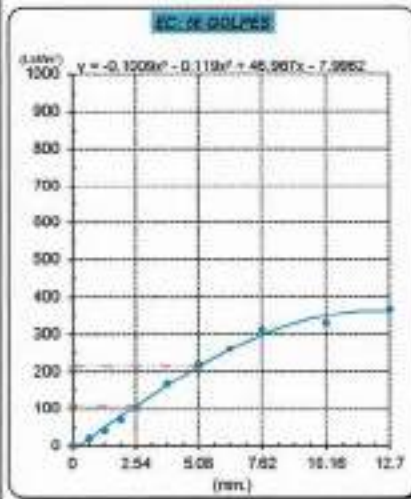


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.470 g /cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.405 g /cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.49 % |

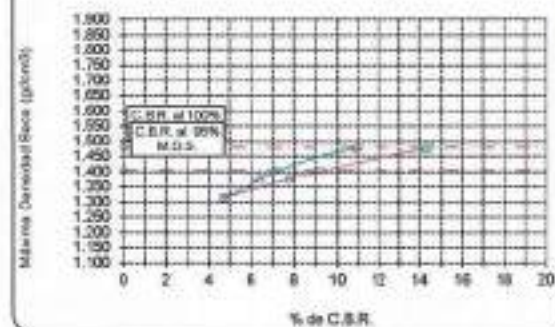
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 11 % | 14 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 7 % | 9 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Riusdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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-1553

Tecnia : Fernández Yajuardo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

ALICATA : C-3
MAESTRÍA : M-3 + 35% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------------------|------------|--------------------|--------------------|--------|------------|--------------------|--------------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| | 4 | | 5 | | 5 | | 6 | | 6 | | 12 | | | |
| Nº Capas | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11565 | 11635 | 11835 | 12209 | 11665 | 12053 | 11665 | 12053 | 11665 | 12053 | 11665 | 12053 | | |
| Peso de molde (g) | 8794 | 8791 | 8993 | 8993 | 8997 | 8937 | 8997 | 8937 | 8997 | 8937 | 8997 | 8937 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 2795 | 3044 | 3142 | 3516 | 3078 | 3416 | 3078 | 3416 | 3078 | 3416 | 3078 | 3416 | | |
| Volumen del molde (cc) | 3064 | 3064 | 1965 | 1965 | 3064 | 3064 | 3064 | 3064 | 3064 | 3064 | 3064 | 3064 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.579 | 1.529 | 1.599 | 1.790 | 1.514 | 1.738 | 1.514 | 1.738 | 1.514 | 1.738 | 1.514 | 1.738 | | |
| % de humedad | 15.58 | 24.62 | 15.78 | 27.85 | 15.91 | 28.89 | 15.91 | 28.89 | 15.91 | 28.89 | 15.91 | 28.89 | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.453 | 1.465 | 1.381 | 1.430 | 1.366 | 1.325 | 1.366 | 1.325 | 1.366 | 1.325 | 1.366 | 1.325 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 134.5 | 134.5 | 3044 | 3044 | 159.3 | 159.3 | 3516 | 3516 | 102.8 | 102.8 | 3416.0 | 3416.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 120.4 | 120.4 | 2795 | 2795 | 140.6 | 140.6 | 3142 | 3142 | 92.4 | 92.4 | 2969.0 | 2969.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 14.4 | 14.4 | 349.0 | 349.0 | 17.7 | 17.7 | 374.0 | 374.0 | 10.3 | 10.3 | 384.0 | 384.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 92.4 | 92.4 | 2755.0 | 2755.0 | 112.4 | 112.4 | 3069.2 | 3069.2 | 64.2 | 64.2 | 2969.0 | 2969.0 | | |
| % de humedad | 15.58 | 15.58 | 24.62 | 24.62 | 15.78 | 15.78 | 27.85 | 27.85 | 15.91 | 15.91 | 28.89 | 28.89 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 15.58 | | 24.62 | | 15.78 | | 27.85 | | 15.91 | | 28.89 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 17/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.10 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 18/04/2024 | 10.2 | 24 | 4.15 | 0.104 | 0.104 | 5.14 | 0.129 | 0.129 | 6.40 | 0.160 | 0.160 | | | |
| 19/04/2024 | 10.2 | 48 | 7.15 | 0.179 | 0.179 | 8.90 | 0.223 | 0.223 | 10.93 | 0.273 | 0.273 | | | |
| 20/04/2024 | 10.2 | 72 | 10.12 | 0.253 | 0.253 | 12.89 | 0.317 | 0.317 | 15.48 | 0.390 | 0.390 | | | |
| 21/04/2024 | 10.2 | 96 | 13.09 | 0.327 | 0.327 | 16.42 | 0.411 | 0.411 | 19.99 | 0.500 | 0.500 | | | |
| | | | 4.57 | total | 7.16 | 4.57 | total | 8.99 | 4.57 | total | 10.94 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | GARGA STAND. Lb/in ² | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Lb/in ² | Lb/in ² | % | Lect. Dial | Lb/in ² | Lb/in ² | % | Lect. Dial | Lb/in ² | Lb/in ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.040 | 0.025 | 0'30" | 43 | 18 | | | | | 38 | 15 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 87 | 35 | | | | | 68 | 27 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 147 | 58 | | | | | 81 | 39 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 218 | 84 | 110.819 | 11.982 | 103 | 72 | 69.0 | 6.9 | 123 | 49 | 40.0 | 4.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 388 | 143 | | | 257 | 100 | 161 | 63 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 457 | 191 | 234.931 | 15.962 | 329 | 128 | 127.5 | 8.5 | 187 | 73 | 73.6 | 4.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 678 | 278 | | | 388 | 152 | 209 | 82 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 699 | 274 | | | 448 | 174 | 221 | 86 | | | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 777 | 290 | | | 598 | 198 | 248 | 95 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 801 | 324 | | | 843 | 214 | 275 | 107 | | | | |

Henry Rivas Obilias
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICOS DE LABORATORIO

Telista : Fernando Yacuerio Arnold Mexardo
 Especialidad : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

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

N.T.P. 330.345 / ASTM D-1883

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

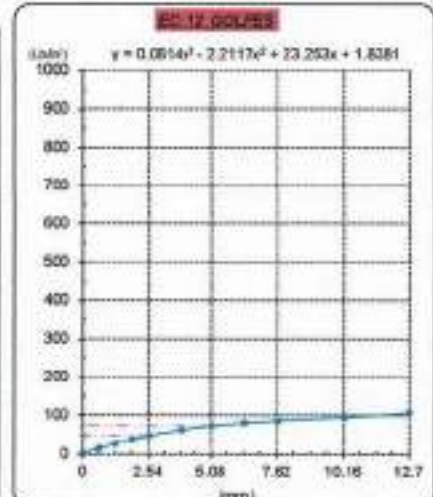
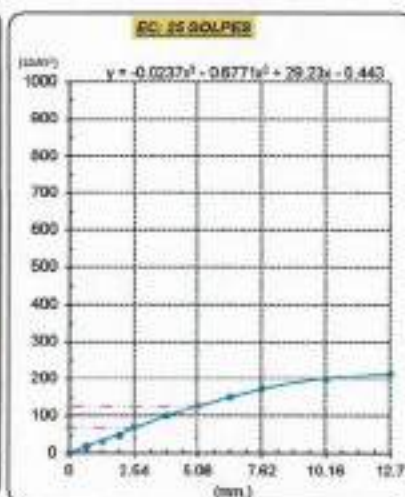
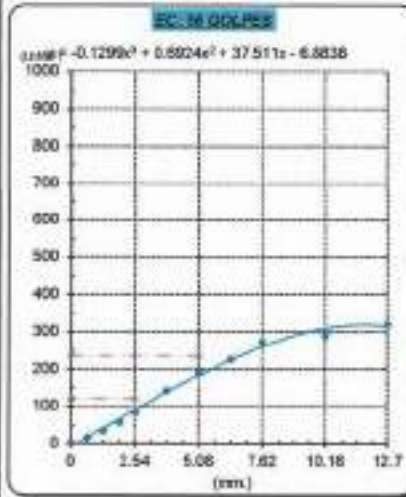


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

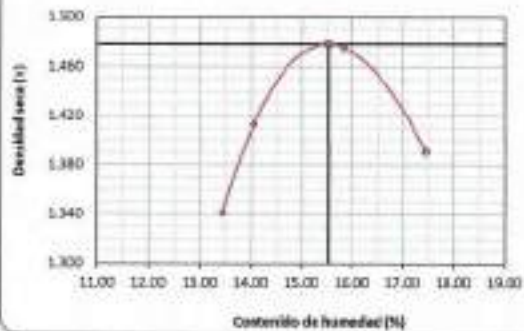
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.470 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.405 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.49 %

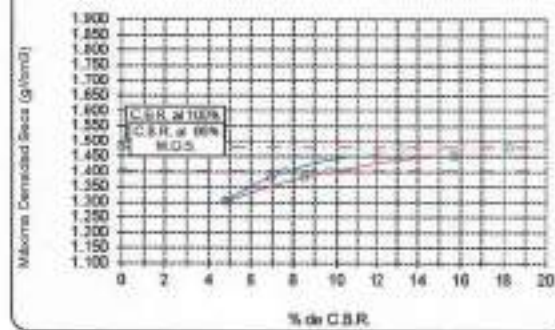
VALOR DEL C.B.R.

| | |
|------------------------|-----------|
| 2.54 cm. | 9.03 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 13 % 18 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 8 % 10 % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



DETERMINACIÓN DEL C.B.R.



Henry Rivasdenayra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



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-1885

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CLASIFICACIÓN: C-3
MUESTRA: M-3 + 15% ASERRIN PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|------------|------------|-----------------------|-------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------|------------|-----------------------|-----------------------|------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | 11834 | | 11893 | | 11878 | | 12233 | | 11639 | | 12629 | | | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | | 8791 | | 8893 | | 8893 | | 8637 | | 8637 | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 2843 | | 3102 | | 3183 | | 3540 | | 2993 | | 3392 | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | | 1664 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.708 | | 1.864 | | 1.620 | | 1.802 | | 1.496 | | 1.695 | | | | |
| % de humedad | 15.48 | | 24.73 | | 15.67 | | 27.05 | | 15.94 | | 29.45 | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.479 | | 1.494 | | 1.401 | | 1.418 | | 1.291 | | 1.310 | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 128.1 | 128.1 | 310.2 | 310.2 | 163.1 | 163.1 | 354.0 | 354.0 | 103.1 | 103.1 | 339.2 | 339.2 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 114.7 | 114.7 | 284.3 | 284.3 | 142.3 | 142.3 | 318.3 | 318.3 | 92.8 | 92.8 | 299.3 | 299.3 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 13.4 | 13.4 | 258.0 | 258.0 | 17.9 | 17.9 | 357.0 | 357.0 | 10.3 | 10.3 | 399.0 | 399.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 86.6 | 86.6 | 2801.8 | 2801.8 | 114.1 | 114.1 | 3138.0 | 3138.0 | 64.4 | 64.4 | 2854.9 | 2854.9 | | | |
| % de humedad | 15.48 | 15.48 | 24.73 | 24.73 | 15.67 | 15.67 | 27.05 | 27.05 | 15.94 | 15.94 | 29.45 | 29.45 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 15.48 | | 24.73 | | 15.67 | | 27.05 | | 15.94 | | 29.45 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 22/04/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.52 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | | |
| 23/04/2024 | 10.2 | 24 | 4.26 | 0.107 | | 5.38 | 0.132 | | 1.78 | 0.169 | | | | | |
| 24/04/2024 | 10.2 | 48 | 7.37 | 0.184 | | 8.82 | 0.225 | | 11.81 | 0.290 | | | | | |
| 25/04/2024 | 10.2 | 72 | 10.45 | 0.261 | | 12.78 | 0.319 | | 16.86 | 0.412 | | | | | |
| 26/04/2024 | 10.2 | 96 | 13.53 | 0.338 | | 16.82 | 0.413 | | 21.38 | 0.534 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 7.41 | 4.57 | total | 9.04 | 4.57 | total | 11.59 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| | | | Leet. Dia | Leet. pulg | Lbf pulg ² | % | Leet. Dia | Lbf pulg ² | Lbf pulg ² | % | Leet. Dia | Lbf pulg ² | Lbf pulg ² | % | |
| 0.000 | 0.000 | 0'30" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 40 | 17 | | | 34 | 15 | | | | 33 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'30" | 80 | 32 | | | 67 | 27 | | | | 63 | 26 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 126 | 54 | | | 105 | 42 | | | | 94 | 38 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'30" | 1500 | 213 | 83 | 83.7 | 3.4 | 164 | 80 | 80.2 | 6.6 | 117 | 46 | 45.3 | 4.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 238 | 131 | | | 227 | 88 | | | 159 | 59 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 483 | 178 | 173.0 | 11.5 | 292 | 114 | 111.8 | 7.4 | 163 | 66 | 86.7 | 4.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 544 | 214 | | | 342 | 133 | | | 188 | 72 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 546 | 258 | | | 392 | 153 | | | 190 | 74 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | | 717 | 288 | | | 435 | 170 | | | 210 | 82 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 772 | 309 | | | 489 | 184 | | | 234 | 91 | | |

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

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

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiklayo, abril del 2024

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

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

GRAFICO CARGA - PENETRACION

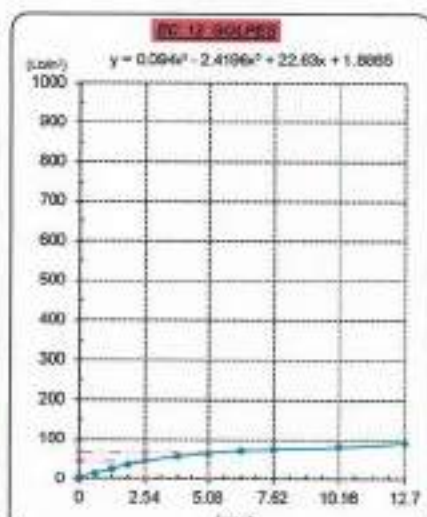
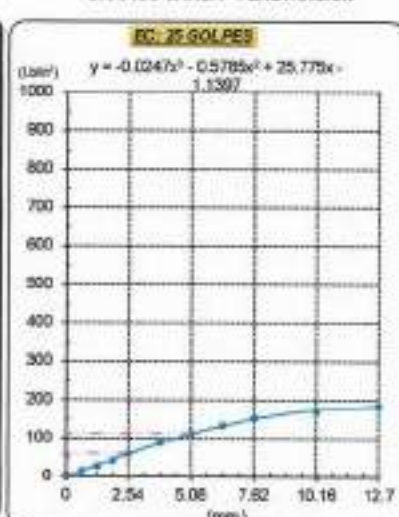
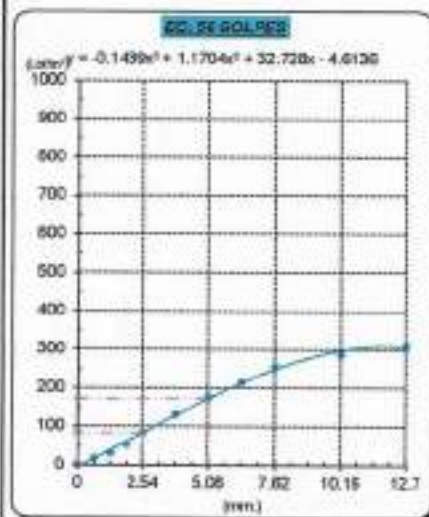


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.479 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.406 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 15.487 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. 6.09 cm.
 C.B.R. AL 100 % M.D.S. 6 % 12 %
 C.B.R. AL 95 % M.D.S. 6 % 8 %



Henry Rivas de Ayra
 Obiñas
 Tec. Laboratorio
 USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



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

Testa : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Calliuc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril del 2024

CAUCITA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 15% ASERRIN PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|------------|-----------|--------------|-------|------------|--------|--------------|-----------|------------|--------|------------|-----|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | 11055 | | 11847 | | 11856 | | 12140 | | 11872 | | 12037 | | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | | 8791 | | 8693 | | 8693 | | 8337 | | 8657 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 2814 | | 3076 | | 3163 | | 3497 | | 3535 | | 3400 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | | 1954 | | 1965 | | 1903 | | 2000 | | 2000 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.691 | | 1.548 | | 1.610 | | 1.760 | | 1.517 | | 1.700 | | | |
| % de humedad | 15.44 | | 24.89 | | 15.42 | | 25.12 | | 15.66 | | 27.85 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.485 | | 1.480 | | 1.395 | | 1.411 | | 1.312 | | 1.330 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 140.3 | 140.3 | 3076 | 3076 | 160.2 | 160.2 | 3497 | 3497 | 103.1 | 103.1 | 3400.0 | 3400.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 125.3 | 125.3 | 2814 | 2814 | 142.6 | 142.6 | 3163 | 3163 | 93.0 | 93.0 | 3035.0 | 3035.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 15.0 | 15.0 | 262.0 | 262.0 | 17.6 | 17.6 | 334.0 | 334.0 | 10.1 | 10.1 | 365.0 | 365.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.18 | 28.2 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 97.3 | 97.3 | 2773.4 | 2773.4 | 114.4 | 114.4 | 3119.5 | 3119.5 | 64.6 | 64.6 | 2995.7 | 2995.7 | | |
| % de humedad | 15.44 | 15.44 | 24.89 | 24.89 | 15.42 | 15.42 | 26.12 | 25.12 | 15.66 | 15.66 | 27.85 | 27.85 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 15.44 | | 24.89 | | 15.42 | | 26.12 | | 15.66 | | 27.85 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/04/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.37 | 0 | 0 | | | |
| 28/04/2024 | 16.5 | 24 | 4.04 | 0.161 | | 4.16 | 0.104 | | 4.79 | 0.119 | | | | |
| 29/04/2024 | 16.5 | 48 | 8.81 | 0.173 | | 7.17 | 0.179 | | 7.38 | 0.200 | | | | |
| 30/04/2024 | 16.5 | 72 | 9.76 | 0.244 | | 10.18 | 0.255 | | 11.19 | 0.280 | | | | |
| 1/05/2024 | 16.5 | 96 | 12.61 | 0.315 | | 13.17 | 0.329 | | 14.39 | 0.360 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 6.91 | 4.57 | total | 7.21 | 4.57 | total | 7.88 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbf | Dial | Lbf | % | Lbf | Dial | Lbf | % | Lbf | Dial | Lbf | % |
| mm. | pulg. | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0.00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0.20" | 40 | 17 | | | 42 | 18 | | 40 | 17 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1.00" | 81 | 33 | | | 82 | 35 | | 79 | 32 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1.30" | 127 | 54 | | | 128 | 56 | | 114 | 46 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2.00" | 180 | 84 | 91.8 | 8.2 | 198 | 79 | 70.8 | 7.1 | 145 | 57 | 85.2 | 5.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3.00" | 340 | 133 | | | 293 | 100 | | 188 | 72 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4.00" | 457 | 179 | 180.8 | 12.1 | 336 | 131 | 129.9 | 8.7 | 214 | 83 | 84.8 | 5.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5.00" | 547 | 216 | | | 396 | 156 | | 238 | 93 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6.00" | 640 | 257 | | | 462 | 177 | | 254 | 99 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8.00" | 716 | 286 | | | 510 | 201 | | 283 | 110 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10.00" | 776 | 310 | | | 560 | 217 | | 309 | 122 | | | |

Henry Rivadeneira Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Melando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Castilla, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, abril 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-1683

GRAFICO CARGA - PENETRACION

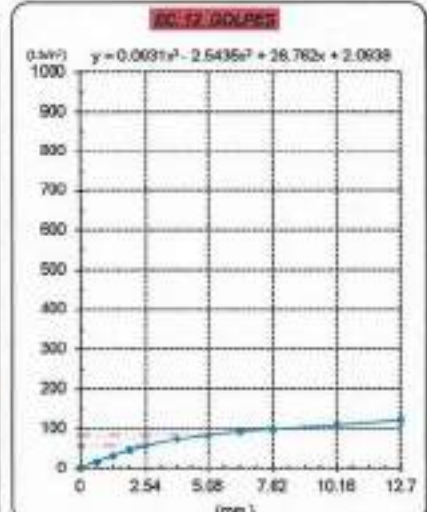
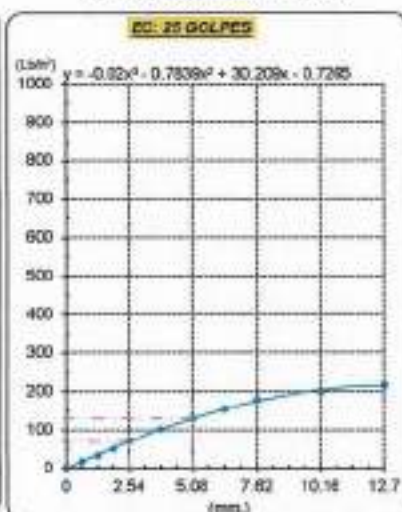
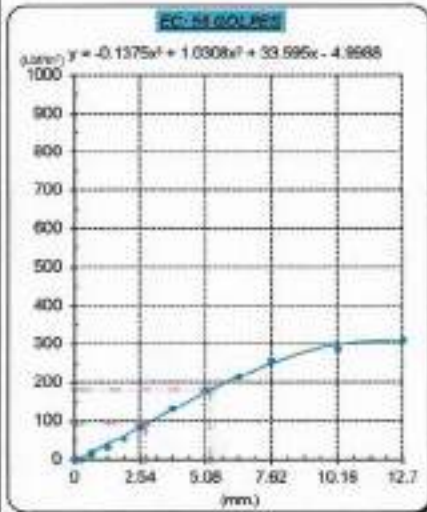


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.479 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.405 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.467 % |

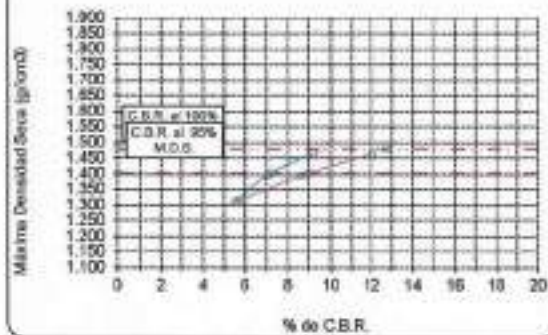
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 10 % | 13 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 7 % | 9 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



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

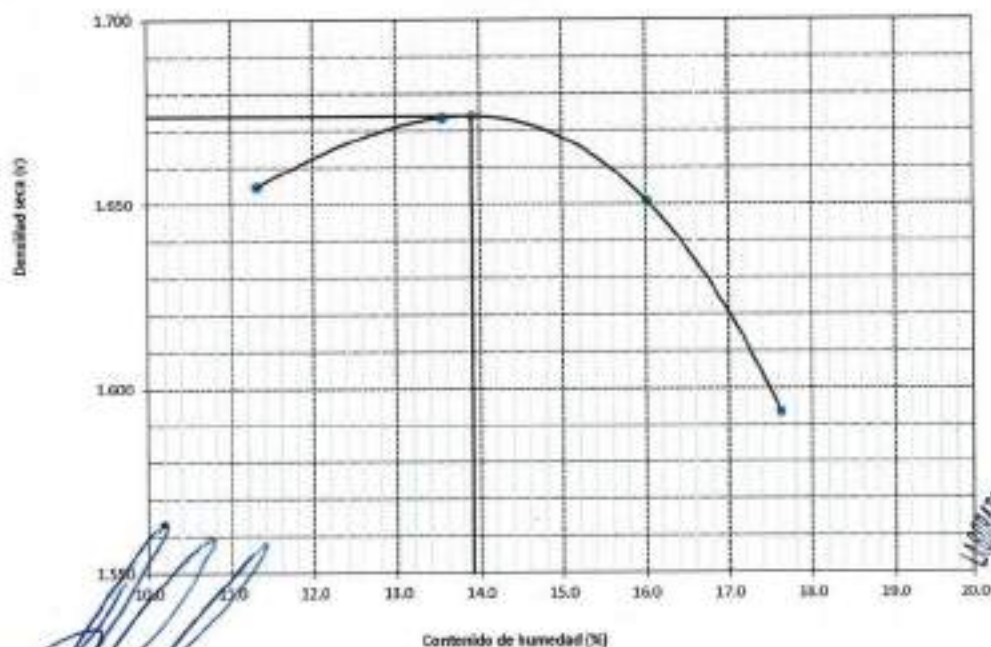
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (86000 pie-lb/pie³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

| | CALCATA: C-3 | COORDENADA: _____ | | | |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| | MUESTRA: M-3 + 5% CAL | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5769 | 5807 | 5783 | 5739 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1737 | 1775 | 1761 | 1707 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.874 | 1.915 | 1.900 | 1.842 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 111.68 | 116.09 | 122.52 | 139.21 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 99.21 | 103.93 | 111.30 | 127.94 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 12.47 | 12.10 | 11.22 | 11.27 |
| Peso de suelo seco | g | 70.80 | 75.89 | 82.84 | 99.09 |
| Contenido de agua | % | 17.6 | 16.0 | 13.5 | 11.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.594 | 1.651 | 1.873 | 1.655 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.674 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 13.904 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Obítas
 Tec. LABORATORIO USAT
 Universidad Católica del Perú

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

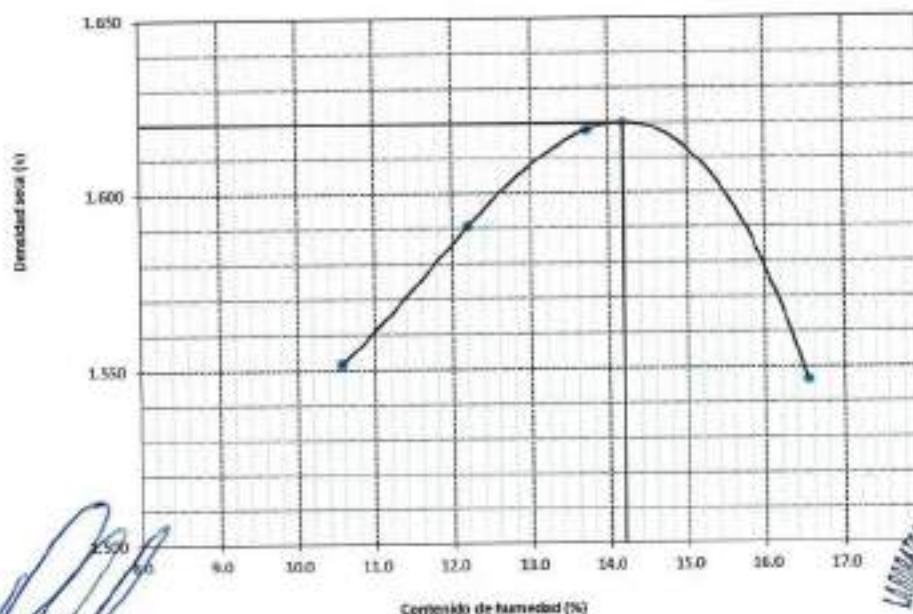
TECNICO DE LABORATORIO

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

Tecnicista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|--------|--------|--------|
| CALCETA: | C-3 | COORDENADAS: | | | |
| MUESTRA: | M-3 + 3% CAL | PROFUNDIDAD: 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | | | | |
| Peso del suelo + molde | g. | 5702 | 5737 | 5686 | 5622 |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1670 | 1705 | 1854 | 1590 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.802 | 1.840 | 1.785 | 1.716 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| N° Recipiente | | | | | |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. | 103.69 | 106.59 | 110.69 | 123.76 |
| Peso del suelo seco + tara | g. | 93.01 | 98.88 | 101.75 | 114.63 |
| Peso de tara | g. | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g. | 10.69 | 9.71 | 8.94 | 9.13 |
| Peso de suelo seco | g. | 64.60 | 70.84 | 73.29 | 86.38 |
| Contenido de agua | % | 16.5 | 13.7 | 12.2 | 10.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.546 | 1.818 | 1.591 | 1.552 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.620 | g/cm ³ | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.176 | % | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivasdenegra Obitas
 Tec. LABORATORIO USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

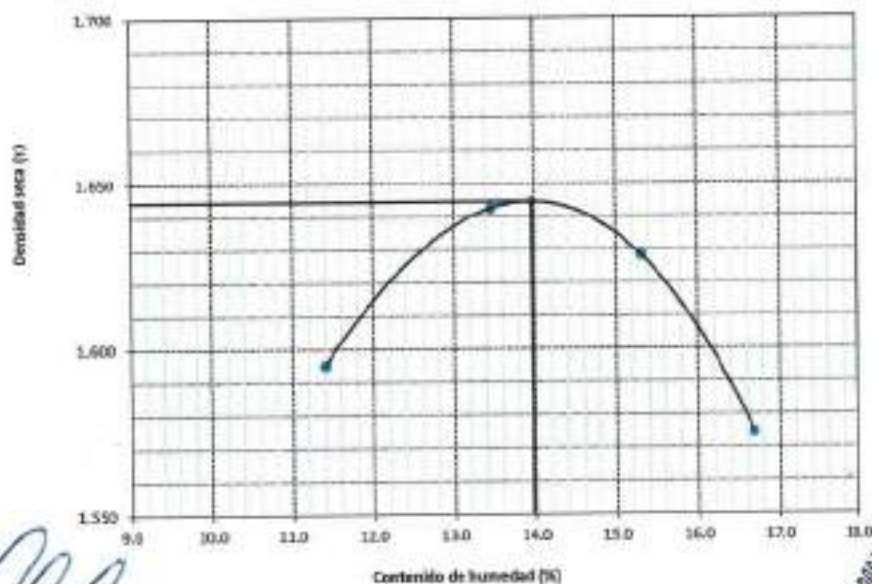


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (59000 pie-lbf/pie³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catllin, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

| CAUCATA : C-3 | | COORDENADAS : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|--------|--------|
| MUESTRA : M-3 + 5% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5735 | 5772 | 5759 | 5679 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1703 | 1740 | 1727 | 1647 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.838 | 1.877 | 1.863 | 1.777 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 127.45 | 133.06 | 120.54 | 128.40 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 113.29 | 119.12 | 109.62 | 118.15 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 14.16 | 13.94 | 10.92 | 10.25 |
| Peso de suelo seco | g | 84.88 | 91.08 | 81.16 | 89.90 |
| Contenido de agua | % | 16.7 | 15.3 | 13.5 | 11.4 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.575 | 1.628 | 1.642 | 1.595 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.645 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 13.965 | % | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



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

[Signature]
 TÉCNICO DE LABORATORIO



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-1685

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCUTA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 5% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|----------|-----------|------------|--------------|-----------|----------|------------|--------------|----------|----------|------------|------|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 11903 | | 12106 | | 12180 | | 12447 | | 11990 | | 12322 | | |
| Peso de molde (g) | | 878 | | 879 | | 863 | | 883 | | 837 | | 867 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3112 | | 3315 | | 3487 | | 3754 | | 3353 | | 3685 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1864 | | 1864 | | 1995 | | 1965 | | 3000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.670 | | 1.802 | | 1.735 | | 1.911 | | 1.678 | | 1.842 | | |
| % de humedad | | 14.03 | | 20.66 | | 14.22 | | 21.99 | | 14.27 | | 24.32 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.640 | | 1.651 | | 1.504 | | 1.566 | | 1.487 | | 1.492 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 107.7 | 107.7 | 3315 | 3315 | 116.0 | 116.0 | 3754 | 3754 | 128.7 | 128.7 | 3685.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 87.9 | 87.9 | 3112 | 3112 | 105.1 | 105.1 | 3487 | 3487 | 116.2 | 116.2 | 3363.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.8 | 9.8 | 203.0 | 203.0 | 10.9 | 10.9 | 267.0 | 267.0 | 12.5 | 12.5 | 332.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.26 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 89.9 | 89.9 | 3061.8 | 3061.8 | 76.8 | 76.8 | 3433.8 | 3433.8 | 87.7 | 87.7 | 3304.5 | | |
| % de humedad | | 14.03 | 14.03 | 20.66 | 20.66 | 14.22 | 14.22 | 21.99 | 21.99 | 14.27 | 14.27 | 24.32 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.03 | | 20.66 | | 14.22 | | 21.99 | | 14.27 | | 24.32 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 2/06/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | 1.97 | 0 | 0 | | | |
| 3/05/2024 | 16.5 | 24 | 2.01 | 0.050 | | 2.83 | 0.071 | | 3.66 | 0.092 | | | | |
| 4/05/2024 | 16.5 | 48 | 2.87 | 0.072 | | 4.69 | 0.102 | | 5.51 | 0.133 | | | | |
| 5/05/2024 | 16.5 | 72 | 3.76 | 0.093 | | 6.55 | 0.134 | | 7.39 | 0.179 | | | | |
| 6/05/2024 | 16.5 | 96 | 4.63 | 0.113 | | 8.57 | 0.164 | | 9.56 | 0.217 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.48 | 4.57 | total | 3.63 | 4.57 | total | 4.74 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | MOLDE 2 | | MOLDE N° | | MOLDE 5 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Libr | Dial | Libr | pulg | Libr | pulg | % | Libr | Dial | Libr | pulg | Libr |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000' | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 030' | 118 | 47 | | | | | 97 | 39 | | | 76 | 31 |
| 1.270 | 0.050 | 100' | 233 | 91 | | | | | 192 | 75 | | | 153 | 60 |
| 1.910 | 0.075 | 130' | 291 | 113 | | | | | 244 | 95 | | | 196 | 77 |
| 2.540 | 0.100 | 200' | 334 | 130 | 170.1 | 17.0 | | | 296 | 115 | 131.6 | 13.2 | 256 | 100 |
| 3.810 | 0.150 | 300' | 667 | 273 | | | | | 502 | 197 | | | 316 | 123 |
| 5.080 | 0.200 | 400' | 874 | 353 | 327.7 | 21.8 | | | 696 | 281 | 251.7 | 16.8 | 438 | 172 |
| 6.350 | 0.250 | 500' | 1003 | 409 | | | | | 771 | 309 | | | 538 | 212 |
| 7.620 | 0.300 | 600' | 1198 | 454 | | | | | 879 | 356 | | | 693 | 259 |
| 10.160 | 0.400 | 800' | 1348 | 518 | | | | | 1058 | 431 | | | 869 | 347 |
| 12.700 | 0.500 | 1000' | 1398 | 598 | | | | | 1186 | 490 | | | 875 | 368 |

Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : 'Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal'
 Ubicación : Dist. Catlluz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2004

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

N.T.P. 339.105 / ASTM D-1583

GRAFICO CARGA - PENETRACION

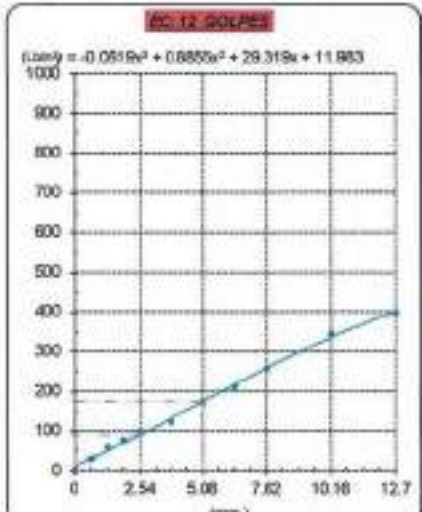
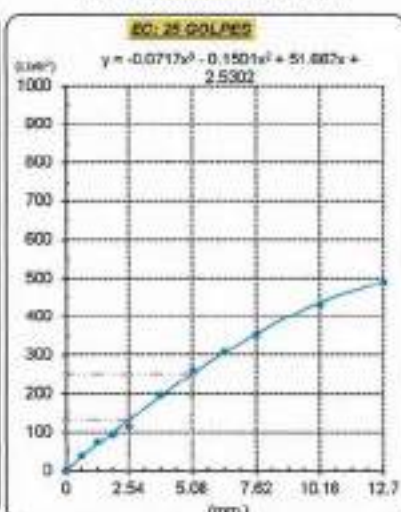
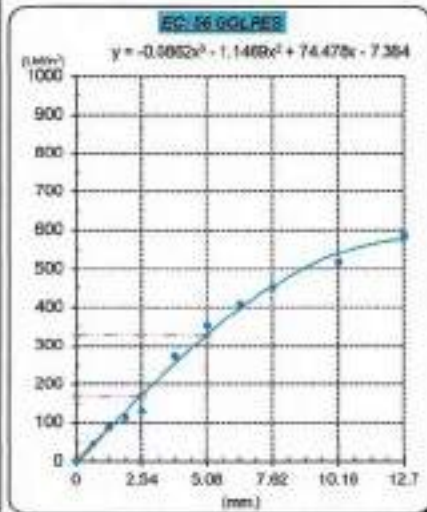


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.646 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.564 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.015 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|-----------------------|----------|----------|
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 17 % | 22 % |
| C.B.R. AL 95% N.D.S. | 14 % | 17 % |



Henry Huadeneiro Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

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-3883

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Menardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dst. Catilluc, Provincia San Miguel y región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAJATA : C-5
 MUESTRA : M-3 + 5% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|--------------|--------------------|------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|------|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 11897 | | 12102 | | 12171 | | 12468 | | 11988 | | 12310 | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8493 | | 8693 | | 8637 | | 8637 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3106 | | 3311 | | 3478 | | 3763 | | 3351 | | 3673 | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1964 | | 1964 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.586 | | 1.689 | | 1.770 | | 1.915 | | 1.675 | | 1.836 | | | |
| % de humedad | | 14.08 | | 20.78 | | 14.22 | | 22.54 | | 14.38 | | 24.13 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.636 | | 1.847 | | 1.590 | | 1.563 | | 1.465 | | 1.479 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 117.3 | 117.3 | 3311 | 3311 | 106.6 | 106.6 | 3763 | 3763 | 98.4 | 98.4 | 3673.0 | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 106.3 | 106.3 | 3106 | 3106 | 95.9 | 95.9 | 3478 | 3478 | 89.6 | 89.6 | 3351.0 | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 11.0 | 11.0 | 205.0 | 205.0 | 9.6 | 9.6 | 285.0 | 285.0 | 8.8 | 8.8 | 322.0 | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.26 | 28.3 | 0 | 0 | 29.41 | 28.41 | 0 | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 78.2 | 78.2 | 3056.0 | 3056.0 | 67.7 | 67.7 | 3424.9 | 3424.9 | 61.2 | 61.2 | 3302.6 | | | |
| % de humedad | | 14.08 | 14.08 | 20.78 | 20.78 | 14.22 | 14.22 | 22.54 | 22.54 | 14.38 | 14.38 | 24.13 | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.08 | | 20.78 | | 14.22 | | 22.54 | | 14.38 | | 24.13 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 7/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 | 1.97 | 0 | 0 | | | | |
| 8/05/2024 | 10.2 | 24 | 1.70 | 0.043 | | 2.78 | 0.059 | | 3.64 | 0.091 | | | | | |
| 9/05/2024 | 10.2 | 48 | 2.28 | 0.066 | | 4.00 | 0.100 | | 5.33 | 0.133 | | | | | |
| 10/05/2024 | 10.2 | 72 | 2.77 | 0.069 | | 7.68 | 0.191 | | 7.01 | 0.175 | | | | | |
| 11/05/2024 | 10.2 | 96 | 3.30 | 0.062 | | 9.52 | 0.246 | | 9.80 | 0.217 | | | | | |
| | | | 6.57 | total | 1.80 | 4.57 | total | 0.38 | 4.57 | total | 4.75 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° | | MOLDE 2 | | MOLDE N° | | MOLDE 5 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 | |
| | | | | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | CARGA | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/ft ² | Lect. Dial | Lbw pulg ² | Lbw pulg ² | % | Lect. Dial | Lbw pulg ² | Lbw pulg ² | % | Lect. Dial | Lbw pulg ² | Lbw pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 000" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 88 | 24 | | | 66 | 23 | | | 81 | 21 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 132 | 52 | | | 119 | 46 | | | 88 | 26 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 147 | 96 | | | 130 | 80 | | | 113 | 93 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 181 | 141 | 139.8 | 14.0 | 115 | 123 | 116.7 | 11.9 | 165 | 105 | 97.7 | 9.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 1500 | 197 | 199 | | | 148 | 178 | | | 188 | 152 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 2000 | 192 | 318 | 282.8 | 19.5 | 148 | 256 | 248.2 | 16.5 | 199 | 196 | 204.1 | 13.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 191 | 373 | | | 185 | 315 | | | 148 | 257 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 1330 | 420 | | | 188 | 360 | | | 148 | 299 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 1194 | 494 | | | 189 | 448 | | | 191 | 403 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 1288 | 526 | | | 1173 | 484 | | | 1379 | 442 | | |

Testista : Fernández Yzaquendo Arnold Miriando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Teoría : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cotacachi, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

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

N.T.P. 319.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

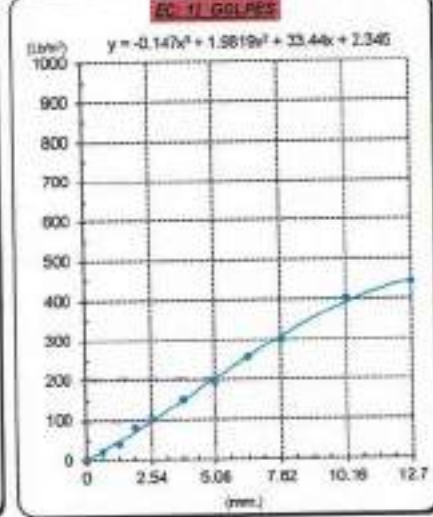
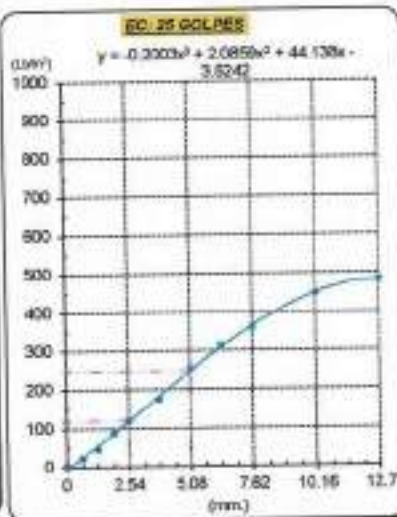
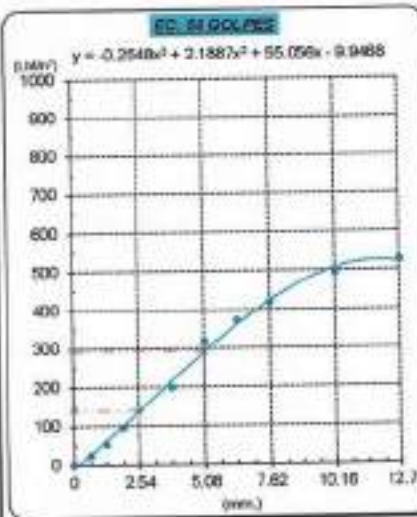


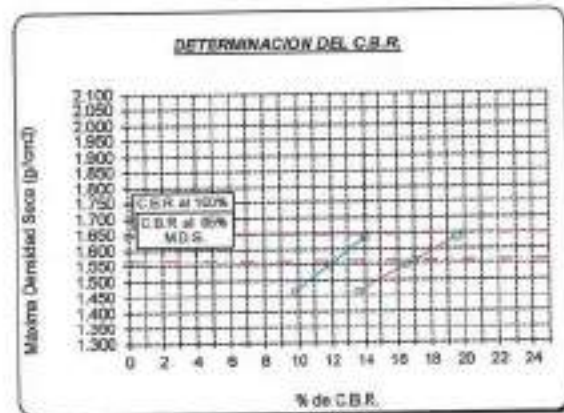
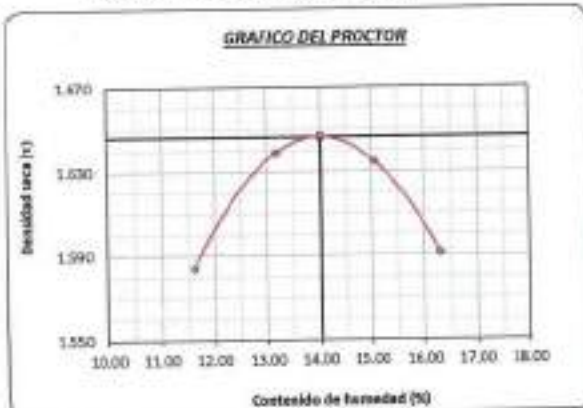
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.646 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.564 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.015 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 % | 20 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 12 % | 17 % |



Henry Rivadeneiro Oblitas
 Henry Rivadeneiro Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Meranda
Especialidad : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALCULA: C-3 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.80 m
MUESTRA: M-3 + 5% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|------------------------|------------------------|----------|--------------|------------------------|------------------------|-----------|--------------|------------------------|------------------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| Nº Capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11000 | 12071 | 12195 | 12431 | 11995 | 12315 | 11995 | 12315 | 11995 | 12315 | 11995 | 12315 | 11995 | 12315 |
| Peso de molde (g) | 4775 | 6791 | 4653 | 4693 | 4637 | 4637 | 4637 | 4637 | 4637 | 4637 | 4637 | 4637 | 4637 | 4637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3088 | 3088 | 3472 | 3738 | 3358 | 3678 | 3358 | 3678 | 3358 | 3678 | 3358 | 3678 | 3358 | 3678 |
| Volumen del molde (cc) | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 | 3664 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.856 | 1.971 | 1.767 | 1.903 | 1.879 | 1.838 | 1.879 | 1.838 | 1.879 | 1.838 | 1.879 | 1.838 | 1.879 | 1.838 |
| % de humedad | 14.09 | 20.37 | 14.20 | 21.98 | 14.39 | 24.03 | 14.39 | 24.03 | 14.39 | 24.03 | 14.39 | 24.03 | 14.39 | 24.03 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.627 | 1.637 | 1.547 | 1.560 | 1.658 | 1.483 | 1.658 | 1.483 | 1.658 | 1.483 | 1.658 | 1.483 | 1.658 | 1.483 |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 122.8 | 122.8 | 328.0 | 328.0 | 117.0 | 117.0 | 373.0 | 373.0 | 131.0 | 131.0 | 367.0 | 367.0 | 367.0 | 367.0 |
| Tarro + Suelo seco (g.) | 111.1 | 111.1 | 368.0 | 368.0 | 105.9 | 105.9 | 347.0 | 347.0 | 118.3 | 118.3 | 339.0 | 339.0 | 339.0 | 339.0 |
| Peso del Agua (g.) | 11.7 | 11.7 | 181.0 | 181.0 | 11.0 | 11.0 | 286.0 | 286.0 | 12.8 | 12.8 | 318.0 | 318.0 | 318.0 | 318.0 |
| Peso del tarro (g.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (g.) | 83.1 | 83.1 | 303.6 | 303.6 | 77.7 | 77.7 | 3419.1 | 3419.1 | 89.9 | 89.9 | 3310.4 | 3310.4 | 3310.4 | 3310.4 |
| % de humedad | 14.09 | 14.09 | 20.37 | 20.37 | 14.20 | 14.20 | 21.98 | 21.98 | 14.39 | 14.39 | 24.03 | 24.03 | 24.03 | 24.03 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.09 | | 20.37 | | 14.20 | | 21.98 | | 14.39 | | 24.03 | | 24.03 | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 12/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | 2.36 | 0 | 0 | | | |
| 13/05/2024 | 10.2 | 24 | 1.87 | 0.049 | | 3.18 | 0.079 | | 4.35 | 0.108 | | | | |
| 14/05/2024 | 10.2 | 48 | 2.76 | 0.069 | | 4.83 | 0.113 | | 6.20 | 0.157 | | | | |
| 15/05/2024 | 10.2 | 72 | 3.54 | 0.080 | | 10.87 | 0.272 | | 8.27 | 0.207 | | | | |
| 16/05/2024 | 10.2 | 96 | 4.33 | 0.108 | | 14.17 | 0.354 | | 19.28 | 0.256 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.37 | 4.57 | total | 7.76 | 4.57 | total | 6.85 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Levl. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Levl. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Levl. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 88 | 24 | | | 64 | 23 | | | 48 | 21 | | |
| 1.270 | 0.050 | 109" | 132 | 53 | | | 129 | 51 | | | 96 | 38 | | |
| 1.910 | 0.075 | 135" | 202 | 114 | | | 220 | 80 | | | 180 | 83 | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 429 | 166 | 160.6 | 16.0 | 313 | 132 | 116.1 | 11.6 | 203 | 79 | 73.0 | 7.3 |
| 3.810 | 0.150 | 309" | 834 | 235 | | | 428 | 171 | | | 279 | 108 | | |
| 5.080 | 0.200 | 408" | 1221 | 292 | 279.1 | 18.6 | 556 | 218 | 218.9 | 14.6 | 379 | 148 | 152.8 | 10.2 |
| 6.350 | 0.250 | 506" | 1618 | 345 | | | 672 | 267 | | | 486 | 182 | | |
| 7.620 | 0.300 | 606" | 2014 | 361 | | | 738 | 285 | | | 581 | 230 | | |
| 10.180 | 0.400 | 800" | 2823 | 417 | | | 1027 | 367 | | | 781 | 317 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 3632 | 451 | | | 1300 | 400 | | | 977 | 354 | | |

Henry Meadeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT

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

Tesis: Fernández Yoclerio Arnold Merced
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal
 Ubicación: Dist. Cutervo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, mayo 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

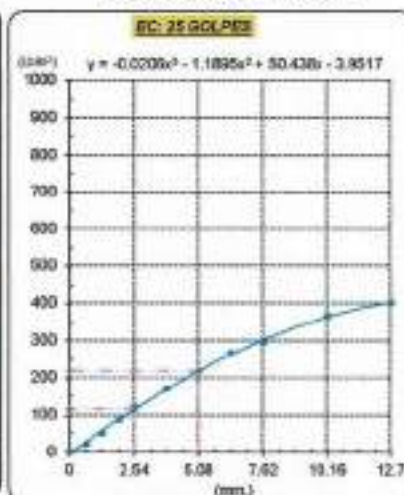
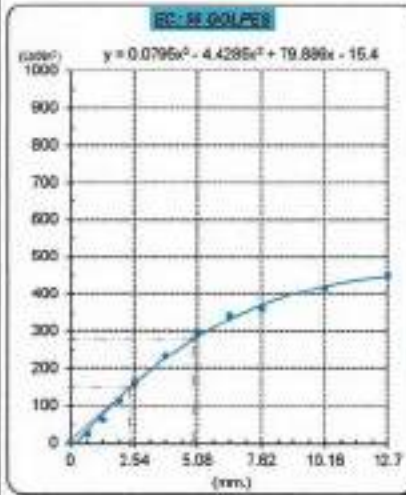


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

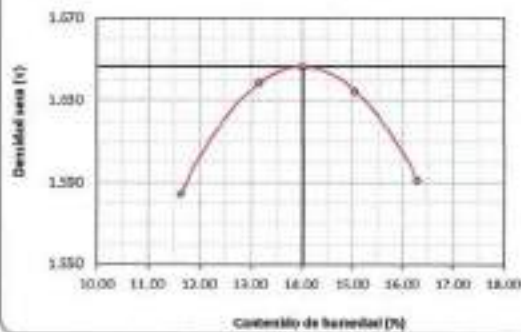
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.548 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.564 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.02 % |

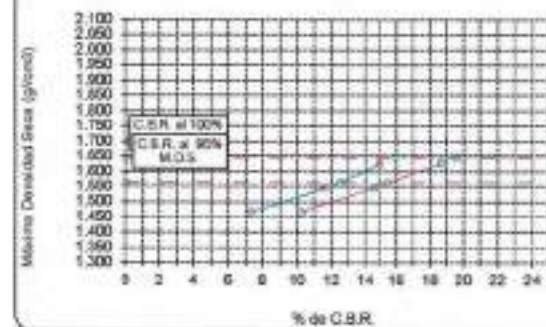
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 18 % | 20 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 13 % | 16 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



[Handwritten Signature]
 Yenny Rivas de Herrera
 Obtenida
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 319.145 / ASTM D-1883

Analista : Fernández Yezuardo Arnold Méndez
Especialidad : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CALCUTA: C-3 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
MUESTRA: M-3 + 5% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|------------|------------------------|------------------------|--------|------------|------------------------|------------------------|-----------|------------|------------------------|------------------------|------|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | | | |
| Nº Capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11910 | | 12127 | | 12104 | | 13493 | | 11920 | | 12244 | | | |
| Peso de molde (g) | 8791 | | 8701 | | 8695 | | 8693 | | 8637 | | 8537 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3119 | | 3336 | | 3491 | | 3790 | | 3383 | | 3607 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | | 1664 | | 1263 | | 1065 | | 2000 | | 2000 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.874 | | 2.004 | | 1.777 | | 1.929 | | 1.691 | | 1.803 | | | |
| % de humedad | 14.18 | | 21.25 | | 14.13 | | 22.83 | | 14.01 | | 24.02 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.641 | | 1.693 | | 1.567 | | 1.670 | | 1.440 | | 1.454 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 115.5 | 115.5 | 3356 | 3398 | 110.8 | 110.8 | 3790 | 3790 | 113.4 | 113.4 | 3607.0 | 3607.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 104.4 | 104.4 | 3119 | 3119 | 100.8 | 100.8 | 3491 | 3491 | 103.0 | 103.0 | 3283.0 | 3283.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 10.8 | 10.8 | 217.0 | 217.0 | 10.2 | 10.2 | 299.0 | 299.0 | 10.4 | 10.4 | 324.0 | 324.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 75.4 | 75.4 | 3066.6 | 3066.6 | 72.3 | 72.3 | 3437.6 | 3437.6 | 74.5 | 74.5 | 3236.4 | 3236.4 | | |
| % de humedad | 14.18 | 14.18 | 21.25 | 21.25 | 14.13 | 14.13 | 22.83 | 22.83 | 14.01 | 14.01 | 24.02 | 24.02 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.18 | | 21.25 | | 14.13 | | 22.83 | | 14.01 | | 24.02 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 17/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.40 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | |
| 18/05/2024 | 10.2 | 24 | 2.83 | 0.095 | | 3.09 | 0.951 | | 3.70 | 0.990 | | | | |
| 19/05/2024 | 10.2 | 48 | 4.04 | 0.101 | | 3.80 | 0.955 | | 3.81 | 0.145 | | | | |
| 20/05/2024 | 10.2 | 72 | 5.47 | 0.137 | | 5.18 | 0.980 | | 3.85 | 0.196 | | | | |
| 21/05/2024 | 10.2 | 96 | 6.89 | 0.172 | | 5.74 | 0.994 | | 10.04 | 0.251 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 3.77 | 4.57 | total | 2.05 | 4.57 | total | 0.50 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | | MOLDE Nº | | MOLDE 5 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg ² | Lbs/ pulg ² | % |
| mm | pulg. | Lbs/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'30" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 99 | 39 | | | 79 | 32 | | | 60 | 25 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'30" | 118 | 85 | | | 169 | 63 | | | 118 | 47 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 132 | 126 | | | 248 | 95 | | | 217 | 85 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 419 | 164 | 172.899 | 17.287 | 315 | 123 | 128.9 | 12.9 | 276 | 106 | 99.8 | 10.0 |
| 3.210 | 0.150 | 3'00" | 481 | 275 | | | 488 | 182 | | | 384 | 150 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 863 | 348 | 327.782 | 21.852 | 866 | 285 | 256.5 | 17.1 | 499 | 190 | 303.4 | 13.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 999 | 407 | | | 796 | 318 | | | 638 | 253 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1080 | 443 | | | 903 | 360 | | | 745 | 288 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1236 | 508 | | | 1088 | 400 | | | 881 | 335 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1347 | 563 | | | 1205 | 468 | | | 1079 | 442 | | |

Henry Obilias
Téc. Laboratorio
USAT



Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo 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

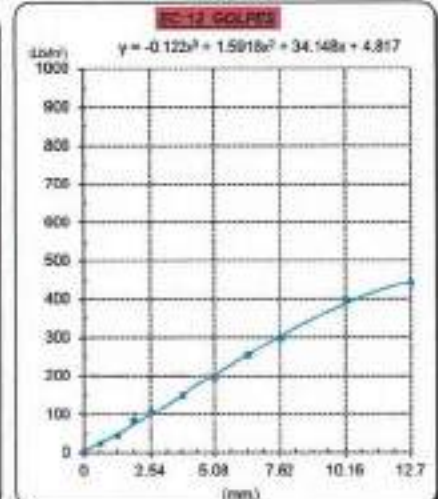
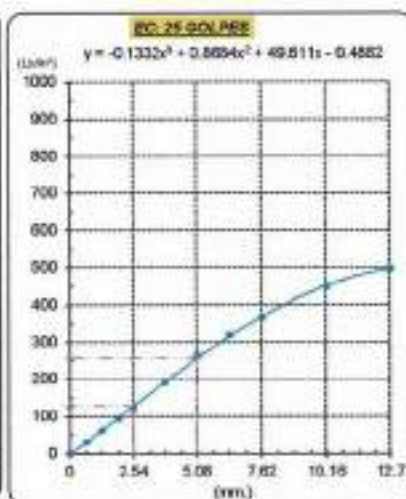
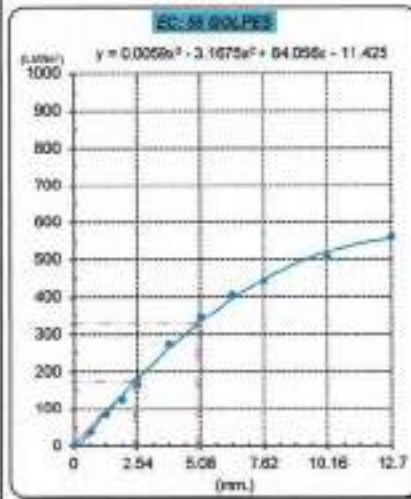


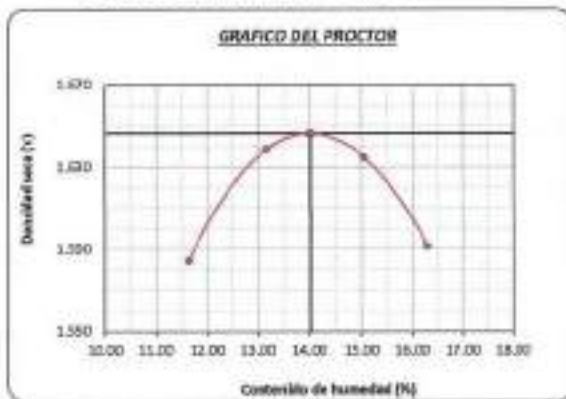
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.645 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 96% : 1.554 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.02 %

VALOR DEL C.B.R.

| | |
|-----------------------|-----------|
| 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 17 % 22 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 13 % 17 % |



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Testa : Fernández Yaguierdo Arnold Merande
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAUCUTA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 3% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | MOLDE 5 | | MOLDE 3 | |
| Nº Capes | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Golpes por cape | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11895 | 12118 | 12154 | 12440 | 11909 | 12238 |
| Peso de molde (g) | 8793 | 8791 | 8892 | 9093 | 8837 | 8837 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3102 | 3327 | 3481 | 3747 | 3272 | 3602 |
| Volumen del molde (cc) | 2864 | 2864 | 1993 | 1995 | 2000 | 2000 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.084 | 1.899 | 1.762 | 1.907 | 1.636 | 1.801 |
| % de humedad | 14.03 | 21.40 | 14.31 | 22.70 | 14.46 | 24.99 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.835 | 1.847 | 1.541 | 1.554 | 1.429 | 1.444 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 112.1 | 112.1 | 3327 | 3327 | 108.6 | 108.6 | 3747 | 3747 | 114.8 | 114.0 | 3602.0 | 3602.0 |
| Tarro + Suelo seco (g.) | 101.8 | 101.8 | 3102 | 3102 | 98.6 | 98.6 | 3461 | 3461 | 103.2 | 103.2 | 3272.0 | 3272.0 |
| Peso del Agua (g.) | 10.3 | 10.3 | 325.0 | 325.0 | 10.1 | 10.1 | 286.0 | 286.0 | 10.8 | 10.8 | 330.0 | 330.0 |
| Peso del tarro (g.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (g.) | 73.7 | 73.7 | 3052.1 | 3052.1 | 70.3 | 70.3 | 3408.5 | 3408.5 | 74.8 | 74.8 | 3225.9 | 3225.9 |
| % de humedad | 14.03 | 14.03 | 21.40 | 21.40 | 14.31 | 14.31 | 22.70 | 22.70 | 14.46 | 14.46 | 24.89 | 24.89 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.03 | | 21.40 | | 14.31 | | 22.70 | | 14.46 | | 24.89 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|------|-----------|------|-------|-----------|------|
| FECHA | HCRA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % |
| 22/05/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.48 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 |
| 23/05/2024 | 10.2 | 24 | 3.08 | 0.051 | | 3.62 | 0.088 | | 4.13 | 0.105 | |
| 24/05/2024 | 10.2 | 48 | 3.91 | 0.073 | | 5.45 | 0.136 | | 5.89 | 0.162 | |
| 25/05/2024 | 10.2 | 72 | 3.79 | 0.094 | | 7.22 | 0.183 | | 8.86 | 0.221 | |
| 26/05/2024 | 10.2 | 96 | 4.63 | 0.118 | | 8.35 | 0.234 | | 11.22 | 0.281 | |
| | | | 4.57 | total | 2.53 | 4.57 | total | 5.12 | 4.57 | total | 6.14 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--------|-------------|------------|------------|------------|------|------------|------------|------------|------|------------|------------|------------|------|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | | Lect. Dial | Lbs/ pulg. | Lbs/ pulg. | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg. | Lbs/ pulg. | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg. | Lbs/ pulg. | % |
| mm. | pulg. | | Lbs/in2 | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 65 | 27 | | | 57 | 24 | | | 48 | 21 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 149 | 59 | | | 123 | 49 | | | 96 | 36 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 237 | 92 | | | 198 | 78 | | | 160 | 63 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 319 | 124 | 137.8 | 13.6 | 261 | 102 | 106.2 | 10.6 | 209 | 79 | 73.0 | 7.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 529 | 206 | | | 404 | 158 | | | 378 | 108 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 719 | 287 | 288.4 | 17.9 | 549 | 217 | 210.0 | 14.0 | 379 | 140 | 152.8 | 10.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 833 | 335 | | | 661 | 263 | | | 488 | 182 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 963 | 365 | | | 742 | 297 | | | 581 | 230 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 1236 | 473 | | | 913 | 369 | | | 791 | 317 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 1529 | 586 | | | 989 | 407 | | | 877 | 354 | | |

Henry Rivasdeveya Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

REGISTRO DE LABORATORIO

Tesista : Fernández Yezuelo Arnold Morado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callizo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo 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

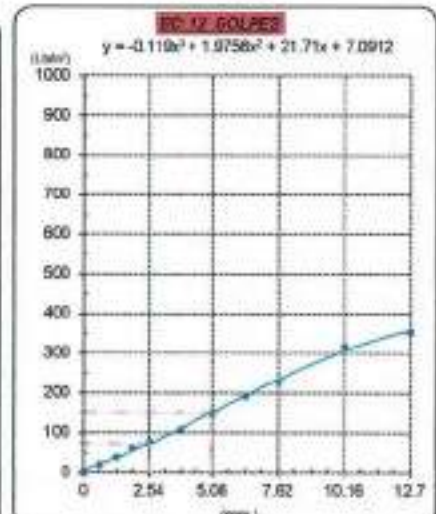
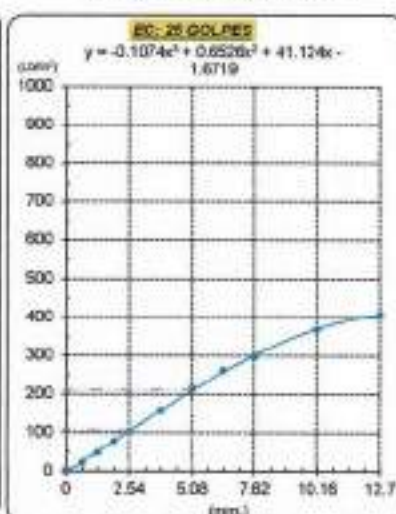
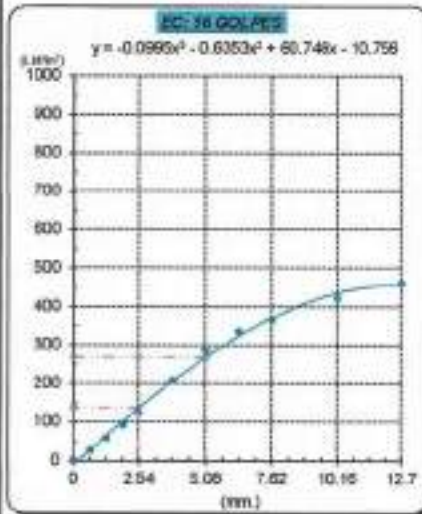


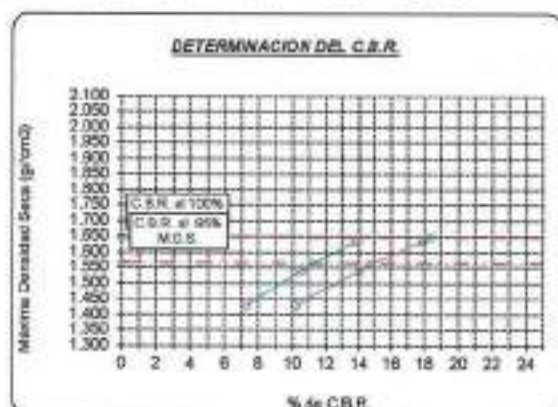
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1,548 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1,564 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14,015 %

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|---------|----------|
| | 2,54 cm | 5,08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 % | 18 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 11 % | 15 % |



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAI

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 309.145 / ASTM D-1883

Técnico : Fernández Yaguierno Arnold Menardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dkt. Catilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, mayo del 2024

CAJONETA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 5% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------|------------|-------------------------|-------------------------|-----------|------------|-------------------------|-------------------------|------|
| Nº Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | 11895 | | 12187 | | 12195 | | 12489 | | 11931 | | 12280 | | | |
| Peso de molde (g) | 5791 | | 5791 | | 5893 | | 5893 | | 5837 | | 5837 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3094 | | 3315 | | 3463 | | 3795 | | 3294 | | 3543 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | | 1664 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.859 | | 1.992 | | 1.763 | | 1.933 | | 1.647 | | 1.821 | | | |
| % de humedad | 14.14 | | 21.43 | | 14.07 | | 23.80 | | 13.94 | | 24.69 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.629 | | 1.641 | | 1.545 | | 1.560 | | 1.445 | | 1.481 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 114.0 | 114.0 | 3316 | 3316 | 108.0 | 108.0 | 3795 | 3795 | 100.3 | 100.3 | 3643.0 | 3643.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 103.9 | 103.9 | 3094 | 3094 | 98.2 | 98.2 | 3463 | 3463 | 98.6 | 98.6 | 3294.0 | 3294.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 10.7 | 10.7 | 222.0 | 222.0 | 9.8 | 9.8 | 332.0 | 332.0 | 9.8 | 9.8 | 349.0 | 349.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.25 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 75.8 | 75.8 | 3044.4 | 3044.4 | 70.0 | 70.0 | 3410.3 | 3410.3 | 70.1 | 70.1 | 3247.1 | 3247.1 | | |
| % de humedad | 14.14 | 14.14 | 21.43 | 21.43 | 14.07 | 14.07 | 23.80 | 23.80 | 13.94 | 13.94 | 24.69 | 24.69 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.14 | | 21.43 | | 14.07 | | 23.80 | | 13.94 | | 24.69 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/05/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.16 | 0 | 0 | 1.77 | 0 | 0 | | | |
| 28/05/2024 | 16.5 | 24 | 1.12 | 0.053 | | 2.17 | 0.054 | | 3.89 | 0.090 | | | | |
| 29/05/2024 | 16.5 | 48 | 1.04 | 0.078 | | 3.13 | 0.078 | | 5.41 | 0.135 | | | | |
| 30/05/2024 | 16.5 | 72 | 1.98 | 0.099 | | 4.09 | 0.102 | | 7.24 | 0.181 | | | | |
| 31/05/2024 | 16.5 | 96 | 4.89 | 0.122 | | 5.09 | 0.127 | | 8.08 | 0.226 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.55 | 4.57 | total | 2.75 | 4.57 | total | 4.90 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE Nº 2 | | | | MOLDE Nº 5 | | | | MOLDE Nº 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lect. Dial | Líbr. pulg ² | Líbr. pulg ² | % | Lect. Dial | Líbr. pulg ² | Líbr. pulg ² | % | Lect. Dial | Líbr. pulg ² | Líbr. pulg ² | % |
| mm. | pulg. | Lb/ftm ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'30" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 10 | 32 | | | 71 | 29 | | 82 | 29 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 185 | 72 | | | 162 | 60 | | 122 | 49 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 305 | 119 | | | 255 | 96 | | 218 | 85 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 421 | 165 | 167.8 | 16.8 | 341 | 133 | 131.9 | 13.2 | 279 | 108 | 100.3 | 10.0 |
| 3.170 | 0.150 | 3'00" | 600 | 250 | | | 494 | 194 | | 382 | 149 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 836 | 336 | 320.0 | 21.3 | 864 | 264 | 258.9 | 17.3 | 469 | 196 | 203.2 | 13.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 972 | 395 | | | 789 | 321 | | 636 | 252 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1067 | 432 | | | 839 | 363 | | 744 | 297 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1210 | 501 | | | 1092 | 445 | | 979 | 395 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1309 | 545 | | | 1191 | 492 | | 1078 | 442 | | | |

Henry Vivadenegra Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: : Fernández Yaqüerdy Arnold Merado
 Escuela: : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis: : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación: : Dist. Castilla, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión: : Chiclayo, mayo 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

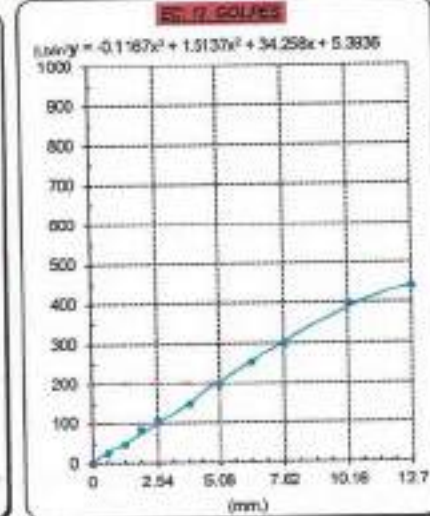
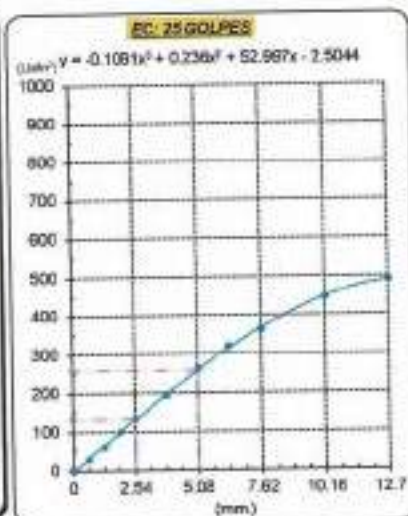
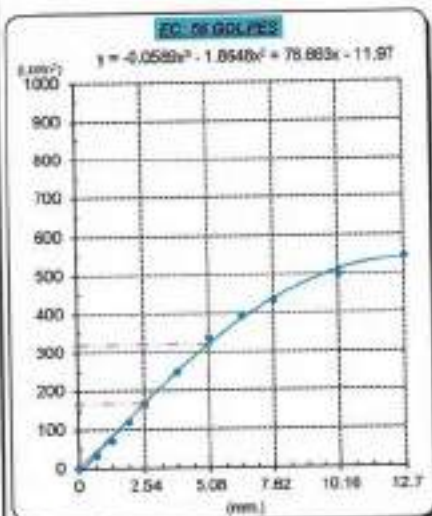


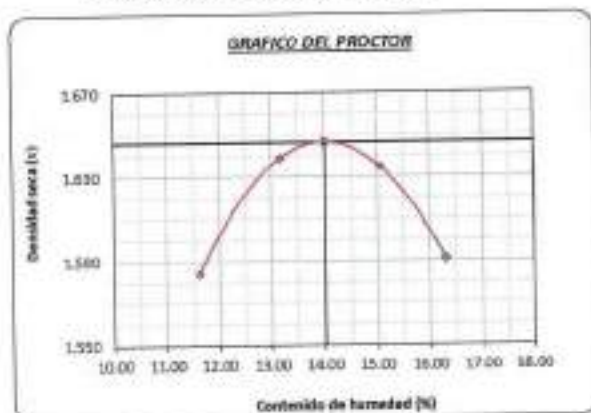
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.548 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.564 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.015 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 17 % | 22 % |
| C.B.R. AL 95% N.D.S. | 14 % | 10 % |




 Henry Rivas
 Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT


 LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada [2700 kN-mm³ (50000 pie-lbf/pe³)]
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Teñista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Cabilluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

| | | | |
|------------|---------------|---------------|-----------------|
| CALICATA : | C-3 | COORDENADAS : | |
| MUESTRA : | M-3 + 10% CAL | PROFUNDIDAD : | 0.00 m - 1.50 m |

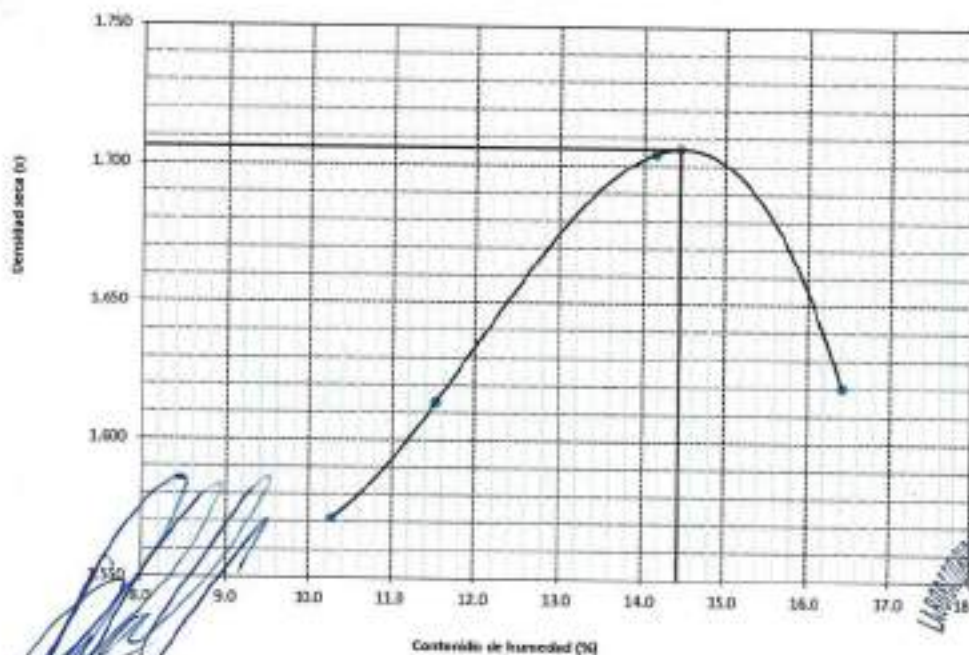
| Número de ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g | 5780 | 5835 | 5700 | 5638 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1748 | 1803 | 1668 | 1606 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.885 | 1.945 | 1.800 | 1.733 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| Nº Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 143.40 | 146.90 | 149.40 | 135.70 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 127.19 | 132.17 | 136.90 | 125.70 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 15.21 | 14.73 | 12.50 | 10.00 |
| Peso de suelo seco | g | 98.75 | 104.13 | 108.44 | 97.45 |
| Contenido de agua | % | 16.4 | 14.1 | 11.5 | 10.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.620 | 1.704 | 1.614 | 1.572 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.706 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.437 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chilayo, junio del 2024

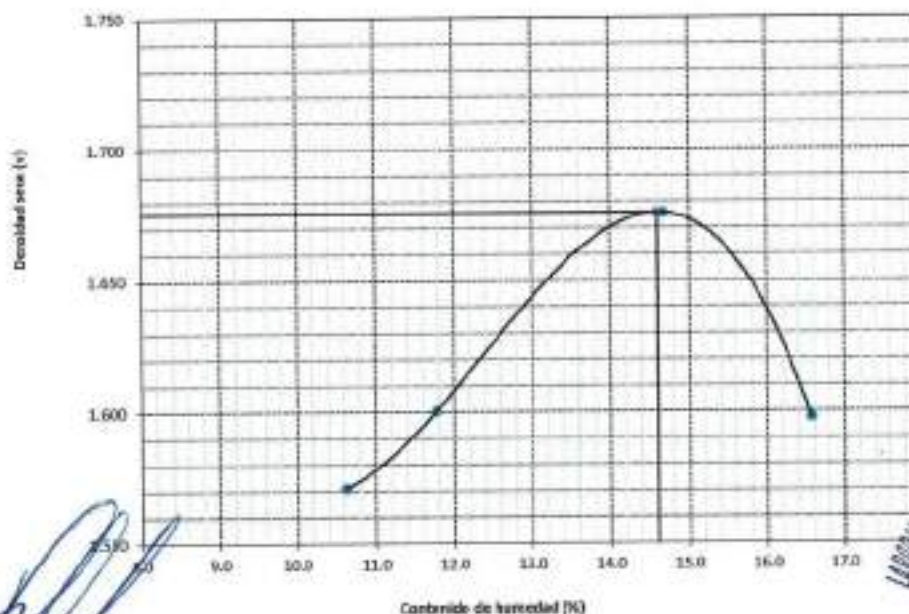
| | | | |
|------------|---------------|---------------|-----------------|
| CALICATA : | C-3 | COORDENADAS : | |
| MUESTRA : | M-3 + 10% CAL | PROFUNDIDAD : | 0.00 m - 1.50 m |

| Número de ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g. 5758 | 5813 | 5690 | 5643 |
| Peso del molde | g. 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. 1726 | 1781 | 1658 | 1611 |
| Volumen del molde | cm ³ 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ 1.862 | 1.922 | 1.799 | 1.738 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Nº Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. 132.30 | 150.24 | 140.78 | 138.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g. 117.54 | 134.60 | 128.95 | 128.00 |
| Peso de tara | g. 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g. 14.78 | 15.64 | 11.83 | 10.60 |
| Peso de suelo seco | g. 89.13 | 106.56 | 100.49 | 89.75 |
| Contenido de agua | % 16.6 | 14.7 | 11.8 | 10.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ 1.598 | 1.676 | 1.601 | 1.571 |

| | | |
|-----------------------------|--------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.676 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 14.596 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR



Rivaldo Obitos
 Tec. Laboratorio
 USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

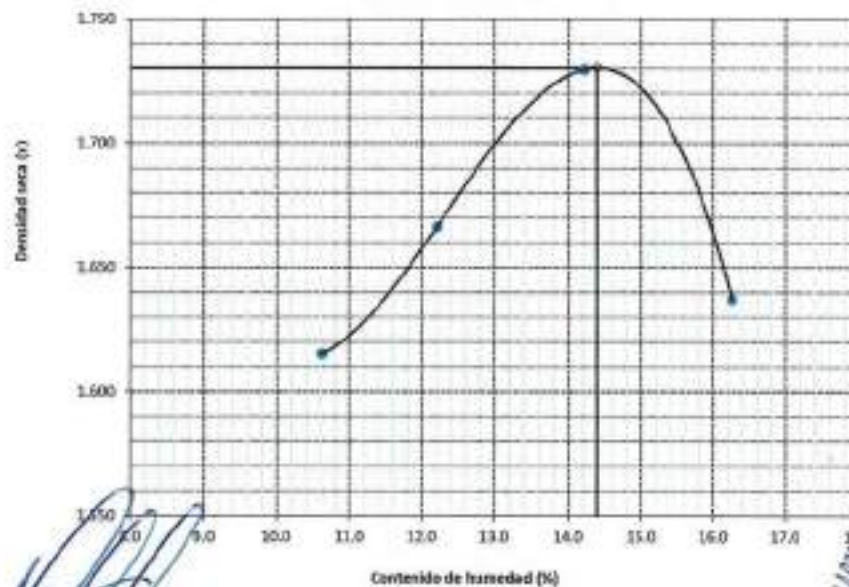


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie·lb/pe³))
 N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tecista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catllín, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

| CALCATA : C-3 | | COORDENADA : | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|--------|--------|
| MUESTRA : M-3 + 10% CAL | | PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g | 5796 | 5863 | 5765 | 5688 |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1764 | 1831 | 1733 | 1656 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.903 | 1.976 | 1.870 | 1.787 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 151.86 | 154.20 | 157.09 | 136.05 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 134.60 | 138.50 | 143.10 | 125.70 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 17.26 | 15.70 | 13.99 | 10.35 |
| Peso de suelo seco | g | 106.19 | 110.46 | 114.64 | 97.45 |
| Contenido de agua | % | 16.3 | 14.2 | 12.2 | 10.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.637 | 1.730 | 1.657 | 1.615 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.730 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 14.385 | % | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivadeneira Obdías
 Tec. Laboratorio USAT



TECNICO DE LABORATORIO



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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

GRUPO : C-3
 MUESTRA : M-3 + 10% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|--------------|-------------|------------|--------|--------------|-----------|------------|--------|--------------|-------|------------|--------|------------|--|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | | |
| N° Capas | | 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 | | 12838 | | 12206 | | 12284 | | 3952 | | 3952 | | 11054 | | 12246 | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8693 | | 8693 | | 8637 | | 8637 | | 8637 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3245 | | 3415 | | 3591 | | 3952 | | 3952 | | 3317 | | 3589 | |
| Volumen del molde (cc) | | 1864 | | 1864 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | 2000 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.900 | | 2.052 | | 1.828 | | 1.961 | | 1.961 | | 1.658 | | 1.784 | |
| % de humedad | | 14.45 | | 19.78 | | 14.13 | | 21.52 | | 21.52 | | 14.56 | | 22.24 | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.703 | | 1.713 | | 1.601 | | 1.613 | | 1.613 | | 1.448 | | 1.459 | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 99.5 | 99.5 | 3415 | 3415 | 120.5 | 120.5 | 3952 | 3952 | 110.5 | 110.5 | 3669.0 | 3669.0 | 3669.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 90.5 | 90.5 | 3245 | 3245 | 109.1 | 109.1 | 3991 | 3991 | 100.1 | 100.1 | 3317.0 | 3317.0 | 3317.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.0 | 9.0 | 170.0 | 170.0 | 11.4 | 11.4 | 261.0 | 261.0 | 10.4 | 10.4 | 251.0 | 251.0 | 251.0 | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 29.25 | 29.25 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 62.5 | 62.5 | 3190.6 | 3190.6 | 80.8 | 80.8 | 3534.4 | 3534.4 | 71.7 | 71.7 | 3269.7 | 3269.7 | 3269.7 | |
| % de humedad | | 14.45 | 14.45 | 19.78 | 19.78 | 14.13 | 14.13 | 21.52 | 21.52 | 14.56 | 14.56 | 22.24 | 22.24 | 22.24 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.45 | | 19.78 | | 14.13 | | 21.52 | | 14.56 | | 22.24 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | |
| 2/06/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | | | | |
| 3/06/2024 | 16.5 | 24 | 1.61 | 0.040 | | 2.24 | 0.056 | | 2.97 | 0.072 | | | | | |
| 4/06/2024 | 16.5 | 48 | 2.09 | 0.052 | | 3.11 | 0.078 | | 4.13 | 0.103 | | | | | |
| 5/06/2024 | 16.5 | 72 | 2.92 | 0.063 | | 3.98 | 0.099 | | 5.43 | 0.138 | | | | | |
| 6/06/2024 | 16.5 | 96 | 2.95 | 0.074 | | 4.64 | 0.121 | | 6.89 | 0.167 | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 1.02 | 4.57 | total | 2.05 | 4.57 | total | 3.06 | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE N° 2 | | | | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE N° 3 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | Lbs | kg | |
| 0.000 | 0.000 | 0/00" | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0/30" | 90 | 36 | | | 89 | 36 | | | 83 | 36 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1/00" | 130 | 60 | | | 107 | 61 | | | 103 | 72 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1/30" | 160 | 141 | | | 110 | 121 | | | 100 | 101 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2/00" | 1000 | 450 | 193 | 205.7 | 29.8 | 390 | 156 | 162.8 | 18.5 | 316 | 119 | 114.3 | |
| 3.810 | 0.150 | 3/00" | | 125 | 332 | | | 109 | 241 | | | 103 | 154 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4/00" | 1500 | 180 | 403 | 368.4 | 25.9 | 135 | 294 | 261.7 | 19.4 | 180 | 186 | 163.7 | |
| 6.350 | 0.250 | 5/00" | | 1195 | 475 | | | 101 | 347 | | | 107 | 224 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6/00" | | 1320 | 591 | | | 107 | 402 | | | 104 | 260 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8/00" | | 1475 | 623 | | | 1192 | 495 | | | 108 | 367 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10/00" | | 1800 | 779 | | | 1464 | 618 | | | 1128 | 464 | | |

Henry Rivadeneyra Obilias
 Ing. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tecnicista : Fernandez Yzquierdo Arnold Miranda
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Cotacachi, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio 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

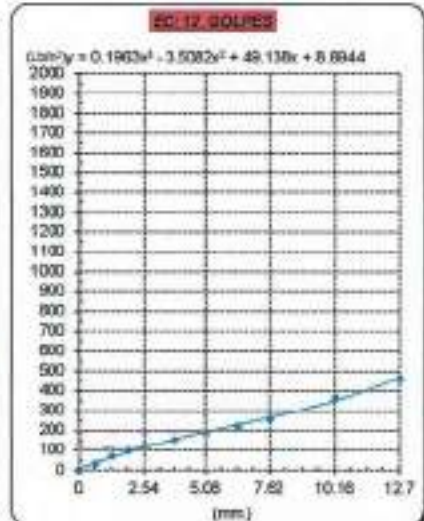
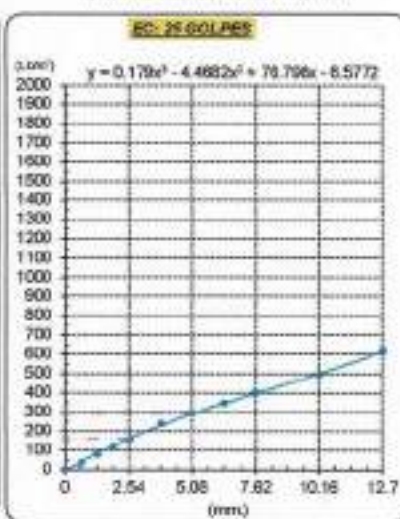
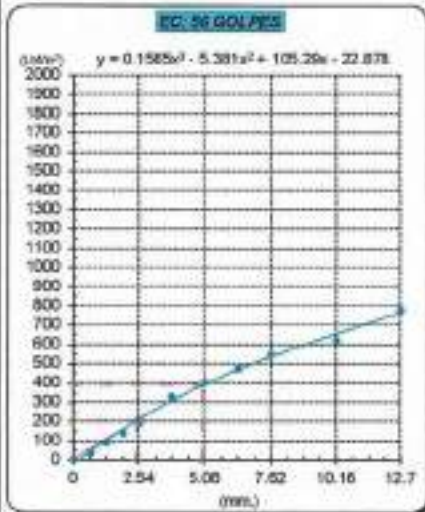


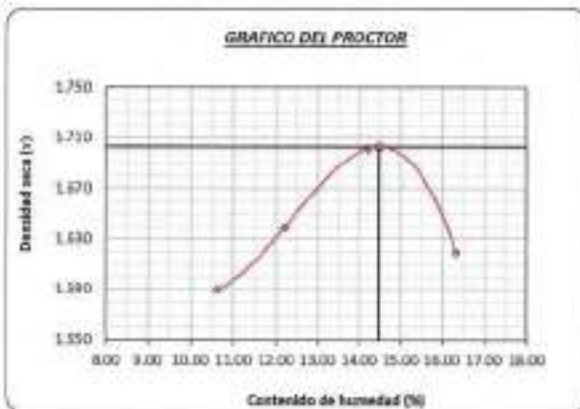
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.704 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.619 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.472 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 21 % | 26 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 17 % | 20 % |



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

CAUCATA: C-3 PROFUNDIDAD: 1.00 m- 1.50 m
 MUESTRA: M-3 + 10% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| N° Molde | MOLDE 2 | | MOLDE 5 | | MOLDE 3 | |
| | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° Capas | 56 | | 25 | | 12 | |
| 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 | 12197 | 12274 | 12545 | 12609 | 12277 |
| Peso de molde (g) | 8791 | 8781 | 8683 | 8683 | 8687 | 8637 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3229 | 3406 | 3591 | 3862 | 3922 | 3640 |
| Volumen del molde (cc) | 1964 | 1964 | 1965 | 1965 | 2000 | 2000 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.940 | 2.046 | 1.823 | 1.961 | 1.966 | 1.820 |
| % de humedad | 14.41 | 19.98 | 14.33 | 22.05 | 14.56 | 22.63 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.696 | 1.706 | 1.594 | 1.607 | 1.672 | 1.484 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro N° | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 110.5 | 110.5 | 3406 | 3406 | 104.0 | 104.0 | 3853 | 3853 | 136.2 | 136.2 | 3540.3 | 3540.3 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 110.2 | 100.2 | 3229 | 3229 | 94.5 | 94.5 | 3581 | 3581 | 122.5 | 122.5 | 3372.8 | 3372.8 |
| Peso del Agua (gr.) | 0.4 | 10.4 | 177.0 | 177.0 | 9.5 | 9.5 | 272.0 | 272.0 | 13.7 | 13.7 | 268.0 | 268.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.25 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 72.1 | 72.1 | 3175.2 | 3175.2 | 66.3 | 66.3 | 3524.8 | 3524.8 | 94.1 | 94.1 | 3323.1 | 3323.1 |
| % de humedad | 14.41 | 14.41 | 19.98 | 19.98 | 14.33 | 14.33 | 22.05 | 22.05 | 14.56 | 14.56 | 22.63 | 22.63 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.41 | | 19.98 | | 14.33 | | 22.05 | | 14.56 | | 22.63 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|--|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | |
| 7/06/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.28 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | |
| 8/06/2024 | 10.2 | 24 | 1.85 | 0.046 | | 2.40 | 0.060 | | 2.95 | 0.074 | | |
| 9/06/2024 | 10.2 | 48 | 2.62 | 0.093 | | 3.08 | 0.087 | | 4.27 | 0.108 | | |
| 10/06/2024 | 10.2 | 72 | 3.15 | 0.090 | | 4.45 | 0.111 | | 4.75 | 0.144 | | |
| 11/06/2024 | 10.2 | 96 | 3.96 | 0.096 | | 5.47 | 0.137 | | 7.13 | 0.178 | | |
| | | | 4.57 | total | 2.11 | 4.57 | total | 3.00 | 4.57 | total | 3.90 | |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------------|------------|-----|------------|------|---------|-----|------------|-----|------------|------|------------|---|---------|-----|------------|------|
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE N° 1 | | | | MOLDE 2 | | | | MOLDE N° 5 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lib | kgf | Lib | kgf | Lib | kgf | % | Lib | kgf | Lib | kgf | % | Lib | kgf | Lib | kgf |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 64 | 34 | | | | | 81 | 39 | | | | | 77 | 31 | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 218 | 95 | | | | | 205 | 82 | | | | | 199 | 78 | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 362 | 141 | | | | | 314 | 122 | | | | | 286 | 104 | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 510 | 201 | 216.0 | 21.6 | | | 489 | 180 | 173.9 | 17.4 | | | 407 | 158 | 132.5 | 13.3 |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 662 | 249 | | | | | 665 | 264 | | | | | 600 | 184 | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 1042 | 426 | 426.1 | 28.0 | | | 812 | 326 | 327.7 | 21.8 | | | 681 | 230 | 230.4 | 15.9 |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 1261 | 519 | | | | | 873 | 396 | | | | | 694 | 276 | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 1439 | 606 | | | | | 1123 | 462 | | | | | 807 | 324 | | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | 1888 | 729 | | | | | 1395 | 585 | | | | | 1102 | 450 | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 2047 | 902 | | | | | 1680 | 711 | | | | | 1350 | 526 | | |

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merario
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

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

N.T.P. 330.145 / ASTM D-1883

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

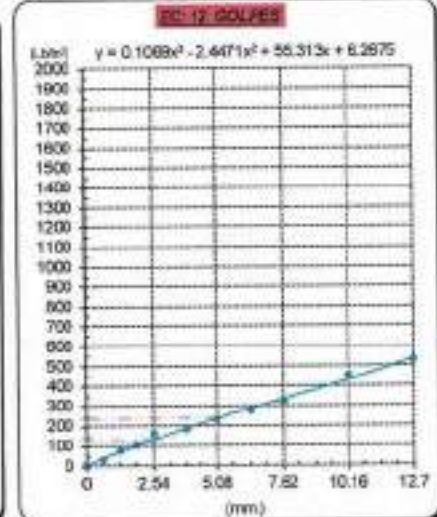
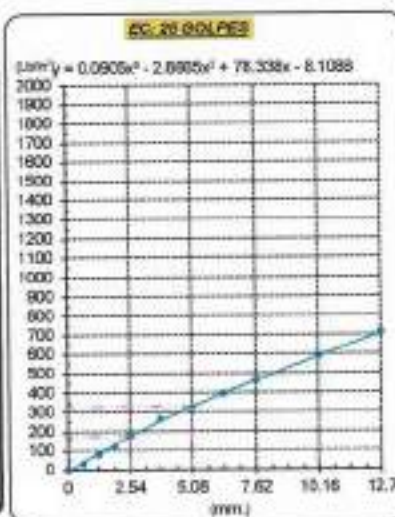
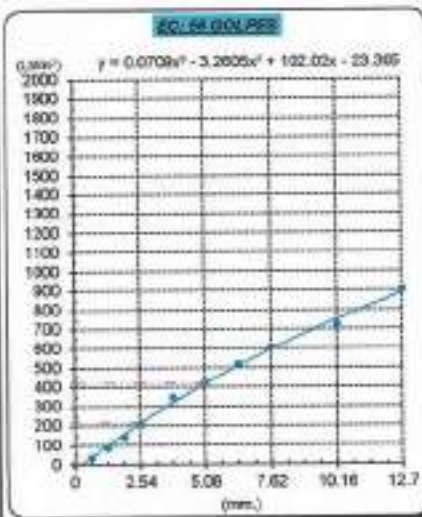


GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.704 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.619 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.472 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 22 % | 25 % |
| C.B.R. AL 96 % M.D.S. | 18 % | 23 % |



Henry Rivadeneyra Obiñas
 Tec. LABORATORIO USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

N.L.T.F. 339.145 / ASTM D-1883

Testista : Fernández Yaqierdo Arnold Mirando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Det. Catillac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

CALCATA: C-3
 MUESTRA: M-3 + 10% CAL
 HORIZONTALIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--|----------|-----------|------------|--------------|-----------|----------|------------|--------------|---------|----------|------------|------|
| N° Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | 12011 | | 12190 | | 12271 | | 12904 | | 11908 | | 12274 | | |
| Peso de molde (g) | | 4781 | | 4791 | | 4689 | | 4693 | | 4637 | | 4627 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3220 | | 3399 | | 3579 | | 3811 | | 3249 | | 3637 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1864 | | 1954 | | 1961 | | 1955 | | 2000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.735 | | 1.742 | | 1.821 | | 1.940 | | 1.624 | | 1.818 | | |
| % de humedad | | 14.28 | | 19.93 | | 14.22 | | 20.83 | | 14.75 | | 23.47 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.593 | | 1.703 | | 1.594 | | 1.605 | | 1.459 | | 1.473 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 153.1 | 153.1 | 3389 | 3389 | 190.6 | 190.6 | 3911 | 3911 | 124.9 | 124.9 | 3637.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 157.5 | 157.5 | 3220 | 3220 | 117.9 | 117.9 | 3678 | 3678 | 112.4 | 112.4 | 3349.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 15.6 | 15.6 | 179.0 | 179.0 | 12.7 | 12.7 | 233.0 | 233.0 | 12.4 | 12.4 | 288.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.41 | 28.41 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 100.5 | 100.5 | 3166.4 | 3166.4 | 89.6 | 89.6 | 3621.8 | 3621.8 | 84.1 | 84.1 | 3300.6 | | |
| % de humedad | | 14.28 | 14.28 | 19.93 | 19.93 | 14.21 | 14.72 | 20.83 | 20.83 | 14.75 | 14.75 | 23.47 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.28 | | 19.93 | | 14.22 | | 20.83 | | 14.75 | | 23.47 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 13/06/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.28 | 0 | 0 | 1.67 | 0 | 0 | | | |
| 13/06/2024 | 10.2 | 24 | 1.67 | 0.039 | | 2.13 | 0.053 | | 2.68 | 0.067 | | | | |
| 14/06/2024 | 10.2 | 48 | 1.97 | 0.049 | | 2.59 | 0.071 | | 3.14 | 0.094 | | | | |
| 15/06/2024 | 10.2 | 72 | 2.36 | 0.059 | | 3.08 | 0.090 | | 3.64 | 0.121 | | | | |
| 16/06/2024 | 10.2 | 96 | 2.75 | 0.069 | | 3.53 | 0.108 | | 4.11 | 0.148 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 1.51 | 4.57 | total | 2.37 | 4.57 | total | 3.23 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE N° | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lbf | Dial | Lbf | psig | Lbf | psig | Lbf | psig | Lbf | psig | Lbf | psig |
| mm. | psig. | | | | % | | % | | % | | % | | % | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | | 0 | 2 | |
| 0.840 | 0.025 | 0'30" | 128 | 50 | | | 97 | 39 | | | | 96 | 27 | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 201 | 109 | | | 229 | 89 | | | | 174 | 68 | |
| 1.810 | 0.075 | 1'30" | 443 | 174 | | | 397 | 130 | | | | 171 | 67 | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 895 | 235 | 239.6 | 34.0 | 591 | 189 | 181.1 | 16.1 | 167 | 65 | 74.3 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 1417 | 384 | | | 899 | 233 | | | 233 | 90 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1182 | 475 | 453.7 | 30.2 | 720 | 290 | 283.0 | 18.9 | 300 | 117 | 115.1 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1318 | 549 | | | 823 | 331 | | | 331 | 129 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1629 | 648 | | | 943 | 385 | | | 385 | 144 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1886 | 723 | | | 1080 | 447 | | | 447 | 164 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1988 | 876 | | | 1389 | 541 | | | 602 | 236 | | |

Tesis : Fernández Yaquezo Arnold Merario
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y oaf"
 Ubicación : Dist. Cejiliv, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

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

N.T.P. 330.145 / ASTM D-1583

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

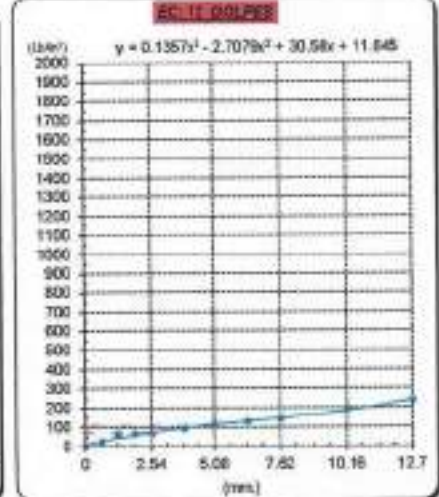
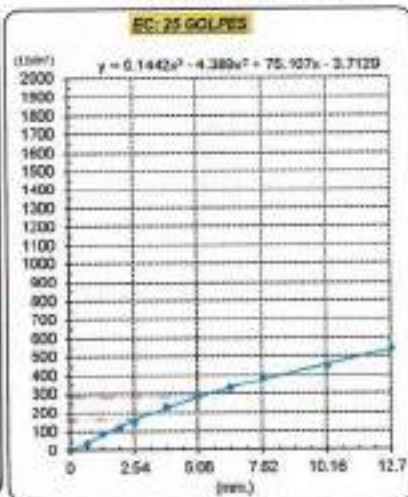
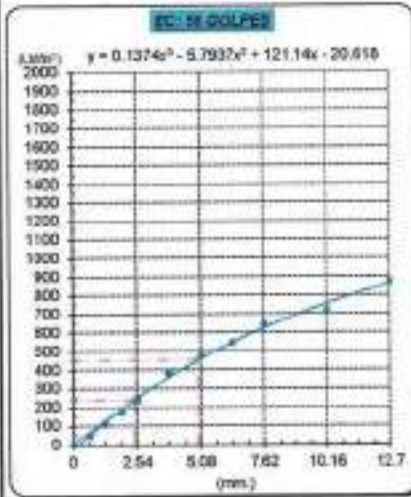


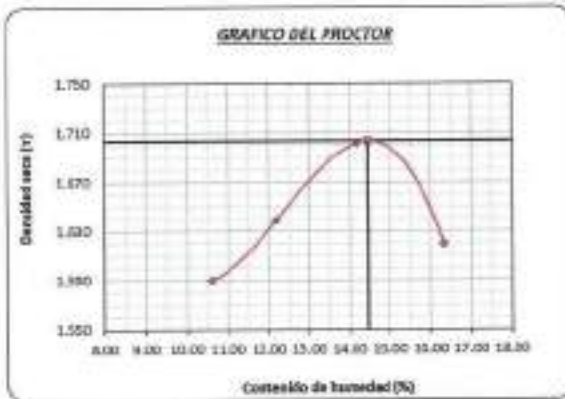
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.704 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 90% | 1.619 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.47 % |

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. | 18 % 21 % |



Henry Rivadeneira Obillas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



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

N.T.P. 159.145 / ASTM D-1583

Tenete : Fernández Yaspulendo Arnold Merando
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

CARGA: C-3 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA: M-3 + 30% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|------------|------------|--------------|--------|------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|-----|-------|------|
| N° Molde | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 9 | | | | | | | |
| | 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 | 12005 | | 12200 | | 12319 | | 12565 | | 12925 | | 12309 | | | | | |
| Peso de molde (g) | 4791 | | 4791 | | 4693 | | 4693 | | 4697 | | 4637 | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3244 | | 3409 | | 3626 | | 3872 | | 3358 | | 3672.0 | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1664 | | 1664 | | 1988 | | 1988 | | 2000 | | 2000 | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.949 | | 2.049 | | 1.845 | | 1.971 | | 1.694 | | 1.836 | | | | | |
| % de humedad | 14.49 | | 19.66 | | 14.56 | | 21.45 | | 14.98 | | 23.48 | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.702 | | 1.712 | | 1.611 | | 1.623 | | 1.473 | | 1.487 | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro N° | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (g.) | 120.3 | 129.3 | 3409 | 3409 | 117.3 | 117.3 | 3672 | 3672 | 123.4 | 123.4 | 3672.0 | | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 113.9 | 113.9 | 3244 | 3244 | 104.0 | 104.0 | 3426 | 3426 | 111.8 | 111.0 | 3368.0 | | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | 12.4 | 12.4 | 165.0 | 165.0 | 11.3 | 11.3 | 246.0 | 246.0 | 12.4 | 12.4 | 204.0 | | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 85.9 | 85.9 | 3189.7 | 3189.7 | 77.8 | 77.8 | 3588.5 | 3588.5 | 82.6 | 82.6 | 3336.8 | | | | | |
| % de humedad | 14.49 | 14.49 | 19.66 | 19.66 | 14.56 | 14.56 | 21.45 | 21.45 | 14.98 | 14.98 | 23.48 | | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | 14.49 | | 19.66 | | 14.56 | | 21.45 | | 14.98 | | 23.48 | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO H. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | | | |
| 17/06/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.28 | 0 | 0 | 1.87 | 0 | 0 | | | | | |
| 18/06/2024 | 10.2 | 24 | 1.79 | 0.045 | | 2.52 | 0.058 | | 3.50 | 0.090 | | | | | | |
| 19/06/2024 | 10.2 | 48 | 2.42 | 0.061 | | 3.29 | 0.082 | | 5.22 | 0.131 | | | | | | |
| 20/06/2024 | 10.2 | 72 | 3.08 | 0.076 | | 4.21 | 0.105 | | 6.85 | 0.171 | | | | | | |
| 21/06/2024 | 10.2 | 96 | 3.84 | 0.091 | | 5.18 | 0.129 | | 8.46 | 0.212 | | | | | | |
| | | | 4.57 | total | 1.90 | 4.57 | total | 2.62 | 4.57 | total | 4.63 | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 9 | | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | |
| | | | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | Lect. Dial | Libr pulg2 | Libr pulg2 | % | | |
| mm. | pulg. | Lbf/in2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 129 | 43 | | | | | 95 | 37 | | | 77 | 31 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 256 | 100 | | | | | 218 | 85 | | | 175 | 70 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 402 | 167 | | | | | 309 | 123 | | | 246 | 94 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 543 | 214 | 222.863 | 23.296 | | | 390 | 153 | 162.1 | 16.2 | 337 | 132 | 14.3 | 9.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 898 | 358 | | | | | 600 | 237 | | | 517 | 202 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1071 | 409 | 420.948 | 28.063 | | | 721 | 292 | 287.7 | 19.2 | 596 | 232 | 154.2 | 10.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1235 | 512 | | | | | 842 | 339 | | | 683 | 270 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1425 | 599 | | | | | 960 | 393 | | | 811 | 321 | | |
| 10.190 | 0.400 | 8'00" | 1961 | 873 | | | | | 1341 | 479 | | | 1071 | 419 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 2596 | 1027 | | | | | 1802 | 679 | | | 1460 | 579 | | |

Henry Rivasdenegra Obilitas
 Tec. Laboratorio USAT



FECHA DE LABORATORIO

Tonata : Fernández Yzquierdo Arnold Merado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chilojo, junio del 2024

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

N.T.P. 330.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

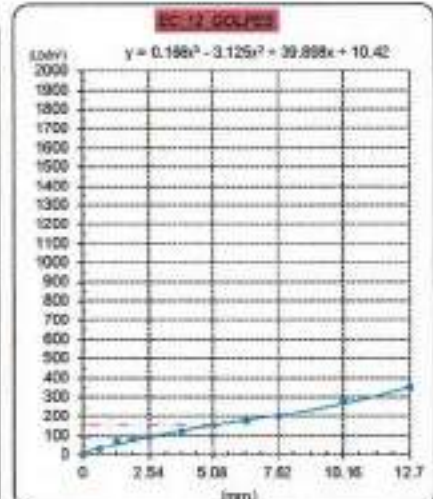
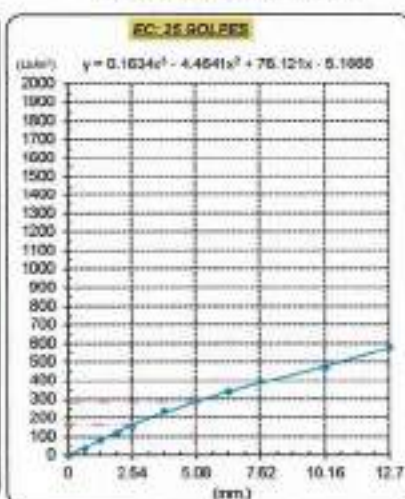
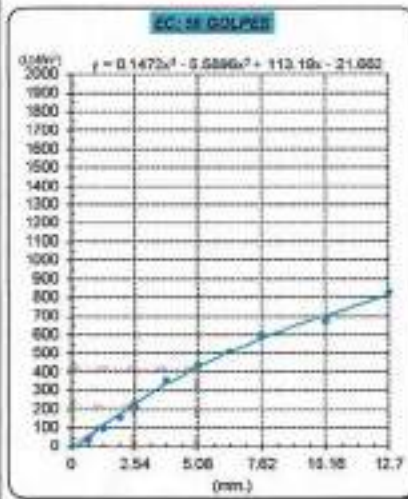


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

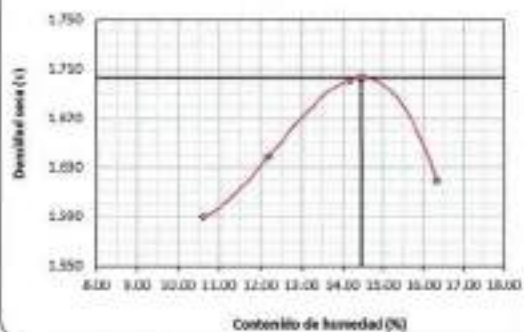
DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.704 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.619 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.47 % |

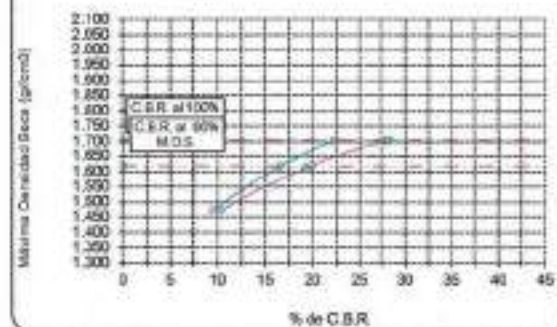
VALOR DEL C.B.R.

| | |
|-----------------------|-----------|
| 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 22 % 28 % |
| C.B.R. AL 96% M.D.S. | 17 % 20 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



[Signature]
 Henry Rivasdenegra Obías
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
[Signature]
 TECNICO DE LABORATORIO

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

Técnico : Fernández Yaguierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

CATEGORÍA : C-3
MUESTRA : M-3 + 10% CAL
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---------------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------|
| Nº Molde | | MOLDE 2 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 3 | | | | |
| Nº Capes | | 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 | | 12019 | | 12176 | | 12292 | | 12540 | | 13114 | | 13267 | | |
| Peso de molde (g) | | 4791 | | 4791 | | 4690 | | 4690 | | 4657 | | 4657 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3228 | | 3385 | | 3599 | | 3853 | | 3377 | | 3670 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | 2000 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.939 | | 2.034 | | 1.832 | | 1.961 | | 1.688 | | 1.835 | | |
| % de humedad | | 14.71 | | 19.66 | | 14.48 | | 21.65 | | 14.24 | | 23.04 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.691 | | 1.700 | | 1.600 | | 1.612 | | 1.478 | | 1.491 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 113.1 | 113.1 | 3385 | 3385 | 110.7 | 110.7 | 3690 | 3690 | 123.1 | 123.1 | 3670.0 | 3670.0 | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 102.3 | 102.3 | 3229 | 3229 | 108.3 | 108.3 | 3699 | 3699 | 111.3 | 111.3 | 3377.0 | 3377.0 | |
| Peso del Agua (gr.) | | 10.9 | 10.9 | 157.0 | 157.0 | 10.4 | 10.4 | 254.0 | 254.0 | 11.8 | 11.8 | 293.0 | 293.0 | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | 28.0 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 74.2 | 74.2 | 3174.3 | 3174.3 | 72.0 | 72.0 | 3542.3 | 3542.3 | 82.9 | 82.9 | 3307.8 | 3307.8 | |
| % de humedad | | 14.71 | 14.71 | 19.66 | 19.66 | 14.48 | 14.48 | 21.65 | 21.65 | 14.24 | 14.24 | 23.04 | 23.04 | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.71 | | 19.66 | | 14.48 | | 21.65 | | 14.24 | | 23.04 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 23/06/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 | 1.97 | 0 | 0 | | | |
| 23/06/2024 | 10.2 | 24 | 1.69 | 0.042 | | 2.32 | 0.058 | | 2.95 | 0.074 | | | | |
| 24/06/2024 | 10.2 | 48 | 2.17 | 0.054 | | 3.03 | 0.076 | | 3.94 | 0.098 | | | | |
| 25/06/2024 | 10.2 | 72 | 2.60 | 0.067 | | 3.76 | 0.094 | | 4.82 | 0.123 | | | | |
| 26/06/2024 | 10.2 | 96 | 3.15 | 0.079 | | 4.53 | 0.113 | | 5.91 | 0.148 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 1.72 | 4.57 | total | 2.45 | 4.57 | total | 3.23 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | MOLDE 2 | | MOLDE Nº | | MOLDE 5 | | MOLDE Nº | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Libr. Dial | Libr. pulg | Libr. pulg | % | Libr. Dial | Libr. pulg | Libr. pulg | % | Libr. Dial | Libr. pulg | Libr. pulg | % |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 191 | 40 | | | 89 | 36 | | | 77 | 31 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 342 | 95 | | | 166 | 78 | | | 165 | 72 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 389 | 152 | | | 290 | 109 | | | 232 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 532 | 210 | 221.6 | 22.2 | 373 | 145 | 167.8 | 16.8 | 293 | 114 | 104.6 | 10.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 873 | 354 | | | 771 | 309 | | | 364 | 142 | | |
| 5.090 | 0.200 | 4'00" | 1061 | 434 | 421.6 | 28.1 | 839 | 278 | 294.9 | 19.7 | 464 | 178 | 183.4 | 12.2 |
| 6.360 | 0.250 | 5'00" | 1240 | 514 | | | 819 | 326 | | | 531 | 209 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1429 | 601 | | | 940 | 381 | | | 610 | 242 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 1818 | 690 | | | 1138 | 488 | | | 826 | 326 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1940 | 652 | | | 1274 | 530 | | | 894 | 344 | | |

Henry Ruedensya Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Testista : Fernández Yzquierdo Arnold Mesardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio 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-1283

GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

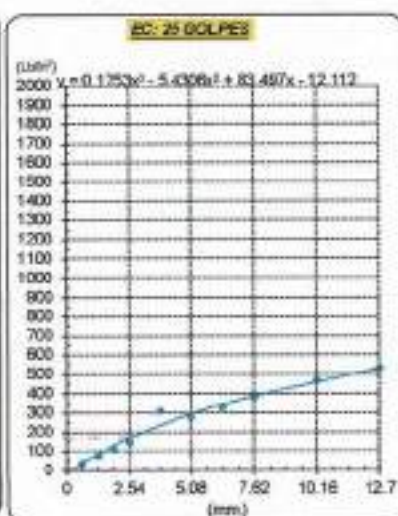
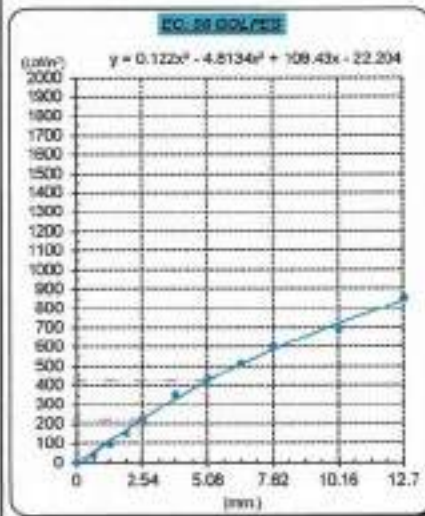


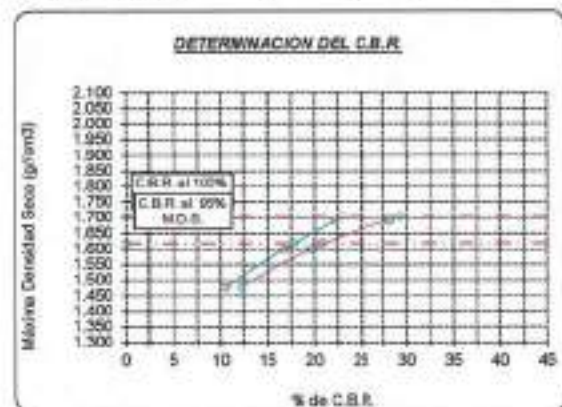
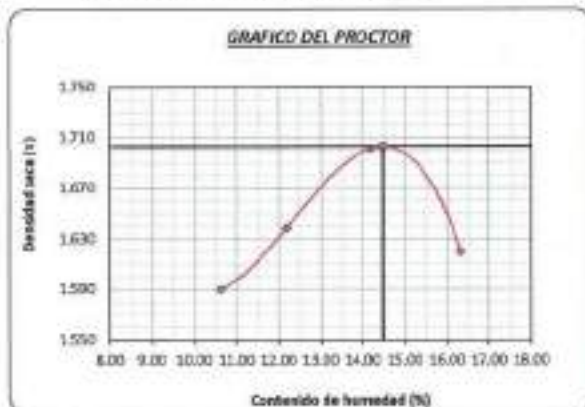
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.704 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.619 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.472 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.84 cm. | 5.88 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 23 % | 29 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 18 % | 21 % |



Henry Rivasdeneyra Obitias
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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 : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Exceles : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Task : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilloc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

CATEGORIA : C-3
MUESTRA : M-3 + 10% CAL
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|------------|------|
| Nº Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 5 | | | | MOLDE 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 | | | | |
| Peso molde + Suelo húmedo | | 12030 | | 12185 | | 12310 | | 12866 | | 11965 | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8791 | | 8791 | | 8993 | | 8993 | | 8637 | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3239 | | 3392 | | 3617 | | 3812 | | 3328 | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1664 | | 1664 | | 1965 | | 1965 | | 2000 | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.946 | | 2.038 | | 1.841 | | 1.940 | | 1.664 | | | | |
| % de humedad | | 14.42 | | 19.22 | | 14.58 | | 20.06 | | 14.64 | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.701 | | 1.705 | | 1.607 | | 1.619 | | 1.451 | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | - | | - | | - | | - | | - | | | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | | 116.7 | | 116.7 | | 110.7 | | 110.7 | | 127.6 | | | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | | 106.6 | | 106.6 | | 100.3 | | 100.3 | | 114.9 | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 11.2 | | 11.2 | | 10.5 | | 10.5 | | 12.7 | | | | |
| Peso del tarro (gr.) | | 28.0 | | 28.0 | | 28.2 | | 28.2 | | 28.41 | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 77.5 | | 77.5 | | 72.0 | | 72.0 | | 86.5 | | | | |
| % de humedad | | 14.42 | | 14.42 | | 14.58 | | 14.58 | | 14.64 | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 14.42 | | 19.22 | | 14.58 | | 20.06 | | 14.64 | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/06/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.51 | 0 | 0 | 1.84 | 0 | 0 | | | |
| 28/06/2024 | 16.5 | 24 | 1.73 | 0.045 | | 2.69 | 0.005 | | 3.40 | 0.085 | | | | |
| 29/06/2024 | 16.5 | 48 | 2.40 | 0.080 | | 3.69 | 0.092 | | 4.97 | 0.124 | | | | |
| 30/06/2024 | 16.5 | 72 | 3.00 | 0.075 | | 4.77 | 0.119 | | 6.64 | 0.163 | | | | |
| 1/07/2024 | 16.5 | 96 | 3.80 | 0.090 | | 6.04 | 0.146 | | 8.09 | 0.202 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 1.97 | 4.57 | total | 3.20 | 4.57 | total | 4.43 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE Nº 5 | | MOLDE 5 | | MOLDE Nº 3 | | MOLDE 3 | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lib/ pulg | Lib/ pulg | Lib/ pulg | % | Lib/ pulg | Lib/ pulg | Lib/ pulg | % | Lib/ pulg | Lib/ pulg | Lib/ pulg | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 196 | 42 | | | 95 | 36 | | | 74 | 30 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 260 | 97 | | | 213 | 83 | | | 184 | 72 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 389 | 156 | | | 303 | 118 | | | 221 | 86 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 545 | 215 | 225.1 | 22.6 | 401 | 157 | 166.3 | 16.6 | 276 | 108 | 101.3 | 10.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 893 | 361 | | | 657 | 251 | | | 344 | 134 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1082 | 443 | 429.8 | 26.7 | 742 | 297 | 298.5 | 19.9 | 453 | 169 | 172.3 | 11.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1200 | 523 | | | 864 | 348 | | | 501 | 197 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1486 | 614 | | | 995 | 405 | | | 574 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 1842 | 702 | | | 1191 | 492 | | | 703 | 274 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 1873 | 864 | | | 1484 | 590 | | | 819 | 368 | | |

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Marcelo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2004

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

N.T.P. 339.345 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACION

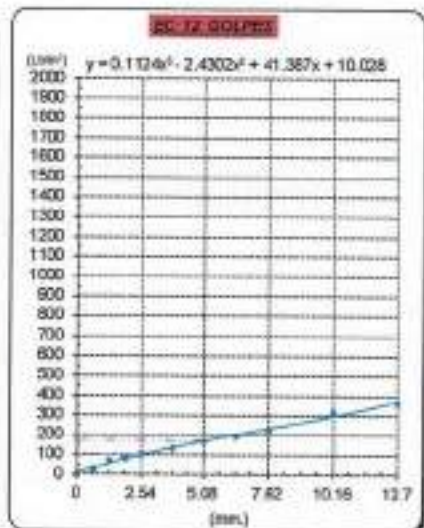
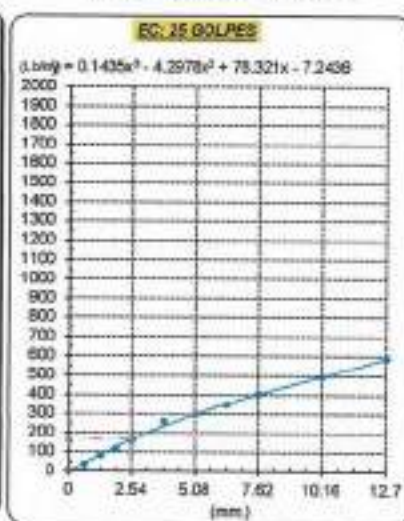
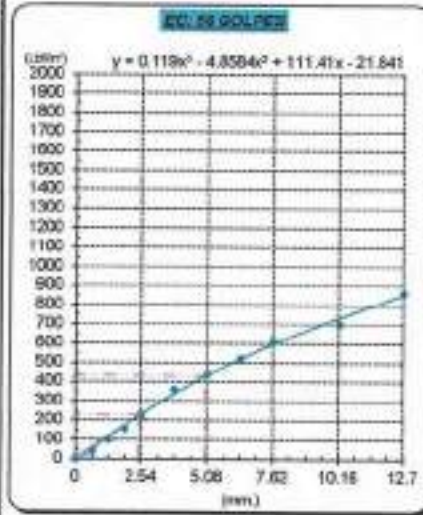


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.704 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 96% : 1.610 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 14.472 %

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 23 % | 29 % |
| C.B.R. AL 96% M.D.S. | 17 % | 21 % |



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

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

Tecista : Fernández Yzquierdo Arnold Mirardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catilux, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

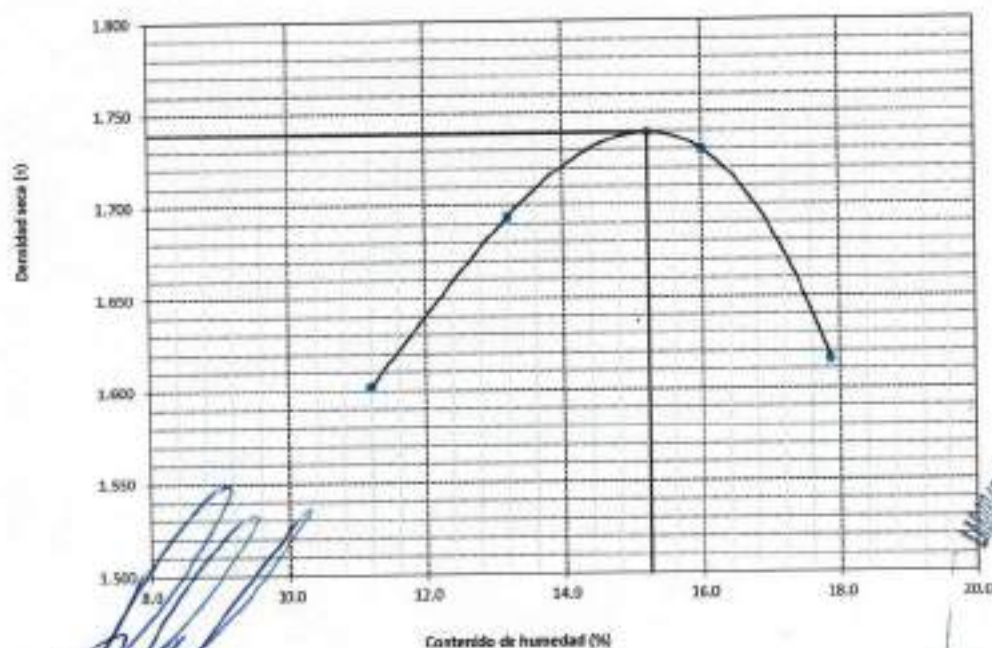
| | | | | | |
|--------------------------------|--|---------------|--|--|--------------------------------------|
| CALICATA : C-3 | | COORDENADAS : | | | PROFUNDIDAD : 0.00 m - 1.50 m |
| MUESTRA : M-3 + 15% CAL | | | | | |

| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso del suelo + molde | g. | 5797 | 5892 | 5809 | 5683 |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1765 | 1860 | 1777 | 1651 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.904 | 2.007 | 1.917 | 1.781 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| N° Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 144.30 | 138.80 | 146.80 | 116.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 126.74 | 123.26 | 133.00 | 107.17 |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g | 17.86 | 15.24 | 13.80 | 8.83 |
| Peso de suelo seco | g | 98.33 | 95.22 | 104.54 | 76.92 |
| Contenido de agua | % | 17.9 | 16.0 | 13.2 | 11.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.616 | 1.730 | 1.694 | 1.602 |

| | | |
|-----------------------------|---------------|-------------------|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.740 | g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.225 | % |

GRÁFICO DEL PROCTOR



Obdulia Obitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

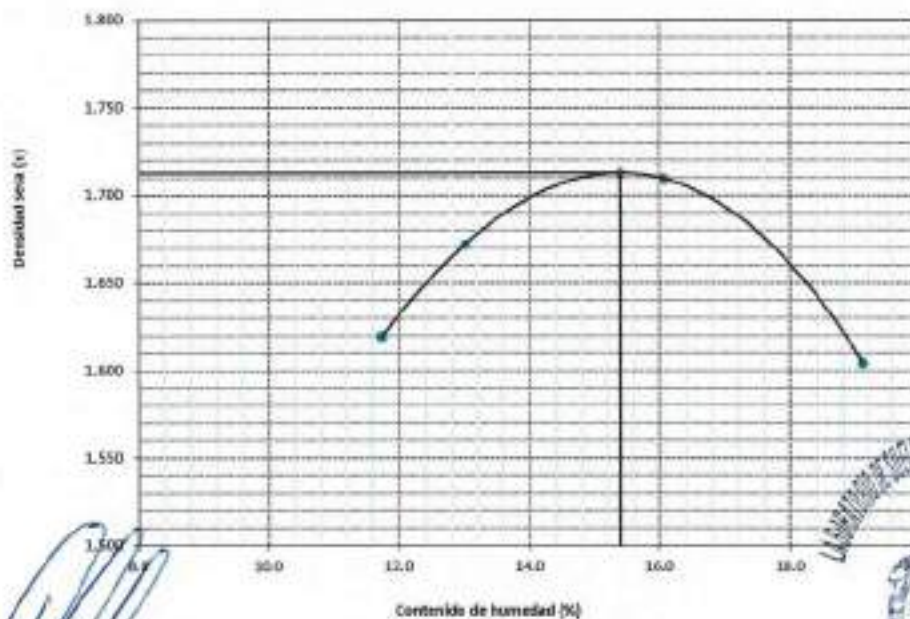
TÉCNICO DE LABORATORIO

SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (50000 pie-lb/pe³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Teclista : Fernández Yaquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dst. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

| | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|------------------------|----------|----------|--|
| CLASIFICACIÓN: | C-3 | COORDENADAS: | | | | |
| MUESTRA: | M-3 + 15% CAL | PROFUNDIDAD: | 0.00 m - 1.50 m | | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del suelo + molde | g | 5803 | 5871 | 5783 | 5709 | |
| Peso del molde | g | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 | |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1771 | 1839 | 1751 | 1677 | |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 | |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.911 | 1.994 | 1.889 | 1.810 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 156.56 | 151.72 | 139.63 | 146.41 | |
| Peso del suelo seco + tara | g | 136.00 | 134.60 | 126.84 | 134.00 | |
| Peso de tara | g | 28.41 | 28.04 | 28.48 | 28.25 | |
| Peso de agua | g | 20.56 | 17.12 | 12.79 | 12.41 | |
| Peso de suelo seco | g | 107.59 | 106.56 | 98.38 | 105.75 | |
| Contenido de agua | % | 19.1 | 16.1 | 13.0 | 11.7 | |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.604 | 1.710 | 1.672 | 1.619 | |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.713 | g/cm ³ | | | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.383 | % | | | | |

GRAFICO DEL PROCTOR

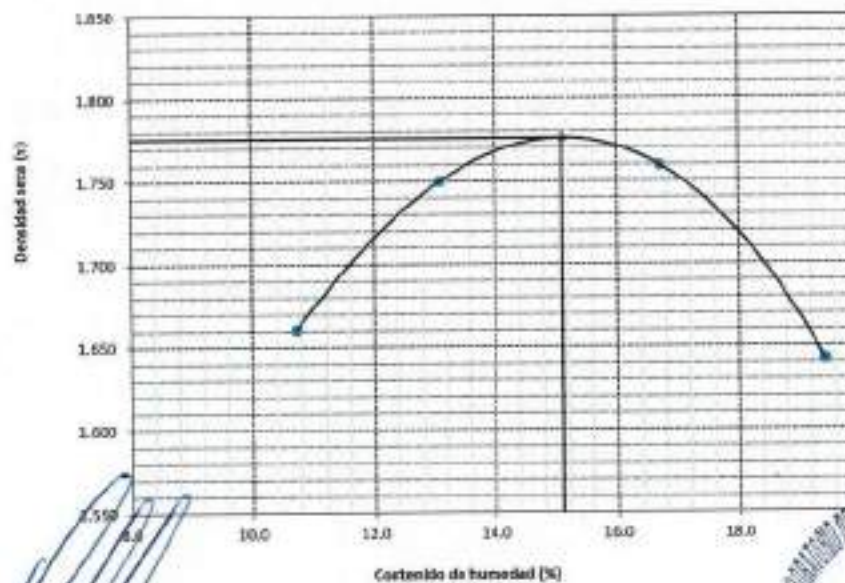


SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (66000 pie-lb/ft³))
N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557

Tesista : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dst. Catillo, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

| | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|----------|----------|
| CALCATA: | C-3 | COORDENADAS: | | | |
| MUESTRA: | M-3 + 15% CAL | PROFUNDIDAD: | 0.10 m - 1.50 m | | |
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo + molde | g. | 5850 | 5935 | 5866 | 5736 |
| Peso del molde | g. | 4032 | 4032 | 4032 | 4032 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g. | 1818 | 1903 | 1834 | 1704 |
| Volumen del molde | cm ³ | 926.8 | 926.8 | 926.8 | 926.8 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm ³ | 1.962 | 2.053 | 1.979 | 1.839 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | |
| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del suelo húmedo + tara | g. | 120.10 | 128.81 | 109.26 | 116.01 |
| Peso del suelo seco + tara | g. | 105.18 | 112.51 | 99.91 | 107.52 |
| Peso de tara | g. | 28.41 | 28.04 | 28.46 | 28.25 |
| Peso de agua | g. | 14.92 | 14.10 | 9.35 | 8.49 |
| Peso de suelo seco | g. | 76.77 | 84.47 | 71.45 | 79.27 |
| Contenido de agua | % | 19.4 | 16.7 | 13.1 | 10.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm ³ | 1.842 | 1.780 | 1.750 | 1.681 |
| DENSIDAD MAXIMA SECA | | 1.778 | g/cm ³ | | |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | | 15.108 | % | | |

GRAFICO DEL PROCTOR



Henry Rivas Beneyra Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TÉCNICO DE LABORATORIO

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
N.T.P. 339.145 / AS1M 0-1883

Técnico : Fernández Yáñez Arnold Merardo
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

CAUCATA: C-3 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
MUESTRA: M-3 + 15% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------------|----------|-----------|------------|--------------|-----------|----------|------------|--------------|----------|----------|------------|-----|-------|------|------|
| N° Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | | | | |
| 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 | | 11424 | | 11831 | | 11381 | | 11503 | | 11254 | | 11425 | | | | | |
| Peso de molde (g) | | 8145 | | 8145 | | 8256 | | 8256 | | 8180 | | 8360 | | | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3279 | | 3386 | | 3105 | | 3247 | | 2884 | | 3065 | | | | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1833 | | 1833 | | 1833 | | 1833 | | 1890 | | 1850 | | | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 2.008 | | 2.073 | | 1.901 | | 1.988 | | 1.754 | | 1.858 | | | | | |
| % de humedad | | 15.15 | | 18.47 | | 15.21 | | 19.86 | | 15.27 | | 21.27 | | | | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.744 | | 1.750 | | 1.690 | | 1.650 | | 1.522 | | 1.532 | | | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamo N° | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | | | | |
| Tamo + Suelo húmedo (gr.) | | 123.6 | 123.6 | 3386 | 3386 | 140.9 | 140.9 | 3247 | 3247 | 138.6 | 138.6 | 3885.0 | 3885.0 | | | | |
| Tamo + Suelo seco (gr.) | | 119.7 | 119.7 | 3279 | 3279 | 126.1 | 126.1 | 3105 | 3105 | 124.0 | 124.0 | 2894.8 | 2894.8 | | | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 13.9 | 13.9 | 107.0 | 107.0 | 14.9 | 14.9 | 142.0 | 142.0 | 14.6 | 14.6 | 171.0 | 171.0 | | | | |
| Peso del tamo (gr.) | | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 91.5 | 91.5 | 3222.8 | 3222.8 | 97.8 | 97.8 | 3054.6 | 3054.6 | 95.6 | 95.6 | 2850.8 | 2850.8 | | | | |
| % de humedad | | 15.15 | 15.15 | 18.47 | 18.47 | 15.21 | 15.21 | 19.86 | 19.86 | 15.27 | 15.27 | 21.27 | 21.27 | | | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.15 | | 18.47 | | 15.21 | | 19.86 | | 15.27 | | 21.27 | | | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | | | | |
| | | | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | Pulg. | % | | | | | | |
| 2/05/2024 | 16.5 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | | | | | | |
| 3/05/2024 | 16.5 | 24 | 1.69 | 0.042 | | 2.13 | 0.053 | | 2.58 | 0.064 | | | | | | | |
| 4/05/2024 | 16.5 | 48 | 2.17 | 0.054 | | 3.03 | 0.076 | | 3.94 | 0.098 | | | | | | | |
| 5/05/2024 | 16.5 | 72 | 2.68 | 0.067 | | 3.98 | 0.095 | | 5.31 | 0.130 | | | | | | | |
| 6/05/2024 | 16.5 | 96 | 3.15 | 0.079 | | 4.92 | 0.123 | | 6.89 | 0.167 | | | | | | | |
| | | | 4.57 | | 1.72 | 4.57 | | 2.89 | 4.57 | | 3.60 | | | | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND | MOLDE N° | | MOLDE 1 | | MOLDE N° | | MOLDE 3 | | MOLDE N° | | MOLDE 2 | | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | | | |
| | | | Lbs | Dal | Lbs | pulg | Lbs | pulg | % | Lbs | Dal | Lbs | pulg | Lbs | pulg | Lbs | pulg |
| mm. | pulg. | Lbs/inz | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.840 | 0.035 | 0'30" | 88 | 32 | | | | | 65 | 27 | | | 50 | 21 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 324 | 128 | | | | | 214 | 83 | | | 164 | 41 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 505 | 187 | | | | | 360 | 141 | | | 230 | 56 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 347 | 317.9 | 31.8 | | | 602 | 238 | 238.1 | 23.9 | 340 | 134 | 154.8 | 15.5 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 1262 | 524 | | | | | 898 | 401 | | | 710 | 283 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1464 | 618 | 566.2 | 39.9 | | | 1188 | 477 | 461.0 | 30.7 | 852 | 343 | 323.2 | 21.5 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1889 | 714 | | | | | 1330 | 555 | | | 994 | 405 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1999 | 812 | | | | | 1892 | 636 | | | 1138 | 458 | | | |
| 10.180 | 0.400 | 7'00" | 3222 | 1044 | | | | | 1905 | 831 | | | 1480 | 620 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 3776 | 1289 | | | | | 2304 | 1035 | | | 1834 | 784 | | | |

Henry Rivasdeneyra Obinas
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Técnico : Fernández Yzquierdo Arnold Menéndez
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Castilla, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

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

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

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

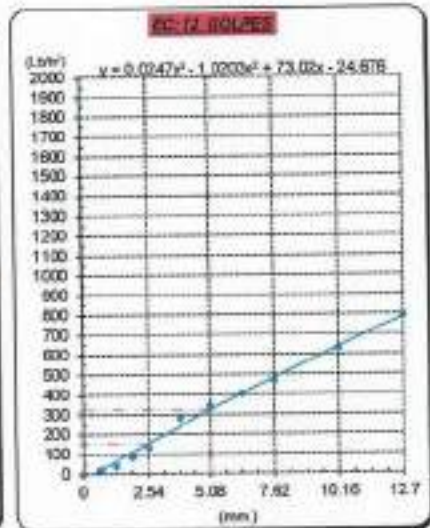
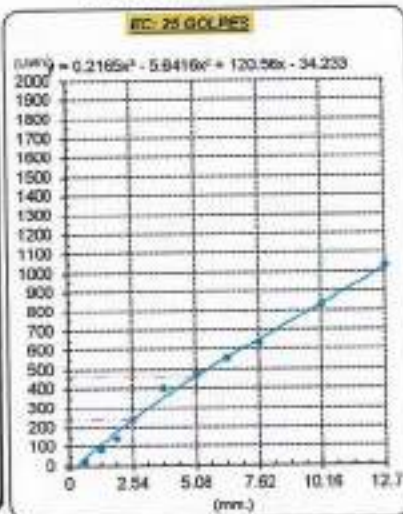
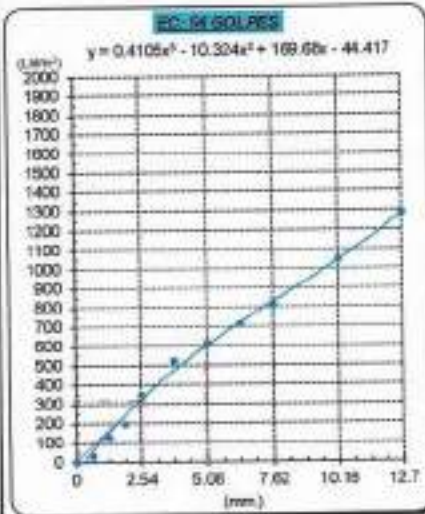


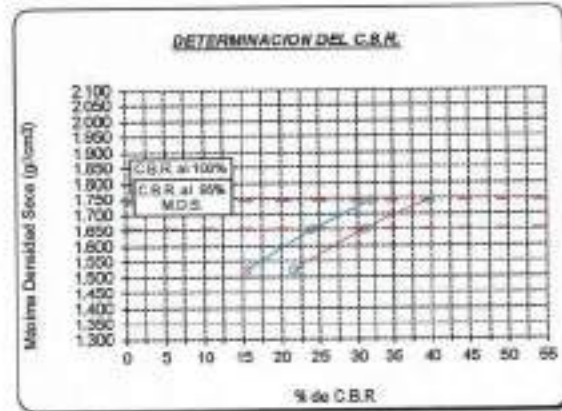
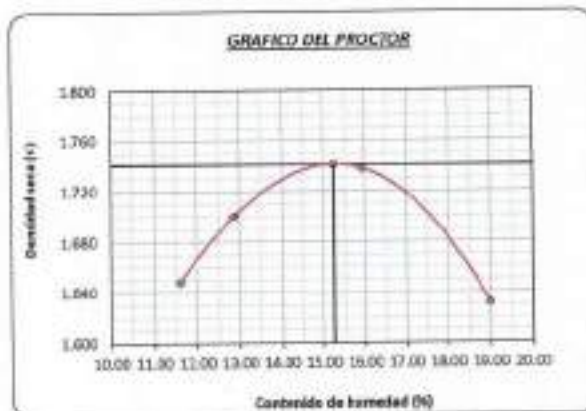
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.743 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.696 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.230 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 32 % | 40 % |
| C.B.R. AL 95% M.D.S. | 24 % | 31 % |



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escala : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catillac, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de edición : Chiclayo, junio del 2024

CAUCUTA: C-9 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA: M-3 + 15% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|----------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 1 | | MOLDE 3 | | MOLDE 2 | |
| 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 | 11410 | 11520 | 11306 | 11527 | 11328 | 11497 |
| Peso de molde (gr) | 8145 | 8145 | 8254 | 8256 | 8180 | 8380 |
| Peso del suelo húmedo (gr) | 3265 | 3375 | 3052 | 3271 | 2968 | 3137 |
| Volumen del molde (cc) | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1650 | 1650 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.999 | 2.067 | 1.868 | 2.003 | 1.799 | 1.901 |
| % de humedad | 15.17 | 18.60 | 15.39 | 22.75 | 15.70 | 21.49 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.728 | 1.742 | 1.616 | 1.632 | 1.555 | 1.565 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarso Nº | | | | | | | | | | | | |
| Tarso + Suelo húmedo (gr.) | 160.8 | 168.6 | 337.5 | 337.6 | 96.3 | 96.2 | 327.1 | 327.1 | 117.8 | 117.8 | 3137.0 | 3137.0 |
| Tarso + Suelo seco (gr.) | 81.1 | 81.1 | 328.8 | 328.6 | 87.1 | 87.1 | 306.0 | 306.0 | 105.7 | 105.7 | 2988.0 | 2988.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 9.5 | 9.5 | 110.0 | 110.0 | 9.1 | 9.1 | 221.0 | 221.0 | 12.1 | 12.1 | 169.0 | 169.0 |
| Peso del tarso (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 62.8 | 62.8 | 3206.3 | 3209.3 | 58.8 | 58.8 | 3001.4 | 3001.4 | 77.3 | 77.3 | 2922.8 | 2922.8 |
| % de humedad | 15.17 | 15.17 | 18.60 | 18.60 | 15.39 | 15.39 | 22.75 | 22.75 | 15.70 | 15.70 | 21.49 | 21.49 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.17 | | 18.60 | | 15.39 | | 22.75 | | 15.70 | | 21.49 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 7/06/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 1.57 | 0 | 0 |
| 8/06/2024 | 10.2 | 34 | 1.60 | 0.057 | | 1.77 | 0.044 | | 1.99 | 0.052 | |
| 9/06/2024 | 10.2 | 48 | 1.77 | 0.044 | | 2.17 | 0.054 | | 1.98 | 0.064 | |
| 10/06/2024 | 10.2 | 72 | 2.09 | 0.052 | | 2.58 | 0.064 | | 1.87 | 0.077 | |
| 11/06/2024 | 10.2 | 96 | 2.38 | 0.059 | | 2.95 | 0.074 | | 1.84 | 0.089 | |
| | | | 4.57 | total | 1.29 | 4.57 | total | 1.62 | 4.57 | total | 1.94 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|---------------------|--------------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|------|------------|-------|------------|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 3 | | | | MOLDE Nº 2 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | | Lbs | kg | Lbs | % | Lbs | kg | Lbs | % | Lbs | kg | Lbs | % |
| mm | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 000" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 030" | 140 | 55 | | | 114 | 45 | | | 87 | 35 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 100" | 340 | 136 | | | 241 | 94 | | | 154 | 60 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 130" | 540 | 214 | | | 393 | 154 | | | 273 | 108 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 200" | 880 | 357 | 346.0 | 34.6 | 580 | 236 | 221.0 | 22.1 | 540 | 214 | 184.8 | 18.5 | |
| 3.810 | 0.150 | 300" | 1380 | 580 | | | 890 | 342 | | | 718 | 280 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 400" | 1860 | 809 | 647.7 | 43.2 | 1001 | 408 | 414.5 | 27.8 | 811 | 326 | 324.0 | 21.8 | |
| 6.350 | 0.250 | 500" | 1818 | 788 | | | 1209 | 500 | | | 846 | 340 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 600" | 1907 | 847 | | | 1349 | 504 | | | 1000 | 443 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 800" | 2260 | 1013 | | | 1661 | 711 | | | 1231 | 513 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 1000" | 2490 | 1126 | | | 1870 | 813 | | | 1440 | 606 | | | |

Henry Rivas de la Cruz
 Obfitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Testista : Fernández Yazuenda Arnold Mercado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callitua, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio 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

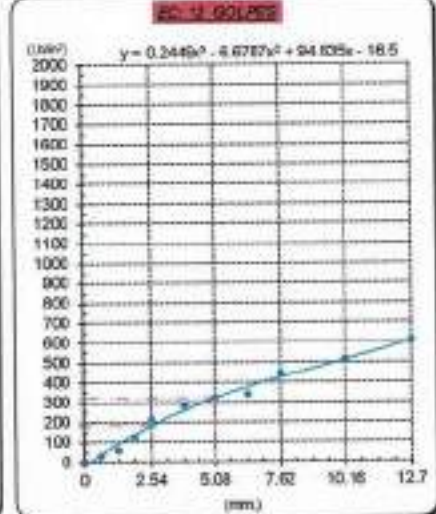
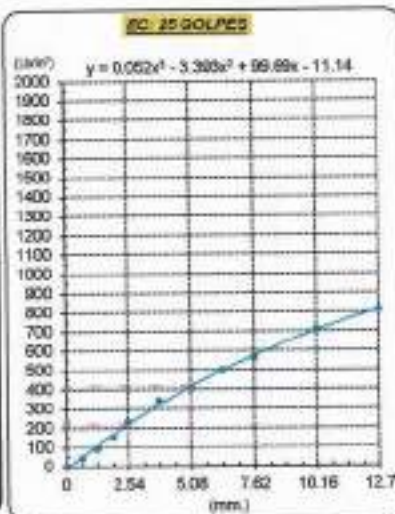
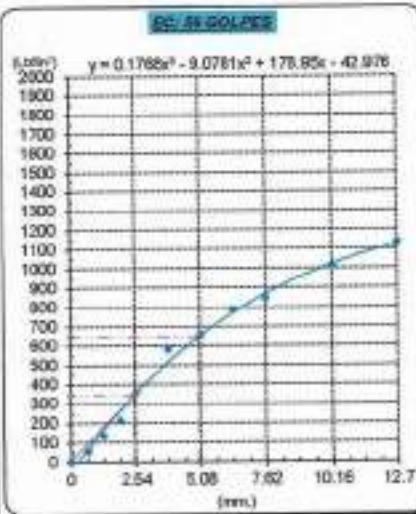


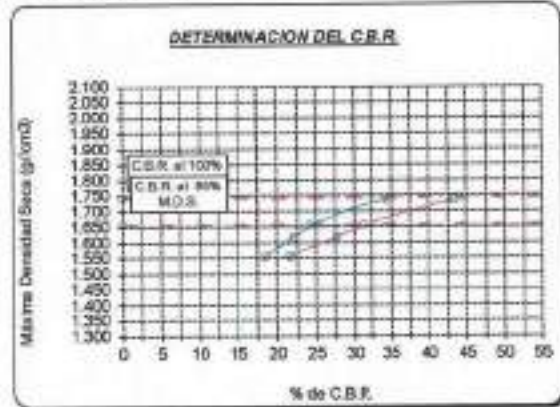
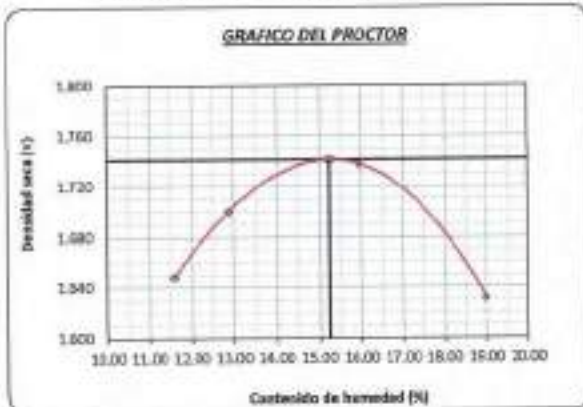
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.743 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.856 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.23%

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm : 35 %
 5.08 cm : 44 %
 C.B.R. AL 100% M.D.S. : 35 %
 C.B.R. AL 95% M.D.S. : 24 %



Henry Roldanegra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

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

N.T.P. 339.345 / ASTM D-1555

Técnico : Fernández Yagüero Arnold Merced
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catibuz, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

CLASIFICACIÓN : C-3
 MUESTRA : M-3 + 10% CAL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|----------------------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|--------------|-----------|-----------------------|-----------------------|--------------|-----------|-----------------------|-----------------------|------|
| N° Molde | | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | |
| 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 | | 11403 | 11535 | 11378 | 11532 | 11919 | 11919 | 11919 | 11919 | 19119 | 19119 | 11493 | | |
| Peso de molde (g) | | 8445 | 8145 | 8254 | 8256 | 8944 | 8944 | 8944 | 8944 | 8944 | 8944 | 8369 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3058 | 3390 | 3120 | 3276 | 2975 | 2975 | 2975 | 2975 | 2975 | 2975 | 3123 | | |
| Volumen del molde (cc) | | 1693 | 1693 | 1693 | 1693 | 1693 | 1693 | 1693 | 1693 | 1693 | 1693 | 1693 | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | | 1.805 | 2.076 | 1.841 | 1.934 | 1.752 | 1.752 | 1.752 | 1.752 | 1.752 | 1.752 | 1.839 | | |
| % de humedad | | 15.26 | 19.38 | 15.66 | 20.74 | 15.78 | 15.78 | 15.78 | 15.78 | 15.78 | 15.78 | 21.75 | | |
| Densidad seca (g/cc) | | 1.731 | 1.739 | 1.652 | 1.651 | 1.549 | 1.549 | 1.549 | 1.549 | 1.549 | 1.549 | 1.550 | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tara N° | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tara + Suelo húmedo (gr.) | | 100.0 | 100.0 | 3386 | 3386 | 119.9 | 119.9 | 3276 | 3276 | 191.1 | 191.1 | 3133.0 | | |
| Tara + Suelo seco (gr.) | | 96.6 | 96.6 | 3268 | 3268 | 107.5 | 107.5 | 3120 | 3120 | 91.2 | 91.2 | 2989.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | | 9.5 | 9.5 | 132.0 | 132.0 | 12.4 | 12.4 | 156.0 | 156.0 | 9.9 | 9.9 | 174.0 | | |
| Peso del tara (gr.) | | 26.2 | 26.2 | 0 | 0 | 26.3 | 26.2 | 0 | 0 | 26.4 | 26.4 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | | 62.3 | 62.3 | 320.6 | 320.6 | 79.2 | 79.2 | 3069.3 | 3069.3 | 62.8 | 62.8 | 2913.9 | | |
| % de humedad | | 15.26 | 15.26 | 19.38 | 19.38 | 15.66 | 15.66 | 20.74 | 20.74 | 15.78 | 15.78 | 21.75 | | |
| Promedio de Humedad (%) | | 15.26 | 19.38 | 15.66 | 20.74 | 15.78 | 15.78 | 21.75 | 21.75 | 15.78 | 15.78 | 21.75 | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO HL. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 12/06/2024 | 10:2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.85 | 0 | 0 | 2.17 | 0 | 0 | | | |
| 13/06/2024 | 10:2 | 24 | 1.89 | 0.047 | | 3.48 | 0.062 | | 3.11 | 0.078 | | | | |
| 14/06/2024 | 10:2 | 48 | 2.58 | 0.064 | | 3.31 | 0.083 | | 4.06 | 0.101 | | | | |
| 15/06/2024 | 10:2 | 72 | 3.27 | 0.082 | | 4.06 | 0.102 | | 4.96 | 0.124 | | | | |
| 16/06/2024 | 10:2 | 96 | 3.94 | 0.098 | | 4.92 | 0.123 | | 5.91 | 0.148 | | | | |
| | | | 4.57 | total | 2.16 | 4.57 | total | 2.99 | 4.57 | total | 3.23 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in ² | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lact. Dia | Lbf pulg ² | Lbf pulg ² | % | Lact. Dia | Lbf pulg ² | Lbf pulg ² | % | Lact. Dia | Lbf pulg ² | Lbf pulg ² | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 140 | 55 | | | 101 | 40 | | | 61 | 25 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 308 | 119 | | | 230 | 90 | | | 155 | 61 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 500 | 197 | | | 395 | 154 | | | 259 | 113 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 768 | 279 | 388.2 | 30.8 | 559 | 225 | 225.0 | 22.5 | 419 | 169 | 167.2 | 16.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 1095 | 432 | | | 852 | 343 | | | 649 | 258 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1391 | 564 | 596.1 | 39.9 | 1115 | 457 | 437.0 | 29.1 | 834 | 336 | 316.1 | 21.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1626 | 694 | | | 1265 | 534 | | | 940 | 381 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 1836 | 797 | | | 1423 | 598 | | | 1010 | 412 | | |
| 10.180 | 0.400 | 8'00" | 2148 | 963 | | | 1663 | 732 | | | 1199 | 487 | | |
| 12.790 | 0.500 | 10'00" | 2390 | 1062 | | | 1860 | 798 | | | 1200 | 519 | | |

Henry Huaydenegra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Callao, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, Julio del 2024

Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración
 N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883
 GRÁFICO CARGA - PENETRACIÓN

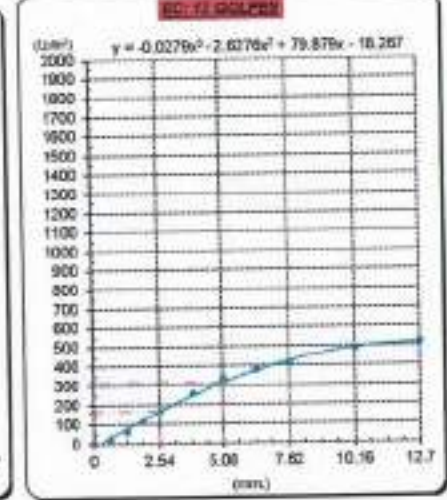
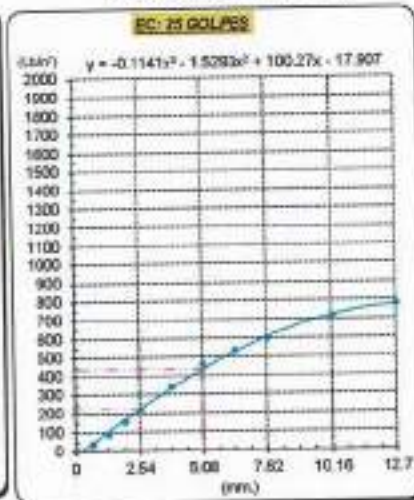
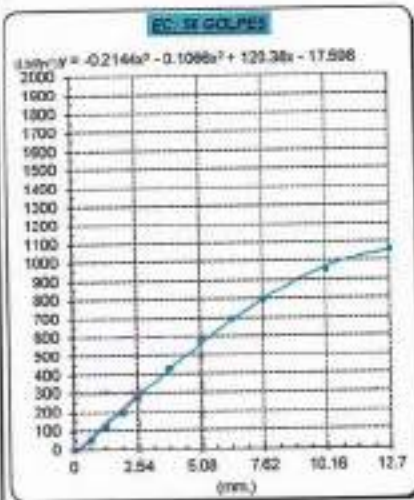


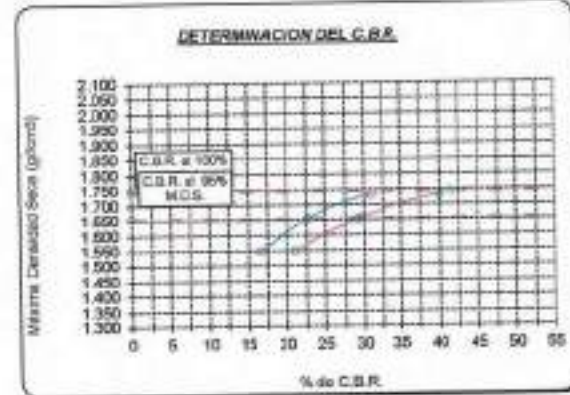
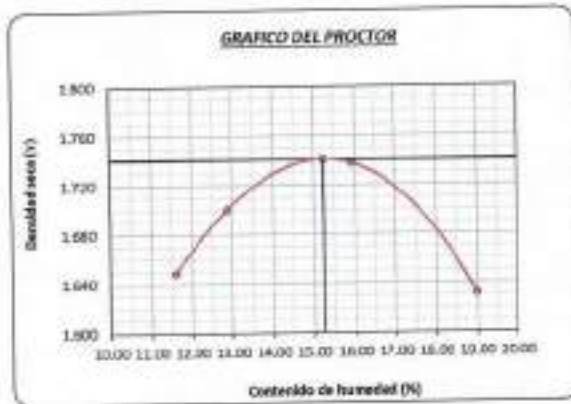
GRÁFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.743 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 96% | 1.698 g/cm ³ |
| ÓPTIMO CONF. DE HUMEDAD | 15.24 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|-----------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100% M.D.S. | 32 % | 42 % |
| C.B.R. AL 96% M.D.S. | 23 % | 29 % |



Henry Kinadeneyra Obilias
 TÍT. LABORATORIO USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÍTULO DE LABORATORIO

Tecista : Fernández Yzquierdo Arnold Menado
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tests : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Gállico, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

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

N.T.P. 330.145 / ASTM D-1883

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

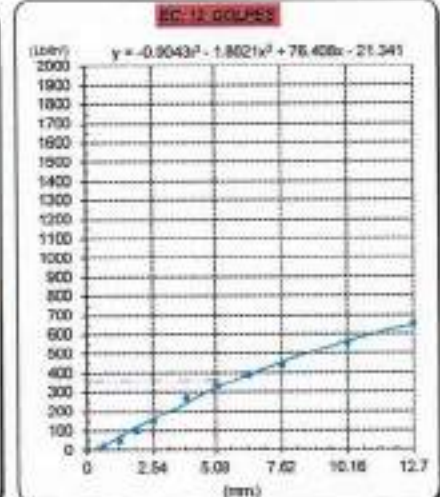
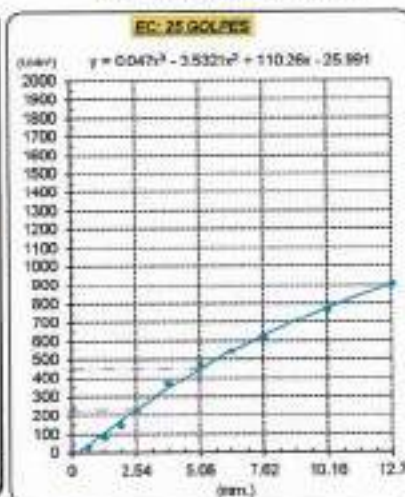
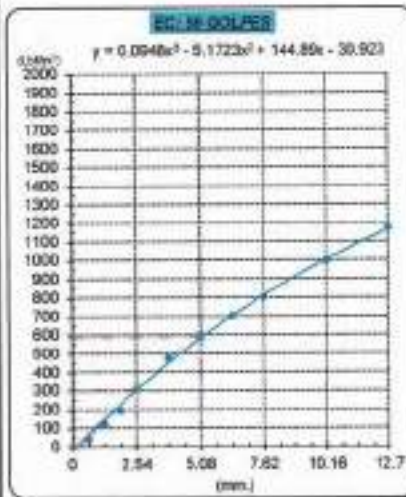


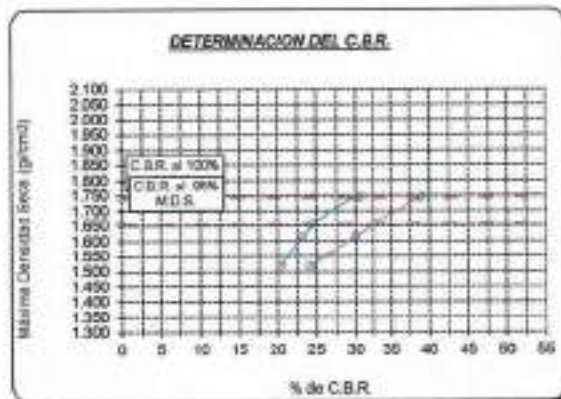
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.743 g/cm ³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.856 g/cm ³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.24 % |

VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 6.68 cm. |
| C.B.R. AL 100 % N.D.S. | 30 % | 36 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 24 % | 33 % |



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 CHICLAYO

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

Testa : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, Junio del 2024

CALCATA : C-3 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 MUESTRA : M-3 + 15% CAL

| COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| Nº Molde | MOLDE 1 | | MOLDE 3 | | MOLDE 2 | |
| | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Sin Saturado | | Sin Saturado | |
| | Saturado | Saturado | Saturado | Saturado | Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 11370 | 11487 | 11292 | 11519 | 11260 | 11438 |
| Peso de molde (g) | 845 | 845 | 8256 | 8256 | 880 | 8360 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3225 | 3342 | 2966 | 3263 | 2880 | 3078 |
| Volumen del molde (cc) | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 | 1633 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.975 | 2.046 | 1.805 | 1.996 | 1.752 | 1.885 |
| % de humedad | 15.57 | 19.26 | 15.24 | 24.30 | 15.14 | 21.74 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.708 | 1.716 | 1.592 | 1.607 | 1.521 | 1.532 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Tarro Nº | - | | - | | - | | - | | - | | - | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 126.6 | 126.5 | 3342 | 3342 | 101.9 | 101.9 | 3263 | 3263 | 128.6 | 128.0 | 3078.0 | 3078.0 |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 112.4 | 112.4 | 3225 | 3225 | 92.2 | 92.2 | 2996 | 2996 | 114.5 | 114.9 | 2890.0 | 2890.0 |
| Peso del Agua (gr.) | 13.1 | 13.1 | 117.0 | 117.0 | 9.7 | 9.7 | 267.0 | 267.0 | 13.1 | 13.1 | 188.0 | 188.0 |
| Peso del tarro (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco (gr.) | 84.2 | 84.2 | 3170.8 | 3170.8 | 63.9 | 63.9 | 2949.1 | 2949.1 | 86.5 | 86.5 | 2848.7 | 2848.7 |
| % de humedad | 15.57 | 15.57 | 19.26 | 19.26 | 15.24 | 15.24 | 24.30 | 24.30 | 15.14 | 15.14 | 21.74 | 21.74 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.57 | | 19.26 | | 15.24 | | 24.30 | | 15.14 | | 21.74 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % |
| 22/06/2024 | 10.2 | 0 | 1.18 | 0 | 0 | 1.81 | 0 | 0 | 2.07 | 0 | 0 |
| 23/06/2024 | 10.2 | 24 | 1.74 | 0.064 | | 2.06 | 0.066 | | 3.38 | 0.065 | |
| 24/06/2024 | 10.2 | 48 | 2.28 | 0.057 | | 3.75 | 0.093 | | 4.88 | 0.117 | |
| 25/06/2024 | 10.2 | 72 | 3.82 | 0.071 | | 4.72 | 0.118 | | 6.96 | 0.150 | |
| 26/06/2024 | 10.2 | 96 | 3.34 | 0.054 | | 6.76 | 0.144 | | 7.28 | 0.182 | |
| | | | 4.57 | total | 1.83 | 4.57 | total | 3.15 | 4.57 | total | 3.99 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------------|-----------|-----------|------------|------|-----------|-----------|------------|-----|-----------|-----------|------------|---|-----------|-----------|------------|-----|-----------|-----------|------------|---|-----------|-----------|------------|---|
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº | | | | MOLDE 1 | | | | MOLDE Nº | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE Nº | | | | MOLDE 2 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lecl. Dia | Lbs pulg2 | Lbs pulg2 | % | Lecl. Dia | Lbs pulg2 | Lbs pulg2 | % | Lecl. Dia | Lbs pulg2 | Lbs pulg2 | % | Lecl. Dia | Lbs pulg2 | Lbs pulg2 | % | Lecl. Dia | Lbs pulg2 | Lbs pulg2 | % | Lecl. Dia | Lbs pulg2 | Lbs pulg2 | % |
| 0.300 | 0.000 | 800" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | | | | 0 | 2 | | | | | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 830" | 126 | 47 | | | | | 33 | 37 | | | | | | | 66 | 27 | | | | | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1000" | 325 | 127 | | | | | 228 | 89 | | | | | | | 138 | 54 | | | | | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1300" | 614 | 202 | | | | | 383 | 150 | | | | | | | 377 | 108 | | | | | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2000" | 914 | 327 | 319.2 | 31.9 | | | 584 | 231 | 228.3 | 22.8 | | | | | 434 | 179 | 198.7 | 19.9 | | | | | | |
| 3.810 | 0.150 | 3000" | 1233 | 511 | | | | | 896 | 362 | | | | | | | 692 | 275 | | | | | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4000" | 1489 | 620 | 805.3 | 40.4 | | | 1091 | 447 | 437.3 | 29.2 | | | | | 832 | 338 | 321.0 | 21.4 | | | | | | |
| 6.350 | 0.250 | 5000" | 1704 | 732 | | | | | 1274 | 530 | | | | | | | 928 | 375 | | | | | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6000" | 1890 | 818 | | | | | 1426 | 599 | | | | | | | 1075 | 440 | | | | | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8000" | 2644 | 1003 | | | | | 1743 | 751 | | | | | | | 1395 | 543 | | | | | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10000" | 3852 | 1181 | | | | | 1992 | 874 | | | | | | | 1691 | 639 | | | | | | | | |

Henry Rivasnegra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DEL LABORATORIO

Tesis : Fernández Yzquierdo Arnold Morardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dat. Catillus, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio 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

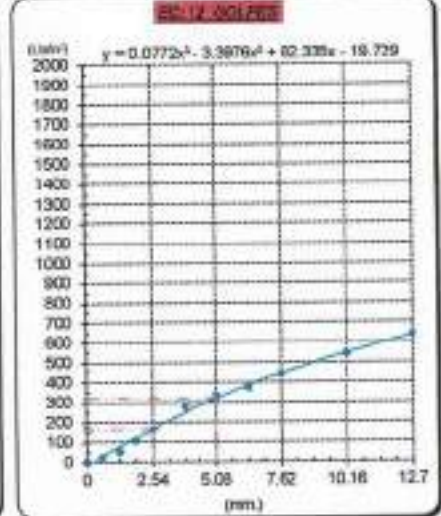
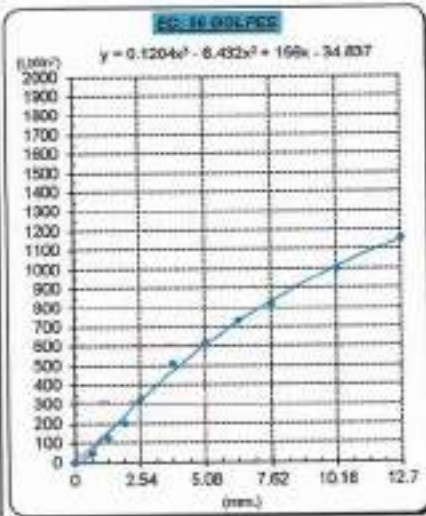


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

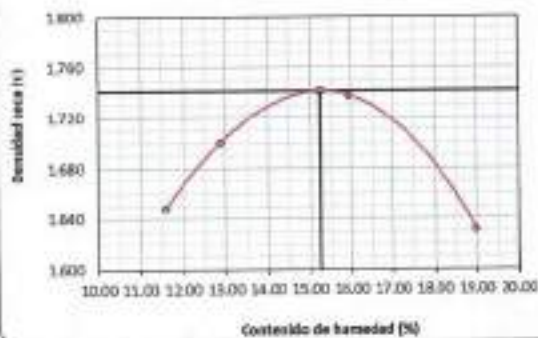
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.743 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.856 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 15.239 %

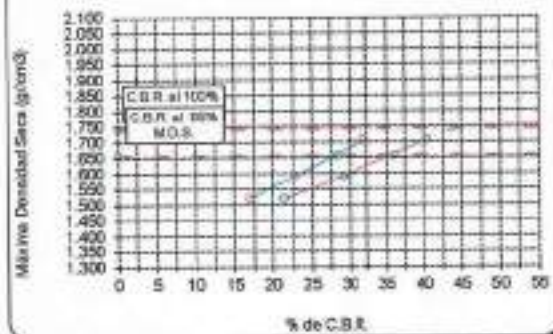
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 35 % | 44 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 28 % | 36 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivadeneira Obitos
 Tte. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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-1583

Tecnia : Fernández Yzquierdo Arnold Merardo
 Escala : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con aserrín de pino y cal"
 Ubicación : Dist. Catiluc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio del 2024

CAJATA : C-3
 MUESTRA : M-3 + 15% CAL
 PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|--------------|-------|------------|-------------|--------------|-----------|------------|-------------|------------|---|
| Nº Molde | MOLDE 1 | | | | MOLDE 3 | | | | MOLDE 2 | | | | | |
| 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 | 11414 | | 11630 | | 11277 | | 11664 | | 11283 | | 11500 | | | |
| Peso de molde (g) | 8145 | | 8145 | | 8256 | | 8256 | | 8360 | | 8360 | | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3269 | | 3385 | | 3021 | | 3300 | | 2993 | | 3140 | | | |
| Volumen del molde (cc) | 1633.13 | | 1633 | | 1633.13 | | 1633 | | 1630 | | 1650 | | | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.002 | | 2.073 | | 1.850 | | 2.021 | | 1.756 | | 1.903 | | | |
| % de humedad | 15.41 | | 19.02 | | 15.31 | | 24.69 | | 15.10 | | 23.39 | | | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.734 | | 1.741 | | 1.604 | | 1.621 | | 1.529 | | 1.542 | | | |
| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Tarro + Suelo húmedo (gr.) | 114.3 | 114.3 | 3385 | 3385 | 102.6 | 102.6 | 3300 | 3300 | 124.7 | 124.7 | 3140.0 | 3140.0 | | |
| Tarro + Suelo seco (gr.) | 102.8 | 102.8 | 3269 | 3269 | 82.3 | 82.3 | 3021 | 3021 | 112.1 | 112.1 | 2993.0 | 2993.0 | | |
| Peso del Agua (gr.) | 11.5 | 11.5 | 116.0 | 116.0 | 9.8 | 9.8 | 279.0 | 279.0 | 12.6 | 12.6 | 237.0 | 237.0 | | |
| Peso del tarro (gr.) | 28.2 | 28.2 | 0 | 0 | 28.3 | 28.3 | 0 | 0 | 28.4 | 28.4 | 0 | 0 | | |
| Peso del suelo seco (gr.) | 74.6 | 74.6 | 3213.3 | 3213.3 | 64.0 | 64.0 | 2973.3 | 2973.3 | 63.7 | 63.7 | 2859.3 | 2859.3 | | |
| % de humedad | 15.41 | 15.41 | 19.02 | 19.02 | 15.31 | 15.31 | 24.69 | 24.69 | 15.10 | 15.10 | 23.39 | 23.39 | | |
| Promedio de Humedad (%) | 15.41 | | 19.02 | | 15.31 | | 24.69 | | 15.10 | | 23.39 | | | |
| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | | | |
| | | | | Pulg | % | | Pulg | % | | Pulg | % | | | |
| 27/06/2024 | 18.5 | 0 | 1.10 | 0 | 0 | 1.64 | 0 | 0 | 1.30 | 0 | 0 | | | |
| 28/06/2024 | 18.5 | 24 | 1.85 | 0.046 | | 2.87 | 0.064 | | 3.28 | 0.062 | | | | |
| 29/06/2024 | 18.5 | 48 | 2.50 | 0.062 | | 3.88 | 0.090 | | 4.67 | 0.117 | | | | |
| 30/06/2024 | 18.5 | 72 | 3.15 | 0.079 | | 4.80 | 0.115 | | 5.94 | 0.151 | | | | |
| 1/07/2024 | 18.5 | 96 | 3.80 | 0.095 | | 5.81 | 0.140 | | 7.11 | 0.185 | | | | |
| | | | 4.57 | total: | 2.08 | 4.57 | total: | 3.07 | 4.57 | total: | 4.08 | | | |
| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº 1 | | | | MOLDE Nº 3 | | | | MOLDE Nº 2 | | | |
| | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| | | | Libr. Dtal | Libr. per/g | Libr. pulg | % | Libr. Dtal | Libr. per/g | Libr. pulg | % | Libr. Dtal | Libr. per/g | Libr. pulg | % |
| mm. | pulg. | Lbf/in ² | | | | | | | | | | | | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | 0 | 2 | | | | | 0 | 2 | | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | 128 | 50 | | | | | 68 | 28 | | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | 324 | 128 | | | | | 164 | 57 | | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | 814 | 202 | | | | | 288 | 111 | | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 315 | 315.1 | 31.6 | | | 443 | 174 | 170.4 | 17.0 | | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | 1208 | 500 | | | | | 604 | 272 | | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 816 | 801.9 | 40.1 | | | 830 | 334 | 320.2 | 21.3 | | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | 1899 | 730 | | | | | 920 | 372 | | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | 2297 | 816 | | | | | 1060 | 434 | | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | 3222 | 992 | | | | | 1264 | 525 | | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | 4146 | 1133 | | | | | 1437 | 625 | | | | |

Henry Rivas de la Cruz Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tejista : Fernández Yagüero Arnold Merardo
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto/Tesis : "Análisis comparativo de suelos arcillosos estabilizados con asfalto de piso y cal"
 Ubicación : Dist. Celituc, Provincia San Miguel y Región Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, junio 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

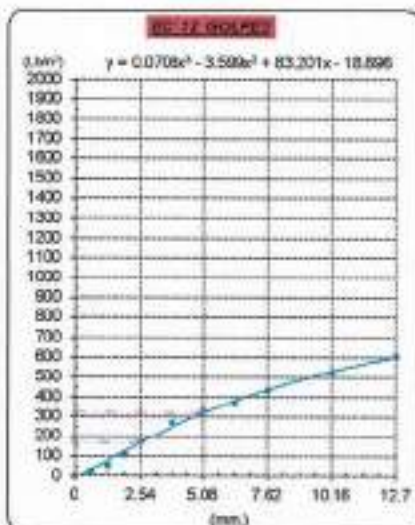
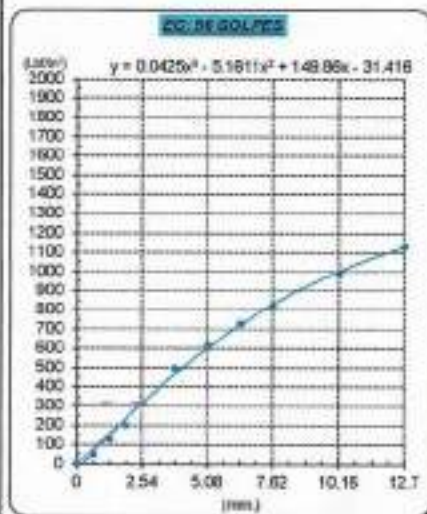


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% : 1.743 g/cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% : 1.659 g/cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD : 15.229 %

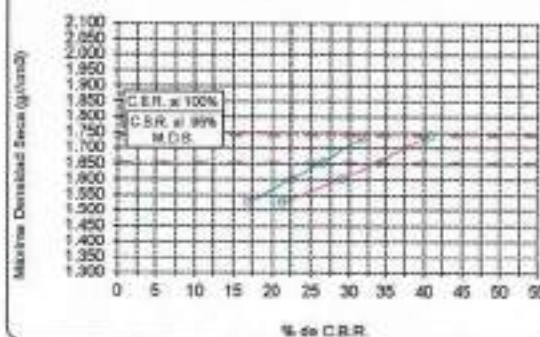
VALOR DEL C.B.R.

| | | |
|------------------------|----------|----------|
| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 32 % | 41 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 26 % | 34 % |

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Chiclayo, Perú

TÉCNICO DE LABORATORIO

**ENSAYOS DE
CORTE DIRECTO**

Tesista : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
Tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL

Lugar : Distrito de Castiluc, Provincia de San Miguel, Región Cajamarca

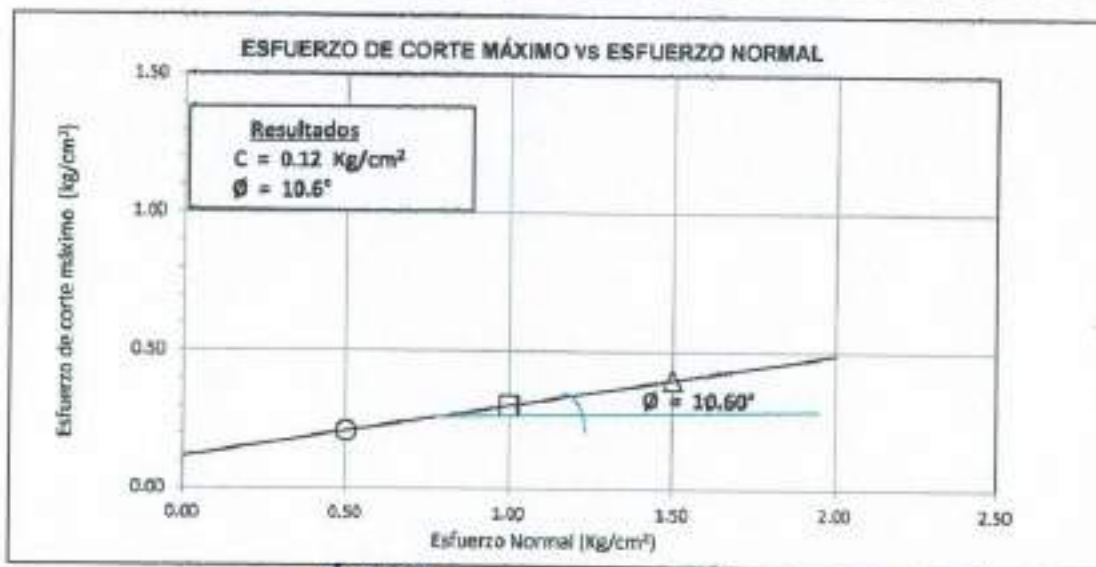
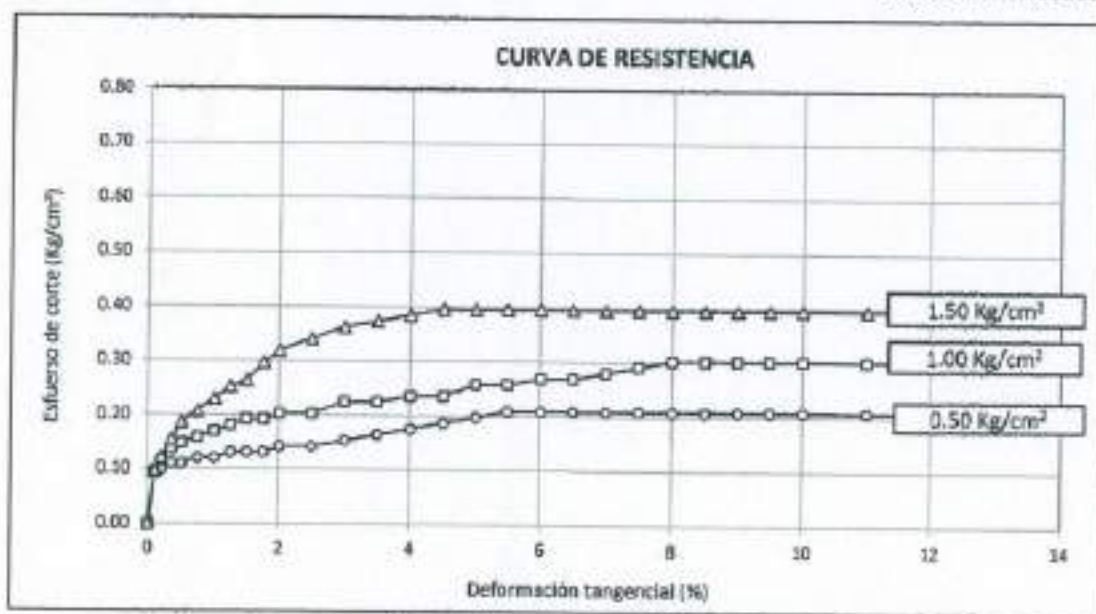
Fecha de emisión : Junio del 2024

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
 REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 3
Muestra : M - 3

Profundidad : 1.00- 1.50 mts

SUCS: CH
Estado: Remoldeado



Ing. Rivaldo Obispo
 Tac. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERRARDO
 Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 Tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL

Lugar : Distrito de Castillo, Provincia de San Miguel, Región Cajamarca

Fecha de emisión : Agosto del 2024

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
 REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

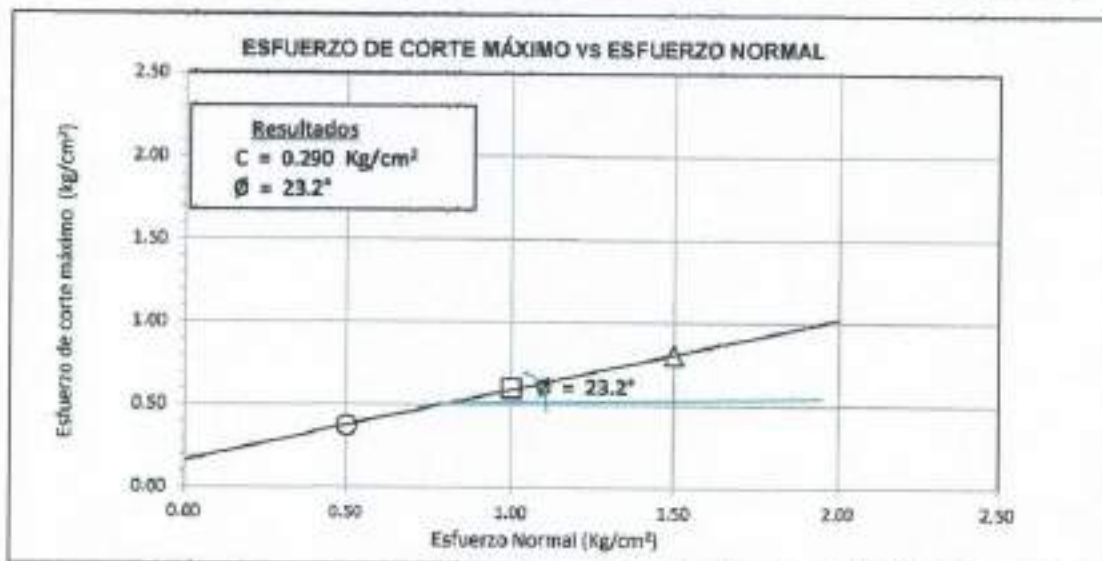
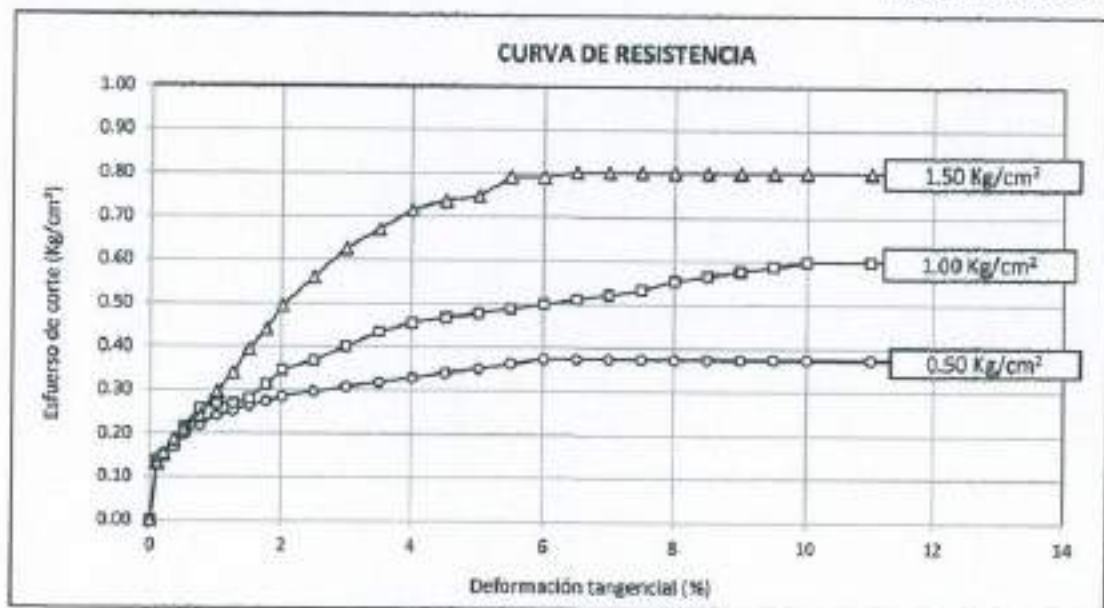
Calicata : C - 3

Profundidad : 1.00- 1.50 mts

SUCS: CH

Muestra : M - 3 + 5% ASERRIN

Estado: Remoldado




 Henry Ripadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



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



Tesista : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MERARDO
Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
Tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL

Lugar : Distrito de Catiluc, Provincia de San Miguel, Región Cajamarca

Fecha de emisión : Agosto del 2024

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
 REFERENCIA: N.T.P. 338.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 3

Profundidad : 1.00- 1.50 mts

SUCS: CH

Muestra : M - 3 + 15% CAL

Estado: Remoldeado

| ESPECIMEN | DENSIDAD REMOLDEADA | DENSIDAD SECA | ESFUERZO NORMAL | HUMEDAD NATURAL | HUMEDAD ENSAYO | ESFUERZO CORTE MAX. |
|-----------|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------|----------------|---------------------|
| N° | g/ cm ³ | g/ cm ³ | kg/ cm ² | % | % | kg/ cm ² |
| N° 01 | 1.743 | 1.297 | 0.50 | 24.79 | 24.79 | 1.007 |
| N° 02 | 1.743 | 1.400 | 1.00 | 24.49 | 24.49 | 1.261 |
| N° 03 | 1.743 | 1.404 | 1.50 | 24.16 | 24.16 | 1.630 |

| ESPECIMEN N°01 | | | ESPECIMEN N°02 | | | ESPECIMEN N°03 | | |
|----------------------------|---|--|----------------------------|---|--|----------------------------|---|--|
| DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%) | ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²) | ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²) | DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%) | ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²) | ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²) | DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%) | ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²) | ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²) |
| 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 0.10 | 0.445 | 0.890 | 0.10 | 0.666 | 0.666 | 0.10 | 0.737 | 0.492 |
| 0.20 | 0.500 | 1.001 | 0.20 | 0.700 | 0.700 | 0.20 | 0.803 | 0.536 |
| 0.35 | 0.555 | 1.111 | 0.35 | 0.722 | 0.722 | 0.35 | 0.859 | 0.572 |
| 0.50 | 0.610 | 1.221 | 0.50 | 0.744 | 0.744 | 0.50 | 0.903 | 0.602 |
| 0.75 | 0.644 | 1.287 | 0.75 | 0.799 | 0.799 | 0.75 | 0.947 | 0.631 |
| 1.00 | 0.677 | 1.353 | 1.00 | 0.854 | 0.854 | 1.00 | 0.990 | 0.653 |
| 1.25 | 0.710 | 1.419 | 1.25 | 0.898 | 0.898 | 1.25 | 1.013 | 0.675 |
| 1.50 | 0.743 | 1.485 | 1.50 | 0.942 | 0.942 | 1.50 | 1.035 | 0.690 |
| 1.75 | 0.776 | 1.551 | 1.75 | 0.975 | 0.975 | 1.75 | 1.057 | 0.705 |
| 2.00 | 0.809 | 1.618 | 2.00 | 0.997 | 0.997 | 2.00 | 1.079 | 0.719 |
| 2.50 | 0.842 | 1.684 | 2.50 | 1.019 | 1.019 | 2.50 | 1.101 | 0.734 |
| 3.00 | 0.875 | 1.750 | 3.00 | 1.030 | 1.030 | 3.00 | 1.156 | 0.771 |
| 3.50 | 0.908 | 1.816 | 3.50 | 1.041 | 1.041 | 3.50 | 1.200 | 0.800 |
| 4.00 | 0.941 | 1.882 | 4.00 | 1.085 | 1.085 | 4.00 | 1.222 | 0.815 |
| 4.50 | 0.963 | 1.926 | 4.50 | 1.096 | 1.096 | 4.50 | 1.244 | 0.829 |
| 5.00 | 0.974 | 1.948 | 5.00 | 1.107 | 1.107 | 5.00 | 1.255 | 0.837 |
| 5.50 | 0.985 | 1.970 | 5.50 | 1.151 | 1.151 | 5.50 | 1.266 | 0.844 |
| 6.00 | 0.996 | 1.992 | 6.00 | 1.162 | 1.162 | 6.00 | 1.321 | 0.881 |
| 6.50 | 1.007 | 2.014 | 6.50 | 1.173 | 1.173 | 6.50 | 1.367 | 0.925 |
| 7.00 | 1.007 | 2.014 | 7.00 | 1.184 | 1.184 | 7.00 | 1.443 | 0.962 |
| 7.50 | 1.007 | 2.014 | 7.50 | 1.195 | 1.195 | 7.50 | 1.454 | 0.969 |
| 8.00 | 1.007 | 2.014 | 8.00 | 1.217 | 1.217 | 8.00 | 1.487 | 0.991 |
| 8.50 | 1.007 | 2.014 | 8.50 | 1.228 | 1.228 | 8.50 | 1.520 | 1.013 |
| 9.00 | 1.007 | 2.014 | 9.00 | 1.239 | 1.239 | 9.00 | 1.553 | 1.035 |
| 9.50 | 1.007 | 2.014 | 9.50 | 1.261 | 1.261 | 9.50 | 1.586 | 1.057 |
| 10.00 | 1.007 | 2.014 | 10.00 | 1.261 | 1.261 | 10.00 | 1.630 | 1.067 |
| 11.00 | 1.007 | 2.014 | 11.00 | 1.261 | 1.261 | 11.00 | 1.630 | 1.067 |
| 12.00 | 1.007 | 2.014 | 12.00 | 1.261 | 1.261 | 12.00 | 1.630 | 1.067 |

[Handwritten Signature]
 Henry Huadeneiro Oblitas
 TIT. LABORATORIO USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : FERNANDEZ YZQUIERDO ARNOLD MIERARDO
 Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 Tesis : ANALISIS COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON ASERRIN DE PINO Y CAL

Lugar : Distrito de Caillac, Provincia de San Miguel, Región Cajamarca

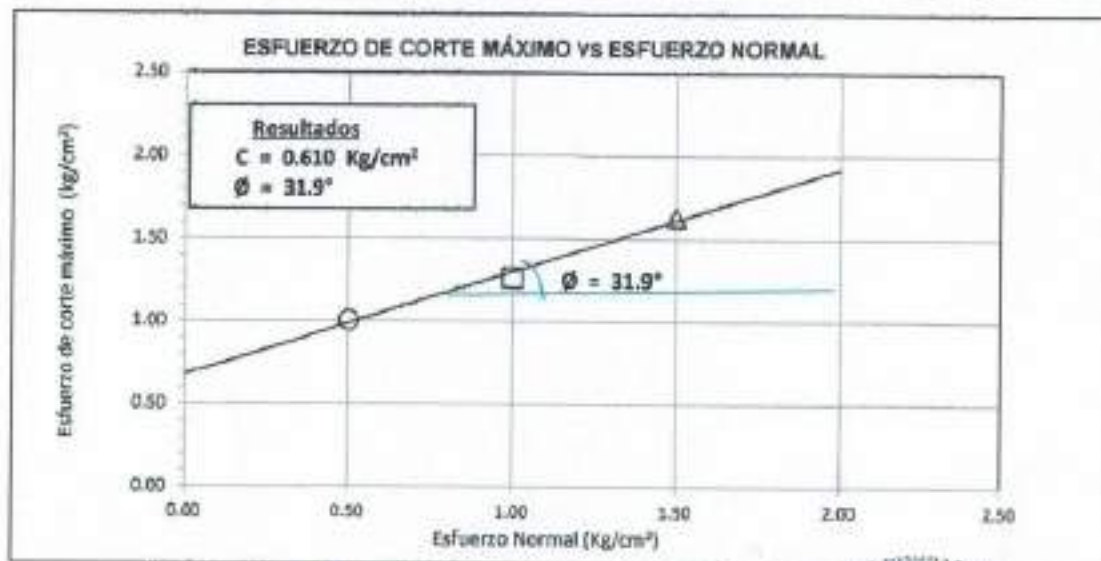
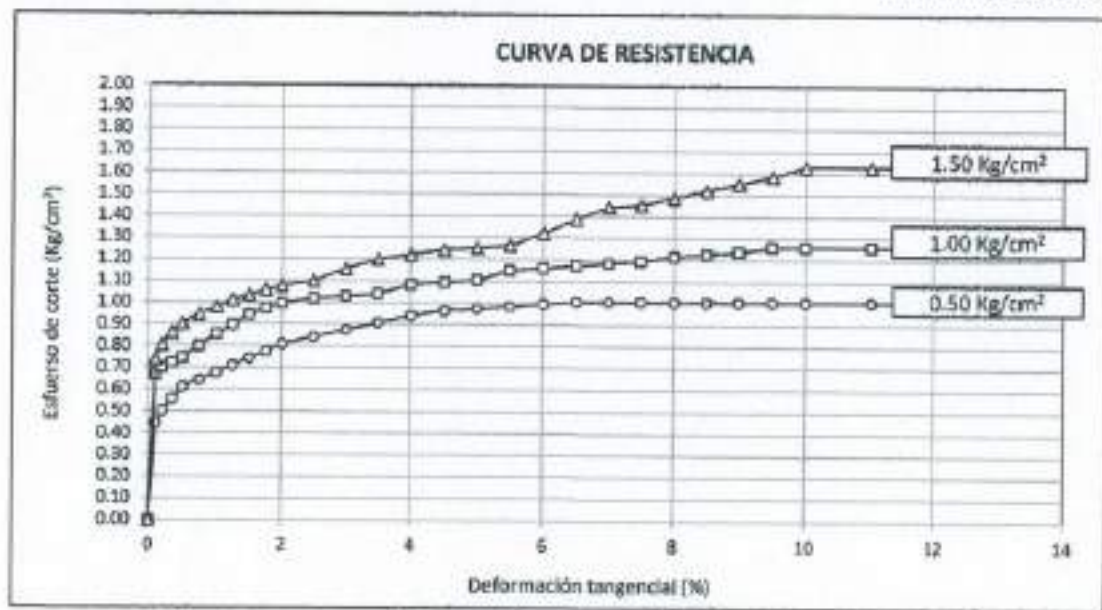
Fecha de emisión : Agosto del 2024

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
 REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 3
 Muestra : M - 3 + 15%

Profundidad : 1.00- 1.50 mts

SUCS: CH
 Estado: Remoldado



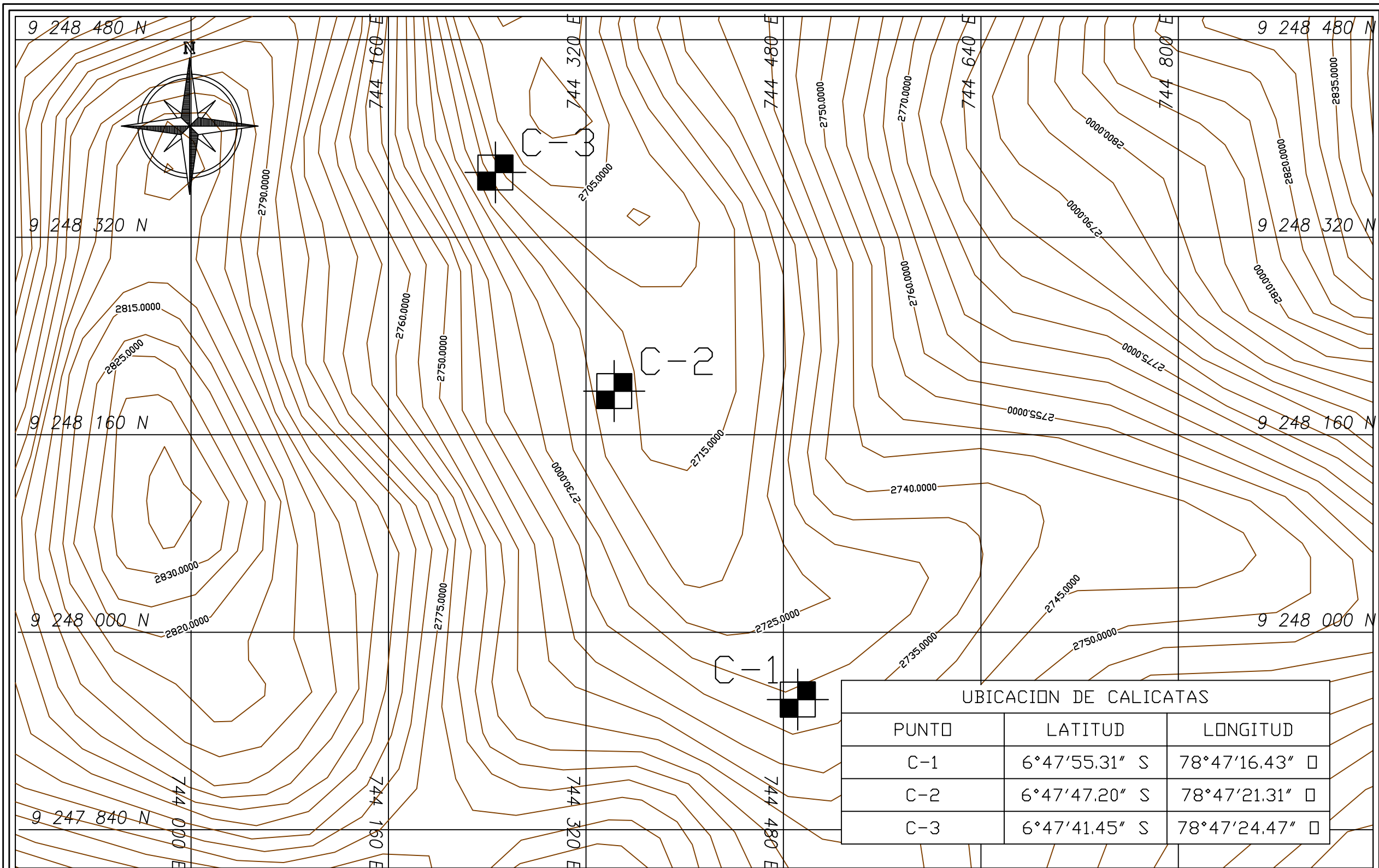

 Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAJ



 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

**PLANO DE
UBICACIÓN DE CALICATAS**



| UBICACION DE CALICATAS | | |
|------------------------|---------------|----------------|
| PUNTO | LATITUD | LONGITUD |
| C-1 | 6°47'55.31" S | 78°47'16.43" O |
| C-2 | 6°47'47.20" S | 78°47'21.31" O |
| C-3 | 6°47'41.45" S | 78°47'24.47" O |



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO**

RESPONSABLE:
**FERNÁNDEZ YZQUIERDO
ARNOLD MERARDO**

ESCUELA:
**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**

PROYECTO:
**UBICACIÓN DE CALICATAS PARA LA TESIS DE ANÁLISIS
COMPARATIVO DE SUELOS ARCILLOSOS ESTABILIZADOS CON
ASERRÍN DE PINO Y CAL**

DISTRITO: **CATILLUC** PROVINCIA: **SAN MIGUEL** REGIÓN: **CAJAMARCA**

ESCALA: **1:85000** FECHA: **NOVIEMBRE 2023**

PLANO:
UBICACIÓN

N° LAMINA:
P-01