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




# Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural

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

**AUTOR**
**Milagritos de Jesus Culqui Alvarado**

**ASESOR**
**Atilio Ruben Lopez Carranza**
**https://orcid.org/0000-0002-3631-2001**

**Chiclayo, 2024**

# Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural

PRESENTADA POR

**Milagritos de Jesus Culqui Alvarado**

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

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Joaquin Hernan Rojas Oblitas
PRESIDENTE

Juan Merino Roncero
SECRETARIO

Atilio Ruben Lopez Carranza
VOCAL

**Dedicatoria**

Con amor a mi padre, cuyo espíritu sigue inspirándome desde el cielo.
A mi querida madre, cuyo respaldo inquebrantable y amor eterno son mi brújula en este viaje llamado “vida”, a Medellín y Oslo, mis fieles compañeros, que con su presencia alegraron muchos momentos durante este arduo camino.

**Agradecimientos**

A mi madre, por su amor incondicional y apoyo constante; su fuerza y sacrificio son mi inspiración. A mis hermanos; Heidi, Geiner y Alex, por estar siempre a mi lado, brindándome ánimo y compañía en cada etapa de este viaje académico. Mamá, hermanos, gracias por ser mi pilar y por compartir conmigo cada momento de este proceso.

A todos los que contribuyeron de alguna manera, ¡gracias!

CULQUI ALVARADO_MILAGRITOS DE JESUS 71844911_compressed_compressed.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

| 24% | 23% | 7% | 8% |
|---|---|---|---|
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|---|
| 1 | hdl.handle.net<br>Fuente de Internet | 6% |
| 2 | tesis.usat.edu.pe<br>Fuente de Internet | 4% |
| 3 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo<br>Trabajo del estudiante | 1% |
| 4 | repositorio.uss.edu.pe<br>Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.usanpedro.edu.pe<br>Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.uandina.edu.pe<br>Fuente de Internet | 1% |
| 7 | repositorio.ucv.edu.pe<br>Fuente de Internet | 1% |
| 8 | issuu.com<br>Fuente de Internet | <1% |
| 9 | repositorio.uta.edu.ec<br>Fuente de Internet | |

# Índice

**Resumen** ..... **16**

**Abstract** ..... **17**

**Introducción** ..... **18**

**Revisión de literatura** ..... **21**

**Antecedentes** ..... **21**

Antecedentes internacionales ..... 21

Antecedentes nacionales ..... 23

**Bases teórico - científicas** ..... **24**

Suelos ..... 24

Estabilización de suelos ..... 28

Subrasante ..... 30

Látex de Caucho Natural (NRL) ..... 31

Ensayos de Laboratorio ..... 32

Ensayos In Situ ..... 40

**Materiales y métodos** ..... **42**

**Tipo de Investigación** ..... **42**

Nivel de Investigación ..... 42

Enfoque de Investigación ..... 42

**Diseño de Investigación** ..... **42**

Hipótesis ..... 42

Objeto de estudio ..... 42

Operacionalización de variables ..... 43

**Población, muestra y muestreo** ..... **44**

Población ..... 44

Muestra ..... 44

Muestreo ..... 46

Criterios de selección ..... 46

Procedimientos ..... 49
Diagrama de Flujo ..... 77
Matriz de consistencia ..... 78

**Resultados y Discusión ..... 79**

Resultados ..... 79
Discusión ..... 111

**Conclusiones ..... 114**

**Recomendaciones ..... 117**

**Referencias ..... 118**

**Anexos ..... 122**

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Clasificación AASHTO para el perfil de calicatas [37] ..... 32

Ilustración 2: Clasificación SUCS para el perfil de calicatas [37] ..... 33

Ilustración 3: Clasificación de suelos según índice de grupo [37] ..... 33

Ilustración 4:Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282 [37] ..... 34

Ilustración 5: Clasificación de suelos según SUCS, para suelos del tipo grava [37] ..... 35

Ilustración 6: Clasificación de suelos según SUCS, para suelos del tipo arenoso [37] ..... 35

Ilustración 7: Clasificación de suelos según SUCS, para suelos del tipo limoso y arcilloso [37] ..... 35

Ilustración 8:Relación de suelos según AASHTO y SUCS [37] ..... 36

Ilustración 9: Clasificación de suelos según Tamaño de partícula ..... 37

Ilustración 10: Relación de tamices y aberturas [37] ..... 37

Ilustración 11:Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad [37] ..... 40

Ilustración 12: Coeficiente de confiabilidad Z [46] ..... 45

Ilustración 13: Ubicación de zona de estudio ..... 50

Ilustración 14: Ubicación de puntos de investigación en zona de estudio ..... 50

Ilustración 15: Inicio del Caserío Cirila Baja ..... 51

Ilustración 16: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 01 ..... 52

Ilustración 17: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 02 ..... 52

Ilustración 18: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 03 ..... 53

Ilustración 19: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 04 ..... 53

Ilustración 20: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 05 ..... 54

*Ilustración 21: Ingreso del material al laboratorio de la USAT* ..... 55

Ilustración 22: Proceso de obtención del látex de caucho natural ..... 56

Ilustración 23: Proceso de "Sangrado" del látex de caucho natural ..... 56

*Ilustración 24: Determinación del contenido de humedad* ..... 58

Ilustración 25: Paso de la muestra a través del tamiz Nº4 ..... 59

Ilustración 26: Lavado y tamizado de la muestra ..... 59

Ilustración 27: Colocación de la muestra y agua destilada para el ensayo hidrométrico ..... 60

Ilustración 28: Colocación y agitación de la muestra en la probeta graduada ..... 60

*Ilustración 29: Colocación en la cuchara de casa grande y extensión de muestra* ..... 62

*Ilustración 30: Formación de rollos* ..... 62

*Ilustración 31: Peso y colocación de agua destilada para el ensayo de Gravedad específica* 63

Ilustración 32:Colocación en la estufa y agitación de fiola ..... 63

Ilustración 33: Saturación y compactación de material para Proctor Modificado ..... 64

Ilustración 34: Enrasado y pesado de molde ..... 65

Ilustración 35: Saturación y compactación de material para CBR ..... 66

Ilustración 36: Aplicación de sobre cargas e hidratación de molde ..... 66

Ilustración 37: Moldes en Hidratación ..... 67

Ilustración 38: Lectura de Dial y penetración de CBR ..... 67

Ilustración 39:NRL para adicionar a las muestras para el Ensayo de Límites de Atterberg .... 72

Ilustración 40: NRL para adicionar a las muestras para el Ensayo de Proctor Modificado ..... 72

Ilustración 41: NRL para adicionar a las muestras para el Ensayo de CBR ..... 73

Ilustración 42: Ensayo de Análisis Granulométrico para la Caracterización de Suelo para tramo de prueba ..... 74

Ilustración 43:Ensayo de Índice de Plasticidad para la Caracterización de Suelo para tramo de prueba ..... 74

Ilustración 44: Dimensionamiento del tramo de prueba experimental ..... 75

Ilustración 45: Excavación de tramo de prueba ..... 75

Ilustración 46: Adición de Látex de Caucho Natural y Compactación de tramo de prueba .... 76

Ilustración 47:Ensayo de Densidad de campo ..... 76

Ilustración 48:Punto Inicial de la zona de estudio Caserío Cirila Baja ..... 122

Ilustración 49:Identificación de Calicata 01 ..... 122

Ilustración 50: Marcación de Calicata 01 ..... 123

Ilustración 51: Verificación de dimensión de 1 metro de ancho de la calicata 01 ..... 123

Ilustración 52:Extracción de calicata 01 a 0.70 m ..... 124

Ilustración 53:Extracción de calicata 01 a 1.20 m ..... 124

Ilustración 54:Extracción de Calicata 01 a 1.50 m ..... 125

Ilustración 55:Muestras extraídas de la Calicata 01 ..... 125

Ilustración 56:Muestras en estado natural de la Calicata 01 ..... 126

Ilustración 57:Colocación de las muestras extraídas de la Calicata 01 en bolsas térmicas para mantener la humedad natural ..... 126

Ilustración 58:Marcación de Calicata 02 ..... 127

Ilustración 59:Identificación de Calicata 02 ..... 127

Ilustración 60:Extracción de calicata 02 a 0.40 m ..... 128

Ilustración 61:Extracción de calicata 02 a 0.90 m ..... 128

Ilustración 62:Extracción de calicata 02 a 1.50 m ..... 129

Ilustración 63:Muestras extraídas de la Calicata 02 ..... 129

Ilustración 64:Muestras en estado natural de la Calicata 02 ..... 130

Ilustración 65:Colocación de las muestras extraídas de la Calicata 02 en bolsas térmicas para mantener la humedad natural ..... 130

Ilustración 66:Identificación de Calicata 03 ..... 131

Ilustración 67:Extracción de calicata 02 a 0.10 m ..... 131

Ilustración 68:Extracción de calicata 02 a 1.50 m ..... 132

Ilustración 69: Colocación de las muestras extraídas de la Calicata 03 en bolsas térmicas para mantener la humedad natural ..... 132

Ilustración 70:Muestras en estado natural de la Calicata 03 ..... 133

Ilustración 71:Identificación y verificación de dimensión de 1 metro de ancho de Calicata 04 ..... 133

Ilustración 72:Extracción de calicata 04 a 0.20 m ..... 134

Ilustración 73:Muestras extraídas de la Calicata 04 ..... 134

Ilustración 74:Muestras en estado natural de la Calicata 04 ..... 135

Ilustración 75:Identificación de Calicata 05 ..... 135

Ilustración 76:Identificación y verificación de dimensión de 1 metro de ancho de Calicata 05 ..... 136

Ilustración 77:Extracción de calicata 05 a 1.50 m ..... 136

Ilustración 78:Colocación de las muestras extraídas de la Calicata 05 en bolsas térmicas para mantener la humedad natural ..... 137

Ilustración 79:Muestras en estado natural de la Calicata 05 ..... 137

Ilustración 80: Excavación de Tramo de Prueba ..... 138

Ilustración 81: Aplicación de NRL en terreno natural de Tramo de Prueba ..... 138

Ilustración 82:Dosificación de NRL en terreno natural de Tramo de Prueba ..... 139

Ilustración 83: Compactación de Tramo de Prueba ..... 139

## Lista de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de variable independiente ..... 43

Tabla 2: Operacionalización de variable dependiente ..... 43

Tabla 3: Ensayos de Atterberg ..... 44

Tabla 4: Cantidad de Límites de Atterberg para muestra patrón y adiciones ..... 44

Tabla 5:Cantidad de ensayos de Proctor para muestra patrón y adiciones ..... 45

Tabla 6:Cantidad de ensayos CBR para muestra patrón y adiciones ..... 46

Tabla 7: Resumen de revisión de literatura utilizadas en la investigación ..... 48

Tabla 8: Codificación de las muestras de suelo por calicata ..... 54

Tabla 9: Diagrama de Flujo ..... 77

Tabla 10: Matriz de consistencia ..... 78

Tabla 11: Propiedades físicas de Látex de Caucho Natural ..... 79

Tabla 12: Propiedades químicas de Látex de Caucho Natural ..... 80

Tabla 13:Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad en suelo natural C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5 ..... 81

Tabla 14:Distribución granulométrica para calicatas 01,02,03,04 y 05 ..... 82

Tabla 15: Análisis granulométrico por hidrómetro de la Calicata 1, 2, 3, 4 y 5 ..... 83

Tabla 16:Límites de Atterberg de la Calicata 1, 2, 3, 4 y 5 ..... 84

Tabla 17: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 01 ..... 84

Tabla 18: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 02 ..... 85

Tabla 19: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 03 ..... 86

Tabla 20: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 04 ..... 87

Tabla 21: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 05 ..... 88

Tabla 22: Ensayo de Gravedad Específica de los Sólidos de la calicata N° 01, 02, 03, 04 y 05 ..... 89

Tabla 23:Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°01 a la Calicata N°05 ..... 90

Tabla 24: Límite de Atterberg de muestras adicionadas para la C1 con adiciones de 18%, 23%, 27% y 32% de NRL ..... 91

Tabla 25:Límite de Atterberg de muestras adicionadas para la C2 con adiciones de 18%, 23%, 27% y 32% de NRL ..... 92

Tabla 26:Límite de Atterberg de muestras adicionadas para la C3 con adiciones de 18%, 23%, 27% y 32% de NRL ..... 92

Tabla 27: Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del 18% de NRL ..... 92

Tabla 28: Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del 23% de NRL ..... 93

Tabla 29: Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°03 con adición del 27%% de NRL ..... 94

Tabla 30:Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y N°03 con adición del 32%% de NRL ..... 95

Tabla 31:Resumen de resultados de ensayo CBR para la calicata C-01 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL ..... 97

Tabla 32: Resumen de resultados de ensayo CBR para la calicata N° 02 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL ..... 99

Tabla 33: Resumen de resultados de ensayo CBR para la calicata N° 03 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL ..... 100

Tabla 34: Cuadro de resumen de las propiedades físicas ..... 101

Tabla 35:Cuadro de resumen de las propiedades mecánicas de la Calicata N° 01 ..... 102

Tabla 36: Cuadro de resumen de las propiedades mecánicas de la Calicata N° 02 ..... 103

Tabla 37:Cuadro de resumen de las propiedades mecánicas de la Calicata N° 03 ..... 104

Tabla 38: Distribución granul5ométrica para caracterización de tramo de prueba ..... 108

Tabla 39:Ensayo de Índice de Plasticidad para caracterización de tramo de prueba ..... 109

Tabla 40: Resultados obtenidos del tramo de prueba ..... 109

Tabla 41: Costo por m3 de estabilización de subrasante sin adición de NRL ..... 110

Tabla 42:Costo por m3 de estabilización de subrasante con adición del 23%  NRL ..... 110

## Lista de Gráficos

Gráfico 1:Resumen de la variación de resultados del ensayo de contenido de humedad en suelo natural C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5 ..... 81

Gráfico 2: Curva Granulométrica por tamizado de la 01,02,03,04 y 05 ..... 82

Gráfico 3: Curva Granulométrica por hidrómetro de la Calicata 1, 2, 3, 4 y 5 ..... 83

Gráfico 4: Perfil estratigráfico de la calicata N°01 ..... 85

Gráfico 5:Perfil estratigráfico de la calicata N°02 ..... 86

Gráfico 6:Perfil estratigráfico de la calicata N°03 ..... 87

Gráfico 7:Perfil estratigráfico de la calicata N°04 ..... 88

Gráfico 8:Perfil estratigráfico de la calicata N°05 ..... 89

Gráfico 9:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01 a la Calicata N°05 ..... 90

Gráfico 10: Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del 18% de NRL ..... 93

Gráfico 11: Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del 23% de NRL ..... 94

Gráfico 12: Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 27%% de NRL. ..... 94

Gráfico 13:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 32% de NRL. ..... 95

Gráfico 14:Diagrama del Ensayo de CBR de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 18% de NRL. ..... 95

Gráfico 15:Diagrama del Ensayo de CBR de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 23% de NRL. ..... 96

Gráfico 16:Diagrama del Ensayo de CBR de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 27% de NRL. ..... 96

Gráfico 17:Diagrama del Ensayo de CBR de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 32% de NRL. ..... 97

Gráfico 15:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL ..... 98

Gráfico 16: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°01 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL ..... 98

Gráfico 17:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°02 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL ..... 99

Gráfico 18: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°02 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL ..... 99

Gráfico 19:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°03 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL ..... 100

Gráfico 20: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°03 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL ..... 100

Gráfico 24:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, Porcentaje Óptimo ..... 105

Gráfico 25: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°01, Porcentaje Óptimo ..... 105

Gráfico 26:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°02, Porcentaje Óptimo ..... 106

Gráfico 27: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°02, Porcentaje Óptimo ..... 106

Gráfico 28:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°03, Porcentaje Óptimo ..... 107

Gráfico 29: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°03, Porcentaje Óptimo ..... 107

Gráfico 30:Curva granulométrica para la caracterización de tramo de prueba ..... 108

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo analizar la influencia del látex de caucho natural en las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos, con adiciones de 18%, 23%, 27% y 32%. La creciente complejidad de los proyectos de carreteras y la escasez de materiales adecuados motivan este estudio, que busca determinar la viabilidad del látex como aditivo estabilizador. Siendo la investigación de naturaleza experimental pura y de tipo correlacional, presentando los resultados de los ensayos de laboratorio en relación con las propiedades del suelo y su dosificación de látex, empleando un enfoque cuantitativo con muestreo probabilístico. Donde, la hipótesis establece que la adición de látex mejorará significativamente las propiedades físico-mecánicas del suelo, para lo cual se realizaron ensayos que incluyen Proctor modificado, CBR, límites de consistencia, entre otros. Finalmente, los resultados muestran que, en la calicata C-01 (SP, A-3 (0)), la máxima densidad seca (MDS) aumentó de 1.659 g/cm³ a 1.783 g/cm³, y el óptimo contenido de humedad (OCH) de 10.70% a 14.13%, con un incremento en el CBR promedio al 95% de 11.60 a 14.90 y una reducción en la desviación estándar del CBR de 3.24 a 0.99. En las calicatas C-02 y C-03 (SM, A-2-4(0)), la MDS y el OCH también mejoraron, con incrementos en el CBR promedio y reducciones en la variabilidad. La adición de látex de caucho natural mejora la densidad, el OCH y la capacidad de soporte del suelo arenoso, proporcionando una base sólida para futuras aplicaciones en la estabilización de suelos.


**PALABRAS CLAVES:** Estabilización de suelos, látex de caucho natural, propiedades físico-mecánicas, subrasantes, suelos arenosos.

## Abstract

This research aims to analyze the influence of natural rubber latex on the physico-mechanical properties for the stabilization of sandy soil subgrades, with additions of 18%, 23%, 27%, and 32%. The increasing complexity of road projects and the shortage of suitable materials motivate this study, which seeks to determine the viability of latex as a stabilizing additive. This research is purely experimental and correlational in nature, presenting laboratory test results in relation to soil properties and latex dosages, employing a quantitative approach with probabilistic sampling. The hypothesis posits that the addition of latex will significantly improve the physico-mechanical properties of the soil, for which tests including modified Proctor, CBR, consistency limits, among others, were conducted. Finally, the results show that, in test pit C-01 (SP, A-3 (0)), the maximum dry density (MDD) increased from 1.659 g/cm³ to 1.783 g/cm³, and the optimum moisture content (OMC) from 10.70% to 14.13%, with an increase in the average CBR at 95% from 11.60 to 14.90 and a reduction in the CBR standard deviation from 3.24 to 0.99. In test pits C-02 and C-03 (SM, A-2-4(0)), the MDD and OMC also improved, with increases in average CBR and reductions in variability. The addition of natural rubber latex improves the density, OMC, and bearing capacity of sandy soil, providing a solid basis for future applications in soil stabilization**.**


**Keywords:** Soil stabilization, natural rubber latex, physico-mechanical properties, subgrades, sandy soils.

**Introducción**

Según Provias Nacional, entidad que está adscrita al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se destaca que solo el 16% de la red de carreteras nacionales está asfaltada, mientras que el 84% está en estado de afirmado o trocha. Esto significa que la falta de infraestructura sigue siendo un obstáculo para el crecimiento del turismo y el comercio, dos factores esenciales para el progreso de la población [1].

Dado entonces, que el medio predominante para mover personas y productos en el país es el transporte terrestre, es esencial enfocarse en mejorar la infraestructura y la seguridad de las carreteras tanto a nivel nacional como regional, siendo los suelos los que desempeñan un rol fundamental como cimiento de cualquier tipo de estructura vial, por lo que es necesario realizar un correcto estudio para poder establecer las condiciones específicas de la zona a construir [2].

Sin embargo, la presencia de grandes extensiones de terrenos blandos y suelos débiles como son los suelos arenosos o limosos pueden ocasionar una gran cantidad de desafíos geotécnicos surgidos a raíz de sus características mecánicas y su escasa durabilidad lo cual podría provocar fallos en subbases de carreteras, terraplenes, cimientos de edificios y pendientes [3], ya que no poseen las propiedades adecuadas para su uso como base o subbase de pavimento [4].

Una investigación llevada a cabo por la National Science Foundation concluyó que el daño causado por suelos expansivos en la estructura de un pavimento es significativamente más grave que el daño que podría provocar un desastre natural, como inundaciones o terremotos[5]. En el caso de los suelos arenosos, un factor crucial es su baja capacidad para acumular o retener agua, lo que afecta la erosión del terreno y su entorno. Esta característica se debe a su gran superficie específica y baja capacidad de absorción. Por lo tanto, se buscan soluciones alternativas para mejorar esta condición. [6]

En ciertos casos, los problemas potenciales del suelo pueden evitarse eligiendo una ubicación diferente, eliminando el suelo no deseado y reemplazándolo por uno adecuado, o adaptando el diseño a las condiciones del sitio[7]. Además, se podría intentar modificar las diversas propiedades del suelo existente con el objetivo de crear un nuevo material que cumpla con todos los requisitos necesarios. En los últimos años, se han desarrollado diversas tecnologías de remediación de suelos basadas en estabilizadores de suelo, mostrando excelentes resultados en aplicaciones prácticas de ingeniería.[8] Sin embargo, esto ha llevado al incremento de la aplicación de polímeros químicos para optimizar las propiedades físicas, químicas o mecánicas por ende lograr la estabilización de estos. No obstante, el uso de estos productos en su mayoría perturba la estructura natural del suelo y afecta también a estructuras

cercanas, además de contaminar al mismo, pudiendo llegar hasta filtrarse en los acuíferos subterráneos [9].

Por lo tanto, es necesario un cambio en el enfoque investigativo, dirigiéndonos hacia soluciones sostenibles que son vitales para la ingeniería civil [10], haciendo que la búsqueda de recursos naturales sea cada vez más necesaria [11]. Y el látex de caucho natural se ha convertido en un biopolímero ampliamente utilizado en la fabricación de una gran variedad de productos, tales como en la fabricación de neumáticos, guantes, materiales estructurales resistentes, elásticos y conductores de electricidad, amortiguadores, montajes para motores, correas de transmisión, juntas, mangueras, entre otros. Donde, la especie Hevea brasiliensis es el principal productor mundial de caucho natural, del cual se produce el NRL (Natural Rubber Latex) [12].

Desde el 2001 hasta el 2017, la producción global de NRL ha aumentado significativamente a nivel internacional en países como India, Reino Unido, etc. Sin embargo, el precio ha disminuido significativamente desde 2011 y es probable que continúe disminuyendo [13].

En el Perú, las comunidades indígenas de la región amazónica han retomado el aprovechamiento del látex vegetal para obtener el jebe de caucho y generar ingresos para sus comunidades, lo que también contribuye a la conservación de la selva amazónica. El uso de NRL no deteriora los ecosistemas forestales, sino que contribuye a su preservación, además el árbol de caucho posee la capacidad de retener una mayor cantidad de CO2 en comparación con otros árboles presentes en la selva amazónica [14].

Entonces, la razón para llevar a cabo esta investigación se encuentra respaldada por los siguientes aspectos: en el aspecto técnico, tiene la intención de determinar el efecto que genera la incorporación del látex de caucho natural en un suelo arenoso con el propósito de obtener resultados superiores en sus características físicas y mecánicas, reduciendo así el riesgo de colapso de las estructuras que tengan como base a este tipo de suelo.

En el aspecto social, esta investigación es significativa desde una perspectiva social ya que satisface una necesidad de la población al proporcionar nuevos métodos para la estabilización de los suelos y estos sean adecuados para sus construcciones tradicionales.

En el aspecto económico, la producción de esta adición promueve la creación de empleo en las comunidades cercanas, lo que puede contribuir de manera favorable al bienestar la calidad de vida y el incremento de los ingresos económicos de los habitantes locales. Además, que el proceso de obtención de esta adición puede generar oportunidades de trabajo para la población cercana y mejorar su situación económica y social.

En el aspecto ambiental, el uso de polímeros naturales en lugar de productos químicos sintéticos minimiza el riesgo de contaminación del suelo y el agua, lo que beneficia a la

biodiversidad local y previene posibles efectos adversos en los ecosistemas circundantes. Por lo que, la elección de polímeros naturales para la estabilización de suelos es una medida ambientalmente responsable; alineándose a través de la conservación del entorno y el fomento de métodos de construcción más sustentables y respetuosos con el medio ambiente [15].

Debido a ello y con la intención de mejorar la optimización de estos recursos en esta investigación se plantea ¿De qué manera la adición de látex de caucho natural con la dosificación 18%, 23%, 27% y 32%, influye en las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos?

Para responder a la formulación del problema se tiene como **objetivo principal**; Analizar la influencia en las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural, asimismo como **objetivos específicos**; Caracterizar las propiedades físicas y químicas mediante ensayos del látex de caucho natural, Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo arenoso correspondiente a la muestra patrón, Analizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo arenoso con porcentajes de adición de 18%, 23%, 27% y 32% de látex de caucho natural, Comparar las propiedades físico-mecánicas de la muestra patrón con la muestra adicionada, Determinar el porcentaje óptimo de látex de caucho natural para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos, Validar resultados de laboratorio mediante ensayos en un tramo de prueba experimental de 2.00m x 2.00m con el porcentaje de mezcla óptimo, Analizar el costo- beneficio de la adición del látex de caucho natural para estabilización de subrasantes de suelos arenosos.

# Revisión de literatura

## Antecedentes

### Antecedentes internacionales

El año 2023, U. Veena y N. James [16], en su investigación hacen mención del desarrollo de un método novedoso para mejorar la resistencia a la licuefacción en suelos arenosos mediante el uso de látex de caucho natural (NRL). Los autores del estudio investigaron muestras de arena tratadas con soluciones de NRL en concentraciones del 10%, 15%, 20% y 30% y evaluaron la resistencia a la licuefacción de las muestras de arena tanto tratadas como no tratadas con NRL mediante pruebas triaxiales cíclicas controladas por cepas, utilizando amplitudes de deformación axial de 0.15%, 0.3% y 0.5%. Descubriendo así que el tratamiento con NRL reduce el desarrollo de exceso de presión de poro en la arena, lo que a su vez aumenta su resistencia a la licuefacción. Por lo que, sugieren utilizar el NRL como un estabilizador de suelos ecológico para mitigar los efectos de la licuefacción ya que este nuevo método tiene implicaciones importantes para el desarrollo de nuevas propuestas de estabilización económica y ecológica.

Los autores Hoy M, Tran N, et al en la investigación que realizaron en el año 2023 [17], determinaron que la incorporación de goma de látex natural (NRL), puede mejorar el rendimiento resistente y de fatiga de las mezclas de suelos lateríticos estabilizados con cemento y materiales reciclados bajo cargas de tráfico. Es así, que en esta investigación se analizaron dos tipos de materiales reciclados, la escoria de acero y el agregado de concreto reciclado, con una proporción de 5% de cemento en peso. También se examinó el contenido seco de NRL en relación con el cemento en un rango del 0%, 3%, 5%, 10% y 15%. Los resultados demostraron la mejora en las propiedades mecánicas, como la fuerza de compresión sin confinamiento, el ensayo de tracción indirecta, el módulo de resistencia a la tracción y la fatiga indirecta por tracción con la adición de NRL.

Los autores Buritatum A, Suddeepong A, et al en el año 2022 [18], se centran en el estudio del látex de caucho natural (NRL) como un aditivo ecológico en la estabilización de carreteras sin pavimentar con cemento, durante la investigación, se descubrió que la adición de NRL en forma líquida resultaba conveniente para la implementación en trabajos de campo. Se analizaron características como la resistencia a la compresión no confinada (UCS) y la resistencia a la tracción indirecta (ITS) y la vida útil indirecta por fatiga por tracción (NF). Los

autores descubrieron que al aumentar la relación de reemplazo de NRL, los valores de UCS, ITS y NF aumentaban hasta alcanzar el máximo en la relación de reemplazo óptima de NRL.

U. Veena y N. James en el año 2022 [19], en el estudio preliminar realizado examinaron el comportamiento de tres suelos con diferentes características de plasticidad, donde se mezclaron diversas cantidades del látex vegetal conocido como NRL (Natural Rubber Latex) con suelo seco, asegurándose de el contenido de agua en la combinación de suelo-NRL fuera menor que el nivel de humedad ideal para ese suelo. Se evaluaron el índice de deformabilidad, el índice de absorción de energía y el índice de fragilidad para medir la mejora de la ductilidad en el suelo tratado con NRL. Se observó a medida que se incrementaba la proporción de NRL, el índice de fragilidad disminuía. Además de mejorar la ductilidad, el NRL también incrementaba la resistencia general del suelo.

Jose A, Kasthurba A en el año 2021 [20], realizaron un estudio de tres especímenes de suelo para examinar sus características físicas y mecánicas de durabilidad y térmicas de los bloques de suelo-cemento de laterita, utilizando diferentes proporciones de NRL que variaban del 1% al 5% en peso de agua. Los autores concluyen que la adición de NRL demostró mejoras en términos de características físicas y térmicas, también se notaron mejoras en las propiedades mecánicas y de resistencia con proporciones más bajas de NRL. y recomiendan un contenido óptimo de NRL del 2.5% con el fin de obtener características superiores de resistencia y durabilidad [20].

En la investigación realizada por los autores Agré D, Kouadio S, Clement K, et al en el año 2019 [21], proponen el uso de un aglutinante natural, como el látex Hevea, para estabilizar la laterita y diseñar un nuevo tipo de material de construcción que sea más ecológico. Durante el proceso de caracterización, los autores utilizaron el látex en forma líquida no obstante tuvieron que agregar amoníaco para evitar su coagulación, la cantidad de amoníaco utilizada para mantener el látex fluido y estabilizar la laterita fue del 3%, además se consideraron las proporciones de 10%, 15%, 20%, 25%, y 30% para estabilizar las muestras de laterita. Determinando así que, el amoniaco utilizado no tiene un efecto negativo en la coagulación del látex, sino que la retrasa y a medida que disminuye la cantidad de látex estabilizado con amoníaco, aumenta la tendencia a la coagulación. Para la descripción o análisis de las probetas ensayadas, se evaluaron las siguientes pruebas como: prueba de resistencia al agua, prueba de absorción y prueba de compresión. Finalmente se determinó que, existe un aumento en la capacidad de resistencia a medida que se incrementa la proporción de látex en las muestras ensayadas y los valores de resistencia se incrementan de 0.37 MPa para las probetas sin látex a 3.15 MPa cuando el contenido de látex es del 30%.

**Antecedentes nacionales**

Irigoin Bustamante H, Tarrillo Vásquez F [22], el propósito de este estudio fue examinar el efecto de añadir cloruro de sodio al proceso de estabilización de suelos cohesivos utilizados en la construcción de pavimentos. Se llevaron a cabo 7 excavaciones y se evaluaron distintos aspectos, como los límites de consistencia, la distribución del tamaño de partículas, el contenido de humedad, el CBR (índice de soporte de California) y el ensayo Proctor Modificado, tanto en suelos de referencia como en suelos estabilizados con cloruro de sodio en concentraciones del 3%, 5% y 7%. Los resultados demostraron que la adición de cloruro de sodio mejoró las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, incluyendo un aumento en la densidad máxima seca, un contenido de humedad óptimo, una mayor capacidad de soporte y una mayor resistencia al CBR. Estas mejoras se observaron en promedio en un 0.68%, 1.33% y 2.20%, respectivamente, en las muestras extraídas de las excavaciones.Antecedentes locales.

Carrillo Requejo S [23], en su investigación, se propuso analizar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arenosos en su estado natural en Pueblo Joven Las Dunas, situado en la región de Lambayeque. El objetivo era mejorar la calidad de los suelos mediante la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz para mejorar sus características y propiedades. Según los resultados obtenidos, las muestras de suelo en su estado natural no presentaron plasticidad y fueron clasificadas como suelo arenoso pobremente graduado (SP) de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), y suelo A-2-4 según la clasificación de la Asociación Americana de Carreteras y Transporte (AASHTO). En el ensayo de California Bearing Ratio (CBR), se registró un valor promedio de 22.47%, y la máxima densidad seca (MDS) alcanzó un valor de 1.690 g/cm3.

## Bases teórico - científicas

## Suelos

### Definición

La definición y comprensión del término "suelo" varía según el profesional que lo utilice y sus intereses en el área. Por ejemplo, los agrónomos lo comprenden como la capa superior de la corteza terrestre que es fundamental para el crecimiento de plantas, mientras que los geólogos lo interpretan como un material descompuesto que se encuentra en la ubicación correspondiente, y cuya concentración de materia orgánica se concentra en los niveles cercanos a la superficie [24]. Los expertos en ingeniería civil, en contraste, definen el suelo como una agrupación de partículas minerales generadas por procesos de desgaste mecánico o químico de rocas previas. De manera general, el suelo es una delgada capa de material ubicada en la superficie terrestre, resultado de la descomposición y alteración química o física de las rocas.. Además, contiene restos de las actividades realizadas por los seres vivos y organismos que lo ocupan.[25].

### Propiedades del suelo

Las propiedades del suelo para carreteras son cruciales para garantizar la estabilidad y durabilidad de la infraestructura vial, por tanto, la selección de suelos adecuados y la evaluación de estas propiedades son fundamentales para la construcción de carreteras seguras y eficientes [26]. A continuación, se pueden observar ciertos rasgos que caracterizan a los diferentes tipos de suelos:

### Propiedades Físicas

### Color

El color del suelo desempeña un papel fundamental en la comprensión de su morfología y está estrechamente relacionado con sus componentes sólidos, así como con cambios en las condiciones ambientales, la dinámica del suelo, la actividad biológica, la composición y la redistribución de líquidos, y la materia orgánica. Se trata de un indicador valioso que proporciona información sobre la naturaleza de los sólidos, la detección de procesos patogénicos y la caracterización general del suelo. Su determinación se lleva a cabo mediante la comparación con tablas de tonalidades en condiciones de humedad y luz natural, y se

desglosa en matiz, claridad y pureza para una descripción detallada. La no uniformidad del color, con la posible presencia de manchas de diferentes tonos y formas, indica variaciones en la composición del suelo en distintas áreas [27].

**Textura**

La composición del suelo refleja la proporción relativa de partículas de distintos tamaños, como arena, limo y arcilla. Si predominan las partículas de arena, el suelo se clasifica como de textura arenosa; si predominan las de limo, se considera de textura limosa, y si las partículas de arcilla son predominantes, se identifica como de textura arcillosa. Esta clasificación se fundamenta en la distribución de las partículas sólidas del suelo en distintas categorías, que incluyen materiales gruesos (como rocas, retenidos en la malla N°4), materiales medios (como arenas, que atraviesan la malla N°4 hasta la malla N°200) y materiales finos (como arcillas y limos, que atraviesan la malla N°200) [28].

**Estructura**

Los suelos constan de elementos diversos en cuanto a composición mineral, tamaño y forma, que definen su estructura. En esta investigación se identifican tres formas de estructura: granular, en panal y floculenta. La estructura granular se observa en suelos con partículas sólidas robustas sin enlaces adicionales, típicos en gravas y arenas. La estructura en panal, propia de suelos limosos depositados en agua, presenta partículas organizadas en arcos con espacios intermedios. La estructura floculenta, común en suelos de arcilla depositados en agua, implica la formación de flóculos debido a la atracción entre partículas de carga opuesta. Estos flóculos se sedimentan y se agrupan entre sí, dejando espacios vacíos. Los suelos con estructura apanalada o floculenta presentan una capacidad de carga relativamente alta siempre que su estructura permanezca intacta. [29]

**Porosidad**

Esta característica permite evaluar el porcentaje de espacio vacío presente en el suelo con respecto a su volumen total. Esta información se puede expresar en forma de porcentaje o valor decimal. Cuando la proporción entre el volumen de espacios vacíos (Vv) y el volumen total (Vt) exhibe porcentajes reducidos, indica que el suelo está densamente compactado, ya que el espacio entre sus partículas es reducido. Por otro lado, si este porcentaje es elevado, significa que el suelo está poco consolidado, ya que el espacio entre sus partículas es más amplio. [29]

**Permeabilidad**

Se refiere a la capacidad del sistema poroso del suelo para facilitar el paso de fluidos líquidos por medio de él. La determinación habitual de la permeabilidad se basa en el tamaño de los poros y su grado de interconexión, lo que permite clasificar un suelo como altamente permeable o de baja permeabilidad. En el caso de suelos con poros de considerable tamaño y una conectividad eficiente entre ellos, el agua puede circular con facilidad. Sin embargo, cuando se trata de suelos con poros más pequeños pero con una conectividad similar, se observa una menor permeabilidad, lo que resulta en un flujo de agua más lento a través del suelo. Este fenómeno es especialmente evidente en el caso de suelos arcillosos. [29]

**Granulometría**

El análisis de la composición granulométrica de suelos gruesos es crucial para comprender su efecto en la densidad del material compactado. Se cuantifica el porcentaje de partículas de diversos tamaños en el suelo, utilizando métodos como el tamizado para partículas más grandes y la sedimentación para partículas más finas. La composición se representa gráficamente en una curva granulométrica, que se interpreta posteriormente. El tamaño de las partículas se define como su diámetro cuando no pueden dividirse bajo una fuerza moderada, como un golpe ligero con un mazo de madera. [29]

**Humedad**

La humedad natural de un suelo hace referencia al contenido de agua presente en su estado original, expresada en porcentaje. Para determinarla, se toman muestras de suelo que se pesan en recipientes, las muestras son colocadas en un horno a una temperatura estable de 110°C. Después de que la muestra se ha secado completamente, se permite que se enfríe a temperatura ambiente y se vuelve a pesar. De esta forma, se determina con precisión la cantidad inicial de agua presente en el suelo. [30]

**Plasticidad**

La plasticidad es la propiedad de los suelos que les permite deformarse sin fracturarse. Es una característica fundamental para entender cómo se comportan los suelos en diversas situaciones. La plasticidad varía en los suelos arcillosos, y para medirla, utilizamos los límites

de Atterberg, que dividen los suelos cohesivos en cuatro estados de consistencia. Estos factores incluyen el Límite Líquido (L.L.), el Límite Plástico (L.P.) y el Límite de Contracción (L.C.), los cuales proporcionan información detallada sobre las propiedades del suelo bajo análisis. La determinación del Índice Plástico (I.P.) implica la sustracción del Límite Plástico del Límite Líquido y generalmente señala la proporción de arcilla presente en el suelo. Cuando resulta imposible calcular el LP, el suelo se clasifica como no plástico (N.P.), y en tal caso, el Índice Plástico se establece en cero. Este índice indica el rango de contenido de humedad en el cual los suelos cohesivos muestran propiedades plásticas. [29]

**Propiedades Mecánicas**

**Resistencia a la erosión**

Se relaciona con la habilidad de un suelo para resistir la pérdida de partículas o su deterioro causado por diversos agentes externos como el agua, el viento o el tráfico vehicular. Este fenómeno puede afectar considerablemente la estabilidad del suelo y la preservación del medio ambiente.[31]

**Resistencia a la estabilidad**

Se relaciona con la capacidad de un suelo para mantener su integridad y estructura ante diversas condiciones de carga y medio ambiente. Esto es esencial para garantizar que las estructuras, como presas, terraplenes y muros de contención, no se colapsen o se deterioren con el tiempo. [32]

**Resistencia al esfuerzo**

Es una medida de la capacidad de un suelo para soportar cargas y esfuerzos aplicados sobre él. Puede incluir tanto cargas de compresión como de tracción. La resistencia al esfuerzo es un indicador fundamental en la planificación de la elaboración de cimientos y estructuras.[32]

**Capacidad de carga**

Representa el máximo peso que un suelo puede resistir sin experimentar deformaciones excesivas o fracasar. Este aspecto es esencial en la elaboración de cimientos y estructuras, ya que asegura que el suelo pueda sostener las cargas aplicadas sin ceder.[33]

**Densidad seca**

Se define como la masa de un suelo por unidad de volumen cuando está completamente desprovisto de humedad. Constituye un factor crucial para analizar la compacidad de un suelo, lo que a su vez afecta su capacidad de carga, permeabilidad y otras propiedades.[33]

**Estabilización de suelos**

La necesidad de mejorar las propiedades del suelo es fundamental, con fines de pavimentación y otras estructuras de ingeniería, como terraplenes, protección de presas y revestimientos de canales, surgió a raíz de consideraciones como la complicación de encontrar materiales adecuados y asequibles para la edificación de carreteras y calles en áreas específicas ya que el transporte de materiales de calidad puede resultar costoso y complicado, lo que dificulta la viabilidad económica de un proyecto vial [34].

Por ello, dentro de la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, la RNE, la estabilización se define como el procedimiento físico o químico que busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo tal como se encuentra naturalmente al ser excavado, o de los materiales empleados como relleno, con la meta de alcanzar su estabilidad [35]. Al considerar la estabilización de suelos, es necesario tener en cuenta distintos atributos del suelo, como su estabilidad volumétrica, su resistencia mecánica, su capacidad de permeabilidad, su compresibilidad y su durabilidad [36].

**Criterios normativos**

Dentro del apartado de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras del MTC, se definen las directrices geotécnicas para evaluar la optimización de las características de los suelos. Estos estándares son:

a. Se considerará que los materiales apropiados para las capas de la subrasante son aquellos que poseen un Índice de Resistencia a la Penetración (CBR) por encima del 6%.

   Si el CBR es inferior (indicando una subrasante deficiente o inadecuada), o si hay zonas locales con humedad o áreas blandas, se llevará a cabo un análisis detallado para identificar la estabilización, mejora o sustitución del suelo [37]

b. Si la capa de subrasante del pavimento contiene arcilla o limo y existe la posibilidad de que estos materiales se filtren en las capas de base del pavimento al humedecerse, afectándolas negativamente, entonces es necesario planificar una capa anticontaminante con un espesor de al menos 10 centímetros. Otra opción que podría considerarse es el uso de un geotextil, pero esto solo será recomendable si es respaldado por una justificación proporcionada por el ingeniero a cargo de la obra [37].

c. La altura de la subrasante debe estar sobre el nivel freático con los siguientes valores mínimos: 0.60 m para una subrasante de alta calidad, 0.80 m para una subrasante regular y buena, 1.00 metro para una subrasante pobre, y 1.20 m para una subrasante inapropiada. Si se considera como requisito, se implementarán sistemas de drenaje subterráneo o capas que eviten la contaminación y/o permitan el drenaje, o se ajustará la elevación de la rasante hasta alcanzar el nivel requerido [37].
d. En regiones situadas por encima de los 4,000 msnm, se realizará una evaluación de cómo las bajas temperaturas invernales pueden tener un impacto negativo en la estructura y composición de los suelos. En términos generales, la influencia del congelamiento está vinculada al nivel freático y a la sensibilidad del suelo a congelarse. Por consecuente, se considera que los suelos no son susceptibles al congelamiento si contienen cantidades inferiores al 3% de su peso en materiales de tamaño de partículas menor a 0.02 milímetros [37].
e. Para elegir el método apropiado de mejora del suelo, es esencial identificar el tipo de suelo presente. Los tipos de suelo más frecuentes en este contexto son los siguientes: suelos limosos, suelos arcillosos y suelos arenosos con presencia de limo o arcilla [37]
f. Al escoger el método de estabilización que sea más adecuado, se tomarán en cuenta diversos factores. Esto abarca el tipo de suelo a estabilizar, la finalidad para la cual se utilizará el suelo estabilizado, el aditivo que se empleará, los conocimientos previos adquiridos en el método de estabilización a emplear, la facilidad de acceso al aditivo estabilizador necesario, la disponibilidad de equipos adecuados y la evaluación de los costos involucrados [37].

**Tipos de estabilización**

El MTC, a través de su manual, establece tres tipos:

- La estabilización mecánica de suelos implica potenciar el suelo sin alterar su configuración o composición inicial, utilizando la compactación como método para reducir el espacio vacío dentro de él. Esta técnica permite lograr una estabilización sin afectar la estructura y composición originales del suelo [37].
- La estabilización mediante la combinación de suelos implica la utilización de materiales adicionales provenientes de una fuente externa con el fin de mejorar las características del terreno. Conforme a la sección 207 del Manual de Carreteras, se establecen los requisitos y estándares técnicos generales que deben ser cumplidos durante el proceso de construcción. Se especifica que el suelo adicional debe ser aplicado en las ubicaciones determinadas en el expediente del proyecto, en una cantidad apropiada para

asegurar que la mezcla resultante cumpla con los estándares requeridos respecto a la incorporación del suelo existente. [37].

- La estabilización mediante la sustitución de suelos se emplea cuando el objetivo es mejorar la subrasante mediante la adición de material. Este proceso puede llevarse por medio de dos formas: construyendo la capa de manera inmediata sobre la superficie del suelo existente o excavando previamente y reemplazando el suelo natural con el material adicional [37]

## Subrasante

### Definición

La subrasante, fundamental en la construcción de carreteras, tiene como función principal sostener la estructura del pavimento. Se extiende a una profundidad que no afecta la capacidad de carga para el tráfico previsto y puede consistir en excavación o relleno. La calidad de la subrasante es crucial para determinar el espesor del pavimento y debe cumplir con estándares de capacidad de soporte y resistencia. Además, se deben tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad y las posibles variaciones volumétricas.[30]

Cuando el material de la subrasante tiene tendencia a hincharse o congelarse, pueden surgir problemas como levantamientos del pavimento, aumento de la aspereza de la superficie y una disminución en la calidad del servicio vial. La resistencia de la subrasante tiene un rol fundamental en establecer los espesores de las capas superiores del pavimento. En situaciones donde los valores del índice CBR (índice de resistencia de California) son bajos, es necesario abordar la estabilización de los suelos subyacentes. [30]

### Funciones

Las funciones principales de la capa subrasante son:

- Absorber y soportar las cargas generadas por el tráfico que son transmitidas desde el pavimento. [37]
- Distribuir y transferir de manera eficiente las cargas del tráfico al cuerpo del terraplén. [37]

## Látex de Caucho Natural (NRL)

### Definición

La shiringa (Hevea Brasiliensis) es un árbol que se localiza en las selvas del Amazonas y se utiliza para obtener látex. La actividad económica, basada en el aprovechamiento de la shiringa, es compatible y respetuosa con el bosque [38]. En los últimos tiempos, ha surgido un renovado interés por esta especie debido a sus propiedades únicas, tanto físicas como químicas. Se destaca por su excelente resistencia a la abrasión y a la deformación, así como por su elasticidad, características que no se encuentran en otras sustancias [39]. El árbol de shiringa se utiliza como recurso natural en la industria, tanto en forma de látex de caucho líquido como de caucho seco, para la manufactura de una variedad extensa de artículos provechosos para la comunidad. Entre ellos se encuentran, guantes utilizados tanto en entornos quirúrgicos como industriales, así como mangueras, adhesivos y accesorios para vehículos. Especialmente destacan los neumáticos, los cuales son empleados en diversos medios de transporte [40].

### Características

La guía para la utilización y venta del látex proveniente de los árboles de caucho en bosques naturales proporciona información detallada de las características del árbol, incluyendo su tronco recto y una altura de aproximadamente 20m con un tronco de diámetro de 30cm. Además, se describe que la madera es de color blanco y las hojas son alternas y compuestas por tres folíolos [30].

### Método de extracción

La guía para la utilización y venta del látex proveniente de los árboles de caucho en bosques naturales describe los siguientes pasos para la extracción del látex:
Antes de extraer el látex de shiringa, es necesario seleccionar un árbol que cumpla con ciertos requisitos, como un mínimo de 6 años y un diámetro de por encima de 20cm. Se debe mantener constante limpieza de los paños de trabajo para evitar la presencia de residuos orgánicos como musgos, arenilla, restos de corteza, insectos, entre otros [30].

La extracción del látex se realiza rasgando el árbol con una cuchilla de metal llamada faca. El desgarro se lleva a cabo de manera horizontal, de izquierda a derecha, en sentido contrario a los vasos laticíferos presentes en la corteza, para obtener la máxima cantidad de látex. El ángulo del corte suele ser de 33° a 45°, y la profundidad no debe exceder el grosor de la corteza. Si se

corta demasiado profundo, llegando al cambium del fuste, se daña el árbol y se genera humedad y posibles problemas de hongos y bacterias [30].

Para la etapa de extracción, es común usar una canaleta de metal colocada sobre el área de corte, que permite la dirección del látex hacia un recipiente de plástico o aluminio con capacidad de alrededor de 300 cc, donde se recolecta el látex. Una vez concluida la recolección, el látex es trasladado al centro de producción, donde se almacena o se somete a procesamiento de acuerdo con el producto final deseado [30].

## Ensayos de Laboratorio

### Ensayos físicos

### Clasificación de suelos

Hoy en día, los sistemas de clasificación con más utilización son la clasificación AASHTO y la clasificación SUCS. Estos métodos posibilitan anticipar el comportamiento inmediato del suelo al ayudar a identificar áreas con características uniformes desde un punto de vista geotécnico.

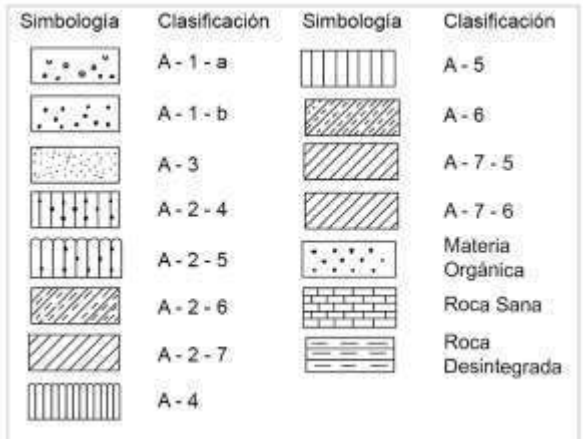



*Ilustración 1: Clasificación AASHTO para el perfil de calicatas* [37]

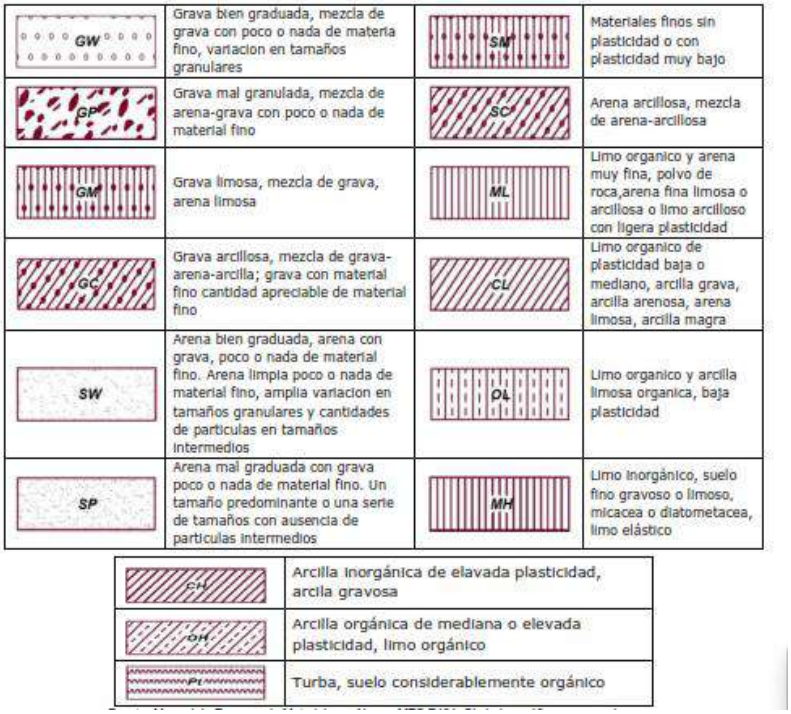



*Ilustración 2: Clasificación SUCS para el perfil de calicatas* [37]

**Clasificación de suelos mediante la normativa AASHTO M-145**

El sistema de clasificación del suelo inorgánico abarca siete grupos, desde A-1 hasta A-7, donde A-1 representa la opción más favorable para la subrasante, caracterizado por su composición mayoritaria de arena y grava con una mínima presencia de arcilla. Por otro lado, el suelo orgánico se clasifica como A-8. La calidad de los suelos con partículas finas se determina mediante su Índice de Grupo (IG), donde un valor más alto indica una menor calidad del suelo. El cálculo del IG se basa en el porcentaje de partículas que pasan por el tamiz Nº 200 (F), el Límite Líquido (WL), y el Índice de Plasticidad (IP). Los resultados se expresan en números enteros o cero si el IG es negativo, indicando un suelo de alta calidad con un IG ≥ 20 [41].

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

*Ilustración 3: Clasificación de suelos según índice de grupo* [37]

Seguidamente, se presenta la tabla utilizada para la clasificación de los tipos de suelos según 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) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Clasificación de Grupo | 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) | máx. 50 | | | | | | | | | | | |
| 0.425 mm (N° 40) | máx. 30 | máx. 50 | mín. 51 | | | | | | | | | |
| F: 0.075 mm (N° 200) | máx. 15 | máx. 25 | máx.10 | Máx. 35 | máx. 35 | máx. 35 | máx. 35 | mín. 36 | mín. 36 | mín. 36 | mín. 36 | mín. 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 | mín. 41 | máx. 40 | mín. 41 | máx. 40 | Mín. 41 | máx. 40 | mín. 41 | mín. 41 |
| IP: Índice de Plasticidad | máx. 6 | máx. 6 | NP | máx. 10 | máx. 10 | mín. 11 | mín. 11 | máx. 10 | máx. 10 | mín. 11 | mín. 11 [a] | mín. 11 [b] |
| Tipo de material | Piedras, gravas y arenas | | Arenas Finas | Gravas y arenas limosas o arcillosas | | | | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | | |
| Estimación general del suelo como sub rasante | Exelente a bueno | | | | | Regular a insuficiente | | | | | | |

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.
(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.
- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-1b:182-6 (3), A-4(5), A-7-5 (17), etc
IG = (F-35) [0.2+0.005 ((LL-40)] +0.01 (F-15) (IP-10)

*Ilustración 4:Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282* [37]

**Clasificación de suelos mediante la normativa ASTM D-2487 (SUCS)**

Este sistema de clasificación divide los suelos en dos categorías principales según su granulometría. Los suelos de granulometría gruesa, principalmente grava y arena con menos del 50% que pasa por el tamiz Nº 200, se etiquetan con símbolos que comienzan con G o S, denotando grava y arena respectivamente. Por otro lado, los suelos de granulometría fina, con más del 50% que pasa por el tamiz Nº 200, se designan con símbolos que empiezan con M, seguidos de C para arcillas inorgánicas u O para limos y arcillas orgánicas. Además, se utilizan otros símbolos como W para suelos bien gradados, P para suelos pobremente gradados, L para suelos de baja plasticidad (límite líquido < 50), y H para suelos de alta plasticidad (límite líquido > 50) [42].

A continuación, se muestran las tablas que detallan las categorías de suelos.

| Símbolo de grupo | Criterios |
|---|---|
| GW | Menos de 5% pasa la malla No. 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual que 4; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3 |
| GP | Menos de 5% pasa la malla No. 200; no cumple ambos criterios para GW |
| GM | Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea *A* (figura 2.12) o el índice de plasticidad menor que 4 |
| GC | Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea *A* (figura 2.12); índice de plasticidad mayor que 7 |
| GC-GM | Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12 |
| GW-GM | El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW y GM |
| GW-GC | El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW y GC |
| GP-GM | El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP y GM |
| GP-GC | El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP y GC |

*Ilustración 5: Clasificación de suelos según SUCS, para suelos del tipo grava* [37]

| Símbolo de grupo | Criterios |
|---|---|
| SW | Menos de 5% pasa la malla No. 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual a 6; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3 |
| SP | Menos de 5% pasa la malla No. 200; no cumple ambos criterios para SW |
| SM | Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea *A* (figura 2.12); o índice de plasticidad menor que 4 |
| SC | Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican arriba de la línea *A* (figura 2.12); índice de plasticidad mayor que 7 |
| SC-SM | Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12 |
| SW-SM | Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SM |
| SW-SC | Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SC |
| SP-SM | Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SM |
| SP-SC | Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SC |

*Ilustración 6: Clasificación de suelos según SUCS, para suelos del tipo arenoso* [37]

| Símbolo de grupo | Criterios |
|---|---|
| CL | Inorgánico; $LL < 50$; $PI > 7$; se grafica sobre o arriba de la línea *A* (véase zona CL en la figura 2.12) |
| ML | Inorgánico; $LL < 50$; $PI < 4$; o se grafica debajo de la línea *A* (véase la zona ML en la figura 2.12) |
| OL | Orgánico; $LL$ — seco en horno) / ($LL$ — sin secar) ; < 0.75; $LL < 50$ (véase zona OL en la figura 2.12) |
| CH | Inorgánico; $LL \geq 50$; $PI$ se grafica sobre o arriba de la línea *A* (véase la zona CH en la figura 2.12) |
| MH | Inorgánico; $LL \geq 50$; $PI$ se grafica debajo de la línea *A* (véase la zona MH en la figura 2.12) |
| OH | Orgánico; $LL$ — seco en horno) / ($LL$ — sin secar) ; < 0.75; $LL \geq 50$ (véase zona OH en la figura 2.12) |
| CL-ML | Inorgánico; se grafica en la zona sombreada en la figura 2.12 |
| Pt | Turba, lodos y otros suelos altamente orgánicos |

*Ilustración 7: Clasificación de suelos según SUCS, para suelos del tipo limoso y arcilloso* [37]

Para lo cual, el MTC resume a ambos métodos en lo siguiente:

| Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145 | Clasificación de Suelos SUCS ASTM –D-2487 |
|---|---|
| A-1-a | GW, GP, GM, SW, SP, SM |
| A-1-b | GM, GP, SM, SP |
| A – 2 | GM, GC, SM, SC |
| A – 3 | SP |
| A – 4 | CL, ML |
| A – 5 | ML, MH, CH |
| A – 6 | CL, CH |
| A – 7 | OH, MH, CH |

*Ilustración 8:Relación de suelos según AASHTO y SUCS* [37]

**Contenido de Humedad MTC E 108**

El contenido de humedad del suelo es un indicador fundamental que revela el estado del suelo bajo análisis; este indica la relación entre el peso del agua contenido en la muestra y su peso cuando está completamente seca, presentado en forma de porcentaje [37].

$$W = \frac{Ww}{Ws} x100$$

Donde,

$W$ = Contenido de humedad (%)

$W$w = Peso de agua contenido en la muestra (gr.)

$Ws$ =Peso seco de la muestra (gr.)

Instrumentos:

Horno, capaz de alcanzar temperaturas de 110 ± 5 °C.

Balanzas, con un margen de error conforme a la norma (±0.01 gr).

Recipientes, resistentes al calor y a la corrosión.

**Análisis granulométrico de suelos por tamizado MTC E 107 – ASTM D422**

A través de este ensayo, es factible determinar la composición de partículas de un suelo, clasificándolas según su tamaño. El análisis granulométrico implica el paso de la fracción que atraviesa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), utilizando métodos de tamizado o sedimentación, dependiendo de las propiedades de la muestra y de los datos requeridos. Para suelos arenosos con bajo contenido de limo y arcilla, que se desintegren fácilmente en estado seco, se empleará el tamizado en seco. Por otro lado, para suelos con mayor contenido de limo y arcilla que no se desintegren fácilmente en estado seco, se optará por el método húmedo. Si se necesita obtener la curva granulométrica completa, incluyendo partículas más pequeñas que el tamiz de 0,074

mm (Nº 200), se recurrirá a la sedimentación con un hidrómetro. También se pueden aplicar métodos simplificados para determinar el contenido de partículas más pequeñas según sea necesario. Para la fracción de tamaño superior al tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se realizará un análisis por tamizado en seco tras un lavado preliminar de la muestra sobre dicho tamiz [37].

| 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 |

*Ilustración 9: Clasificación de suelos según Tamaño de partícula*

El procedimiento para el análisis por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm involucra el secado, pesado y lavado cuidadoso de la muestra [37].

Equipos:

- Balanzas, con sensibilidad de ±0.01gr
- Estufa capaz de mantener constante 110 ± 5 °C, con el fin de secar la muestra

Materiales:

| TAMICES | ABERTURA (mm) |
|---|---|
| 3" | 75,000 |
| 1 ½" | 38,100 |
| ¾" | 19,000 |
| ⅜" | 9,500 |
| N° 4 | 4,760 |
| N° 8 | 2,360 |
| N° 16 | 1,100 |
| N° 30 | 0,590 |
| N° 50 | 0,297 |
| N° 100 | 0,149 |
| N° 200 | 0,075 |

*Ilustración 10: Relación de tamices y aberturas* [37]

Cálculos,

El % que pasa la malla número 200:

$$\%\ Pasa N°\ 200 = \frac{Peso\ Total - Peso\ Retenido\ En\ El\ Tamiz\ N°200}{Peso\ Total} \times 100$$

El porcentaje de partículas retenidas en cada tamiz:

$$\% \, Retenido = \frac{Peso \, Retenido \, En \, El \, Tamiz}{Peso \, Total} \times 100$$

El % de partículas que pasa, según cada abertura:

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

**Análisis granulométrico por medio del hidrómetro MTC E 109 – ASTM D 422**

El Análisis Granulométrico mediante el Método del Hidrómetro es un ensayo fundamental en la mecánica de suelos que busca examinar la distribución de tamaños de partículas en una muestra de suelo, ofreciendo datos cruciales sobre propiedades físicas como la capacidad de drenaje y permeabilidad. Este método, basado en la sedimentación de material suspendido en un líquido, sigue pautas específicas establecidas por la norma ASTM D 422. Involucra la preparación de la muestra con un agente dispersante, su agitación en un recipiente, y la sedimentación en un cilindro graduado con agua destilada, donde se registra el comportamiento del hidrómetro a intervalos regulares. Los resultados se presentan en una curva granulométrica que complementa los datos obtenidos mediante el tamizado, ofreciendo percepción valiosa sobre la composición del suelo y su relevancia en aplicaciones de construcción [43].

**Determinación del límite de Atterberg de los suelos MTC E 110**

Los Límites de Atterberg son indicadores de la sensibilidad de un suelo a cambios en su contenido de humedad, definiendo cuatro estados de consistencia en función de la humedad. Estos límites, que incluyen el límite líquido y el límite plástico, caracterizan la cohesión del suelo. La determinación de estos límites se realiza utilizando suelo tamizado a través de un tamiz de malla N.º 40, siendo crucial destacar que la plasticidad del suelo está relacionada exclusivamente con sus partículas finas, no con las gruesas. Dado que el análisis granulométrico no revela esta propiedad específica, es fundamental realizar pruebas de Límites de Atterberg para comprender la plasticidad del suelo. [37].

**Límite líquido (LL) MTC E 110**

A medida que el suelo transita desde el estado semilíquido a un estado plástico, se vuelve maleable y susceptible de ser moldeado. Para determinar esta transición, se coloca la combinación de suelo maleable se coloca en el cucharón de Casagrande y se le dan golpes al girar la manivela hasta que la abertura se cierre a una longitud de 12 mm. [37].

$$LL = W(\frac{N}{25})\text{^}0.121$$

Instrumentación:

- Copa Casagrande
- Dispositivo para acanalar
- Medidor de calibración
- Balanza con precisión de ±0.01 gramos
- Horno con capacidad para alcanzar temperaturas de 110 ± 5 °C

Suministros:

- Espátula

**Limite plástico (MTC E 111-ASTM D4318)**

Este es el indicador de humedad en el cual la combinación de suelo y agua se vuelve plástica, y se moldea hasta formar un cilindro de suelo. Si este cilindro se rompe en los próximos 2 minutos, se repite la prueba [37].

$$LP = \left(\frac{Pw}{Ps}\right) x\ 100$$

$$LP = \left(\frac{Ph - Ps}{Ps}\right)$$

Equipos:

- Tamiz N° 40

- Recipientes

Materiales:

- Espátula

**Índice de plasticidad (MTC E 111)**

Además de determinar el Límite Líquido (LL) y el Límite Plástico (LP), es crucial calcular el Índice de Plasticidad (IP), que se define como la diferencia entre LL y LP. Este índice indica la capacidad del suelo para mantener su comportamiento plástico según su contenido de humedad. En resumen, un mayor valor del Índice de Plasticidad refleja un rango más amplio de humedad en el cual el suelo puede deformarse plásticamente.[37].

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

*Ilustración 11:Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad* [37]

**Ensayos mecánicos**

**Proctor modificado (MTC 115)**

En esta prueba se presentan tres métodos alternativos. Se trata de un procedimiento de compactación que tiene como objetivo determinar la conexión entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de los suelos genera una curva de compactación [30]. La densidad del suelo en estado húmedo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Pm = \left(\frac{Mt - Mmd}{V}\right)$$

**CBR (MTC E 132)**

El ensayo de Índice de Soporte California se enfoca en la relación entre la fuerza unitaria requerida para insertar un pistón en una muestra de suelo compuesta por grava y la fuerza unitaria requerida para hacer lo mismo en una muestra de suelo rocoso a la misma profundidad. El valor del CBR del suelo puede variar según el grado de compactación y el contenido de humedad presentes al momento de la prueba [30].

El contenido de humedad durante la compactación se refiere a la cantidad e de agua que debe agregarse al suelo en su estado natural para lograr la humedad previamente establecida, y se calcula de la siguiente manera:

$$\%de\ agua = \left(\frac{H - h}{100 + h}\right) x100$$

**Ensayos In Situ**

**Densidad de Campo (NTP 339 143)**

El propósito del ensayo es medir la densidad de un suelo en su estado original utilizando el método de la arena. Este procedimiento se utiliza frecuentemente para determinar la densidad de suelos compactados en áreas como terraplenes, bases y sub-bases de carreteras. Los

resultados se comparan con un porcentaje específico de la densidad máxima determinada en el ensayo de compactación Proctor para el tipo de suelo en cuestión. Antes de realizar el ensayo, se prepara una superficie de aproximadamente 1250 $cm^2$, ligeramente mayor que la del plato metálico con un orificio central que se utiliza como base para el dispositivo de ensayo. El plato metálico se coloca sobre esta superficie nivelada y se excava un agujero con una profundidad mínima de 150 mm y un diámetro entre 100 mm y 160 mm, dependiendo del tamaño máximo de las partículas del suelo, que no deben exceder los 50 mm. El material extraído del agujero se pesa y se mide su contenido de humedad. Luego, se pesa el dispositivo de ensayo, que consiste en un cono estándar de 125 mm de altura con una válvula de cierre y un frasco enroscado que contiene arena seca calibrada de densidad conocida. Para determinar el volumen del agujero, se coloca el dispositivo invertido sobre el agujero, se abre la válvula y se deja que la arena llene el agujero y el cono hasta la válvula. Posteriormente, se retira el dispositivo y se pesa con la arena restante. Utilizando los datos obtenidos y parámetros conocidos, como el volumen del cono y la densidad de la arena, se puede calcular el volumen del agujero excavado, la masa seca del material extraído y, finalmente, las densidades húmedas y secas "in situ" del material.[37]

## Materiales y métodos

### Tipo de Investigación

Esta investigación es de naturaleza EXPERIMENTAL PURO, donde se define a este tipo de investigación como un proceso científico que tiene como objetivo establecer y verificar relaciones empíricas entre variables y confirmar la validez de hipótesis, leyes o modelos mediante experimentos controlados [44]. En síntesis, permite la inducción de las relaciones entre las variables y la validación de las hipótesis a través de experimentos rigurosamente controlados. Es así como con el objetivo de evaluar cómo varían las propiedades físicas y mecánicas para subrasantes de suelos arenosos (variable dependiente) al variar el porcentaje de a látex de caucho natural (variable independiente), se valorará los resultados obtenidos que aportarán información relevante para respaldar o descartar la hipótesis propuesta.

### Nivel de Investigación

El tipo de investigación es correlacional, ya que se enfoca en analizar los resultados de las pruebas de laboratorio en relación con las propiedades del suelo y examina la relación causal con la dosificación de látex de caucho natural [45].

### Enfoque de Investigación

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, ya que se centra en cuantificar los resultados y extender las conclusiones a una muestra más amplia a través de métodos estadísticos y el uso de datos numéricos[44].

## Diseño de Investigación

### Hipótesis

La aplicación del látex de caucho natural mejorará significativamente las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos.

### Objeto de estudio

Subrasantes de suelos arenosos

**Operacionalización de variables**

Las variables de este estudio son de tipo cuantitativo, con la variable dependiente y la variable independiente claramente definidas.

| Tipo de variable | Variable | Dimensiones | Indicadores | Instrumentos |
|---|---|---|---|---|
| **INDEPENDIENTE** | Látex de Caucho Natural | Cantidad de Látex de Caucho Natural | Dosificación en peso | 18%, 23%, 27% y 32% |

*Tabla 1: Operacionalización de variable independiente*

| Tipo de variable | Variable | Dimensiones | Indicadores | Instrumentos |
|---|---|---|---|---|
| **DEPENDIENTE** | Propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos | Propiedades Físicas | Análisis Granulométrico | NTP 400.012 |
| | | | Clasificación del suelo SUCS y AASHTO | NTP 339.134 / NTP 339.135 |
| | | | Contenido de humedad | NTP 339.127 |
| | | | Límites de Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico) | NTP 339.129 |
| | | Propiedades mecánicas | Proctor Modificado | NTP 339.141 |
| | | | CBR (Californian Bearing Ratio) | NTP 339.145 |
| | | Ensayos In Situ | Densidad de Campo | NTP 339 143 |

*Tabla 2: Operacionalización de variable dependiente*

## Población, muestra y muestreo

### Población

La población a examinar es a la capa de subrasante de la carretera del Caserío Cirila baja, Distrito Pacora, Provincia Lambayeque, Región Lambayeque

### Muestra

El análisis de estudio se realizará en la carretera en el Caserío Cirila baja ubicado en el Distrito Pacora.

En el presente proyecto de investigación se tendrá en cuenta las diferentes cantidades muestrales tanto de un suelo natural (S) como el suelo experimental, suelo mezclado con látex de caucho natural (NRL), se representará con las denominaciones, S+18 NRL, S+23 NRL, S+27 NRL, S+32 NRL.

A continuación, se exhiben las tablas referentes a la cantidad muestral de la investigación.

| Ensayo | Descripción | Calicata | | |
|---|---|---|---|---|
| | | C-01 | C-02 | C-03 |
| Ensayo de Atterberg | Limite Liquido | 1 | 1 | 1 |
| | Limite plástico | 1 | 1 | 1 |
| | Indice de Plasticidad | 1 | 1 | 1 |
| Sub total | | 3 | 3 | 3 |
| Total | | | 9 | |

*Tabla 3: Ensayos de Atterberg*

| Ensayo | Descripción | Calicata | | |
|---|---|---|---|---|
| | | C-01 | C-02 | C-03 |
| Ensayo de Atterberg | S | 3 | 3 | 3 |
| | S+18 NRL | 3 | 3 | 3 |
| | S+23 NRL | 3 | 3 | 3 |
| | S+27 NRL | 3 | 3 | 3 |
| | S+32 NRL | 3 | 3 | 3 |
| Sub total | | 15 | 15 | 15 |
| Total | | | 45 | |

*Tabla 4: Cantidad de Límites de Atterberg para muestra patrón y adiciones*

| Ensayo | Descripción | Calicata | | |
|---|---|---|---|---|
| | | C-01 | C-02 | C-03 |
| Ensayo de Proctor modificado | S | 3 | 3 | 3 |
| | S+18 NRL | 3 | 3 | 3 |
| | S+23 NRL | 3 | 3 | 3 |
| | S+27 NRL | 3 | 3 | 3 |
| | S+32 NRL | 3 | 3 | 3 |
| Subtotal | | 15 | 15 | 15 |
| Total | | | 45 | |

*Tabla 5:Cantidad de ensayos de Proctor para muestra patrón y adiciones*

Debido al tipo de investigación, para calcular la cantidad de ensayos de CBR que se llevarán a cabo en esta investigación, se utilizó la fórmula de muestra infinita, que será explicada en detalle a continuación:

$$n = \frac{Z^2 \; x \; p \; x \; q}{e^2}$$

Donde:

n= representa el tamaño de la muestra deseado.

N= indica el tamaño de la población o universo.

Z= es un parámetro estadístico que varía según el nivel de confianza (NC) deseado.

e= representa el margen de error máximo aceptado para la estimación.

p= es la probabilidad de que ocurra el evento de interés (éxito).

q= (1-p) indica la probabilidad de que el evento de interés no ocurra.

| Nivel de confianza | Coeficiente de confiabilidad (Z) |
|---|---|
| 99 % | 2.58 |
| 98 | 2.33 |
| 97 | 2.17 |
| 96 | 2.05 |
| 95 | 1.96 |
| 90 | 1.65 |
| 80 | 1.28 |
| 50 | 0.67 |

*Ilustración 12: Coeficiente de confiabilidad Z* [46]

El cálculo de la muestra infinita se basó en un nivel de confianza del 90%, un margen de error del 15% y la probabilidad de que la hipótesis sea verdadera y ocurra del 50%, lo que

resultó en un tamaño de muestra de 30. Esto implica que se llevarán a cabo 30 ensayos de CBR para cada una de las dosificaciones.

$$n = \frac{1.65^2 \; x \; 50\% \; x \; 50\%}{15\%^2} = 30$$

En conjunto, esto totaliza 150 ensayos de CBR, con 30 destinados a la muestra natural y 30 para cada una de las cuatro dosificaciones.

| Ensayo | Descripción | Calicata | | |
|---|---|---|---|---|
| | | C-01 | C-02 | C-03 |
| Ensayo de CBR | S | 10 | 10 | 10 |
| | S+18 NRL | 10 | 10 | 10 |
| | S+23 NRL | 10 | 10 | 10 |
| | S+27 NRL | 10 | 10 | 10 |
| | S+32 NRL | 10 | 10 | 10 |
| **Subtotal** | | 50 | 50 | 50 |
| **Total** | | | **150** | |

*Tabla 6:Cantidad de ensayos CBR para muestra patrón y adiciones*

**Muestreo**

En esta investigación se utiliza un método de muestreo probabilístico.

**Criterios de selección**

Los criterios para determinar la disposición de las calicatas en la zona de estudio y la elección del estrato de muestreo serán establecidos por el investigador. Así mismo, la disposición de los puntos de exploración se planificará de manera que abarquen la mayor extensión del área de estudio posible. Además, se elegirá el estrato que sea uniforme y que se encuentre a la profundidad adecuada para su uso como subrasante.

En esta investigación, se llevará a cabo la extracción de cinco calicatas, cada una con una profundidad mínima de 1.50 metros. Las muestras de suelo natural se someterán a ensayos de laboratorio mediante el análisis de la mecánica de suelos, con el fin de caracterizar el material. A partir de los resultados obtenidos, se determinará cuál o cuáles de las calicatas seleccionadas

serán sometidas a la estabilización mediante la adición de NRL (látex de caucho natural) con las dosificaciones de 18%, 23%, 27% y 32% determinadas en base a las conclusiones de los antecedentes utilizados para este estudio.

Los criterios empleados para seleccionar este material como estabilizador consisten en evaluar sus características físicas como viscosidad, densidad, conductividad, etc. por lo cual estos materiales como adición contribuirá a aumentar el índice de plasticidad de los suelos y aumentar su resistencia en términos de CBR. Teniendo como propósito, observar la tendencia de mejora en las propiedades de las subrasantes de suelos arenosos con el uso del látex de caucho natural como agente estabilizante.

| N° | AUTOR | PROCEDENCIA | TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN | AÑO | CLASIFICACIÓN DEL SUELO | DOSIFICACIÓN | ENSAYOS REALIZADOS | CONCLUSIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | U. Veena y N. James | India | Natural rubber latex treatment of sand: A novel remediation technique for soil liquefaction | 2023 | Laterita | 10%, 15%, 20% y 30% | Pruebas triaxiales cíclicas | o Se reduce el desarrollo de exceso de presión de poro en la arena. oAumenta su resistencia a la licuefacción |
| 2 | Hoy M, Tran N, et al | Tailandia | Improved fatigue properties of cement-stabilized recycled materials - Lateritic soil using natural rubber latex for sustainable pavement applications | 2023 | Laterita | 0%, 3%, 5%, 10% y 15%. | Resistencia a la compresión no confinada | Las propiedades de resistencia mecánica mejoraron con el aditivo NRL |
| 3 | Buritatum A, Suddeepong A, et al | Australia | Improvement of Tensile Properties of Cement-Stabilized Soil Using Natural Rubber Latex, | 2022 | Laterita | 10%, 15%, 20%, 25%, y 30% | Resistencia a la compresión no confinada ( UCS ) Resistencia a la tracción indirecta ( ITS ) Tracción indirecta (NF). | Los valores de UCS, ITS y NF aumentan al aumentar la relación de reemplazo de NRL, hasta el valor más alto en la relación de reemplazo de NRL óptima. |
| 4 | U. Veena y N. James | India | Natural Rubber Latex for Improving Ductility Characteristics of Soil: A Preliminary Experimental Investigation | 2022 | Laterita | 10%, 15%, 20% | Indice de deformabilidad Indice de absorción de energía Indice de fragilidad | Aumento en el índice de deformabilidad y el índice de absorción de energía del suelo tratado con NRL. El índice de fragilidad ha disminuido con un aumento en el contenido de NRL. Mejora general de la fuerza del suelo |
| 5 | Jose A, Kasthurba A | India | Laterite soil-cement blocks modified using natural rubber latex: Assessment of its properties and performance | 2021 | Laterita | 1%, 2%, 3%, 4% y 5% | Resistencia a la compresión , Módulo de ruptura | Aumento en la resistencia a la compresión (aproximadamente 20%) con la adición de 2 a 3% de NRL y el módulo de ruptura aumentó aproximadamente un 35%, con una adición de 5% de NRL |
| 6 | Agré D, Kouadio S, Clement K, et al | Costa de Marfil | Stabilization Of Laterite With Rubber Latex | 2019 | Arena Limosa | 10%, 15%, 20%, 25%, y 30% | Prueba de absorción, prueba de resistencia al agua, prueba de compresión | La tasa de absorción disminuye cuando aumenta la cantidad de látex; La resistencia a la compresión aumenta a medida que aumenta la cantidad de látex. |

*Tabla 7: Resumen de revisión de literatura utilizadas en la investigación*

## Procedimientos

En este punto, se describirán de manera detallada tanto los materiales utilizados como el procedimiento empleado en el programa experimental que servirá como fundamento para esta investigación.

Antes de comenzar con el estudio experimental, se procedió a adquirir los materiales necesarios para su realización. Estos incluyeron látex de caucho natural (NRL) y muestras de suelo arenoso obtenidas del Caserío Cirila Baja, ubicado en el distrito de Pacora, Provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque. La recolección del suelo arenoso se llevó a cabo mediante trabajo de campo, donde se realizó una evaluación inicial del área de estudio y se determinó, según el criterio del investigador, la ubicación precisa de los puntos de muestreo. Posteriormente, se realizaron cinco calicatas para la extracción de muestras de suelo, calculando la cantidad de material extraído en base al número previsto de ensayos, aproximadamente 25 kg por saco.. El material del látex de caucho natural fue obtenido del distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, departamento de San Martín.

Después de obtener los materiales fundamentales para este estudio, se procedió a llevarlos al laboratorio para dar inicio al desarrollo de esta investigación. Donde se comenzó con la evaluación de las propiedades del suelo arenoso en su estado natural, es decir, sin ninguna adición, a través de una serie de ensayos de laboratorio. Luego, se llevaron a cabo las mismas pruebas en el suelo adicionando látex de caucho natural en porcentajes de 18%, 23%, 27% y 32% en peso seco del suelo.

## Materiales en estado natural

### Suelo Arenoso

El suelo para analizar y estabilizar es un suelo arenoso procedente de la subrasante de la carretera del Caserío Cirila Baja, distrito de Pacora, provincia y departamento de Lambayeque; entre las coordenadas 378087.0 E (6°24'49.5"S) - 709072.76 N (79°53'51.4"W). Las muestras de suelo recolectadas exhibían propiedades como una textura suave, una plasticidad reducida y un tono gris claro. Fueron obtenidas mediante la realización de cinco (05) calicatas, con una profundidad promedio de 1.50 metros. Durante este proceso, se eliminaron los primeros 0.10 metros para evitar la presencia de material orgánico, y se identificó un solo estrato de material, lo que condujo a la toma de muestras desde una profundidad de 1.50 metros.

Es importante resaltar que durante las excavaciones no se identificó la presencia del nivel freático.




*Ilustración 13: Ubicación de zona de estudio*

En la ilustración N° 13 se aprecia gráficamente la ubicación de la zona de estudio en el Caserío Cirila Baja.

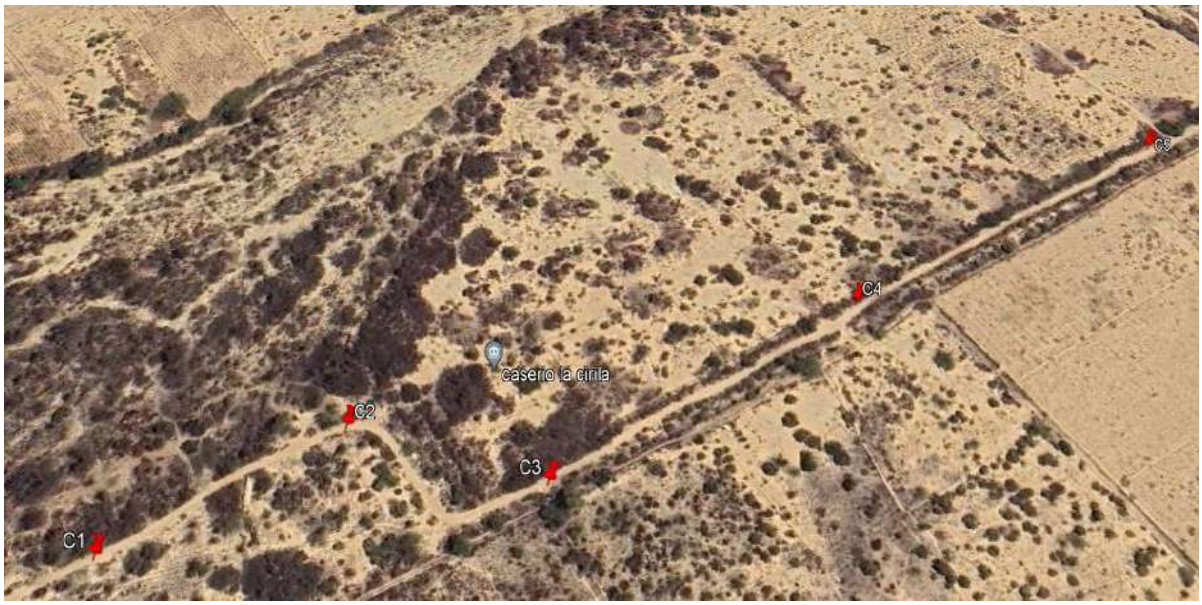



*Ilustración 14: Ubicación de puntos de investigación en zona de estudio*

En la ilustración N° 14 se aprecia gráficamente la ubicación de las calicatas realizadas en el Caserío Cirila Baja.




*Ilustración 15: Inicio del Caserío Cirila Baja*

En la ilustración N° 15 se hace referencia al inicio de la carretera del Caserio Cirila Baja.

A continuación, se presentan las ilustraciones que muestran la ubicación exacta de las calicatas. Estas excavaciones se llevaron a cabo en una zona descampada, con el propósito de preservar las condiciones naturales del suelo, sin intervenciones humanas, que incluyen construcciones, obras de pavimentación o saneamiento, manteniendo así sus características naturales de suelo arenoso. Las calicatas fueron excavadas manualmente, ubicadas junto al eje de la carretera, en una región de clima cálido y durante un período de baja actividad vehicular.





*Ilustración 16: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 01*





Ilustración 17: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 02



*Ilustración 18: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 03*



*Ilustración 19: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 04*




*Ilustración 20: Excavación y extracción de las muestras de la Calicata 05*

Las muestras obtenidas de las cinco (05) calicatas fueron individualmente analizadas para permitir la evaluación del efecto estabilizador del látex de caucho natural en suelos arenosos con distintas características, en caso de que se detecten diferencias entre ellas. La codificación de las muestras de suelo se presenta a continuación:

| Descripción | Codificación |
|---|---|
| Calicata N° 01 | C -01 |
| Calicata N° 02 | C -02 |
| Calicata N° 03 | C -03 |
| Calicata N° 04 | C -04 |
| Calicata N° 05 | C -05 |

*Tabla 8: Codificación de las muestras de suelo por calicata*

Luego de extraer el material de la zona de estudio se realizó el traslado de los sacos de muestra desde el Caserío Cirila Baja hacia la ciudad de Chiclayo al laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.



*Ilustración 21: Ingreso del material al laboratorio de la USAT*

**Látex de Caucho Natural**

La recolección del látex de caucho natural se realizó en la Asociación Ecológica Cerro Verde, situada en el distrito de La Banda de Shilcayo, que forma parte de la provincia de San Martín, en el departamento homónimo de Perú.

El látex debe adicionarse en forma líquida al suelo arenoso para su estabilización, por lo que se le adicionó hidróxido de amonio en proporción 1 ml en 1 litro de látex natural para aplazar el tiempo de su coagulación. Posteriormente, esta muestra de látex fue remitida al laboratorio especializado en análisis físico y químico ambiental, denominado Perú S.AC., con el fin de llevar a cabo los correspondientes ensayos físicos y químicos.



*Ilustración 22:  Proceso de obtención del látex de caucho natural*



*Ilustración 23: Proceso de "Sangrado" del látex de caucho natural*

En la ilustración 22 y 23, se observa el proceso de rasgando del árbol con una cuchilla de metal y la colocación de una canaleta para direccionar el látex hacia un recipiente de aluminio.

**Ensayos de laboratorio e In Situ**

Los ensayos de suelos fueron ejecutados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Estos ensayos se llevaron a cabo siguiendo las directrices establecidas en el manual de ensayo de materiales para carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los cuales son:

1. Ensayos de Laboratorio

   1.1 Ensayos físicos:

   a. Contenido de humedad del suelo (MTC E 108 – ASTM D 2216)
   b. Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107 – ASTM D 722)
   c. Análisis granulométrico por medio del hidrómetro (MTC E 109 – ASTM D 422)
   d. Ensayo de Límites de Atterberg MTC E 110
      - Limite Líquido ASTM D-4318
      - Limite Plástico ASTM D-4318
   e. Clasificación de suelos SUCS ASTM D-2487
   f. Clasificación de suelos AASHTO ASTM D-4328
   g. Ensayo de Gravedad Especifica de los Sólidos MTC E 113

   1.2 Ensayos mecánicos

   1.2.1 Ensayos específicos:

   a. Ensayo de Proctor modificado (ASTM D 1557 – NTP 339.141)
   b. Ensayo de CBR (MTC E 132 – ASTM D 1883)

2. Ensayos In situ

   a. Densidad de Campo (NTP 339 143)

El procedimiento para los ensayos de laboratorio se realiza con el suelo natural para todas las calicatas, a partir de los resultados obtenidos de estas, se seleccionará aquellas que serán sometidas a pruebas en combinación con la adición de látex de caucho natural.

**Ensayos de Laboratorio**

**Ensayos físicos**

**Contenido de humedad del suelo (MTC E 108 – ASTM D 2216)**

Para llevar a cabo este ensayo, se procedió de la siguiente manera: primero, se determinó el peso de la muestra en su estado original sin ningún cambio, después fue sometido a un proceso de secado en un horno durante un lapso de 24 horas y, por último, se registró su peso nuevamente.





*Ilustración 24: Determinación del contenido de humedad*

**Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107 – ASTM D 722)**

Para realizar este ensayo, se siguieron los siguientes pasos: primero, se pasó la muestra a través del tamiz Nº4 y se le asignó un peso de 300 gramos. Luego, se procedió a saturar la muestra durante un período de 24 horas. Posteriormente, se lavó a través del tamiz Nº 200 y fue expuesto a un proceso de desecación en un horno durante un período de 24 horas. Finalmente, se pasó la muestra a través de un conjunto de tamices con distintos tamaños, que incluyen tamaños como 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", Nº4, Nº10, Nº20, N° 40, Nº 50, Nº 60, Nº 80, Nº 140 y Nº 200. Durante este proceso, se anotó el peso de la muestra que se mantuvo en cada malla.



*Ilustración 25: Paso de la muestra a través del tamiz Nº4*



*Ilustración 26: Lavado y tamizado de la muestra*

**Análisis granulométrico de suelos por hidrómetro (MTC E 107 – ASTM D 722)**

En principio, se toma una muestra representativa del suelo y se somete a un proceso de secado en un horno para eliminar toda la humedad. Seguido con el tamizado a través del tamiz Nº 200. Esto separa las partículas finas (limos y arcillas) de las partículas gruesas (arenas y gravas). Posteriormente, se lleva a cabo la etapa de saturación, que implica la inmersión de la muestra en agua destilada durante un período de 24 horas. Garantizando que las partículas finas se dispersen completamente en el agua, asegurando una representación precisa de la distribución de tamaños de partículas.

Una vez completada la saturación, la muestra se coloca en una probeta graduada y se somete a realizar agitaciones. Luego, se introduce un hidrómetro graduado en la muestra y se realizan lecturas a intervalos de tiempo en minutos de 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 120, 240, 360, 720 y 1440. A medida que las partículas sedimentan, el hidrómetro registra la densidad del líquido circundante, lo que permite calcular la disposición de tamaños de partículas en la muestra.



*Ilustración 27: Colocación de la muestra y agua destilada para el ensayo hidrométrico*



*Ilustración 28: Colocación y agitación de la muestra en la probeta graduada*

**Ensayo de Límites de Atterberg MTC E 110**

El procedimiento para llevar a cabo este ensayo se realizó de la siguiente manera: En primer lugar, se tamizó la muestra utilizando la malla Nº 40. Posteriormente, se extrajeron 150 gramos de la muestra y se sometieron a saturación durante un período de 24 horas. Luego, la mezcla fue transferida a la Copa de Casagrande, que había sido previamente calibrada para asegurar su exactitud. Se aplicaron golpes con intensidades de 35, 25 y 15 hasta lograr el cierre de la ranura en 12.7 mm (1/2 de pulgada). Se registró el número de golpes necesarios para lograr este cierre. Después de cerrarse la ranura, se tomó una muestra del centro de la mezcla para determinar su contenido de humedad. Esta muestra se secó durante 24 horas para alcanzar la humedad deseada. Al mismo tiempo, se determinó el Límite Plástico. Se tomó aproximadamente 20 gramos de la mezcla preparada para el Límite Líquido y se amasó hasta que pudiera ser enrollada sin adherirse a las manos ni a la superficie de la mesa, con un diámetro de 3.2 mm (1/8 de pulgada). Se continuó enrollando hasta que comenzó a presentar rajaduras y desmoronarse, momento en el que se colocó en una tara, se pesó y se sometió a un proceso de secado en un horno durante 24 horas para alcanzar la humedad deseada. De manera simultánea, se realizó la determinación del Límite Plástico. Para ello, se tomó aproximadamente 20 gramos de la mezcla preparada para el Límite Líquido. Esta muestra se amasó hasta que alcanzó el estado en el que podía ser enrollada sin adherirse a las manos ni a la superficie de la mesa. El rollito resultante debía tener un diámetro de 3.2 mm (1/8 de pulgada). Se continuó enrollando el rollito hasta que comenzó a presentar rajaduras y desmoronarse. En este punto, se colocó en una tara, se pesó y se sometió a un proceso de secado en un horno durante 24 horas.





*Ilustración 29: Colocación en la cuchara de casa grande y extensión de muestra*





*Ilustración 30: Formación de rollos*

**Ensayo de Gravedad Especifica MTC E 113**

El método para realizar este ensayo fue llevado a cabo de la siguiente manera en primer lugar, se sometió la muestra a un tamizado a través del tamiz Nº 10. Después, se extrajeron 50 gramos de la muestra y se dispusieron en una fiola. Posteriormente, se agregó agua destilada a la fiola.

A continuación, se calentó agua y se introdujo la fiola con la muestra y el agua destilada con el propósito de eliminar cualquier aire presente en la muestra. Se agitó la fiola para asegurar la expulsión de todas las burbujas de aire. Luego, la fiola con la muestra se dejó en reposo durante un período de 24 horas. Finalmente, al concluir este período de reposo, se procedió a pesar nuevamente la muestra.





*Ilustración 31: Peso y colocación de agua destilada para el ensayo de Gravedad específica*






*Ilustración 32:Colocación en la estufa y agitación de fiola*

**Ensayos mecánicos**

**Ensayo de Proctor modificado (MTC E 115 – ASTM D 1557 – NTP 339.141:1999)**

Este análisis se emplea para establecer la relación entre el nivel óptimo de humedad y el peso unitario de un suelo compactado en un molde mediante un pisón que ejerce una fuerza de 44.5 N (10 lbf) desde una altura de 457 mm (18 pulgadas), produciendo una energía de compactación de 270 kN/m³. Esta energía es suficiente para eliminar los espacios vacíos en el suelo. El procedimiento consiste en pesar 3 kg de la muestra de suelo y luego llenar el molde en cinco capas, compactando cada una con 25 golpes. Comenzando con un contenido de agua del 3% en la mezcla de suelo, se aumenta gradualmente en un 4% hasta alcanzar el nivel óptimo de humedad. A partir de este proceso, se determina la máxima densidad seca. El ensayo se lleva a cabo tanto en la muestra estándar como en las muestras que contienen látex de caucho como aditivo natural. Esta técnica permite evaluar la compactación y la densidad del suelo, aspectos cruciales en el diseño y la construcción de proyectos de ingeniería civil.



*Ilustración 33: Saturación y compactación de material para Proctor Modificado*





*Ilustración 34: Enrasado y pesado de molde*

**Ensayo de CBR (MTC E 132 – ASTM D 1883)**

La preparación de la combinación se llevó a cabo empleando los niveles de humedad ideales determinados por el ensayo Proctor Modificado. La mezcla se dispuso sobre la base del molde, junto con el disco separador y el papel filtrante. Previamente, se registró el peso exclusivo del molde junto con su base.

Luego, se fijó el collarín en su lugar para proceder con la compactación en cinco capas. Cada capa consistió en porciones de 5.500 kilogramos de suelo húmedo, y este proceso se repitió tres veces. Después de cada compactación, se retiró el disco, se volteó el molde y se volvió a pesar. A continuación, se aplicaron sobrecargas al molde y se sumergió en una poza de agua, manteniéndolo sumergido durante 96 horas. Durante este período, se erigió un trípode y se colocó un dispositivo de medición, denominado también deformímetro digital, de manera que su extremo hiciera contacto con el vástago del molde. Se registró la lectura inicial del dispositivo y, luego, se efectuaron mediciones cada 24 horas a lo largo de las 96 horas de inmersión. Después de este periodo, se extrajo el molde del estanque, se tomó una última lectura y se permitió que drenara durante 15 minutos antes de retirar las sobrecargas. Las sobrecargas se llevaron a la Prensa de CBR y se volvieron a aplicar, asegurándose de que los diales estuvieran en la posición de deformación cero. Se tomaron mediciones de carga conforme a las penetraciones indicadas en la normativa. Por último, se extrajo el molde., se extrajo el material

y se tomó una muestra para determinar el contenido de humedad. Los datos obtenidos se procesaron en tablas para calcular el CBR de cada muestra de suelo.




*Ilustración 35: Saturación y compactación de material para CBR*



*Ilustración 36: Aplicación de sobre cargas e hidratación de molde*



*Ilustración 37: Moldes en Hidratación*





*Ilustración 38: Lectura de Dial y penetración de CBR*

**Cálculos para adición de Látex de Caucho Natural**

**Porcentajes de NRL para la determinación de los límites de Atterberg**

Se tiene como factores iniciales el peso de la muestra de 200 gr y 100 ml de agua requerido para cada calicata:

- Para la C-01, C-02 y C-03 con dosificación 18% de NRL

$$NRL = 100 \text{ x } 18\%$$

$$NRL = 18ml$$

- Para la C-01, C-02 y C-03 con dosificación 23% de NRL

$$NRL = 100 \text{ x } 23\%$$

$$NRL = 23ml$$

- Para la C-01, C-02 y C-03 con dosificación 27% de NRL

$$NRL = 100 \text{ x } 27\%$$

$$NRL = 27ml$$

- Para la C-01, C-02 y C-03 con dosificación 32% de NRL

$$NRL = 100 \text{ x } 32\%$$

$$NRL = 32ml$$

**Porcentajes de NRL para el Ensayo de Proctor Modificado**

Se tiene como factores iniciales el peso de la muestra de 3000 gr y la cantidad de agua expresada en porcentaje requerido para cada calicata:

- Para la C-01, se requiere el 3% de agua del peso de la muestra siendo 90ml, entonces:
  - Con dosificación 18% de NRL

$$NRL = 90\text{x } 18\%$$

$$NRL = 16.20\ ml$$

  - Con dosificación 23% de NRL

$$NRL = 90\text{x } 23\%$$

$$NRL = 20.70\ ml$$

  - Con dosificación 27% de NRL

$$NRL = 90\text{x } 27\%$$

$$NRL = 24.30\ ml$$

  - Con dosificación 32% de NRL

$$NRL = 90\text{x } 32\%$$

$$NRL = 28.80\ ml$$

- Para la C-02, se requiere el 7% de agua del peso de la muestra siendo 210ml, entonces:
    - Con dosificación 18% de NRL

$$NRL = 210 \text{ x } 18\%$$

$$NRL = 37.80\ ml$$

    - Con dosificación 23% de NRL

$$NRL = 210 \text{ x } 23\%$$

$$NRL = 48.30\ ml$$

    - Con dosificación 27% de NRL

$$NRL = 210 \text{ x } 27\%$$

$$NRL = 56.70\ ml$$

    - Con dosificación 32% de NRL

$$NRL = 210 \text{ x } 32\%$$

$$NRL = 67.20\ ml$$

- Para la C-03, se requiere el 11% de agua del peso de la muestra siendo 330ml, entonces:
    - Con dosificación 18% de NRL

$$NRL = 330 \text{ x } 18\%$$

$$NRL = 59.40\ ml$$

    - Con dosificación 23% de NRL

$$NRL = 330 \text{ x } 23\%$$

$$NRL = 75.90\ ml$$

    - Con dosificación 27% de NRL

$$NRL = 330 \text{ x } 27\%$$

$$NR = 89.10\ ml$$

    - Con dosificación 32% de NRL

$$NRL = 330 \text{ x } 32\%$$

$$NRL = 105.60\ ml$$

**Porcentajes de NRL para el Ensayo de CBR**

Se tiene como factores iniciales el peso de la muestra de 5000 gr y la cantidad de agua expresada en porcentaje requerido para cada calicata:

- Para la dosificación 18% de NRL
    - La C-01 requiere el 5% de agua del peso de la muestra siendo 250ml, entonces:

$$NRL = 250\text{x } 18\%$$

$$NRL = 45\ ml$$

    - La C-02 requiere el 6% de agua del peso de la muestra siendo 300ml, entonces:

$$NRL = 300\text{x } 18\%$$

$$NRL = 54\ ml$$

    - La C-03 requiere el 8% de agua del peso de la muestra siendo 400ml, entonces:

$$NRL = 400\text{x } 18\%$$

$$NRL = 72\ ml$$

- Para la dosificación 23% de NRL
    - La C-01 requiere el 5% de agua del peso de la muestra siendo 250ml, entonces:

$$NRL = 250\text{x } 23\%$$

$$NRL = 57.50\ ml$$

    - La C-02 requiere el 6% de agua del peso de la muestra siendo 300ml, entonces:

$$NRL = 300\text{x } 23\%$$

$$NRL = 69.00\ ml$$

    - La C-03 requiere el 8% de agua del peso de la muestra siendo 400ml, entonces:

$$NRL = 400\text{x } 23\%$$

$$NRL = 80.50\ ml$$

- Para la dosificación 27% de NRL
    - La C-01 requiere el 5% de agua del peso de la muestra siendo 250ml, entonces:

$$NRL = 250\text{x } 27\%$$

$$NRL = 67.50\ ml$$

- La C-02 requiere el 4% de agua del peso de la muestra siendo 200ml, entonces:

$$NRL = 200\text{x } 27\%$$

$$NRL = 54\ ml$$

- La C-03 requiere el 6% de agua del peso de la muestra siendo 300ml, entonces:

$$NRL = 300\text{x } 27\%$$

$$NRL = 81.00\ ml$$

- Para la dosificación 32% de NRL
  - La C-01 requiere el 7% de agua del peso de la muestra siendo 350ml, entonces:

$$NRL = 350\text{x } 32\%$$

$$NRL = 112\ ml$$

  - La C-02 requiere el 5% de agua del peso de la muestra siendo 250ml, entonces:

$$NRL = 250\text{x } 32\%$$

$$NRL = 80\ ml$$

  - La C-03 requiere el 6% de agua del peso de la muestra siendo 300ml, entonces:

$$NRL = 300\text{x } 32\%$$

$$NRL = 96.00\ ml$$

**Preparación de muestras con adición de NRL**

Luego de encontrar el porcentaje de la adición de NRL y la cantidad de agua para adicionar a las muestras de las C-01, C-02 y C-03.



*Ilustración 39:NRL para adicionar a las muestras para el Ensayo de Límites de Atterberg*



*Ilustración 40: NRL para adicionar a las muestras para el Ensayo de Proctor Modificado*



*Ilustración 41: NRL para adicionar a las muestras para el Ensayo de CBR*

Por último, se llevaron a cabo los mismos ensayos que se realizaron en el suelo natural, los cuales incluyen: Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR.

**Ensayos In Situ**

**Densidad de Campo (NTP 339 143)**

El ensayo de densidad de campo, según lo especificado en la norma técnica NTP 339.143, es esencial para evaluar la calidad y la capacidad de carga del suelo en proyectos de ingeniería civil y geotécnica.

En principio, se selecciona el sitio de ensayo, para la presente investigación se realizó en la Urb. Las Dunas de la provincia de Lambayeque debido a que, al realizar los ensayos de caracterización correspondientes, este cumple con los requisitos del lugar donde se extrajo el material coincidiendo con las características del suelo. Seguido a ello, se lleva a cabo la limpieza del área para eliminar cualquier irregularidad que pueda afectar los resultados y se realiza a su vez la excavación de 0.30m de profundidad.

Una vez preparado el sitio, se procede a realizar las mediciones de densidad in situ utilizando el cono de arena. Estas mediciones se realizan en varios puntos del sitio para obtener una representación precisa de la densidad del suelo, seguido a ello se coloca el látex de caucho natural, para su posterior compactación y se realiza el mismo procedimiento que en el suelo en

estado natural. Los datos obtenidos se registran cuidadosamente y se calcula la densidad promedio del suelo, teniendo en cuenta la profundidad de la compactación.

Posteriormente, se comparan los valores de densidad obtenidos con los valores obtenidos en un suelo natural y un suelo adicionado con NRL, además de los parámetros normativos. Esta comparación es crucial para determinar si la compactación del suelo es adecuada para soportar las cargas previstas y garantizar la estabilidad estructural a largo plazo.




*Ilustración 42: Ensayo de Análisis Granulométrico para la Caracterización de Suelo para tramo de prueba*




*Ilustración 43:Ensayo de Índice de Plasticidad para la Caracterización de Suelo para tramo de prueba*

Las ilustraciones 41 y 42 presentan los ensayos de caracterización del suelo, los cuales incluye los ensayos de análisis granulométrico y el ensayo de índice de plasticidad, realizados para llevar a cabo el tramo de prueba.



*Ilustración 44: Dimensionamiento del tramo de prueba experimental*




*Ilustración 45: Excavación de tramo de prueba*



*Ilustración 46: Adición de Látex de Caucho Natural y Compactación de tramo de prueba*




*Ilustración 47:Ensayo de Densidad de campo*

Las ilustraciones 43, 44, 45 y 46 muestran el procedimiento realizado para el ensayo de densidad de campo en el tramo de prueba, desde el dimensionamiento del tramo de prueba, la excavación, adición del látex de caucho natural, compactación y realización del ensayo.

## Diagrama de Flujo

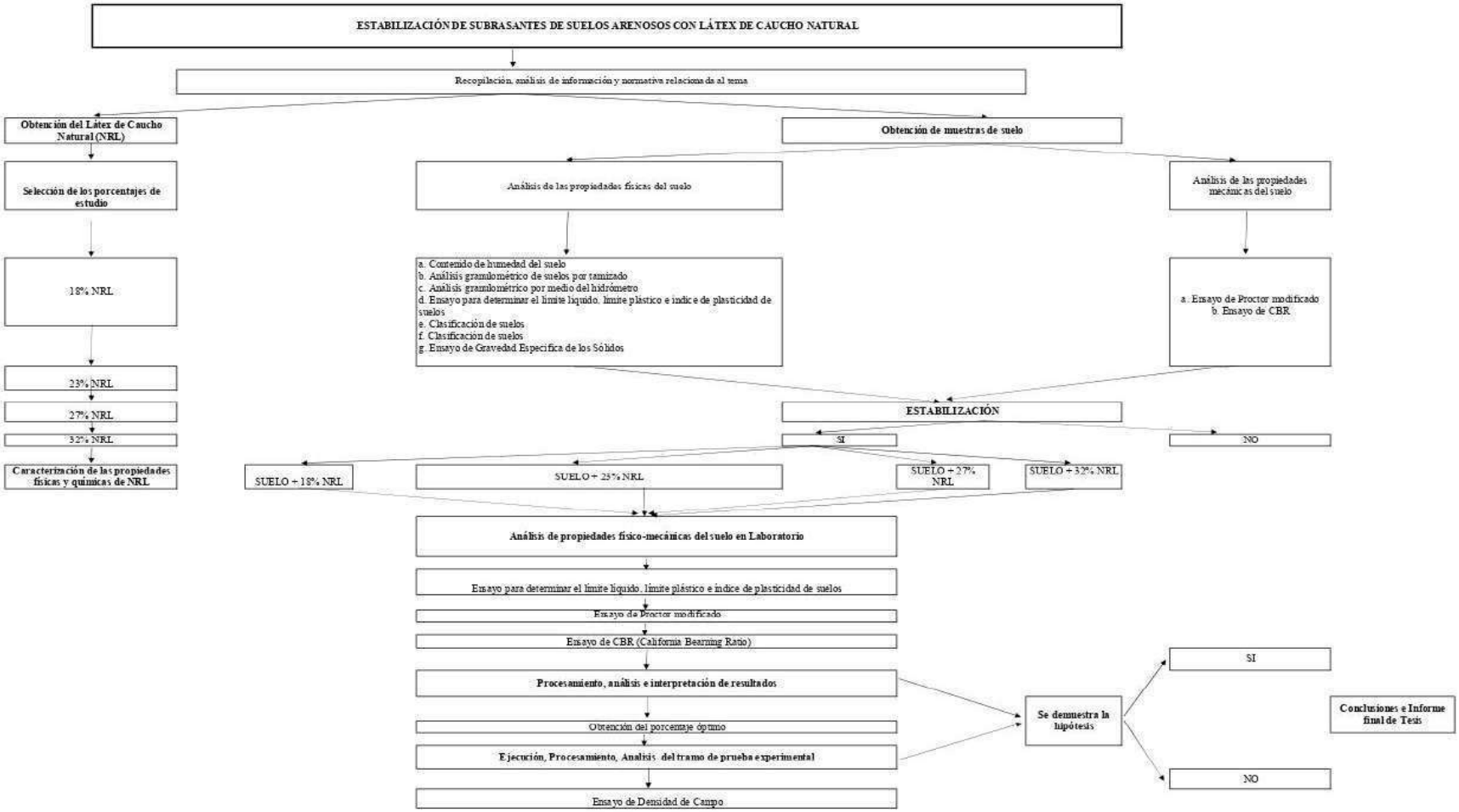



*Tabla 9: Diagrama de Flujo*

## Matriz de consistencia

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES E INDICADORES | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ¿De qué manera la adición de látex de caucho natural con la dosificación 18%, 23%, 27% y 32%, influye en las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos? | **Objetivo General**<br>Analizar la influencia en las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural<br>**Objetivos específicos**<br>Caracterizar las propiedades físicas y químicas mediante ensayos del látex de caucho natural<br>Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo arenoso correspondiente a la muestra patrón<br>Analizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo arenoso con porcentajes de adición de 18%, 23%, 27% y 32% de látex de caucho natural<br>Comparar las propiedades físico-mecánicas de la muestra patrón con la muestra adicionada<br>Determinar el porcentaje óptimo de látex de caucho natural para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos<br>Validar resultados de laboratorio mediante ensayos en un tramo de prueba experimental de 2.00m x 2.00m con el porcentaje de mezcla óptimo<br>Analizar el costo- beneficio de la adición del látex de caucho natural para estabilización de subrasantes de suelos arenosos. | La aplicación del látex de caucho natural mejorará significativamente las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos | **Variable Independiente:** Látex de Caucho Natural | | |
| | | | **Dimensiones** | **Indicadores** | **Instrumentos** |
| | | | Características Físicas - y Químicas | Elementos | Ensayos Químicos |
| | | | Dosificación | En peso | Ensayos de Laboratorio |
| | | | **Variable Dependiente:** Propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos | | |
| | | | Ensayos físicos | Contenido de humedad del suelo | ASTMD 2216 |
| | | | | Análisis granulométrico de suelos por tamizado | MTC E 107 |
| | | | | Análisis granulométrico por medio del hidrómetro | MTC E 109 |
| | | | | Ensayo de Límites de Atterberg (Limite Líquido y Limite Plástico) | MTC E 110 (ASTM D-4318) |
| | | | | Clasificación de suelos SUCS | ASTMD 2487 |
| | | | | Clasificación de suelos AASHTO | ASTMD 4328 |
| | | | | Ensayo de Gravedad Especifica | MTC E 113 |
| | | | Ensayos mecánicos | Ensayo de Proctor modificado | MTC E 115 |
| | | | | Ensayo de CBR | MTC E 132 |
| | | | Ensayos In Situ | Densidad de Campo | NTP 339 143 |

*Tabla 10: Matriz de consistencia*

# Resultados y Discusión

## Resultados

En este apartado, se exponen los resultados obtenidos de los experimentos de laboratorio llevados a cabo en muestras de suelo arenoso recolectadas de la carretera del caserío Cirila Baja. Se evaluaron las muestras en su estado original y con la inclusión de látex de caucho natural, siguiendo las dosificaciones y gradaciones detalladas previamente. Los análisis realizados abarcaron la determinación del contenido de humedad, la granulometría mediante tamizado e hidrometría, el ensayo de gravedad específica y la determinación de los límites de Atterberg, con el fin de caracterizar y clasificar el suelo según las normativas SUCS y AASHTO. Además, se llevaron a cabo ensayos de Proctor modificado y CBR para evaluar el efecto del látex de caucho natural en los parámetros de resistencia del suelo.

Es importante señalar que, como se describió en la sección de Métodos y Materiales, las muestras de suelo seleccionadas para la evaluación con adición de látex de caucho natural fueron extraídas de las calicatas C-01, C-02 y C-03. Estas muestras se seleccionaron para analizar suelos con características significativamente diferentes o condiciones de resistencia menos favorables. Los resultados de estos análisis, tanto en su estado original como con la adición de látex, se presentan al final de este informe.

### *Caracterizar las propiedades físicas y químicas mediante ensayos del látex de caucho natural*

Se llevaron a cabo pruebas químicas del látex de caucho natural con el fin de identificar sus propiedades fundamentales. Estas pruebas se efectuaron en el Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C. Ensayos Químicos y Servicios Generales, situado en Trujillo.

| PROPIEDADES FÍSICAS | UNIDADES | CANTIDAD |
|---|---|---|
| Ph | - | 9.49 |
| Conductividad | uS/cm | 87.4 |
| Densidad | g/cm3 | 1.08 |
| Nitrógeno Amoniacal | % | 1.98 |
| Sólidos totales | Mg/L | 87.4 |
| Viscosidad | Cp | 0.98 |
| Cenizas | % | 0.67 |

*Tabla 11: Propiedades físicas de Látex de Caucho Natural*

Las propiedades físicas resaltantes son la Conductividad, Densidad, Nitrógeno Amoniacal y Viscosidad obteniendo una cantidad de 87.4 uS/cm, 1.08 g/cm3, 1.98 % y 0.98 Cp respectivamente.

| PROPIEDADES QUÍMICAS | UNIDADES | CANTIDAD |
|---|---|---|
| Fósforo | P mg/L | 18.41 |
| Potasio | K mg/L | 14.37 |
| Calcio | Ca mg/L | <0.01 |
| Magnesio | Mg mg/L | 2.85 |
| Zinc | Zn mg/L | 0.83 |
| Cobre | Cu mg/L | 0.46 |
| Manganeso | Mn mg/L | 0.41 |
| Hierro | Fe mg/L | 1.69 |

*Tabla 12: Propiedades químicas de Látex de Caucho Natural*

Las propiedades químicas resaltantes son el Fósforo, Potasio y Magnesio obteniendo una cantidad de 18.41 mg/l , 14..37 mg/l y 2.85 mg/L respectivamente.

***Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo arenoso correspondiente a la muestra patrón***

1. **Ensayos Físicos**

   a. **Contenido de humedad (MTC E 108 – NTP 339,127:1998)**

Después de realizar las cinco excavaciones en el área de estudio, se obtuvo una muestra intacta de suelo de cada una, con un peso aproximado de 5 kg. Estas muestras fueron transportadas de inmediato al laboratorio para su análisis y determinación del contenido de humedad natural del suelo. Los resultados del laboratorio revelaron que, en su estado original, el suelo de la zona presentaba un contenido de humedad del 3.10% en la calicata C-01, 3.80% en la C-02, 3.10% en la C-03, 23.50% en la C-04 y 10.50% en la C-05.

| CALICATA | PESO DE TARA (Gr) SUELO HÚMEDO | SUELO SECO | PESO TARA | HUMEDAD % |
|---|---|---|---|---|
| C 01 | 1019.2 | 991.75 | 102 | 3.09 |
| C 02 | 807.4 | 781.04 | 84 | 3.78 |
| C 03 | 1019.2 | 991.75 | 102 | 3.09 |
| C 04 | 1098.5 | 902.53 | 70 | 23.54 |
| C 05 | 1315.1 | 1198.1 | 80 | 10.46 |

*Tabla 13:Resumen de resultados de ensayo de contenido de humedad en suelo natural C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5*

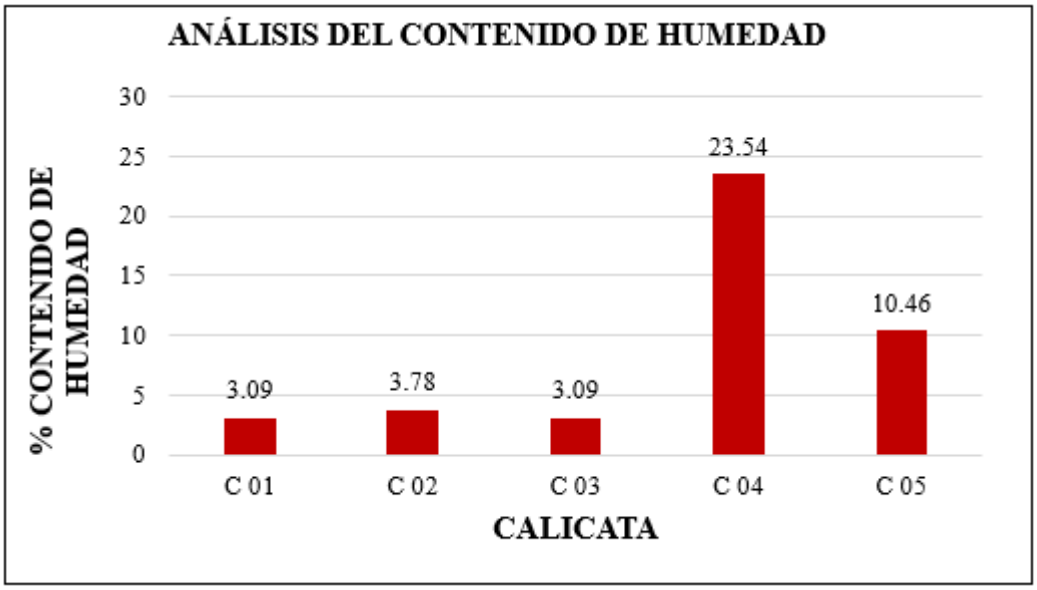



*Gráfico 1:Resumen de la variación de resultados del ensayo de contenido de humedad en suelo natural C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5*

El método de determinación del porcentaje de humedad no resulta adecuado para la combinación de suelo arenoso y látex de caucho natural, ya que las proporciones de estos componentes se expresan en términos de peso seco. Cualquier intervención en el suelo provoca modificaciones en su contenido de agua natural, por lo tanto, este procedimiento solo ha sido validado en el caso del suelo en su estado natural.

### b. Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107 – ASTM D 722)

De acuerdo con los protocolos de prueba establecidos en la normativa MTC E 107, se realizó el ensayo de granulometría por tamizado en las muestras de suelo en estado natural obtenidas de las cinco calicatas. Los resultados del laboratorio revelaron la presencia de gravas, arenas, arcillas y limos en proporciones específicas para cada una de las calicatas, según el tamaño de las partículas.

| CALICATAS | % GRAVAS | % ARENAS | % ARCILLAS Y LIMOS |
|---|---|---|---|
| **C-01** | 0.10 | 95.10 | 4.80 |
| **C-02** | 0.00 | 86.50 | 13.50 |
| **C-03** | 0.00 | 86.50 | 13.50 |
| **C-04** | 1.70 | 29.60 | 68.70 |
| **C-05** | 0.00 | 48.10 | 51.90 |

*Tabla 14:Distribución granulométrica para calicatas 01,02,03,04 y 05*

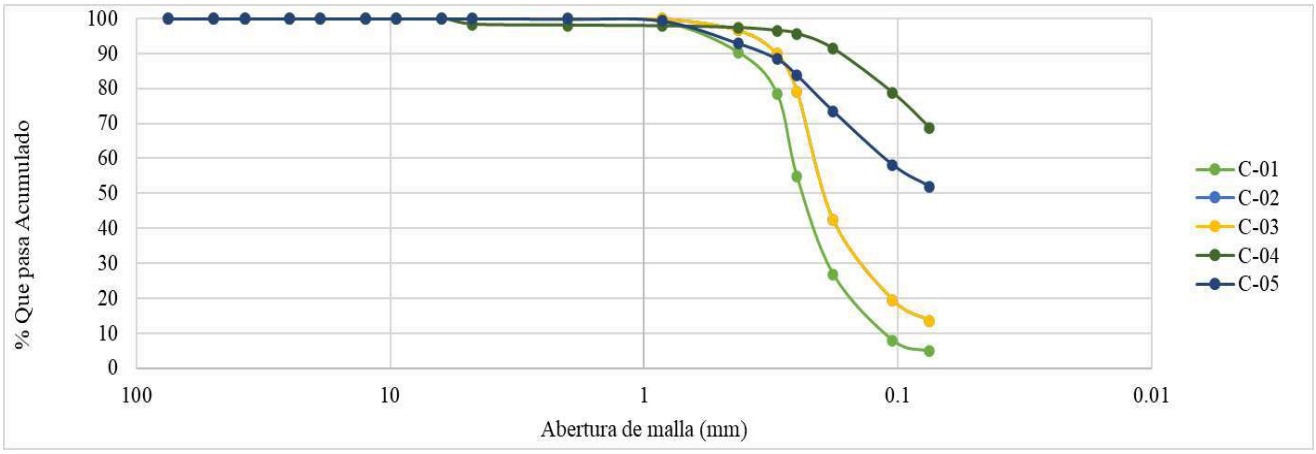



*Gráfico 2: Curva Granulométrica por tamizado de la 01,02,03,04 y 05*

En la tabla 14, se puede observar que los estratos obtenidos mediante la exploración de las calicatas, la C-01 es predominantemente arenosa (95.10%), con mínimos porcentajes de gravas (0.10%) y arcillas y limos (4.80%), lo que sugiere buena permeabilidad. Las C-02 y C-03 presentan características similares, con una alta cantidad de arenas (86.50%) y sin presencia de gravas, indicando suelos poco cohesivos pero permeables. La C-04 tiene un alto contenido de arcillas y limos (68.70%), menor de arenas (29.60%) y apenas gravas (1.70%), lo cual implica un suelo de baja permeabilidad. La C-05 tiene una combinación de arenas (48.10%) y arcillas y limos (51.90%), lo que sugiere un suelo cohesivo.

### c. Análisis granulométrico de suelos por medio del hidrómetro (MTC E 109 – ASTM D 422)

A continuación, se proporciona el formato para los cálculos derivados de este análisis, que muestra el tiempo y el porcentaje que atraviesa en relación con el diámetro de las partículas (en mm):

| C-01 | | C-02 | | C-03 | | C-04 | | C-05 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D (mm) | % Que pasa | D (mm) | % Que pasa | D (mm) | % Que pasa | D (mm) | % Que pasa | D (mm) | % Que pasa |
| 0.04 | 22.01 | 0.04 | 20.17 | 0.05 | 68.90 | 0.05 | 86.12 | 0.05 | 62.68 |
| 0.03 | 14.53 | 0.03 | 20.17 | 0.03 | 67.64 | 0.03 | 84.57 | 0.03 | 62.68 |
| 0.02 | 14.53 | 0.02 | 17.57 | 0.02 | 65.17 | 0.02 | 83.03 | 0.02 | 60.41 |
| 0.02 | 14.53 | 0.02 | 17.57 | 0.02 | 54.41 | 0.02 | 79.99 | 0.02 | 60.41 |
| 0.01 | 14.53 | 0.01 | 17.57 | 0.01 | 54.18 | 0.01 | 75.53 | 0.01 | 58.18 |
| 0.01 | 14.53 | 0.01 | 17.57 | 0.01 | 54.06 | 0.01 | 66.36 | 0.01 | 57.08 |
| 0.01 | 14.53 | 0.01 | 17.57 | 0.01 | 54.06 | 0.01 | 66.22 | 0.01 | 55.98 |
| 0.00 | 14.53 | 0.00 | 17.57 | 0.00 | 54.06 | 0.00 | 66.22 | 0.00 | 54.90 |
| 0.00 | 14.53 | 0.00 | 17.57 | 0.00 | 53.95 | 0.00 | 66.22 | 0.00 | 49.09 |
| 0.00 | 14.53 | 0.00 | 17.57 | 0.00 | 53.95 | 0.00 | 66.22 | 0.00 | 49.09 |
| 0.00 | 14.53 | 0.00 | 17.57 | 0.00 | 53.95 | 0.00 | 66.22 | 0.00 | 49.09 |
| 0.00 | 14.53 | 0.00 | 17.57 | 0.00 | 53.95 | 0.00 | 66.22 | 0.00 | 49.09 |

*Tabla 15: Análisis granulométrico por hidrómetro de la Calicata 1, 2, 3, 4 y 5*

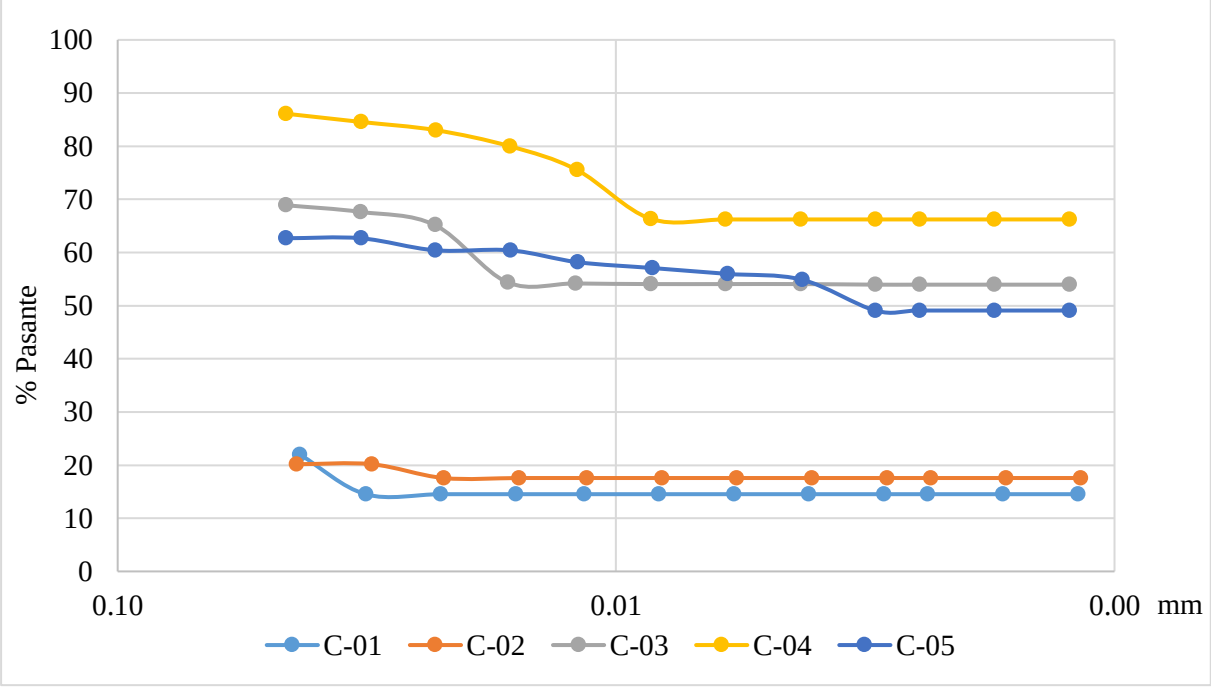



*Gráfico 3: Curva Granulométrica por hidrómetro de la Calicata 1, 2, 3, 4 y 5*

### d. Ensayo de Límites de Atterberg MTC E 110

En esta parte del informe, se llevaron a cabo las pruebas destinadas a determinar el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el índice de plasticidad (IP) tanto del suelo en su estado natural como de las mezclas que contienen látex de caucho natural. Los procedimientos de

prueba se realizaron de acuerdo con las directrices establecidas en las normativas MTC E 110 para el LL y MTC E 111 para el LP y el IP.

| | CALICATA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C-01 | C-02 | C-03 | C-04 | C-05 |
| Límite Líquido (LL %) | No presenta | No presenta | No presenta | 25.68 | 31.92 |
| Límite Plástico (LP%) | No presenta | No presenta | No presenta | 24.01 | 12.98 |
| Índice de Plasticidad (IP %) | No presenta | No presenta | No presenta | 1.67 | 18.94 |

*Tabla 16:Límites de Atterberg de la Calicata 1, 2, 3, 4 y 5*

En el procedimiento de evaluación de límites con adición, se observó que la combinación de suelo arenoso con látex de caucho natural (NRL) no alcanzó una homogeneización exitosa, dando lugar a la formación de pequeños conglomerados que resultaron difíciles de manipular.

**e.** Clasificación de suelos SUCS (ASTM D-2487) y AASHTO (ASTM D-4328)

Basándonos en los resultados obtenidos de las pruebas previas, se procedió a la clasificación del suelo en estudio utilizando los métodos establecidos por SUCS y AASHTO. Según la clasificación SUCS, la muestra de suelo extraída de la calicata C-01 fue designada como "SP", indicando que se trata de una arena pobremente graduada. Mientras tanto, según la clasificación AASHTO, el suelo de la calicata C-01 fue asignado al grupo A-3(0). A continuación, se presenta una síntesis de la clasificación del suelo de la calicata C-01 conforme a las normas SUCS y AASHTO en la tabla adjunta:

| C-01 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Clasificación SUCS** | | **Clasificación AASHTO** | |
| | **Grupo** | **Material** | **Grupo** | **Material** |
| Suelo Natural | SP | Arena pobremente graduada | A-3(0) | Arena fina |

*Tabla 17: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 01*

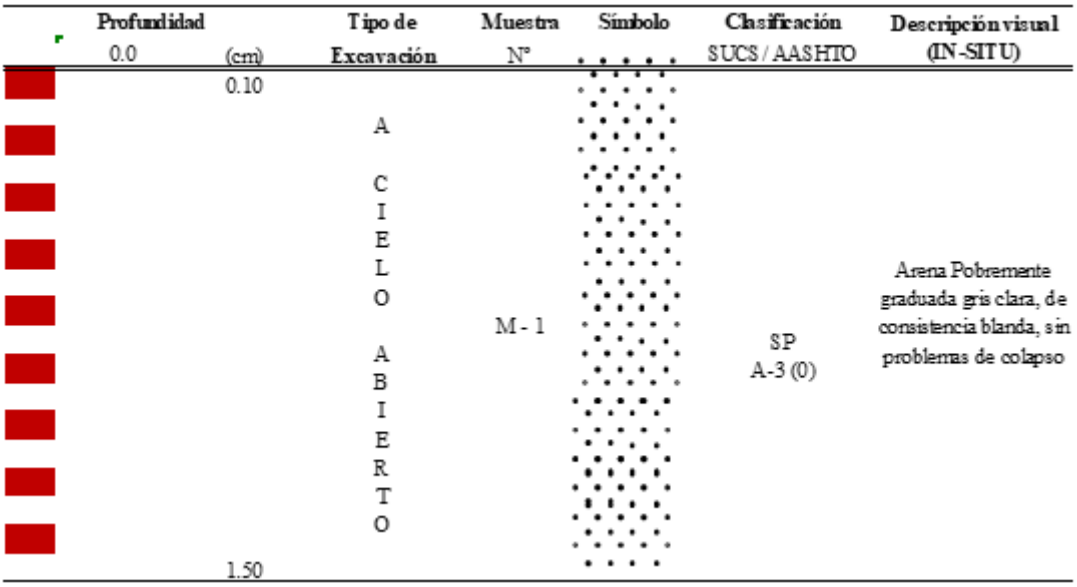



*Gráfico 4: Perfil estratigráfico de la calicata N°01*

Según la clasificación SUCS, el suelo encontrado en la calicata C-02 se cataloga como "SM" (Arena Limosa), mientras que bajo la clasificación AASHTO, este suelo pertenece al grupo A-2-4 (0). Se ofrece un resumen de esta clasificación del suelo en la calicata C-02 conforme a las normativas SUCS y AASHTO en la tabla siguiente.

| C-02 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Clasificación SUCS | | Clasificación AASHTO | |
| | Grupo | Material | Grupo | Material |
| Suelo Natural | SM | Arena limosa | A-2-4(0) | Arena limosa |

*Tabla 18: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 02*

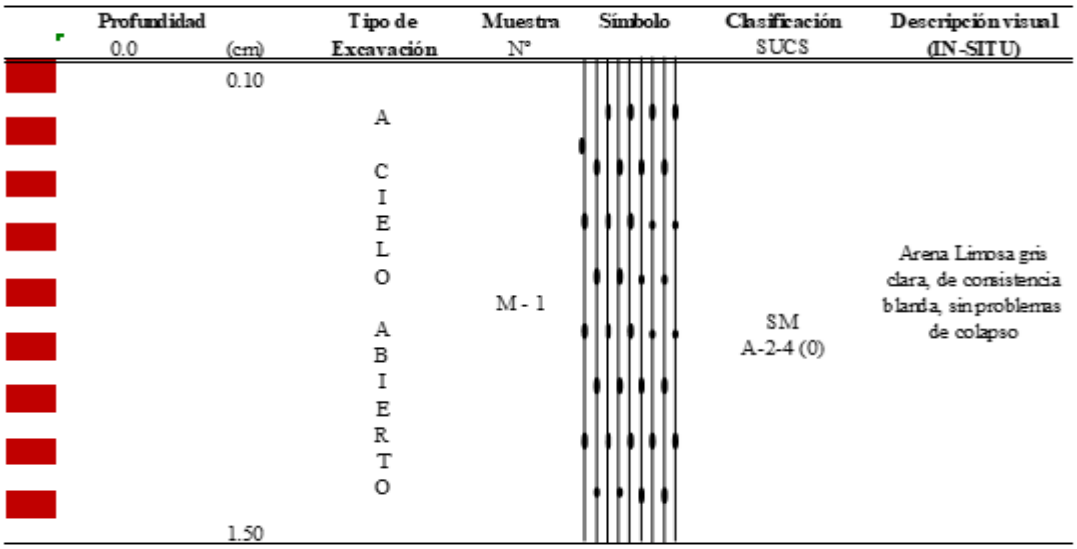



*Gráfico 5:Perfil estratigráfico de la calicata N°02*

De acuerdo con la clasificación SUCS, se establece que el suelo encontrado en la calicata C-03 es identificado como "SM" (Arena Limosa). En congruencia con la clasificación AASHTO, este suelo en la calicata C-03 se categoriza como perteneciente al grupo A-2-4 (0). Se proporciona un resumen de la clasificación del suelo según SUCS y AASHTO en la calicata C-03 en la tabla que sigue.

| C-03 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Clasificación SUCS | | Clasificación AASHTO | |
| | Grupo | Material | Grupo | Material |
| Suelo Natural | SM | Arena limosa | A-2-4(0) | Arena limosa |

*Tabla 19: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 03*

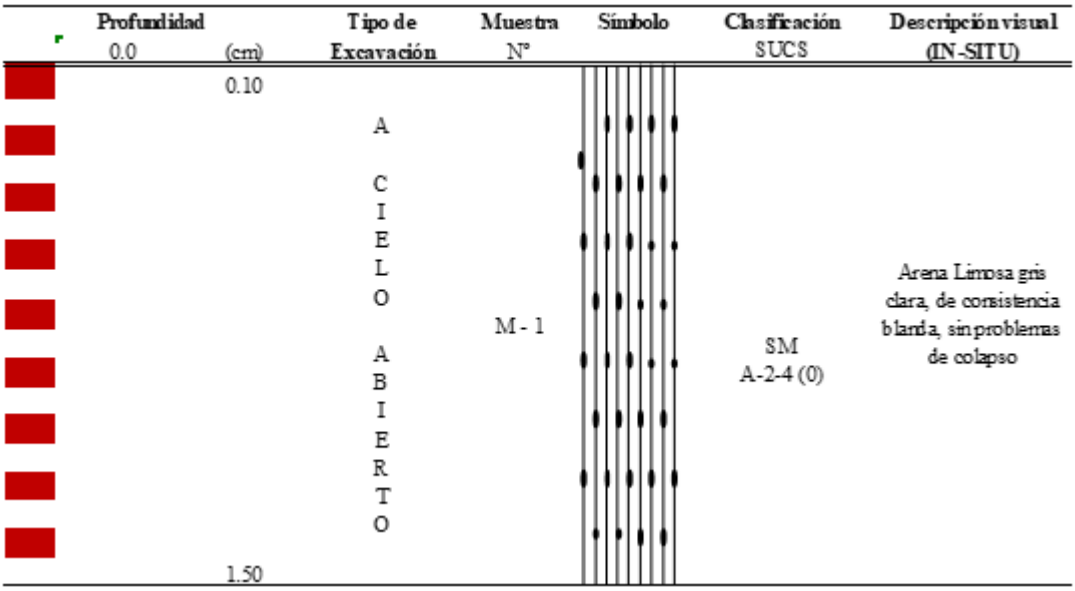



*Gráfico 6:Perfil estratigráfico de la calicata N°03*

La clasificación según SUCS revela que el suelo presente en la calicata C04 se identifica como "ML" (Limo Arenoso de Baja Plasticidad). De acuerdo con la clasificación AASHTO, este suelo en la calicata C-04 pertenece al grupo A-4 (7). Se presenta un resumen de la clasificación del suelo conforme a SUCS y AASHTO en la tabla que sigue:

| C-04 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Clasificación SUCS | | Clasificación AASHTO | |
| | Grupo | Material | Grupo | Material |
| Suelo Natural | ML | Limo arenoso | A-4(7) | Suelos limosos de baja plasticidad |

*Tabla 20: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 04*

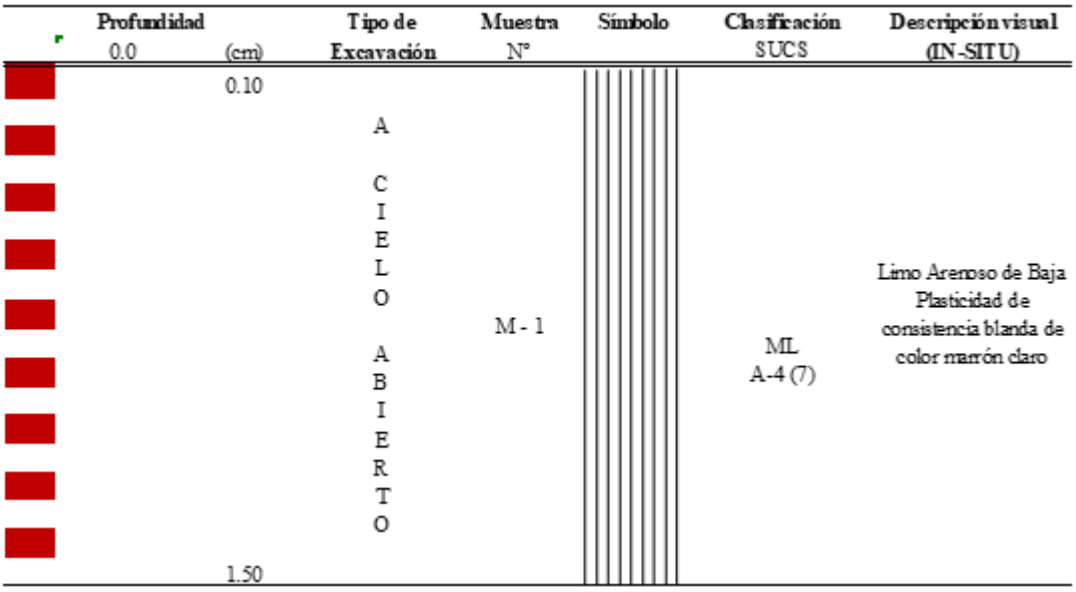



*Gráfico 7:Perfil estratigráfico de la calicata N°04*

Según la clasificación SUCS, el suelo encontrado en la calicata C-05 se clasifica como "CL" (Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad). Según la clasificación AASHTO, este suelo en la calicata C-05 es asignado al grupo A-6 (7). A continuación, se presenta un resumen de la clasificación del suelo según SUCS y AASHTO en la tabla siguiente:

| C-05 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Clasificación SUCS | | Clasificación AASHTO | |
| | Grupo | Material | Grupo | Material |
| Suelo Natural | CL | Arcilla arenosa | A-6(7) | Suelo arcilloso de baja plasticidad |

*Tabla 21: Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata N° 05*

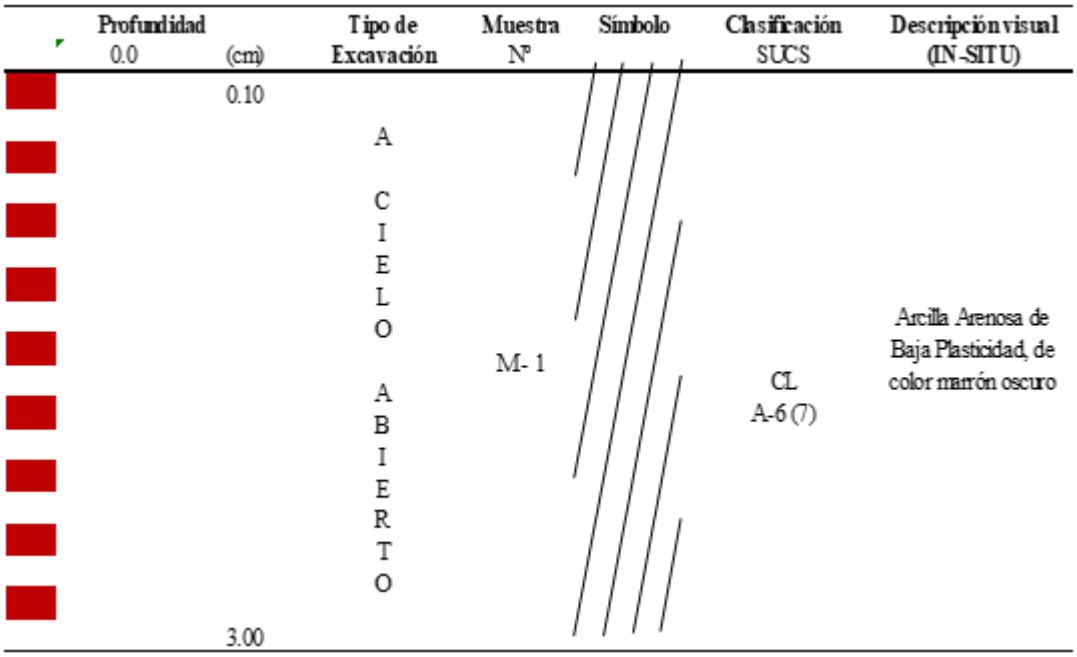



*Gráfico 8:Perfil estratigráfico de la calicata N°05*

Se han seleccionado las calicatas C1, C2 y C3 debido a que presentan suelo arenoso con características portantes deficientes, lo que las hace adecuadas para su uso como subrasante.

**f.** Ensayo de Gravedad Especifica de los Sólidos MTC E 113

En la Tabla N° 34 se muestran los resultados de este ensayo de las calicatas 01, 02, 03, 04 y 05.

| Calicata | Profundidad | Gravedad Específica (Gs) |
|---|---|---|
| **C-01** | 1.50 | 2.54 |
| **C-02** | 1.50 | 2.60 |
| **C-03** | 1.50 | 2.60 |
| **C-04** | 1.50 | 2.52 |
| **C-05** | 1.50 | 2.63 |

*Tabla 22: Ensayo de Gravedad Específica de los Sólidos de la calicata N° 01, 02, 03, 04 y 05*

**2. Ensayos Mecánicos**

a. Ensayo de Proctor modificado (ASTM D 1557 – NTP 339.141)

Para este ensayo, se siguió el protocolo establecido en la norma MTC E 115 - MTC. Conforme a esta normativa, se aplicó el método de compactación "A", el cual implica compactar el suelo en 5 capas, utilizando 25 golpes para cada una de ellas, empleando un molde de diámetro de 4 pulgadas. Los valores de máxima densidad seca (MDS) y contenido de

humedad óptimo (OCH) del suelo en su estado natural, para las calicatas N° 01, 02, 03, 04 y 05, se detallan a continuación:

| Calicata | Densidad Seca | | | | Humedad | | | | MDS | OCH | CBR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 | 5.00% | 7.80% | 11.90% | 13.70% | 1.659 | 10.70% | 11.60% |
| C2 | 1.664 | 1.75 | 1.769 | 1.712 | 7.20% | 8.60% | 11.30% | 13.70% | 1.69 | 16.86% | 13.30% |
| C3 | 1.791 | 1.84 | 1.847 | 1.742 | 10.10% | 14.50% | 15.60% | 20.00% | 1.71 | 19.17% | 15.90% |
| C4 | 1.773 | 1.859 | 1.887 | 1.776 | 8.10% | 11.70% | 14.60% | 18.60% | 1.8 | 13.98% | 4.20% |
| C5 | 1.873 | 1.94 | 1.976 | 1.84 | 6.10% | 9.70% | 13.90% | 19.30% | 1.67 | 17.48% | 5.80% |

*Tabla 23:Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°01 a la Calicata N°05*

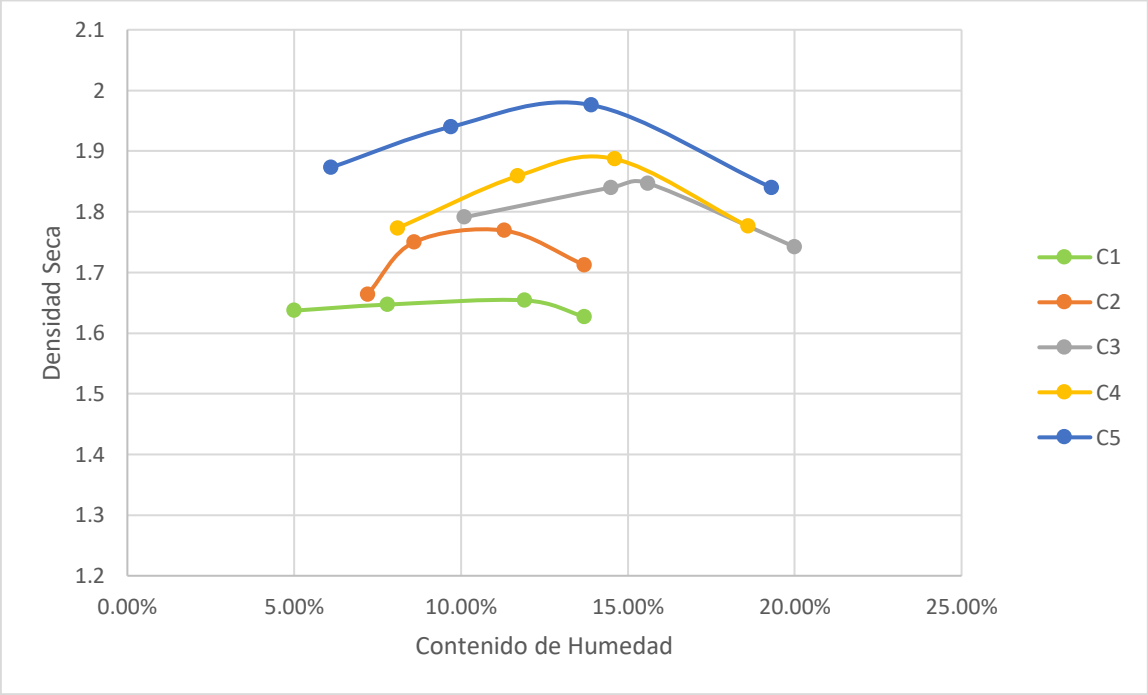



*Gráfico 9:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01 a la Calicata N°05*

b. Ensayo de CBR (MTC E 132 – ASTM D 1883)

Los resultados del ensayo de CBR (NTP 339.145) se presentan en la Tabla N° 36, obtenidos a partir de muestras de suelo en estado natural de cinco calicatas (C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05), compactadas al 95% y 100% de su MDS, con una penetración de carga de 25KN.

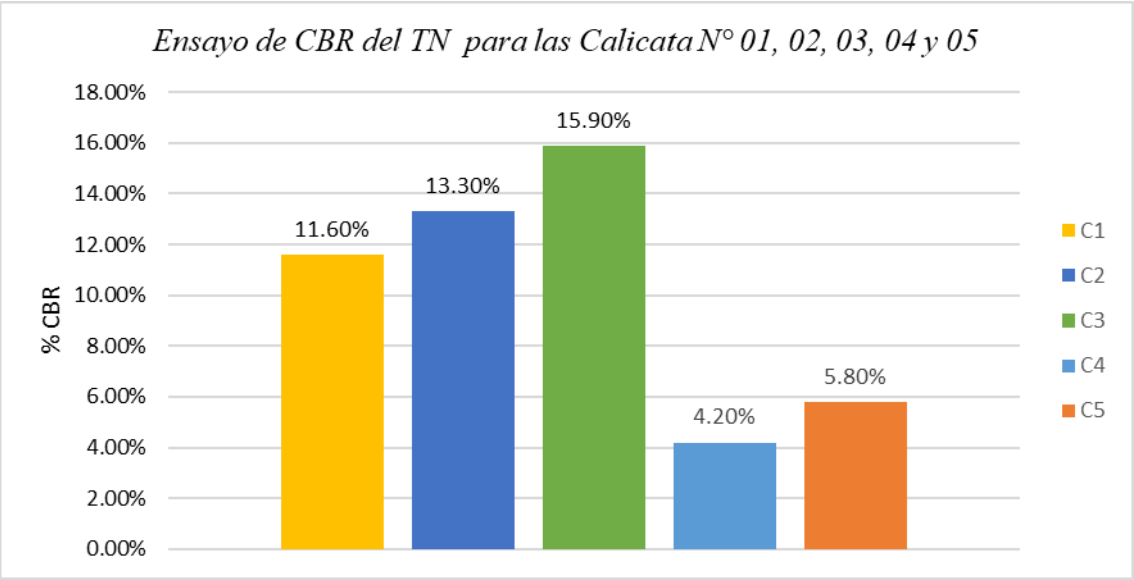



*Tabla 36: Resumen de resultados de ensayo CBR para la calicata N°01, 02, 03, 04 y 05*

***Analizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo arenoso con porcentajes de adición de 18%, 23%, 27% y 32% de látex de caucho natural***

**a. Ensayo de Límites de Atterberg MTC E 110**

En las Tablas N° 24 al N° 26 se presentan los resultados de las pruebas de límite líquido, conforme a la MTC E 110, y límite plástico e índice de plasticidad, según la MTC E 111.

| | CALICATA C-01 | | | |
|---|---|---|---|---|
| Límites de Atterberg | 18% NRL | 23% NRL | 27% NRL | 32% NRL |
| Límite Líquido (LL %) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Límite Plástico (LP%) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Índice de Plasticidad (IP %) | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Tabla 24: Límite de Atterberg de muestras adicionadas para la C1 con adiciones de 18%, 23%, 27% y 32% de NRL*

| CALICATA C-02 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Límites de Atterberg | 18% NRL | 23% NRL | 27% NRL | 32% NRL |
| Límite Líquido (LL %) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Límite Plástico (LP%) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Índice de Plasticidad (IP %) | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Tabla 25:Límite de Atterberg de muestras adicionadas para la C2 con adiciones de 18%, 23%, 27% y 32% de NRL*

| CALICATA C-03 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Límites de Atterberg | 18% NRL | 23% NRL | 27% NRL | 32% NRL |
| Límite Líquido (LL %) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Límite Plástico (LP%) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Índice de Plasticidad (IP %) | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Tabla 26:Límite de Atterberg de muestras adicionadas para la C3 con adiciones de 18%, 23%, 27% y 32% de NRL*

**b. Ensayo de Proctor modificado (ASTM D 1557 – NTP 339.141)**

En las tablas N° 27, 28, 29 y 30 y gráficos N° 10, 11, 12 y 13 se muestran los valores de MDS y OCH del suelo para las calicatas N° 01, 02 y 03 con adiciones de 18%, 23%, 27% y 32%.

| Calicata | Densidad Seca | | | | Humedad | | | | MDS | OCH | CBR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 | 3.80% | 7.40% | 11.50% | 15.20% | 1.848 | 12.66% | 14.00% |
| C2 | 1.688 | 1.77 | 1.772 | 1.707 | 4.70% | 7.30% | 10.60% | 13.10% | 1.8 | 7.40% | 14.60% |
| C3 | 1.9 | 1.891 | 1.958 | 1.917 | 5.80% | 9.30% | 14.50% | 18.10% | 1.928 | 14.58% | 16.20% |

*Tabla 27: Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del 18% de NRL*

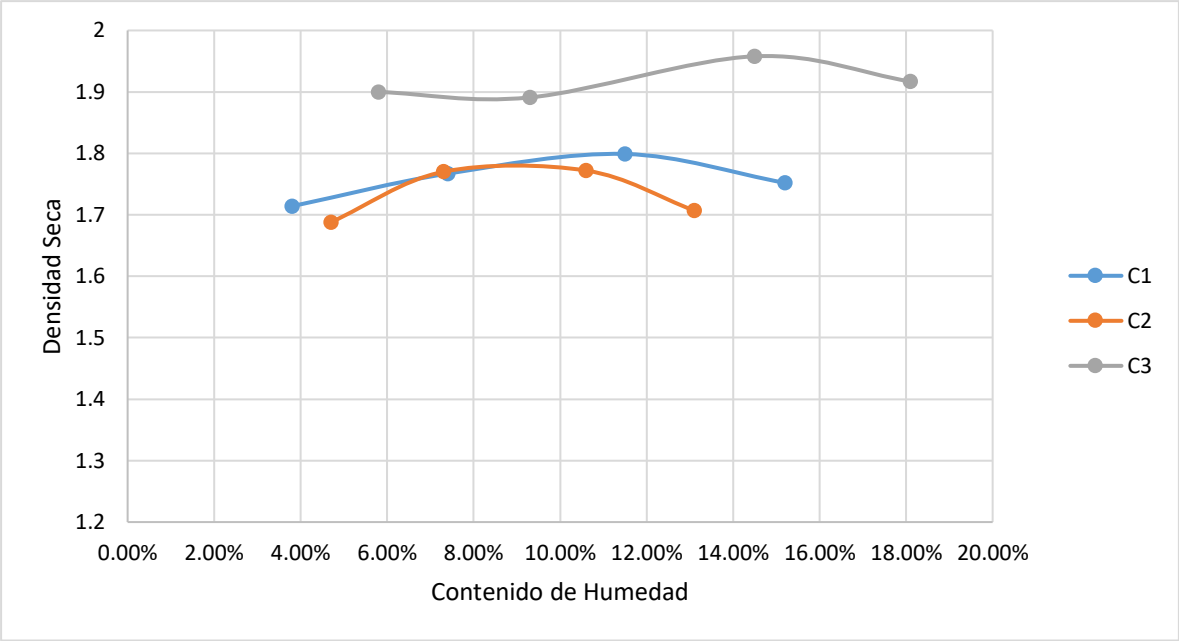



*Gráfico 10: Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del 18% de NRL*

| Calicata | Densidad Seca | | | | Humedad | | | | MDS | OCH | CBR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 | 7.30% | 10.50% | 13.50% | 16.30% | 1.875 | 14.00% | 14.20% |
| C2 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 | 3.50% | 7.10% | 10.40% | 15.20% | 1.795 | 12.40% | 18.10% |
| C3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 | 5.30% | 8.80% | 11.10% | 14.60% | 2.01 | 11.90% | 18.90% |

*Tabla 28: Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del 23% de NRL*

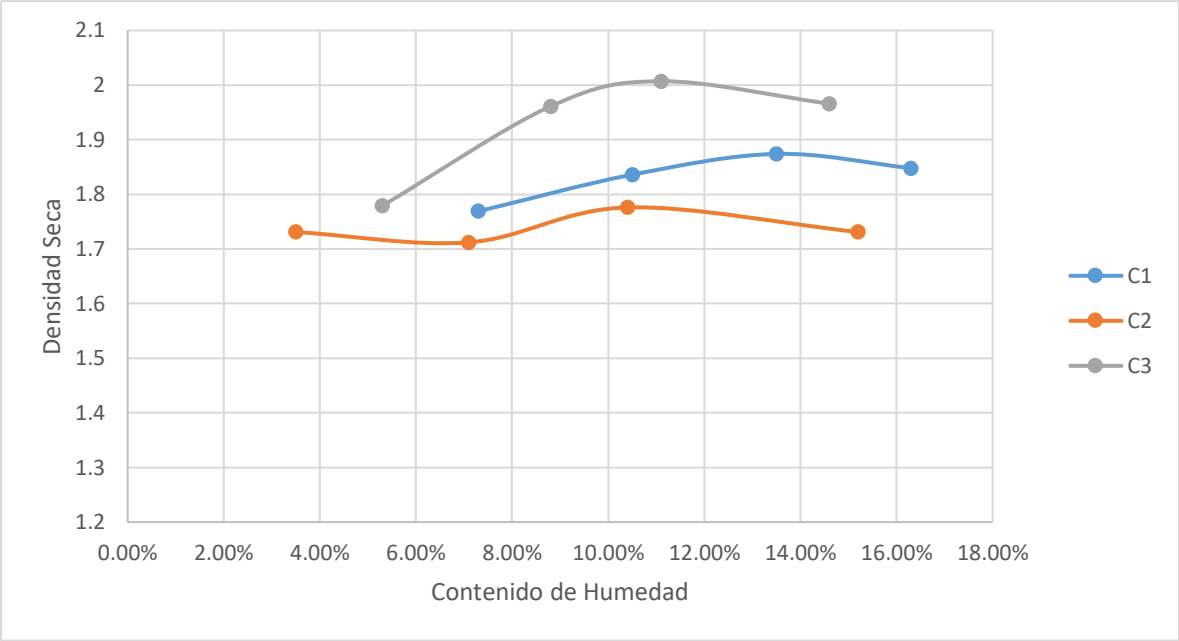



*Gráfico 11: Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del 23% de NRL*

| Calicata | Densidad Seca | | | | Humedad | | | | MDS | OCH | CBR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | 1.698 | 1.681 | 1.73 | 1.703 | 4.20% | 7.10% | 10.30% | 13.30% | 1.735 | 11.24% | 13.00% |
| C2 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.74 | 4.60% | 6.70% | 10.30% | 12.70% | 1.784 | 9.85% | 17.30% |
| C3 | 1.81 | 1.818 | 1.936 | 1.891 | 7.30% | 11.20% | 15.20% | 19.10% | 1.951 | 16.70% | 15.10% |

*Tabla 29: Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°03 con adición del 27%% de NRL*

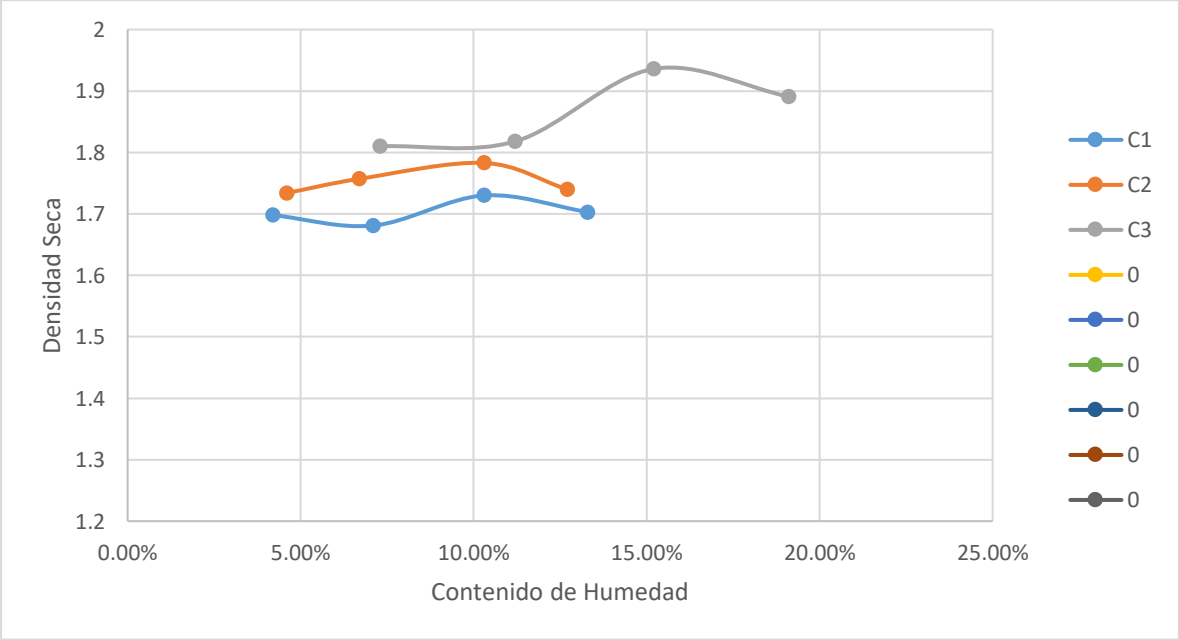



*Gráfico 12: Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 27%% de NRL.*

| Calicata | Densidad Seca | | | | Humedad | | | | MDS | OCH | CBR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | 1.685 | 1.728 | 1.767 | 1.726 | 3.60% | 6.70% | 9.40% | 12.00% | 1.738 | 11.13% | 14.90% |
| C2 | 1.695 | 1.749 | 1.773 | 1.712 | 5.00% | 7.30% | 11.50% | 13.50% | 1.783 | 10.10% | 14.80% |
| C3 | 1.814 | 1.951 | 2.023 | 1.952 | 5.90% | 7.90% | 10.70% | 14.70% | 1.988 | 13.65% | 14.40% |

*Tabla 30:Relación densidad-humedad del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y N°03 con adición del 32%% de NRL*

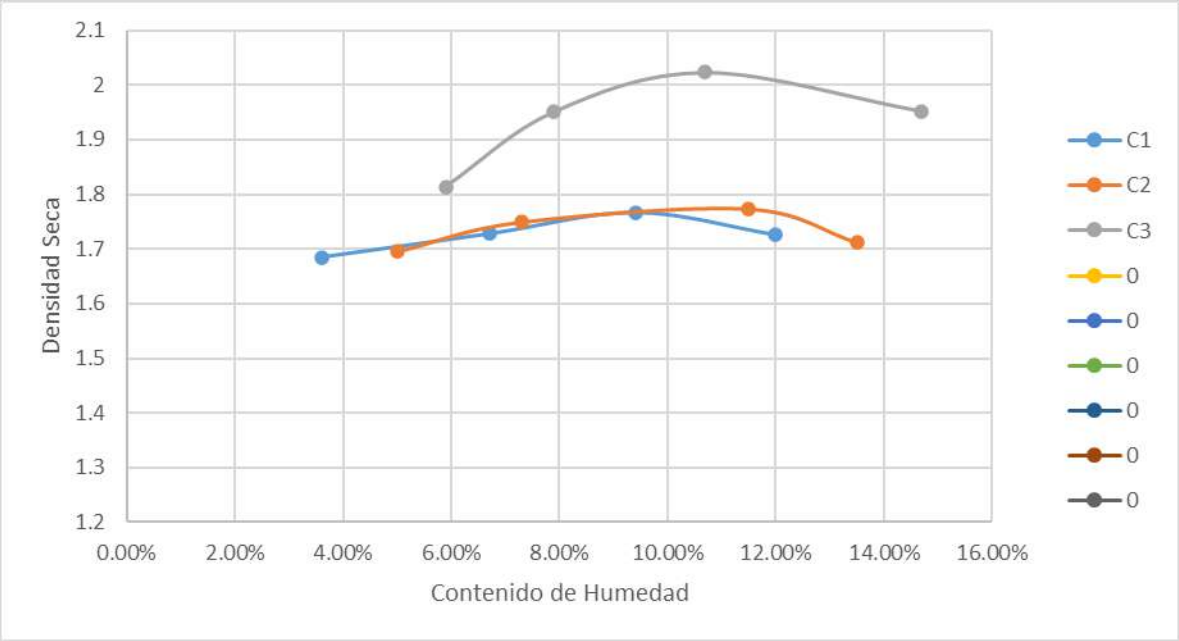



*Gráfico 13:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 32% de NRL.*

### c. Ensayo de CBR (MTC E 132 – ASTM D 1883)

Los resultados del ensayo de CBR para la calicata N° 01, 02 y 03 con adiciones de 18%, 23%, 27% y 32% se presentan en los gráficos N° 14, 15, 16 y 17 respectivamente.

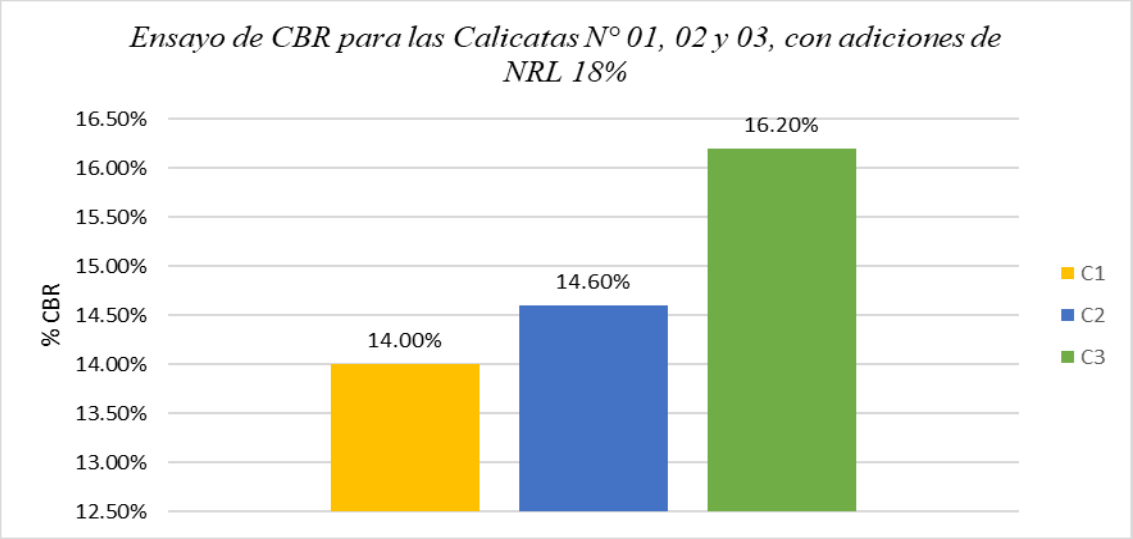



*Gráfico 14:Diagrama del Ensayo de CBR de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 18% de NRL.*

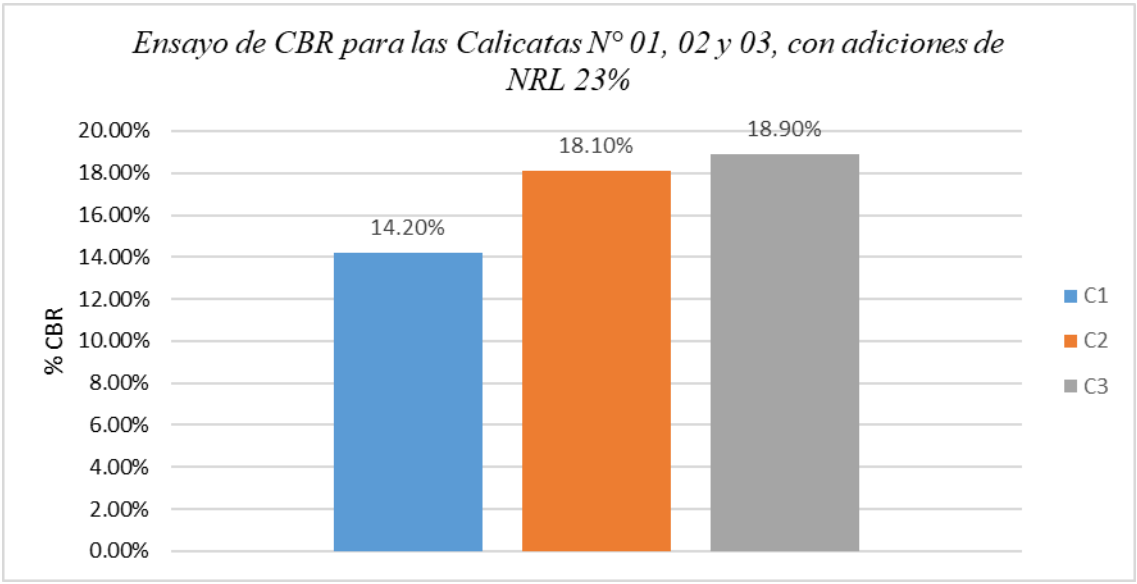



*Gráfico 15:Diagrama del Ensayo de CBR de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 23% de NRL.*

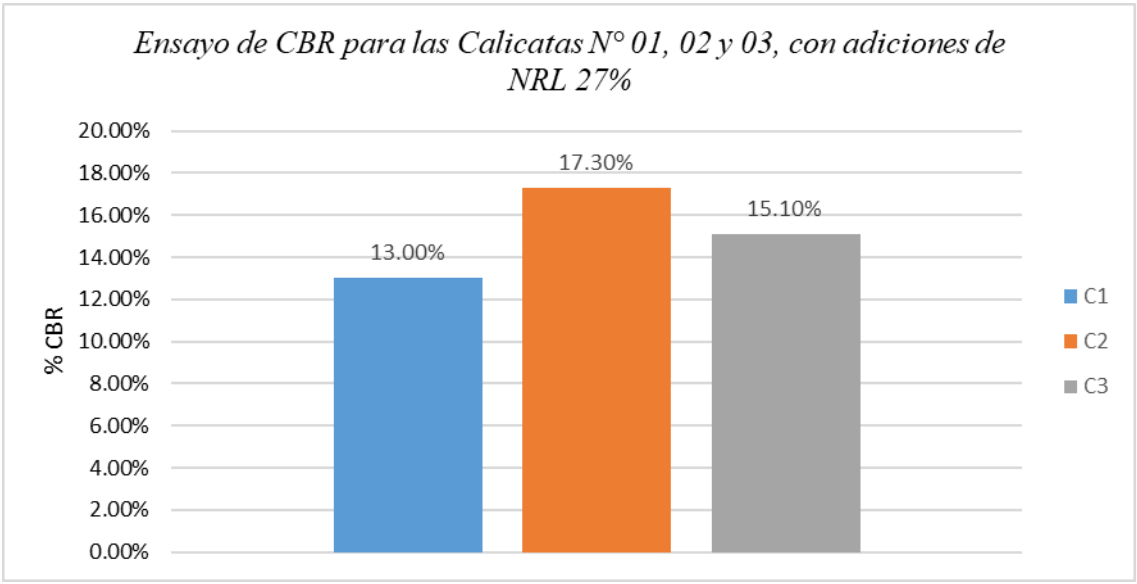



*Gráfico 16:Diagrama del Ensayo de CBR de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 27% de NRL.*

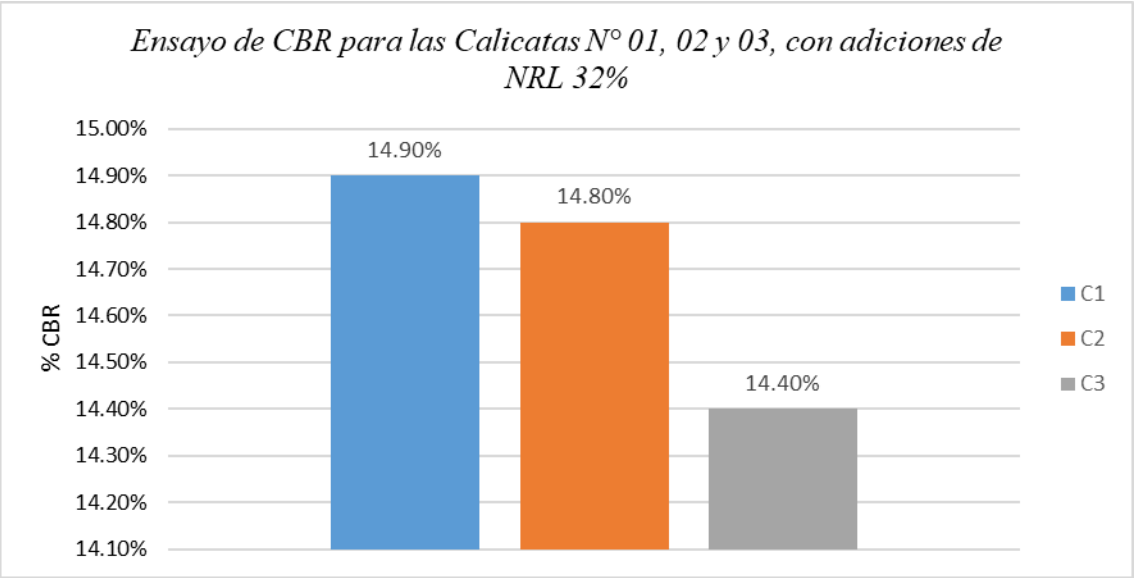



*Gráfico 17:Diagrama del Ensayo de CBR de la calicata N°01, 02 y 03 con adición del del 32% de NRL.*

***Comparar las propiedades físico-mecánicas de la muestra patrón con la muestra adicionada***

En la tabla N° 31 y los gráficos N°15 y N°16, se muestra en resumen los resultados de los ensayos Proctor y CBR para la calicata N° 01 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL

| Muestra | Densidad Seca | | | | Contenido de Humedad | | | | MDS | OCH | CBR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C01 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 | 5.00% | 7.80% | 11.90% | 13.70% | 1.659 | 10.70% | 11.60% |
| T.N + 18% NRL | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 | 4.70% | 7.30% | 10.60% | 13.10% | 1.806 | 7.40% | 14.60% |
| T.N + 23% NRL | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 | 7.30% | 10.50% | 13.50% | 16.30% | 1.875 | 14.00% | 14.20% |
| T.N + 27% NRL | 1.698 | 1.681 | 1.73 | 1.703 | 4.20% | 7.10% | 10.30% | 13.30% | 1.735 | 11.24% | 13.00% |
| T.N + 32% NRL | 1.685 | 1.728 | 1.767 | 1.726 | 3.60% | 6.70% | 9.40% | 12.00% | 1.738 | 11.13% | 14.90% |

*Tabla 31:Resumen de resultados de los ensayos Proctor y CBR para la calicata N° 01 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL*

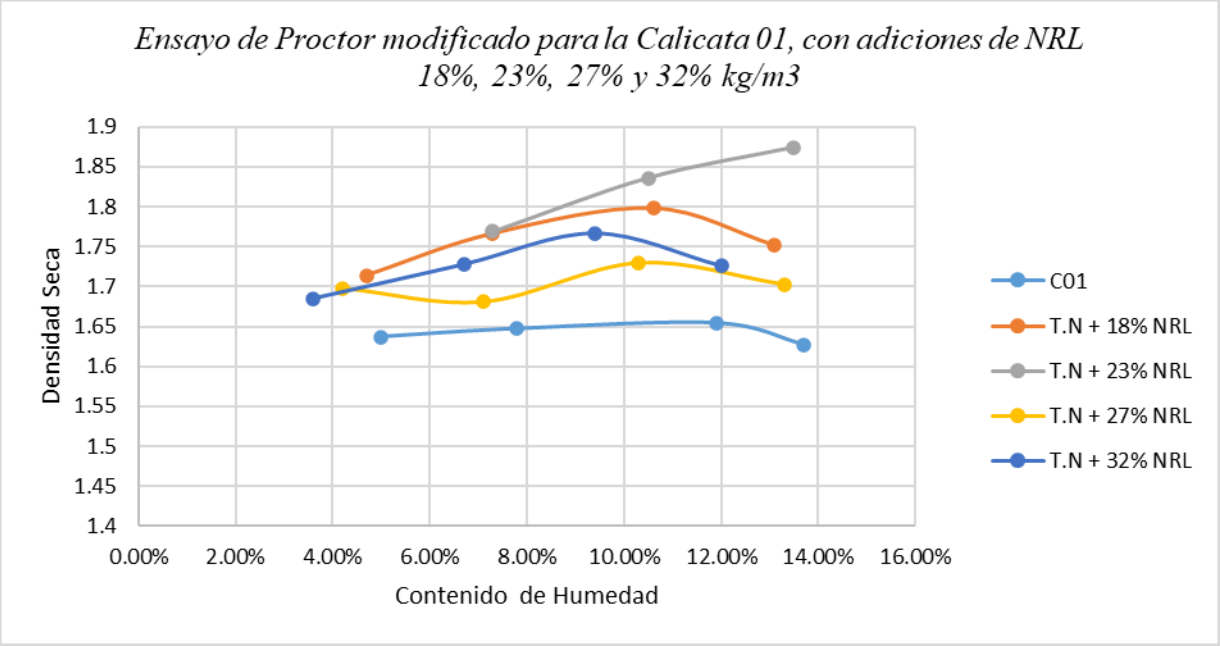



*Gráfico 18:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL*

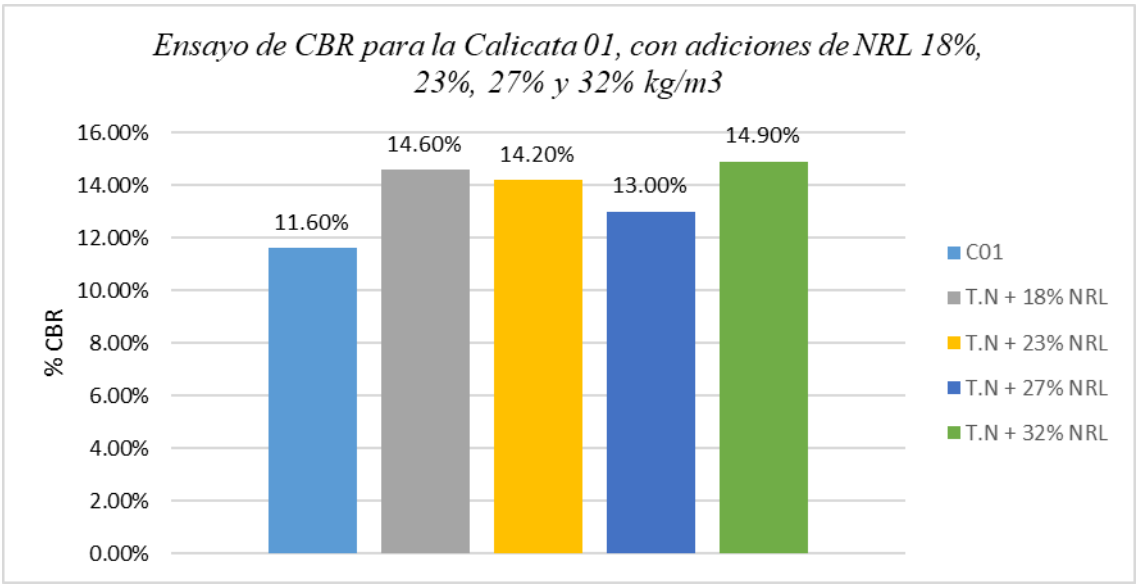



*Gráfico 19: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°01 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL*

En la tabla N° 32 y los gráficos N°17 y N°18, se muestra en resumen los resultados de los ensayos Proctor y CBR para la calicata N° 02 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL

| Muestra | Densidad Seca | | | | Contenido de Humedad | | | | MDS | OCH | CBR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C02 | 1.664 | 1.75 | 1.769 | 1.712 | 7.20% | 8.60% | 11.30% | 13.70% | 1.69 | 16.86% | 13.30% |
| T.N + 18% NRL | 1.688 | 1.77 | 1.772 | 1.707 | 4.70% | 7.30% | 10.60% | 13.10% | 1.806 | 7.40% | 14.60% |
| T.N + 23% NRL | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 | 3.50% | 7.10% | 10.40% | 15.20% | 1.795 | 12.40% | 18.10% |
| T.N + 27% NRL | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.74 | 4.60% | 6.70% | 10.30% | 12.70% | 1.784 | 9.85% | 17.30% |
| T.N + 32% NRL | 1.695 | 1.749 | 1.773 | 1.712 | 5.90% | 7.90% | 10.70% | 14.70% | 1.988 | 13.65% | 14.40% |

*Tabla 32: Resumen de resultados de los ensayos Proctor y CBR para la calicata N° 01 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL*

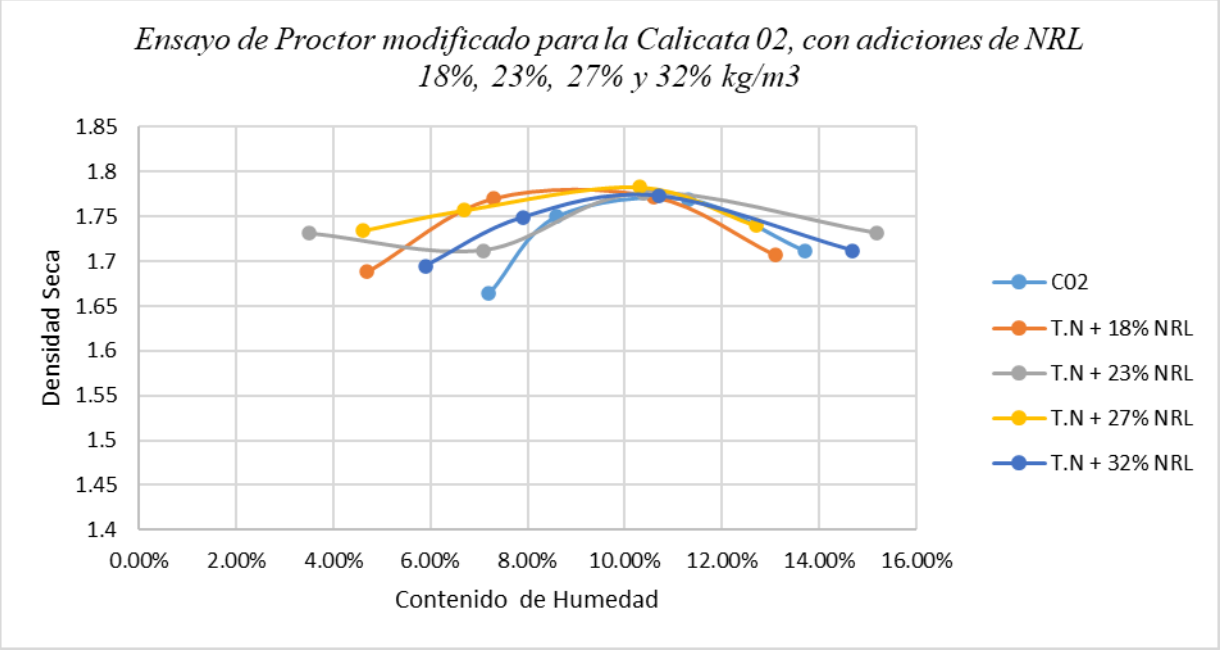



*Gráfico 20:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°02 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL*

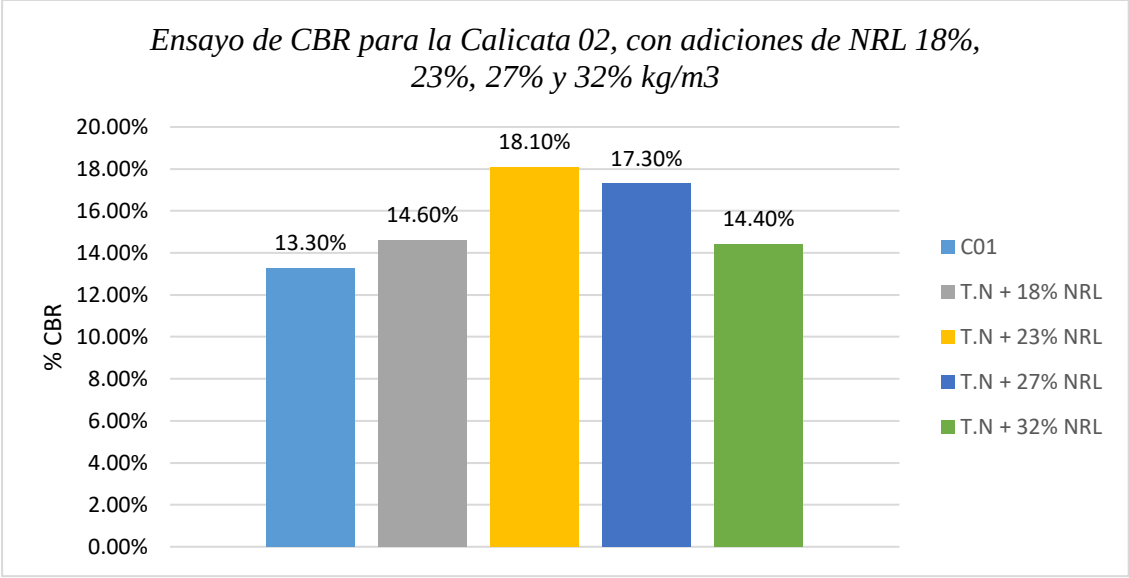



*Gráfico 21: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°02 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL*

En la tabla N° 33 y los gráficos N°19 y N°20, se muestra en resumen los resultados de los ensayos Proctor y CBR para la calicata N° 03 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL

| Muestra | Densidad Seca | | | | Contenido de Humedad | | | | MDS | OCH | CBR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C03 | 1.791 | 1.84 | 1.847 | 1.742 | 10.10% | 14.50% | 15.60% | 20.00% | 1.71 | 10.70% | 11.60% |
| T.N + 18% NRL | 1.9 | 1.891 | 1.958 | 1.917 | 5.80% | 9.30% | 14.50% | 18.10% | 1.928 | 14.58% | 16.20% |
| T.N + 23% NRL | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 | 5.30% | 8.80% | 11.10% | 14.60% | 2.01 | 11.90% | 18.90% |
| T.N + 27% NRL | 1.81 | 1.818 | 1.936 | 1.891 | 7.30% | 11.20% | 15.20% | 19.10% | 1.951 | 16.70% | 15.10% |
| T.N + 32% NRL | 1.814 | 1.951 | 2.023 | 1.952 | 5.90% | 7.90% | 10.70% | 14.70% | 1.988 | 13.65% | 14.40% |

*Tabla 33: Resumen de resultados de los ensayos Proctor y CBR para la calicata N° 01 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL*

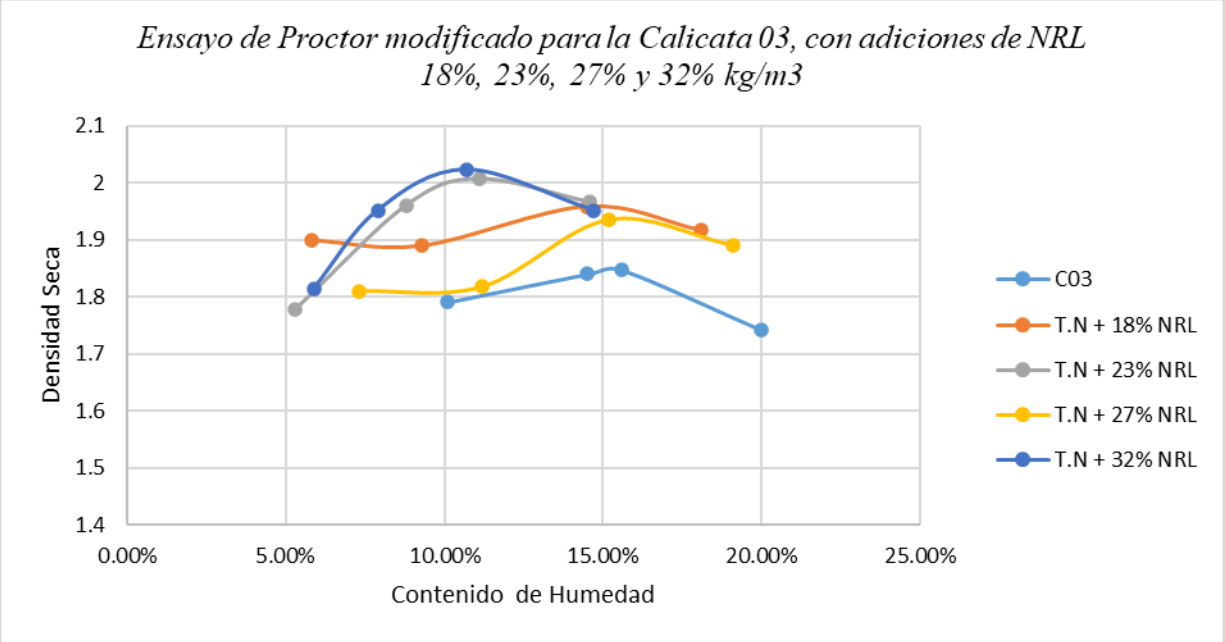



*Gráfico 22:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°03 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL*

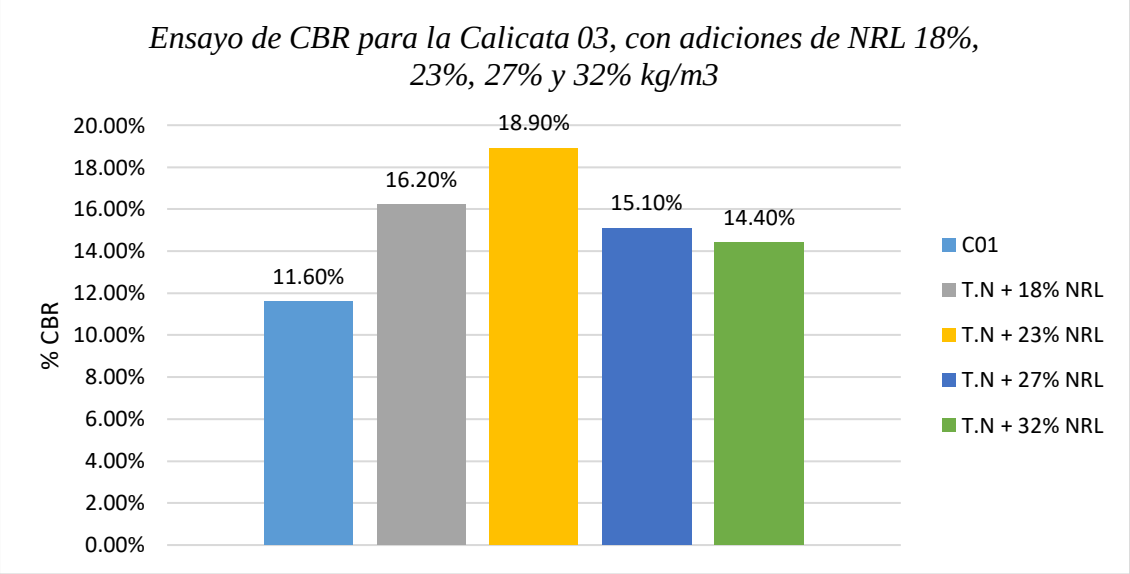



*Gráfico 23: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°03 con adición de 18%, 23%, 27% y 32%% NRL*

En la Tabla N° 34 se muestra un resumen de las propiedades físicas, mientras que en las Tablas N° 35 y N° 36 se muestra un cuadro de resumen de las propiedades mecánicas de la muestra estándar y la muestra con adiciones respectivamente.

| UBICACIÓN CORDENADAS | CALICATA | MUESTRA | PROFUNDIDAD | CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) | CLASIFICACIÓN (AASHTO) | DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA | | | HUMEDAD (%) | LIMITES | | ÍNDICE PLÁSTICO | POTENCIAL DE EXPANSIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | % Grava | % Arena | % Arcilla y Limo | | LIQUIDO (%) | PLÁSTICO (%) | | |
| CASERÍO CIRILA BAJA, DISTRITO PACORA, PROVICIA Y REGIÓN LAMBAYEQUE | **C - 01** | M-01 | 0.05m – 1.50m | SP | A-3 (0) | 0.10 | 95.10 | 4.80 | 3.10 | NP | NP | NP | BAJO |
| | **C - 02** | M-01 | 0.05m - 1.55m | SM | A-2-4(0) | 0.00 | 86.50 | 13.50 | 3.80 | NP | NP | NP | BAJO |
| | **C - 03** | M-01 | 0.05m – 1.45m | SM | A-2-4(0) | 0.00 | 86.50 | 13.60 | 3.10 | NP | NP | NP | BAJO |
| | **C - 04** | M-01 | 0.05m - 1.50m | ML | A-4 (7) | 1.70 | 29.60 | 68.70 | 23.50 | 25.68 | 24.01 | 1.67 | BAJO |
| | **C - 05** | M-01 | 0.05m-1.50m | CL | A-6(7) | 0.00 | 48.10 | 51.90 | 10.50 | 31.92 | 12.98 | 18.94 | BAJO |

*Tabla 34: Cuadro de resumen de las propiedades físicas*

| UBICACIÓN | CALICATA | MUESTRA | PROFUNDIDAD | CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) | CLASIFICACIÓN (AASHTO) | PROCTOR NATURAL | | PROCTOR ADICIÓN | | | | | | | | CBR AL 95% NATURAL | CBR AL 95% | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | MDS | OCH | MDS 18% | OCH 18% | MDS 23% | OCH 23% | MDS 27% | OCH 27% | MDS 32% | OCH 32% | MDS 0% | MDS 18% | MDS 23% | MDS 27% | MDS 32% |
| CASERÍO CIRILA BAJA, DISTRITO PACORA, PROVICIA Y REGIÓN LAMBAYEQUE | C-01.1 | M-01 | 0.05m – 1.50m | SP | A-3 (0) | 1.659 | 10.70 | 1.800 | 11.50 | 1.875 | 14.00 | 1.735 | 11.30 | 1.767 | 9.60 | 19.00 | 18.000 | 12.00 | 10.00 | 14.00 |
| | C-01.2 | | | | | | | 1.960 | 15.35 | 1.88 | 14.00 | 1.74 | 11.30 | 1.74 | 11.30 | 16.00 | 18.000 | 12.00 | 11.00 | 15.00 |
| | C-01.3 | | | | | | | 1.800 | 11.50 | 1.88 | 14.00 | 1.74 | 11.30 | 1.74 | 11.30 | 10.00 | 11.000 | 17.00 | 12.00 | 15.00 |
| | C-01.4 | | | | | | | 1.800 | 11.50 | 1.88 | 14.00 | 1.74 | 11.00 | 1.74 | 11.30 | 11.00 | 10.000 | 17.00 | 14.00 | 15.00 |
| | C-01.5 | | | | | | | 1.800 | 11.50 | 1.88 | 14.00 | 1.74 | 11.00 | 1.74 | 11.30 | 10.00 | 21.000 | 12.00 | 14.00 | 16.00 |
| | C-01.6 | | | | | | | 1.960 | 15.35 | 1.88 | 14.00 | 1.74 | 11.30 | 1.74 | 11.30 | 10.00 | 14.000 | 12.00 | 13.00 | 16.00 |
| | C-01.7 | | | | | | | 1.960 | 15.35 | 1.88 | 14.00 | 1.74 | 11.30 | 1.74 | 11.30 | 10.00 | 16.000 | 13.00 | 14.00 | 14.00 |
| | C-01.8 | | | | | | | 1.800 | 11.50 | 1.88 | 14.00 | 1.74 | 11.30 | 1.74 | 11.30 | 10.00 | 10.000 | 15.00 | 13.00 | 16.00 |
| | C-01.9 | | | | | | | 1.800 | 11.50 | 1.88 | 14.00 | 1.74 | 11.30 | 1.74 | 11.30 | 11.00 | 12.000 | 17.00 | 15.00 | 13.00 |
| | C-01.10 | | | | | | | 1.800 | 11.50 | 1.88 | 14.00 | 1.74 | 11.30 | 1.74 | 11.30 | 9.00 | 10.000 | 15.00 | 14.00 | 15.00 |
| PROMEDIO | | | | | | | | ***1.848*** | ***12.655*** | ***1.875*** | ***14.000*** | ***1.735*** | ***11.240*** | ***1.738*** | ***11.130*** | ***11.600*** | ***14.000*** | ***14.200*** | ***13.000*** | ***14.900*** |

*Tabla 35:Cuadro de resumen de las propiedades mecánicas de la Calicata N° 01*

| UBICACIÓN | CALICATA | MUESTRA | PROFUNDIDAD | CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) | CLASIFICACIÓN (AASHTO) | PROCTOR NATURAL | | PROCTOR ADICIÓN | | | | | | | | CBR AL 95% NATURAL | CBR AL 95% | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | MDS | OCH | MDS 18% | OCH 18% | MDS 23% | OCH 23% | MDS 27% | OCH 27% | MDS 32% | OCH 32% | MDS 0% | MDS 18% | MDS 23% | MDS 27% | MDS 32% |
| CASERÍO CIRILA BAJA, DISTRITO PACORA, PROVICIA Y REGIÓN LAMBAYEQUE | C-02-01 | M-01 | 0.05m - 1.55m | SM | A-2-4(0) | 1.780 | 10.30 | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.781 | 10.320 | 21.000 | 14.000 | 18.00 | 17.00 | 15.00 |
| | C-02-02 | | | | | | | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.784 | 9.850 | 21.000 | 14.000 | 22.00 | 23.00 | 11.00 |
| | C-02-03 | | | | | | | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.784 | 9.850 | 9.000 | 15.000 | 20.00 | 11.00 | 14.00 |
| | C-02-04 | | | | | | | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.781 | 10.350 | 12.000 | 17.000 | 17.00 | 20.00 | 15.00 |
| | C-02-05 | | | | | | | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.781 | 10.350 | 12.000 | 15.000 | 19.00 | 19.00 | 15.00 |
| | C-02-06 | | | | | | | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.784 | 9.850 | 12.000 | 13.000 | 16.00 | 16.00 | 15.00 |
| | C-02-07 | | | | | | | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.784 | 9.850 | 13.000 | 16.000 | 17.00 | 19.00 | 16.00 |
| | C-02-08 | | | | | | | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.784 | 9.850 | 10.000 | 14.000 | 16.00 | 18.00 | 18.00 |
| | C-02-09 | | | | | | | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.781 | 10.350 | 12.000 | 15.000 | 19.00 | 16.00 | 16.00 |
| | C-02-10 | | | | | | | 1.806 | 7.400 | 1.795 | 12.400 | 1.784 | 9.850 | 1.781 | 10.350 | 11.000 | 13.000 | 17.00 | 14.00 | 13.00 |
| PROMEDIO | | | | | | | | ***1.806*** | ***7.400*** | ***1.795*** | ***12.400*** | ***1.784*** | ***9.850*** | ***1.783*** | ***10.097*** | ***13.300*** | ***14.600*** | ***18.100*** | ***17.300*** | ***14.800*** |

*Tabla 36: Cuadro de resumen de las propiedades mecánicas de la Calicata N° 02*

| UBICACIÓN | CALICATA | MUESTRA | PROFUNDIDAD | CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) | CLASIFICACIÓN (AASHTO) | PROCTOR NATURAL | | PROCTOR ADICIÓN | | | | | | | | CBR AL 95% NATURAL | CBR AL 95% | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | MDS | OCH | MDS 18% | OCH 18% | MDS 23% | OCH 23% | MDS 27% | OCH 27% | MDS 32% | OCH 32% | MDS 0% | MDS 18% | MDS 23% | MDS 27% | MDS 32% |
| CASERÍO CIRILA BAJA, DISTRITO PACORA, PROVICIA Y REGIÓN LAMBAYEQUE | C-03-01 | M-01 | 0.05m – 1.45m | SM | A-2-4(0) | 1.848 | 16.00 | 1.960 | 15.350 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 2.025 | 10.600 | 14.000 | 16.000 | 16.00 | 17.00 | 24.00 |
| | C-03-02 | | | | | | | 1.800 | 11.500 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 1.951 | 16.700 | 11.000 | 18.000 | 29.00 | 13.00 | 6.00 |
| | C-03-03 | | | | | | | 1.960 | 15.350 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 1.951 | 16.700 | 13.000 | 15.000 | 17.00 | 12.00 | 12.00 |
| | C-03-04 | | | | | | | 1.960 | 15.350 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 2.025 | 10.600 | 15.000 | 19.000 | 15.00 | 15.00 | 16.00 |
| | C-03-05 | | | | | | | 1.960 | 15.350 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 2.025 | 10.600 | 19.000 | 14.000 | 16.00 | 19.00 | 18.00 |
| | C-03-06 | | | | | | | 1.800 | 11.500 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 1.951 | 16.700 | 18.000 | 19.000 | 22.00 | 15.00 | 12.00 |
| | C-03-07 | | | | | | | 1.960 | 15.350 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 1.951 | 16.700 | 18.000 | 16.000 | 17.00 | 15.00 | 18.00 |
| | C-03-08 | | | | | | | 1.960 | 15.350 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 1.951 | 16.700 | 19.000 | 13.000 | 17.00 | 11.00 | 11.00 |
| | C-03-09 | | | | | | | 1.960 | 15.350 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 2.025 | 10.600 | 18.000 | 15.000 | 17.00 | 15.00 | 13.00 |
| | C-03-10 | | | | | | | 1.960 | 15.350 | 2.010 | 11.900 | 1.951 | 16.700 | 2.025 | 10.600 | 14.000 | 17.000 | 23.00 | 19.00 | 14.00 |
| PROMEDIO | | | | | | | | ***1.928*** | ***14.580*** | ***2.010*** | ***11.900*** | ***1.951*** | ***16.700*** | ***1.988*** | ***13.650*** | ***15.900*** | ***16.200*** | ***18.900*** | ***15.100*** | ***14.400*** |

*Tabla 37:Cuadro de resumen de las propiedades mecánicas de la Calicata N° 03*

***Determinar el porcentaje óptimo de látex de caucho natural para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos***

De los resultados obtenidos, el porcentaje óptimo de adición es del 23% de NRL. Esta conclusión se sustenta en el hecho de que este porcentaje mostró valores favorables en cuanto a propiedades Físicas y Mecánicas, como el Proctor y el CBR, lo que indica una mejor calidad y capacidad de carga del suelo.

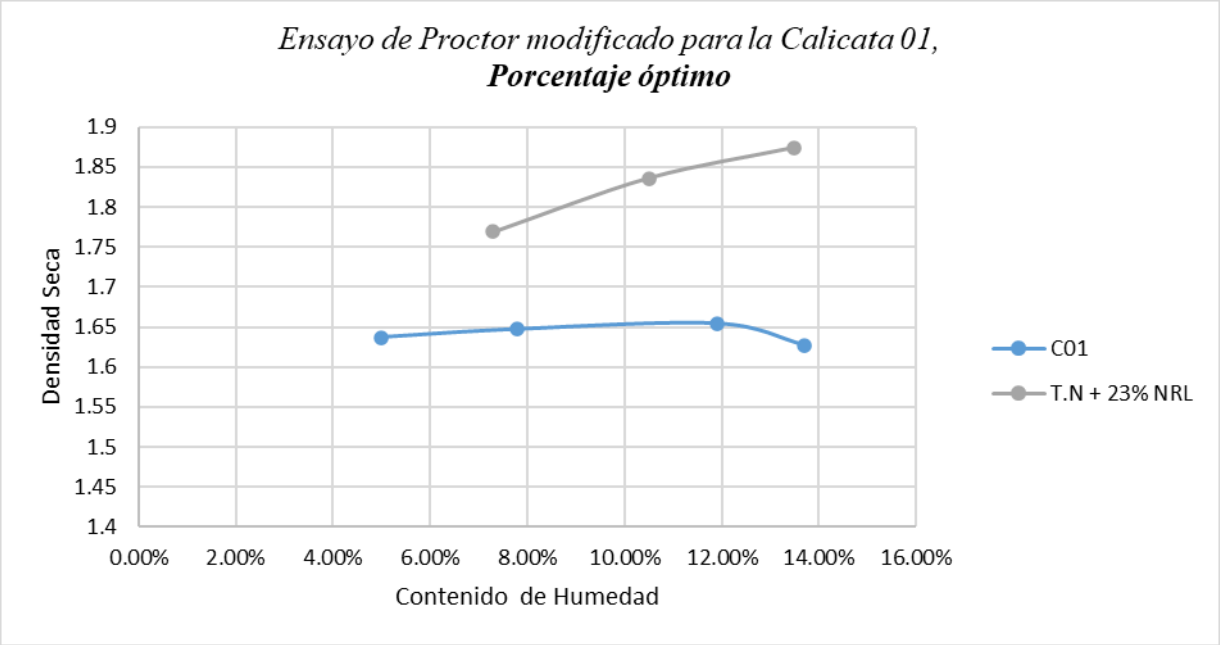



*Gráfico 24:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°01, Porcentaje Óptimo*

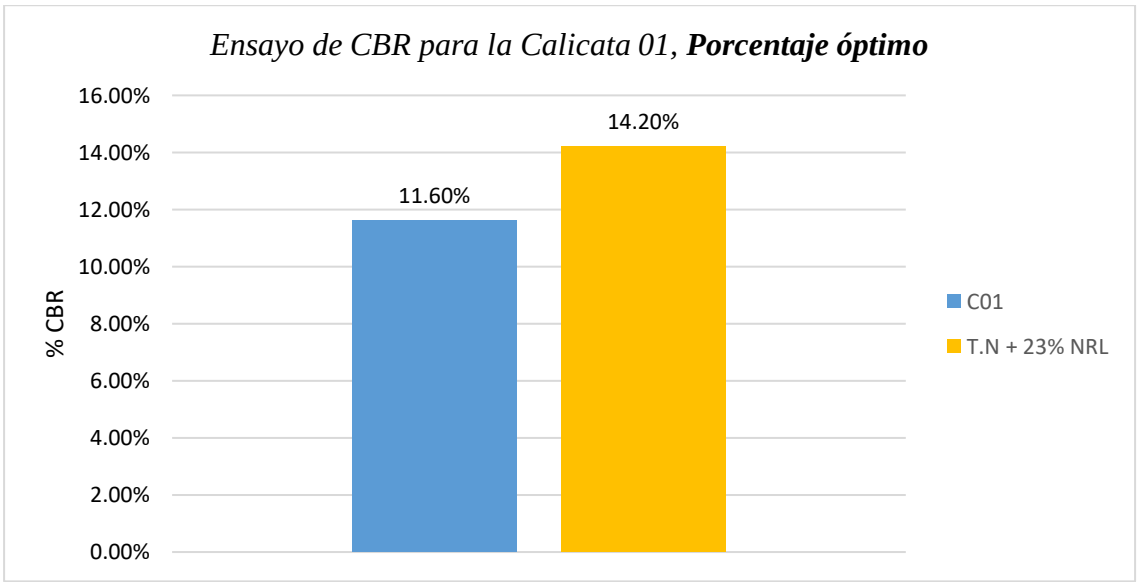



*Gráfico 25: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°01, Porcentaje Óptimo*

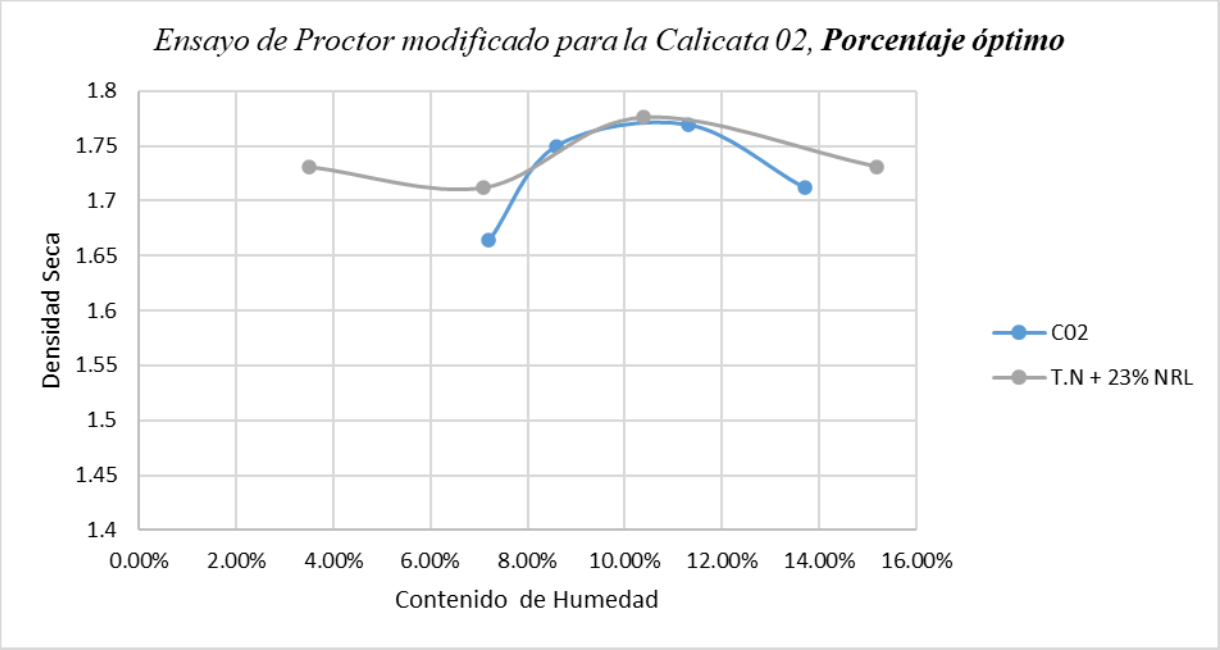



*Gráfico 26:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°02, Porcentaje Óptimo*

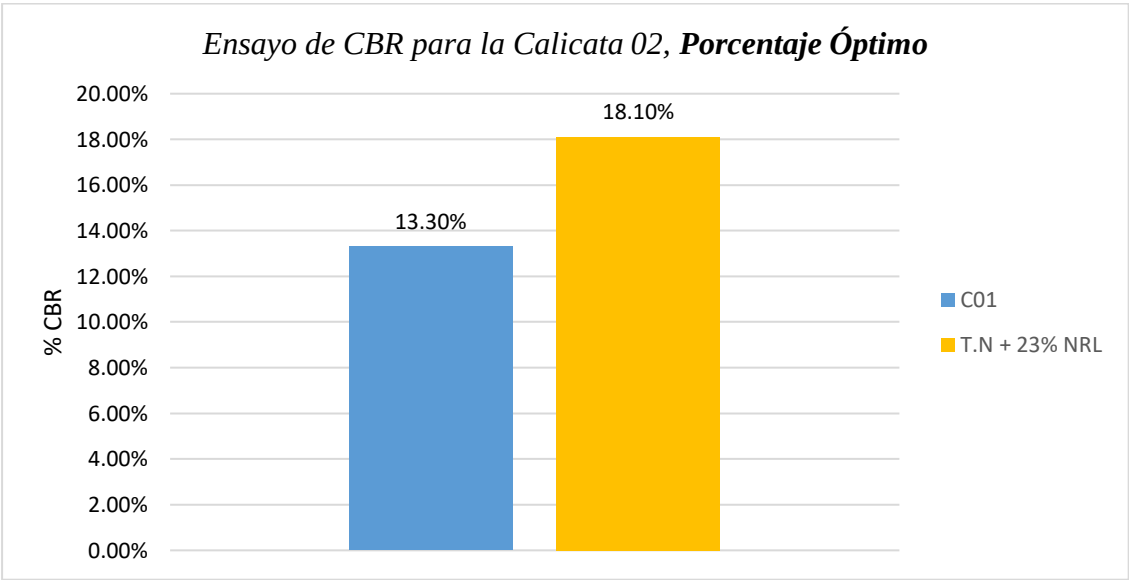



*Gráfico 27: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°02, Porcentaje Óptimo*

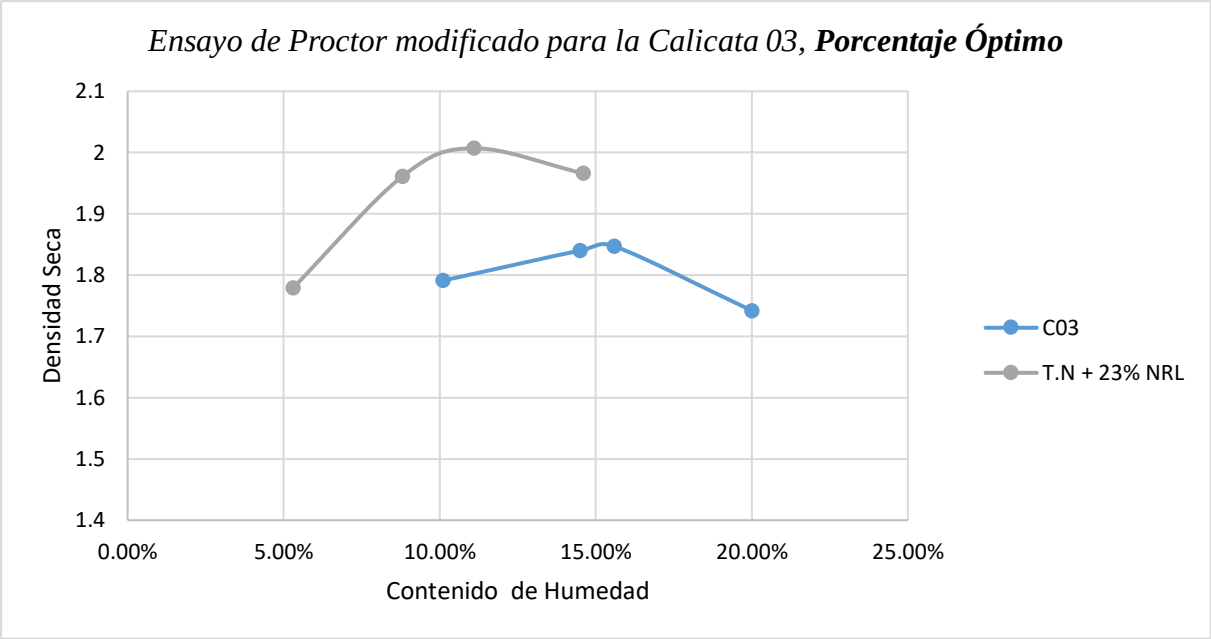



*Gráfico 28:Diagrama del Ensayo Proctor de la calicata N°03, Porcentaje Óptimo*

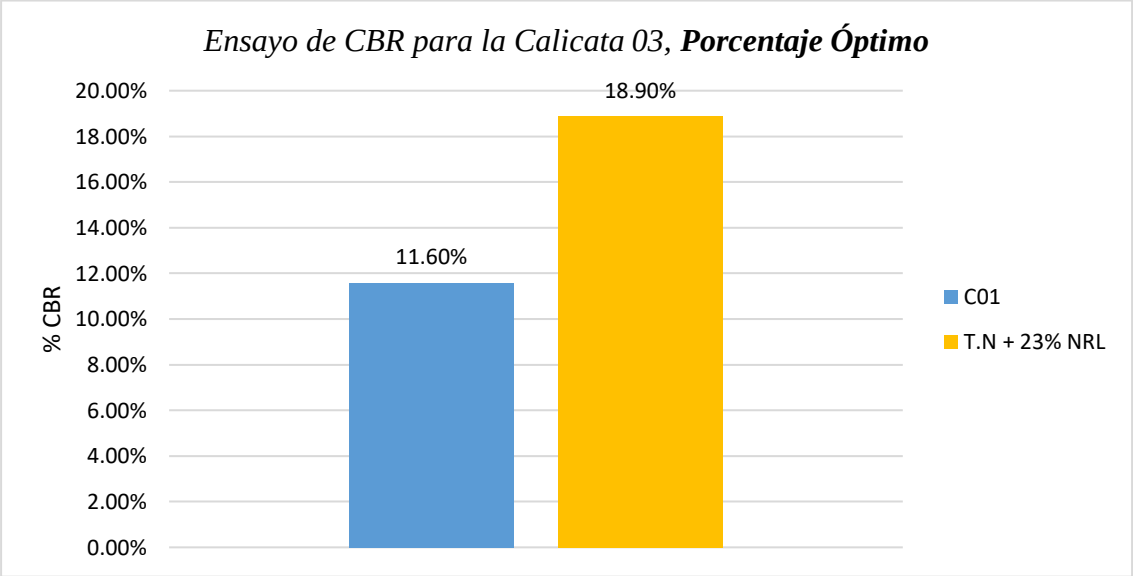



*Gráfico 29: Diagrama del Ensayo CBR de la calicata N°03, Porcentaje Óptimo*

***Validar resultados de laboratorio mediante ensayos en un tramo de prueba experimental de 2.00m x 2.00m con el porcentaje de mezcla óptimo***

El tramo de prueba se realizó utilizando el porcentaje óptimo de mezcla determinado en los ensayos de laboratorio. Se eligió el laboratorio AMAZING SAC en la urb Las Dunas - Lambayeque para la realización de este tramo de prueba, ya que se demostró que cumplía con

los parámetros de la muestra patrón utilizada en los ensayos de laboratorio. Obteniendo los siguientes resultados:

La tabla N°70 presenta la distribución granulométrica correspondiente a la caracterización del tramo de prueba, donde se observa que el porcentaje de Grava es de 0.8%, el de Arena es de 50.7% y el de Arcilla y Limo es de 48.5%.

| Distribución Granulométrica | | | |
|---|---|---|---|
| *% Grava* | G.G. % | 0.0 | 0.8 |
| | G. F % | 0.8 | |
| *% Arena* | A.G % | 2.1 | 50.7 |
| | A.M % | 4.1 | |
| | A.F % | 44.5 | |
| *% Arcilla y Limo* | | 48.5 | 48.5 |
| **Total** | | | 100.0 |

*Tabla 38: Distribución granul5ométrica para caracterización de tramo de prueba*

El gráfico 22, muestra la curva granulométrica correspondiente al ensayo de análisis granulométrico.

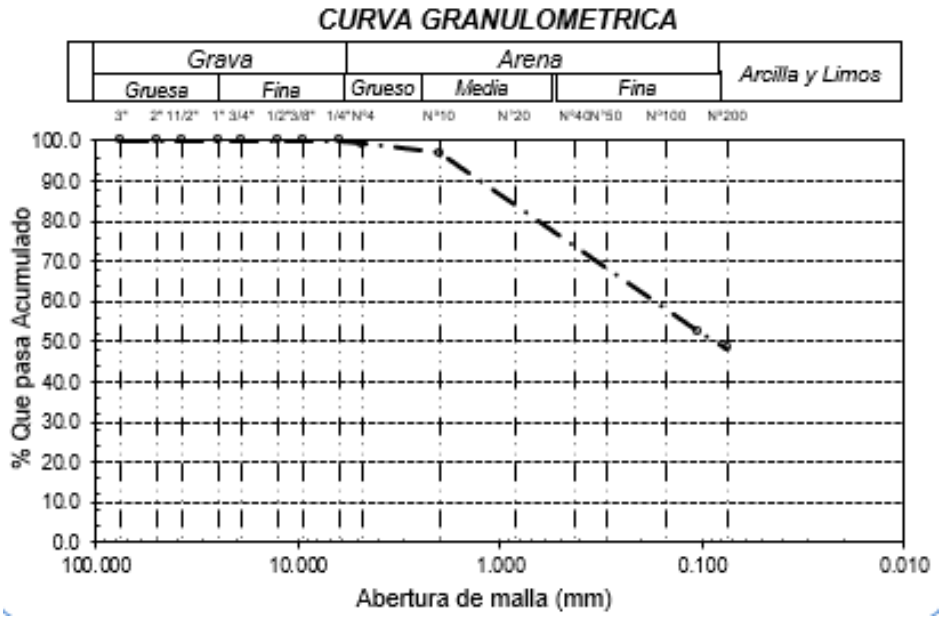



*Gráfico 30:Curva granulométrica para la caracterización de tramo de prueba*

La tabla N°71 presenta los resultados del ensayo de IP, de los cuales se muestra que el LL es de 0%, Límite Plástico es de 0%, por tanto el IP es de 0%.

**TRAMO DE PRUEBA**

| Limites de Atterberg | SN |
|---|---|
| Limite Liquido (LL %) | 0 |
| Limite Plástico (LP%) | 0 |
| Índice de Plasticidad (IP % | 0 |

*Tabla 39:Ensayo de Índice de Plasticidad para caracterización de tramo de prueba*

RESULTADOS DE TRAMO DE PUEBA EXPERIMENTAL

| I.- Ubicación y/o Descripción de Prueba | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº de Prueba / Nº Base | D - 01 | D - 02 | D - 03 | D - 04 |
| Cono | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Placa | B | B | B | B |
| II.- Datos de Campo y de Laboratorio | | | | |
| 1.-Peso de frasco + arena calibrada | 7286 | 7252 | 7202 | 7186 |
| 2.-Peso de frasco + arena que queda | 3050 | 2864 | 2983 | 2931 |
| 3.-Peso de la arena en el cono | 1628 | 1628 | 1628 | 1628 |
| 4.-Densidad de la arena | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| 5.-Volumen del material extraido | 1932 | 2044 | 1919 | 1946 |
| 6.-Peso del material + recipiente | 3152 | 3256 | 3648 | 3678 |
| 7.-Peso del recipiente | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 8.-Peso del material retenido 3/4" | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.-Peso especifico de la grava | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 |
| 10.-Volumen de la grava | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.-Peso de finos | 3143 | 3247 | 3639 | 3669 |
| 12.-Volumen de finos | 1932 | 2044 | 1919 | 1946 |
| 13.-Densidad natural húmeda | 1.627 | 1.588 | 1.896 | 1.885 |
| III.- Contenido de Humedad | | | | |
| 14.-Humedad (Speedy) | 11.5 | 10.9 | 11.1 | 11.5 |
| 15.-Densidad natural seca | 1.459 | 1.432 | 1.707 | 1.691 |
| IV.- Resultados de Laboratorio (Proctor Modificado) | | | | |
| 16.-MÁXIMA DENSIDAD SECA | 1.66 | 1.66 | 1.74 | 1.74 |
| 17.-OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 10.7 | 10.7 | 11 | 11 |
| V.- Resultados Final | | | | |
| **18.-GRADO DE COMPACTACIÓN** (%) | 88 | 86 | 98 | 97 |

*Tabla 40: Resultados obtenidos del tramo de prueba*

Donde:

D - 01 Muestra Patrón

D - 02 Muestra Patrón

D - 03 Muestra Patrón + Adición de Látex al 23%

D - 04 Muestra Patrón + Adición de Látex al 23%

***Analizar el costo- beneficio de la adición del látex de caucho natural para estabilización de subrasantes de suelos arenosos***

En la tabla 83, se visualiza que el costo directo por m3 de estabilización de subrasante con la adición de 23 % NRL equivalente a 2.46 L.

| *Descripción Recurso* | *Unidad* | *Cuadrilla* | *Cantidad* | *Precio S/.* | *Parcial S/.* | *Sub total S/* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Mano de Obra*** | | | | | | 5.88 |
| Operario | hh | 1.00 | 0.07 | 27.49 | 1.83 | |
| Oficial | hh | 1.00 | 0.07 | 21.62 | 1.44 | |
| Peón | hh | 2.00 | 0.13 | 19.57 | 2.61 | |
| ***Materiales*** | | | | | | 0.03 |
| Agua | m3 | | 0.011 | 2.35 | 0.03 | |
| ***Equipos*** | | | | | | 7.92 |
| Herramientas Manuales | %MO | | 3.00 | 0.80 | 2.40 | |
| Rodillo Liso Vibr. Autop. 101-1 | hm | 1.00 | 0.01 | 152.40 | 1.74 | |
| Motoniveladora 125hp | hm | 1.00 | 0.01 | 175.16 | 2.00 | |
| Camion Cisterna (2,500 Gl.) | hm | 1.00 | 0.01 | 157.01 | 1.79 | |
| ***Costo unitario por m3 (Estabilización de suelo)*** | | | | | | ***S/ 13.83*** |

*Tabla 41: Costo por m3 de estabilización de subrasante sin adición de NRL*

| *Descripción Recurso* | *Unidad* | *Cuadrilla* | *Cantidad* | *Precio S/.* | *Parcial S/.* | *Sub total S/* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Mano de Obra*** | | | | | | 5.88 |
| Operario | hh | 1.00 | 0.07 | 27.49 | 1.83 | |
| Oficial | hh | 1.00 | 0.07 | 21.62 | 1.44 | |
| Peón | hh | 2.00 | 0.13 | 19.57 | 2.61 | |
| ***Materiales*** | | | | | | 147.69 |
| Látex de Caucho Natural | L | | 2.461 | 60.00 | 147.67 | |
| Agua | m3 | | 0.008 | 2.35 | 0.02 | |
| ***Equipos*** | | | | | | 7.92 |
| Herramientas Manuales | %MO | | 3.00 | 0.80 | 2.40 | |
| Rodillo Liso Vibr. Autop. 101-1 | hm | 1.00 | 0.01 | 152.40 | 1.74 | |
| Motoniveladora 125hp | hm | 1.00 | 0.01 | 175.16 | 2.00 | |
| Camion Cisterna (2,500 Gl.) | hm | 1.00 | 0.01 | 157.01 | 1.79 | |
| ***Costo unitario por m3 (Estabilización de suelo + 23% de NRL)*** | | | | | | ***S/ 161.50*** |

*Tabla 42:Costo por m3 de estabilización de subrasante con adición del 23% NRL*

**Discusión**

En contraste con estudios previos, como aquel llevado a cabo por Agré D, Kouadio S, Clement K, et al [21], quienes utilizaron el Látex de Caucho Natural con dosificación 15%, 20%, 25% Y 30% para mejorar la resistencia y durabilidad en suelos lateríticos, dichos investigadores obtuvieron resultados satisfactorios con la dosificación de 25% a 30% y se evidencia una marcada disparidad en los resultados obtenidos, siendo el porcentaje más óptimo de adición de látex de caucho natural del 23%, una cifra inferior a la indicada en la referencia citada. No obstante, se logra alcanzar un índice de CBR más elevado, del 18.90%.

En una investigación previa, como la llevada a cabo por Aguilar y Cardenas [47], se evaluó la resistencia CBR y la MDS de muestras de suelo mediante la adición de silicato de sodio en concentraciones del 4% y 10%. Esta adición resultó en mejoras en la humedad máxima y la densidad seca máxima, alcanzando valores de 1.853 y 1.916 gr/cm3, respectivamente, junto con un aumento en los valores de CBR que oscilaban entre el 22.4% y el 41.3%. En contraste con los hallazgos de este estudio, se registró un incremento del 18.90% en el CBR, con una densidad seca máxima de 2.010 gr/cm3 utilizando una dosificación óptima del 23%. Estos resultados superan el valor de subrasante muy bueno establecido en el manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos de 2014.

**Cuadro 12.4**
**Categorías de Sub rasante**

| CATEGORÍAS DE SUB RASANTE | CBR |
|---|---|
| $S_0$ : Sub rasante Inadecuada | CBR < 3% |
| $S_1$ : Sub rasante insuficiente | De CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| $S_2$ : Sub rasante Regular | De CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| $S_3$ : Sub rasante Buena | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| $S_4$ : Sub rasante Muy Buena | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| $S_5$ : Sub rasante excelente | CBR ≥ 30% |

Fuente: Manual de carreteras: Sección suelos y pavimentos 2014 [37]

Por otro lado, en investigaciones tales como la realizada por Irigoin y Tarrillo [22], donde se adiciona cloruro de sodio al suelo arenoso y se observan mejoras en los resultados al incluir cloruro de sodio en una proporción mínima del 3% en las muestras extraídas, el cual, mejora el CBR en un promedio de 0.68 % y al adicionarse la máxima proporción, este disminuye. Sin embargo, en contraste con esta investigación a medida que se aumenta la dosificación del látex de caucho natural se obtiene resultados aún más favorables en cuanto a CBR y Máxima densidad seca. Es preciso recalcar que una vez obtenido el porcentaje óptimo (23%) al seguir aumentando relativamente la cantidad de adición, el índice de CBR y la máxima densidad seca tiende a disminuirse parcialmente.

Tras examinar los costos relacionados con el aditivo, se puede notar que el Látex de Caucho Natural se presenta como una opción económica para la estabilización de subrasantes arenosas en comparación con otras sustancias, como lo señala el estudio realizado por Sanchez García [48], En dicho análisis, se encontró que el costo unitario del material de cantera como estabilizante es de S/. 289.87, mientras que en este estudio se obtuvo un costo de S/. 161.50 Este complemento proporciona una opción efectiva en la realización de proyectos al eliminar los gastos asociados al transporte de materiales adicionales como agentes estabilizadores. En numerosas ocasiones, las canteras pueden encontrarse a una distancia considerable del sitio de la construcción, lo que resulta en costos adicionales de combustible. Además, el uso de látex de caucho natural ayuda a controlar las emisiones de partículas, lo que se traduce en una reducción de los costos de mantenimiento y una extensión en los plazos de ejecución. Los resultados obtenidos en esta investigación respaldan la eficacia de incorporar látex de caucho natural en la estabilización de subrasantes de suelos arenosos. Se ha demostrado que una dosificación apropiada de estos aditivos puede mejorar la capacidad de carga, el CBR y la MDS, proporcionando así una solución eficaz y rentable para la mejora de suelos en proyectos de construcción de carreteras.

La hipótesis planteada proponía que la aplicación de látex de caucho natural mejoraría significativamente las propiedades físico-mecánicas para estabilizar subrasantes de suelos arenosos. Los ensayos en laboratorio mostraron mejoras en parámetros como el Índice de Soporte California (CBR) y la densidad seca máxima (Proctor). Sin embargo, los incrementos obtenidos no fueron lo suficientemente significativos para establecer una conclusión definitiva sobre la eficacia del látex de caucho natural como estabilizador en este tipo de suelo.

Por otro lado, el ensayo experimental realizado in situ arrojó resultados favorables, especialmente en la medición de la densidad de campo, lo cual valida y complementa los hallazgos de laboratorio. Estos resultados confirman que el látex de caucho natural contribuye a mejorar la compactación y estabilidad del suelo en condiciones reales. No obstante, se recomienda realizar estudios adicionales para evaluar su desempeño en otros tipos de suelo y en diferentes contextos ambientales, lo cual permitirá verificar y ampliar la aplicabilidad del látex de caucho natural como aditivo estabilizador.

Esta investigación ha contribuido al conocimiento en el área de la estabilización de suelos, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones en proyectos de construcción de carreteras. Se ha destacado la importancia de considerar aspectos económicos al evaluar los aditivos utilizados, y se han presentado investigaciones relevantes que respaldan los resultados y refuerzan las conclusiones obtenidas en este estudio. En este sentido, se sugiere que futuras

investigaciones continúen explorando y optimizando el uso de aditivos para mejorar subrasantes, especialmente arcillosas, considerando también aspectos ambientales y económicos.

Esta investigación tiene una relevancia teórica significativa, pues explora el uso de aditivos naturales para la estabilización de suelos, un campo de interés académico en crecimiento que aún presenta un desarrollo limitado. Específicamente, el estudio permite comprender cómo el látex de caucho natural, como aditivo alternativo, puede influir en el comportamiento y mejora de las propiedades de los suelos. Los resultados obtenidos podrían servir como punto de partida para futuros análisis académicos, fomentando una mayor investigación en esta línea.

Asimismo, la investigación tiene una aplicación práctica valiosa, ya que ha permitido observar los efectos directos de la incorporación de látex de caucho natural en la mejora de propiedades físico-mecánicas en suelos arenosos. Mediante ensayos comparativos, se ha evaluado el desempeño de un suelo en su estado natural frente a uno tratado con este aditivo, identificando mejoras en parámetros clave que resultan pertinentes para proyectos de infraestructura vial.

Finalmente, esta investigación también presenta un valor social, al demostrar el potencial del látex de caucho natural para fortalecer la estabilidad y durabilidad de suelos en vías de transporte. Estas mejoras se traducen en beneficios para el sector público y para la sociedad, facilitando una infraestructura vial más adecuada para el tránsito y el transporte de productos, promoviendo la conectividad entre comunidades y contribuyendo de manera notable al desarrollo económico y social.

**Conclusiones**

- Se realizó el análisis de la influencia en las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural, por lo que en este estudio evaluó propiedades físicas como color, textura, estructura, porosidad, permeabilidad, granulometría, humedad y plasticidad. En cuanto a las propiedades mecánicas, se analizaron la resistencia a la erosión, estabilidad, esfuerzo, capacidad de carga y densidad seca. Los ensayos realizados, tanto en laboratorio como in situ, incluyeron: contenido de humedad del suelo, análisis granulométrico de suelos por tamizado, análisis granulométrico por hidrómetro, ensayo de Límites de Atterberg, clasificación de suelos (SUCS y AASHTO), ensayo de gravedad específica de los sólidos, ensayo de Proctor modificado, ensayo de CBR y densidad de campo.

- Se realizó la caracterización de las propiedades físicas y químicas del látex de caucho natural mediante diversos ensayos específicos. Los resultados obtenidos para las propiedades físicas fueron: conductividad de 87.4 µS/cm, densidad de 1.08 g/cm³, contenido de nitrógeno amoniacal de 1.98% y viscosidad de 0.98 Cp. En cuanto a las propiedades químicas, se determinaron las concentraciones de fósforo, potasio y magnesio, con valores de 18.41 mg/L, 14.37 mg/L y 2.85 mg/L, respectivamente. Estos datos proporcionan información fundamental para evaluar el potencial del látex de caucho natural en aplicaciones de estabilización de suelos, permitiendo optimizar su uso en función de sus características intrínsecas.

- Se determinaron las propiedades físico-mecánicas del suelo arenoso correspondiente a la muestra patrón, obteniendo los siguientes resultados: en la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), las muestras se clasificaron como SP (arena mal graduada), SM (arena limosa), ML (limo de baja plasticidad) y CL (arcilla de baja plasticidad); en la clasificación AASHTO, las muestras se categorizaron en A-3 (0), A-2-4(0), A-4 (7) y A-6(7). La distribución granulométrica mostró valores mínimos de grava, con un rango de 0.00% a 1.70%, predominio de arena con porcentajes entre 29.60% y 95.10%, y valores significativos de arcilla y limo entre 4.80% y 68.70%. El contenido de humedad varió desde 3.10% hasta 23.50%. En cuanto a los límites de consistencia, el límite líquido fue no plástico (NP) en la mayoría de las muestras,

excepto en la muestra C-05 que presentó un límite líquido del 31.92%, y el índice plástico también fue NP en la mayoría, con un máximo de 12.98% en la muestra C-05. El índice plástico presentó variaciones desde NP hasta un máximo de 18.94% en la muestra C-05. Se identificó un potencial de expansión bajo en todas las muestras. . El ensayo Proctor natural mostró una MDS (Máxima Densidad Seca) entre 1.659 y 1.976 g/cm³ y un OCH (Óptimo Contenido de Humedad) entre 10.30% y 16.00%. Finalmente, el CBR al 95% natural osciló entre 11.600 y 15.900. Estos resultados proporcionan una comprensión detallada de las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en el área de estudio, ofreciendo una base sólida para su uso en aplicaciones de estabilización de suelos.

- Se analizaron las propiedades físicas y mecánicas del suelo arenoso con porcentajes de adición de 18%, 23%, 27% y 32% de látex de caucho natural, obteniendo los siguientes resultados: para la calicata C-01 clasificada como SP (A-3 (0) según AASHTO), la MDS aumentó de 1.659 g/cm³ a 1.783 g/cm³ y el OCH varió de 10.70% a 14.13%, con un incremento en el CBR promedio al 95% desde 11.60 hasta 14.90 y una reducción en la desviación estándar del CBR desde 3.24 a 0.99. En las calicatas C-02 y C-03 clasificadas como SM (A-2-4(0) según AASHTO), la MDS aumentó desde 1.780 g/cm³ a 1.783 g/cm³ en C-02 y desde 1.848 g/cm³ a 1.988 g/cm³ en C-03, con variaciones en el OCH desde 7.40% hasta 10.10% en C-02 y desde 14.58% hasta 16.70% en C-03. El CBR promedio al 95% incrementó de 13.30 a 18.20 en C-02 y de 15.90 a 19.20 en C-03, mientras que la desviación estándar del CBR disminuyó de 4.22 a 1.87 en C-02 y de 2.85 a 2.19 en C-03. Estos resultados demuestran que la adición de látex de caucho natural mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas del suelo arenoso, aumentando su densidad, contenido óptimo de humedad y capacidad de soporte, a la vez que reduce la variabilidad en los resultados de CBR.
- Se realizó la comparación de las propiedades físico-mecánicas de la muestra patrón con la muestra adicionada, las cuales, con la adición de látex, para la calicata C-01 (SP, A-3 (0)), la MDS aumentó de 1.659 g/cm³ a 1.783 g/cm³ y el OCH de 10.70% a 14.13%, incrementando el CBR promedio al 95% de 11.60 a 14.90 y reduciendo la desviación estándar del CBR de 3.24 a 0.99. En las calicatas C-02 y C-03 (SM, A-2-4(0)), la MDS aumentó de 1.780 g/cm³ a 1.783 g/cm³ en C-02 y de 1.848 g/cm³ a 1.988 g/cm³ en C-03, con OCH variando de 7.40% a 10.10% en C-02 y de 14.58% a

16.70% en C-03. El CBR promedio al 95% incrementó de 13.30 a 18.20 en C-02 y de 15.90 a 19.20 en C-03, con una disminución en la desviación estándar del CBR de 4.22 a 1.87 en C-02 y de 2.85 a 2.19 en C-03. Estos resultados demuestran que la adición de látex de caucho natural mejora la densidad, el contenido óptimo de humedad y la capacidad de soporte del suelo arenoso, reduciendo la variabilidad de los resultados del CBR y proporcionando una base sólida para aplicaciones posteriores de látex en la estabilización de suelos.

- Se determinó el porcentaje óptimo de látex de caucho natural para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos, con el que se puede afirmar que el porcentaje óptimo de látex de caucho natural para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos es del 23%. Este porcentaje mostró mejoras en las propiedades físico-mecánicas del suelo, incluyendo un aumento en la densidad aparente, la capacidad de soporte y una reducción en la variabilidad de los resultados del CBR.

- Se validó los resultados de laboratorio mediante ensayos en un tramo de prueba experimental de 2.00m x 2.00m con el porcentaje de mezcla óptimo. La adición de látex al 23% en el tramo de prueba resulta favorable ya que eleva el grado de compactación respecto al suelo natural de 87% a 98%. Por lo tanto, se concluye que los datos de laboratorio son consistentes con las condiciones de campo, respaldando la validez de la metodología empleada y la efectividad del porcentaje de mezcla óptimo.

- Se realizó el análisis de costo- beneficio de la adición del látex de caucho natural para estabilización de subrasantes de suelos arenosos. El cual revela que, considerando los recursos utilizados y sus respectivos costos, el costo unitario por metro cúbico (m3) de estabilización, incluyendo un 23% de látex de caucho natural, es de S/ 161.50. Este costo se desglosa en mano de obra, materiales y equipos, donde se destaca que el látex de caucho natural representa la mayor proporción del gasto. Aunque la inversión inicial puede ser significativa, se observa un beneficio potencial en términos de mejora de las propiedades del suelo, lo que puede resultar en una mayor durabilidad y resistencia, justificando así el costo adicional asociado con la adición de látex de caucho natural para la estabilización de subrasantes.

**Recomendaciones**

- Se recomienda continuar explorando el uso del látex de caucho natural como una alternativa económica y sostenible para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos, considerando sus beneficios en proyectos de pequeña escala. No obstante, aunque el costo unitario por metro cúbico representa una alternativa económica en comparación con otros estabilizadores, su aplicación en proyectos de gran envergadura puede verse limitada debido a factores logísticos relacionados con el abastecimiento del material, por lo cual, es crucial abordar estas limitaciones relacionadas, dado que su adquisición depende de asociaciones comerciales y puede requerir tiempos prolongados. Se sugiere además fomentar la inversión en nuevas tecnologías y alternativas sostenibles que permitan optimizar el suministro y disponibilidad de materiales como el látex, asegurando su competitividad como opción eficaz y rentable para la ingeniería civil.
- Se recomienda considerar el látex de caucho natural como una alternativa prometedora para la estabilización de subrasantes en regiones con baja disponibilidad de otros estabilizantes. Aunque los incrementos en propiedades como el CBR y la densidad no resultaron del todo significativos, la consistencia de los resultados y el respaldo de los ensayos in situ sugieren su potencial como una solución eficiente y viable en contextos con recursos limitados.
- Se recomienda realizar investigaciones adicionales en otros tipos de suelos, especialmente en suelos arcillosos, podría ampliar el alcance de aplicación del látex de caucho natural y verificar su efectividad en condiciones geotécnicas diversas. Esto permitirá confirmar si los beneficios observados en suelos arenosos se replican en suelos con características diferentes.

**Referencias**


[1] Provías Nacional, «Memoria Institucional», 2021.

[2] Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, «Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial en Costa Rica», 2012. [En línea]. Disponible en: www.mideplan.go.cr

[3] A. Hossein Rafiean, E. Najafi Kani, y A. Haddad, «Mechanical and Durability Properties of Poorly Graded Sandy Soil Stabilized with Activated Slag», *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 32, n.º 1, ene. 2020, doi: 10.1061/(asce)mt.1943-5533.0002990.

[4] A. Hossein Rafiean, E. Najafi Kani, y A. Haddad, «Mechanical and Durability Properties of Poorly Graded Sandy Soil Stabilized with Activated Slag», *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 32, n.º 1, ene. 2020, doi: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002990.

[5] A. L. Murmu, N. Dhole, y A. Patel, «Stabilisation of black cotton soil for subgrade application using fly ash geopolymer», *Road Materials and Pavement Design*, vol. 21, n.º 3, pp. 867-885, abr. 2020, doi: 10.1080/14680629.2018.1530131.

[6] B. Zhou y X. Chen, «Effect of Nano-Carbon on Water Holding Capacity in a Sandy Soil of the Loess Plateau», *Earth Sciences Research Journal*, vol. 21, n.º 4, pp. 189-195, oct. 2017, doi: 10.15446/esrj.v21n4.66104.

[7] B. D. Oluyemi-Ayibiowu, «Stabilization of lateritic soils with asphalt- emulsion», *Nigerian Journal of Technology*, vol. 38, n.º 3, p. 603, dic. 2019, doi: 10.4314/njt.v38i3.9.

[8] S. Pu *et al.*, «Stabilization Behavior and Performance of Loess Using a Novel Biomass-based Polymeric Soil Stabilizer», *Environmental and Engineering Geoscience*, vol. 25, n.º 2, pp. 103-114, may 2019, doi: 10.2113/EEG-2074.

[9] U. Veena y N. James, «Natural rubber latex treatment of sand: A novel remediation technique for soil liquefaction», *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 165, p. 107661, feb. 2023, doi: 10.1016/j.soildyn.2022.107661.

[10] J. V. Linch Daronco, L. Festugato, G. Dias Miguel, y H. C. Scheuermann Filho, «Discussion of “Mechanical Strength Improvement of Cement-Stabilized Soil Using Natural Rubber Latex for Pavement Base Applications” by Apinun Buritatun, Thaworn Takaikaew, Suksun Horpibulsuk, Artit Udomchai, Menglim Hoy, Nopparat Vichitcholchai, and Arul Arulrajah», *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 34, n.º 1, ene. 2022, doi: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004057.

[11] P. H. Dalal, M. Patil, R. Wanare, T. N. Dave, y K. K. R. Iyer, «Recent Innovations and Practices in Geotechnical Engineering for Sustainable Infrastructure Development», 2022, pp. 431-445. doi: 10.1007/978-981-16-6140-2_34.

[12] K. P. P. Nair, «Rubber (Hevea brasiliensis)», en *The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World*, Elsevier, 2010, pp. 237-273. doi: 10.1016/B978-0-12-384677-8.00008-4.

[13] gobierno de I. Ministerio de comercio e industria, «The Rubber board anual report», 2016. Accedido: 8 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: http://rubberboard.org.in/rbfilereader?fileid=120

[14] A. Kohler, «Ficha Técnica», 2012.

[15] O. E. Cartaya, I. Reynaldo, C. Peniche, y M. L. Garrido, «EMPLEO DE POLÍMEROS NATURALES COMO ALTERNATIVA PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR METALES PESADOS», 2011.

[16] U. Veena y N. James, «Natural rubber latex treatment of sand: A novel remediation technique for soil liquefaction», *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 165, p. 107661, feb. 2023, doi: 10.1016/j.soildyn.2022.107661.

[17] M. Hoy *et al.*, «Improved fatigue properties of cement-stabilized recycled materials – Lateritic soil using natural rubber latex for sustainable pavement applications», *Transportation Geotechnics*, vol. 40, p. 100959, may 2023, doi: 10.1016/j.trgeo.2023.100959.

[18] A. Buritatum *et al.*, «Improvement of Tensile Properties of Cement-Stabilized Soil Using Natural Rubber Latex», *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 34, n.º 4, abr. 2022, doi: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004173.

[19] U. Veena y N. James, «Natural Rubber Latex for Improving Ductility Characteristics of Soil: A Preliminary Experimental Investigation», *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 40, n.º 9, pp. 4419-4446, sep. 2022, doi: 10.1007/s10706-022-02162-1.

[20] A. Jose y A. K. Kasthurba, «Laterite soil-cement blocks modified using natural rubber latex: Assessment of its properties and performance», *Constr Build Mater*, vol. 273, mar. 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.121991.

[21] D. Agré, S. ; Kouadio, K. Clement, O. Owochi, y Q. Aristide, «Stabilization Of Laterite With Rubber Latex», 2019, Accedido: 24 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://goo.su/D3A4mX

[22] H. A. IRIGOIN BUSTAMANTE y F. O. A. TARRILLO VÁSQUEZ, «ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CLORURO DE SODIO PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN DE LA AV. AGRICULTURA EN LA CIUDAD DE CHOTA-REGIÓN CAJAMARCA», 2021.

[23] S. Carrillo Requejo, «ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS UTILIZANDO Oryza sativa (arroz), PUEBLO JOVEN LAS DUNAS – LAMBAYEQUE- PERÚ 2019», 2019. [En línea]. Disponible en: https://orcid.org/0000-0002-4767-1691

[24] Juarez Badillo y Rico Rodriguez, *Mecánica de Suelos*, 1.ª ed. México, 2005. Accedido: 25 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://goo.su/ncJWW2T

[25] Carlos Crespo Villalaz, *Mecánica de suelos y Cimentaciones*, 5.ª ed., vol. I. México, 2004.

[26] Daniel Graux, *Fundamentos de mecánica del suelo, proyecto de muros y cimentaciones*, vol. I. 1975.

[27] Daniel Jaramillo, «INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DEL SUELO», 2002.

[28] Miguel Ángel Osorio Rivera; Juan Pablo Haro Altamirano; Et Al, *SUELOS CARACTERIZACIÓN E IMPORTANCIA*. 2022.

[29] Crespo Villalaz C, *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 2004.

[30] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual Ensayo de Materiales», 2016.

[31] Morgan RPC, *Soil Erosion and Conservation*. 2005.

[32] D. Braja M, *Fundamentos de ingeniería geotécnica Cuarta edición*, vol. 4. 2013.

[33] D. Coduto, *Foundation Design: Principles and Practices*. 2001.

[34] Alfonso Montejo Fonseca, Alejandro Montejo Piratova, y Alberto Montejo Piratova, *Estabilización de suelos*, 24.ª ed. Colombia, 2018.

[35] RNE, «NORMA TÉCNICA CE. 010: PAVIMENTOS URBANOS». [En línea]. Disponible en: www.construccion.org/icg@icgmail.org

[36] Alfonso. Montejo Fonseca, *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Universidad Católica de Colombia, 1998.

[37] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES - PERÚ, «Manual de carreteras: Sección suelos y pavimentos».

[38] Edith Ana Condori Yajahuanca, «Guía técnica para el aprovechamiento y comercialización de látex de shiringa de bosques naturales».

[39] F. Murrieta Acuña, J. Guerrero Marina, J. Salazar Díaz, y N. Castro Mandujano, «ESTUDIO DEL LAMINADO Y ENJEBADO DE LÁTEX DE SHIRINGA (HEVEA

BRASILIENSIS), EN EL DISTRITO DE CHAZUTA, REGIÓN SAN MARTÍN-PERU», 2020.

[40] A. M. Camacho-Támara, H. Reyes-Pineda, A. Ii, y I. Lozano-Bohórquez, «Análisis y caracterización fisicoquímica del látex de caucho especie Hevea Brasiliensis», n.º 9, pp. 83-97, 2014.

[41] Instituto Nacional de Capacitación Profesional de Chile, «Introducción a la Mecánica de Suelos».

[42] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, «Clasificación del suelo».

[43] T. Jairo, A. Torres, y T. En Edificaciones, «Análisis granulométrico mediante el método del hidrómetro», 2013.

[44] G. Baena Paz, *Metodología de la investigación*, 3.ª ed., vol. 1. México, 2017.

[45] A. C. Romero, «Metodología integral innovadora para planes y tesis», 2014.

[46] M. Borja Suárez, «Metodología de la Investigación Científica para ingenieros», 2016.

[47] A. Zambrano, C. Diego, y P. Aurora, «Estabilización de suelos arenosos mediante la adición de silicato de sodio en la subrasante de la alameda sur de Chorrillo», 2023.

[48] B. Sanchez Garcia, «Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del suelo con incorporación de cloruro de calcio, y aditivo polycom para estabilización de subrasantes arcillosas en carreteras», 2023. [En línea]. Disponible en: https://orcid.org/0000-0002-5753-7664

## Anexos

Anexo N° 1: Panel Fotográfico




*Ilustración 48:Punto Inicial de la zona de estudio Caserío Cirila Baja*



*Ilustración 49:Identificación de Calicata 01*




*Ilustración 50: Marcación de Calicata 01*



*Ilustración 51: Verificación de dimensión de 1 metro de ancho de la calicata 01*




*Ilustración 52:Extracción de calicata 01 a 0.70 m*




*Ilustración 53:Extracción de calicata 01 a 1.20 m*



*Ilustración 54:Extracción de Calicata 01 a 1.50 m*



*Ilustración 55:Muestras extraídas de la Calicata 01*



*Ilustración 56:Muestras en estado natural de la Calicata 01*




*Ilustración 57:Colocación de las muestras extraídas de la Calicata 01 en bolsas térmicas para mantener la humedad natural*



*Ilustración 58:Marcación de Calicata 02*



*Ilustración 59:Identificación de Calicata 02*




*Ilustración 60:Extracción de calicata 02 a 0.40 m*




*Ilustración 61:Extracción de calicata 02 a 0.90 m*



*Ilustración 62:Extracción de calicata 02 a 1.50 m*



*Ilustración 63:Muestras extraídas de la Calicata 02*



*Ilustración 64:Muestras en estado natural de la Calicata 02*



*Ilustración 65:Colocación de las muestras extraídas de la Calicata 02 en bolsas térmicas para mantener la humedad natural*




*Ilustración 66:Identificación de Calicata 03*




*Ilustración 67:Extracción de calicata 02 a 0.10 m*



*Ilustración 68:Extracción de calicata 02 a 1.50 m*



*Ilustración 69: Colocación de las muestras extraídas de la Calicata 03 en bolsas térmicas para mantener la humedad natural*




*Ilustración 70:Muestras en estado natural de la Calicata 03*




*Ilustración 71:Identificación y verificación de dimensión de 1 metro de ancho de Calicata 04*



*Ilustración 72:Extracción de calicata 04 a 0.20 m*




*Ilustración 73:Muestras extraídas de la Calicata 04*




*Ilustración 74:Muestras en estado natural de la Calicata 04*




*Ilustración 75:Identificación de Calicata 05*




*Ilustración 76:Identificación y verificación de dimensión de 1 metro de ancho de Calicata 05*




*Ilustración 77:Extracción de calicata 05 a 1.50 m*




*Ilustración 78:Colocación de las muestras extraídas de la Calicata 05 en bolsas térmicas para mantener la humedad natural*



*Ilustración 79:Muestras en estado natural de la Calicata 05*




*Ilustración 80: Excavación de Tramo de Prueba*



*Ilustración 81: Aplicación de NRL en terreno natural de Tramo de Prueba*



*Ilustración 82:Dosificación de NRL en terreno natural de Tramo de Prueba*



*Ilustración 83: Compactación de Tramo de Prueba*

Anexo N° 02: Ensayos de Laboratorio

**UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS**

| | |
|---|---|
| INFORME N° | LEM USAT 007-2024-I |
| FECHA: | 17 de Mayo 2024 |

# VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**ESTUDIANTE:** Culqui Alvarado Milagritos de Jesús

**TITULO DE LA TESIS:** Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural.

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:

1. Ensayos de Laboratorio
   1.1 Ensayos físicos
      a. Contenido de humedad del suelo
      b. Análisis granulométrico de suelos por tamizado
      c. Análisis granulométrico por medio del hidrómetro
      d. Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos
      e. Clasificación de suelos SUCS
      f. Clasificación de suelos AASHTO
      g. Ensayo de Gravedad Especifica de los Sólidos
   1.2 Ensayos mecánicos
      a. Ensayo de Proctor modificado
      b. Ensayo de CBR
2. Ensayos realizados en Laboratorio Externo
      a. Análisis Fisico – Quimico de Látex de Caucho Natural
      b. Densidad de Campo

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil y Ambiental |
| Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre del 2023 |

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

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

Vía de acceso (trocha)

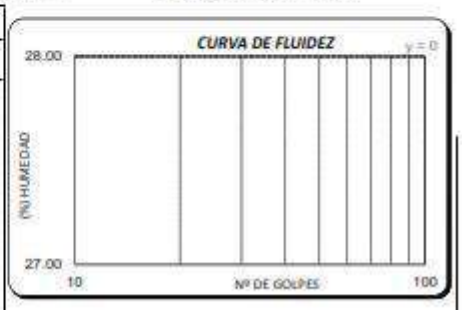
Calicata: C-01 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

**Analisis Granulométrico por tamizado**

| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | % Acumulados 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 | 0.1 | 99.9 |
| N° 10 | 2.000 | 0.3 | 99.7 |
| N° 20 | 0.850 | 1.0 | 99.0 |
| N° 50 | 0.300 | 21.5 | 78.5 |
| N°60 | 0.250 | 45.3 | 54.7 |
| N°80 | 0.180 | 73.2 | 26.8 |
| N°140 | 0.105 | 92.0 | 8.0 |
| N° 200 | 0.075 | 95.2 | 4.8 |

**Distribución granulométrico**

| | | | |
|---|---|---|---|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | |
| | G. F % | 0.1 | 0.1 |
| | A.G % | 0.2 | |
| % Arena | A.M % | 9.5 | |
| | A.F % | 85.4 | 95.1 |
| % Arcilla y Limo | | 4.8 | 4.8 |
| Total | | | 100.0 |
| **Contenido de Humedad** | | | 3.1 |




**Ensayo de Límite de Atterberg**

| | | |
|---|---|---|
| Límite líquido (LL) | 0.00 | (%) |
| Límite Plastico (LP) | 0.00 | (%) |
| Indice Plastico (IP) | 0.00 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | | SP |
| Descripción del suelo | Arena pobremente graduada | |
| Clasificación (AASHTO) | | A-3 (0) |
| Descripción | | BUENO |









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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil y Ambiental |
| Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emis | : Chiclayo, Diciembre del 2023 |

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

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

Vía de acceso (trocha)

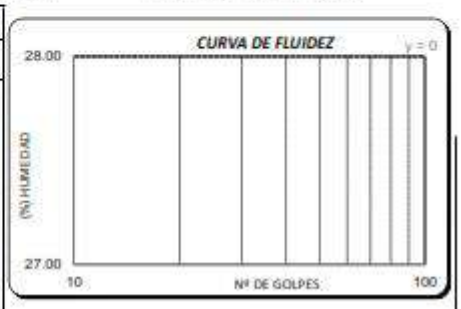
Calicata: C-02 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

**Analisis Granulométrico por tamizado**

| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | % Acumulados 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 | 0.0 | 100.0 |
| N° 20 | 0.850 | 0.1 | 99.9 |
| N° 50 | 0.300 | 10.1 | 89.9 |
| N°60 | 0.250 | 20.9 | 79.1 |
| N°80 | 0.180 | 57.7 | 42.3 |
| N°140 | 0.105 | 80.5 | 19.5 |
| N° 200 | 0.075 | 86.5 | 13.5 |

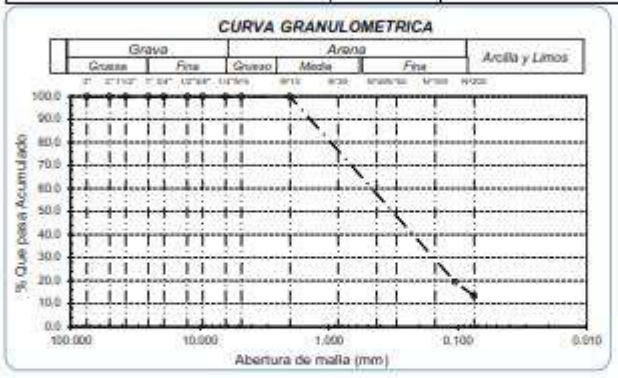
**Distribución granulométrico**

| | | | |
|---|---|---|---|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | |
| | G. F % | 0.0 | 0.0 |
| | A.G % | 0.0 | |
| % Arena | A.M % | 3.4 | |
| | A.F % | 83.1 | 86.5 |
| % Arcilla y Limo | | 13.5 | 13.5 |
| Total | | | 100.0 |
| **Contenido de Humedad** | | | 3.8 |




**Ensayo de Límite de Atterberg**

| | | |
|---|---|---|
| Límite líquido (LL) | 0.00 | (%) |
| Límite Plastico (LP) | 0.00 | (%) |
| Indice Plastico (IP) | 0.00 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | | SM |
| Descripción del suelo | Arena limosa | |
| Clasificación (AASHTO) | | A-2-4 (0) |
| Descripción | | |
| | BUENO | |









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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil y Ambiental |
| Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha d | : Chiclayo, Diciembre del 2023 |

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

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

Vía de acceso (trocha)

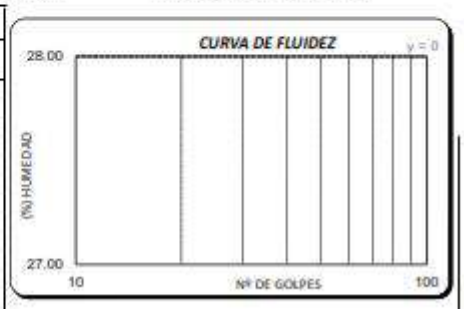
Calicata: C-03 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

**Analisis Granulométrico por tamizado**

| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | % Acumulados 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 | 0.0 | 100.0 |
| N° 20 | 0.850 | 0.1 | 99.9 |
| N° 50 | 0.300 | 10.1 | 89.9 |
| N°60 | 0.250 | 20.9 | 79.1 |
| N°80 | 0.180 | 57.7 | 42.3 |
| N°140 | 0.105 | 80.5 | 19.5 |
| N° 200 | 0.075 | 86.5 | 13.5 |

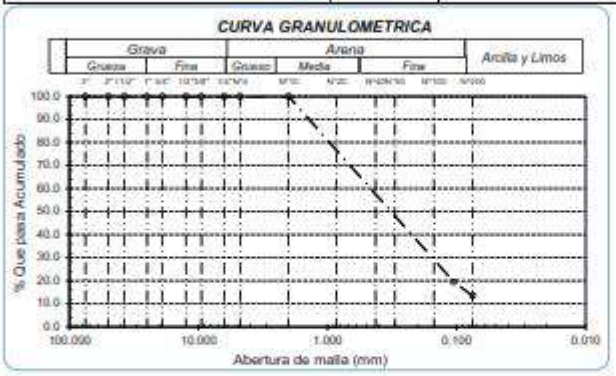
**Distribución granulométrico**

| | | | |
|---|---|---|---|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | |
| | G. F % | 0.0 | 0.0 |
| | A.G % | 0.0 | |
| % Arena | A.M % | 3.4 | |
| | A.F % | 83.1 | 86.5 |
| % Arcilla y Limo | | 13.5 | 13.5 |
| Total | | | 100.0 |
| **Contenido de Humedad** | | | 3.1 |




**Ensayo de Límite de Atterberg**

| | | |
|---|---|---|
| Límite líquido (LL) | 0.00 | (%) |
| Límite Plastico (LP) | 0.00 | (%) |
| Indice Plastico (IP) | 0.00 | (%) |
| *Clasificación (S.U.C.S.)* | | **SM** |
| *Descripción del suelo* | **Arena limosa** | |
| *Clasificación (AASHTO)* | | A-2-4 (0) |
| *Descripción* | **BUENO** | |









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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil y Ambiental |
| Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha c | : Chiclayo, Diciembre del 2023 |

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

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

Vía de acceso (trocha)

Calicata: C-04 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

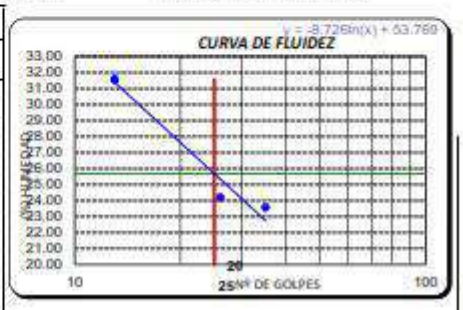
**Analisis Granulométrico por tamizado**

| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | % Acumulados 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 | 1.7 | 98.3 |
| N° 10 | 2.000 | 2.0 | 98.0 |
| N° 20 | 0.850 | 2.2 | 97.8 |
| N° 50 | 0.300 | 3.5 | 96.5 |
| N°60 | 0.250 | 4.4 | 95.6 |
| N°80 | 0.180 | 8.7 | 91.3 |
| N°140 | 0.105 | 21.3 | 78.7 |
| N° 200 | 0.075 | 31.3 | 68.7 |

**Distribución granulométrico**

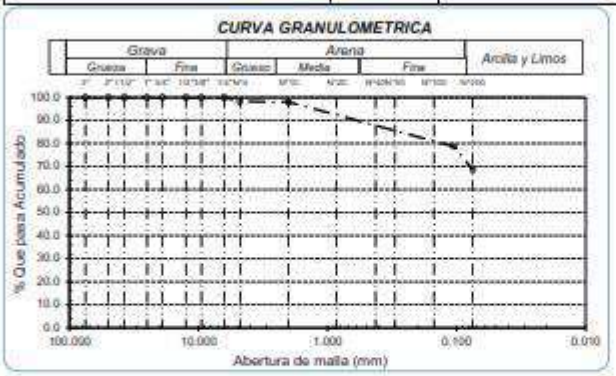
| | | | |
|---|---|---|---|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | |
| | G. F % | 1.7 | 1.7 |
| % Arena | A.G % | 0.3 | |
| | A.M % | 0.7 | |
| | A.F % | 28.6 | 29.6 |
| % Arcilla y Limo | | 68.7 | 68.7 |
| Total | | | 100.0 |

**Contenido de Humedad** 23.5




**Ensayo de Límite de Atterberg**

| | | |
|---|---|---|
| Límite líquido (LL) | 25.68 | (%) |
| Límite Plastico (LP) | 24.01 | (%) |
| Indice Plastico (IP) | 1.67 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | | ML |
| Descripción del suelo | Limo arenoso de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | | A-4 (7) |
| Descripción | REGULAR-MALO | |









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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil y Ambiental |
| Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha c | : Chiclayo, Diciembre del 2023 |

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

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

Vía de acceso (trocha)

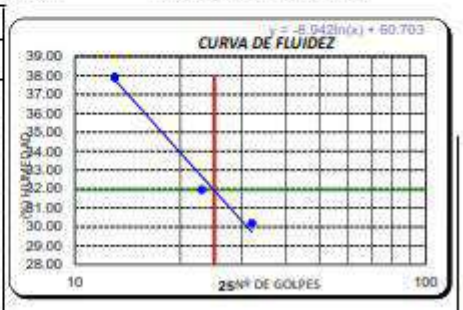
Calicata: C-05 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

**Analisis Granulométrico por tamizado**

| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | % Acumulados 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 | 0.1 | 99.9 |
| N° 20 | 0.850 | 0.6 | 99.4 |
| N° 50 | 0.300 | 11.5 | 88.5 |
| N°60 | 0.250 | 16.2 | 83.8 |
| N°80 | 0.180 | 26.5 | 73.5 |
| N°140 | 0.105 | 41.9 | 58.1 |
| N° 200 | 0.075 | 48.1 | 51.9 |

**Distribución granulométrico**

| | | | |
|---|---|---|---|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | |
| | G. F % | 0.0 | 0.0 |
| | A.G % | 0.1 | |
| % Arena | A.M % | 7.0 | |
| | A.F % | 41.0 | 48.1 |
| % Arcilla y Limo | | 51.9 | 51.9 |
| Total | | | 100.0 |
| Contenido de Humedad | | | 10.5 |




**Ensayo de Límite de Atterberg**

| | | |
|---|---|---|
| Límite líquido (LL) | 31.92 | (%) |
| Límite Plastico (LP) | 12.98 | (%) |
| Indice Plastico (IP) | 18.94 | (%) |
| Clasificación (S.U.C.S.) | | CL |
| Descripción del suelo | Arcilla arenosa de baja plasticidad | |
| Clasificación (AASHTO) | | A-6 (7) |
| Descripción | | MALO |









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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
Fecha de Entrega : Chiclayo, Diciembre del 2023

Calicata : C-1
Nivel freático : No se encontro

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (cm) | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.10 | A C I E L O A B I E R T O | M - 1 | | SP A-3 (0) | Arena Pobremente graduada gris clara, de consistencia blanda, sin problemas de colapso<br>Limite liquido : NP<br>Limite plástico : NP<br>Índice de plasticidad : NP<br>Humedad natural : 3.1% |
| 1.50 | | | | | |

Observaciones:
Muestreo e identificación realizados por el solicitante






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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Atención : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
Fecha de Entrega : Chiclayo, Diciembre del 2023

Calicata : C-2
Nivel freático : No se encontro

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (cm) | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.10 | A C I E L O A B I E R T O | M - 1 | | SM A-2-4 (0) | Arena Limosa gris clara, de consistencia blanda, sin problemas de colapso<br>Limite liquido : NP<br>Limite plástico : NP<br>Índice de plasticidad : NP<br>Humedad natural : 3.8% |
| 1.50 | | | | | |

Observaciones:
Muestreo e identificación realizados por el solicitante

Henry Alexander Ojeda Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Atención : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
Fecha de Entrega : Chiclayo, Diciembre del 2023

Calicata : C-3
Nivel freático : No se encontro

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (cm) | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Simbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.10 | A C I E L O A B I E R T O | M - 1 | | SM A-2-4 (0) | Arena Limosa gris clara, de consistencia blanda, sin problemas de colapso<br>Limite liquido : NP<br>Limite plástico : NP<br>Índice de plasticidad : NP<br>Humedad natural : 3.1% |
| 1.50 | | | | | |

Observaciones:
Muestreo e identificación realizados por el solicitante

Henry Rivadeneyra Ortiz
Ing. Laboratorista USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Atención : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
Fecha de Entrega : Chiclayo, Diciembre del 2023

Calicata : C-4
Nivel freático : No se encontro

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 | (cm) | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Símbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.10 | A C I E L O A B I E R T O | M - 1 | | ML A-4 (7) | Limo Arenoso de Baja Plasticidad de consistencia blanda de color marrón claro<br>Limite liquido : 25.7%<br>Limite plástico : 24.0%<br>Índice de plasticidad : 1.7%<br>Humedad natural : 23.5% |
| | 1.50 | | | | | |

Observaciones:
Muestreo e identificación realizados por el solicitante







Av. Augusto B.Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372.

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Atención | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de Entrega | Chiclayo, Diciembre del 2023 |

Calicata : C-5
Nivel freático : No se encontro

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

| Profundidad 0.0 (cm) | Tipo de Excavación | Muestra Nº | Simbolo | Clasificación SUCS | Descripción visual (IN-SITU) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.10 | A C I E L O A B I E R T O | M - 1 | | CL A-6 (7) | Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad, de color marrón oscuro<br>Limite liquido : 31.9%<br>Limite plástico : 12.98%<br>Índice de plasticidad : 18.9%<br>Humedad natural : 10.5% |
| 3.00 | | | | | |

Observaciones:
Muestreo e identificación realizados por el solicitante





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

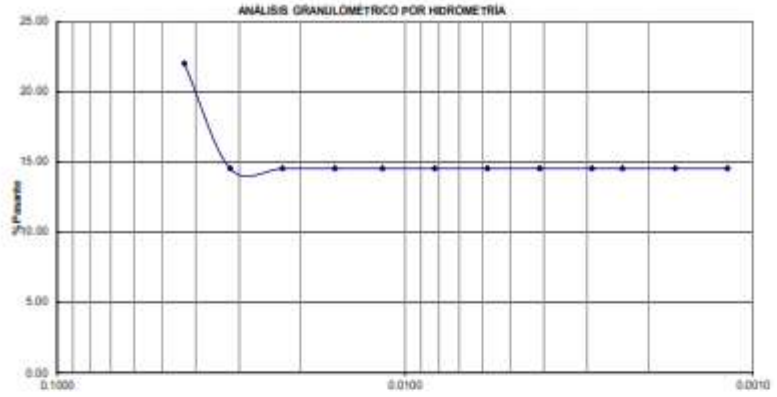
## ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA
## NORMA ASTM D421-58
## NORMA ASTM D422-63 (2007)

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil y Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Material | : Terreno Natural de la Localidad |
| Ubicación | : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque |
| Fecha de Ensayo | : Chiclayo, Diciembre del 2023 |
| Muestra | : C1-M1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIDROMETRO | 151H | AGENTE DISPERSANTE | $NaPO_3$ | CONCENTRACION | 0.05 N | | |
| CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd | | | 8 | CORRECCION POR MENISCO Cm | | 0.1 | |
| VOLUMEN DEL HIDROMETRO 1000 $cm^3$ | | Ws, gr. | 50 | Gs: | 2.541 | α= | 1.027 |

| FECHA | HORA | TIEMPO (min) | R'M | T °c | CT | RHC | WD1 % | R'H+CM | L(cm) | L/t (cm/min) | K | D (mm) | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11/09/2023 | 03:30 | 1 | 16.00 | 22.2 | 89.4 | 97.42 | 200.06 | 16.1 | 11.05 | 11.05 | 0.012979 | 0.0431 | 22.01 |
| 11/09/2023 | 03:32 | 2 | 13.00 | 23.1 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 6.02 | 0.012979 | 0.0318 | 14.53 |
| 11/09/2023 | 03:34 | 4 | 13.00 | 24.5 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 3.01 | 0.012979 | 0.0225 | 14.53 |
| 11/09/2023 | 03:36 | 8 | 13.00 | 25.6 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 1.50 | 0.012979 | 0.0159 | 14.53 |
| 11/09/2023 | 03:51 | 15 | 13.00 | 24.8 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 0.80 | 0.012979 | 0.0116 | 14.53 |
| 11/09/2023 | 04:21 | 30 | 13.00 | 23.5 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 0.40 | 0.012979 | 0.0082 | 14.53 |
| 11/09/2023 | 04:30 | 60 | 13.00 | 23.5 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 0.20 | 0.012979 | 0.0058 | 14.53 |
| 11/09/2023 | 05:30 | 120 | 13.00 | 23.5 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 0.10 | 0.012979 | 0.0041 | 14.53 |
| 11/09/2023 | 07:30 | 240 | 13.00 | 23.5 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 0.05 | 0.012979 | 0.0029 | 14.53 |
| 11/09/2023 | 10:30 | 360 | 13.00 | 23.5 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 0.03 | 0.012979 | 0.0024 | 14.53 |
| 11/09/2023 | 15:34 | 720 | 13.00 | 23.5 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 0.02 | 0.012979 | 0.0017 | 14.53 |
| 12/09/2023 | 03:46 | 1440 | 13.00 | 23.5 | 89.3 | 64.32 | 132.07 | 13.1 | 12.03 | 0.01 | 0.012979 | 0.0012 | 14.53 |

| | |
|---|---|
| % PASANTE TAMIZ Nº 200 | 11.00 |




Reary Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

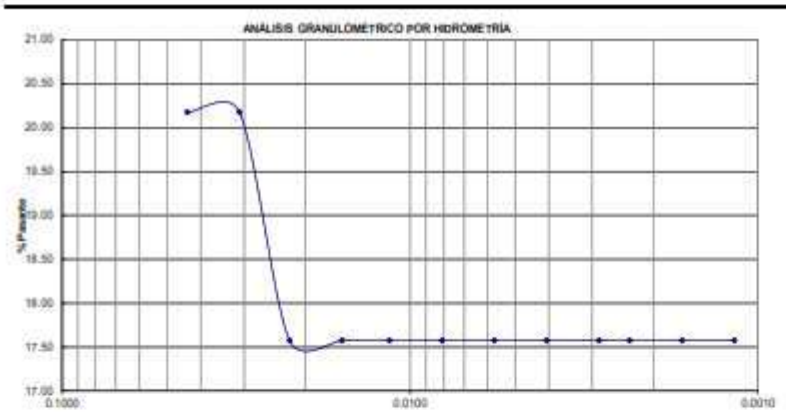
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA**
**NORMA ASTM D421-58**
**NORMA ASTM D422-63 (2007)**

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil y Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Material | Terreno Natural de la Localidad |
| Ubicación | Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque |
| Fecha del Ensayo | Chiclayo, Diciembre del 2023 |
| Muestra | : C2-M1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIDROMETRO | 151H | AGENTE DISPERSANTE | | NaPO3 | CONCENTRACION | 0,05 N | |
| CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd | | | | 0 | CORRECCION POR MENISCO Cm | | 0,1 |
| VOLUMEN DEL HIDROMETRO 1030 cm³ | | Ws, gr. | 50 | | Gs: | 2.596 | a= | 1,013 |

| FECHA | HORA | TIEMPO (min) | R'M | T °c | CT | RHC | WD1 % | R'H+CM | L(cm) | L/t (cm/min) | K | D (mm) | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11/09/2023 | 03:30 | 1 | 15.00 | 22.2 | 78.7 | 65.70 | 173.58 | 15.1 | 11.38 | 11.38 | 0.012979 | 0.0438 | 20.17 |
| 11/09/2023 | 03:32 | 2 | 15.00 | 23.1 | 78.7 | 65.70 | 173.58 | 15.1 | 11.38 | 5.69 | 0.012979 | 0.0309 | 20.17 |
| 11/09/2023 | 03:34 | 4 | 14.00 | 24.5 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 2.93 | 0.012979 | 0.0222 | 17.57 |
| 11/09/2023 | 03:38 | 8 | 14.00 | 25.6 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 1.46 | 0.012979 | 0.0157 | 17.57 |
| 11/09/2023 | 03:51 | 15 | 14.00 | 24.6 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 0.78 | 0.012979 | 0.0115 | 17.57 |
| 11/09/2023 | 04:21 | 30 | 14.00 | 23.5 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 0.39 | 0.012979 | 0.0081 | 17.57 |
| 11/09/2023 | 04:36 | 60 | 14.00 | 23.5 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 0.20 | 0.012979 | 0.0057 | 17.57 |
| 11/09/2023 | 05:36 | 120 | 14.00 | 23.5 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 0.10 | 0.012979 | 0.0041 | 17.57 |
| 11/09/2023 | 07:36 | 240 | 14.00 | 23.5 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 0.05 | 0.012979 | 0.0029 | 17.57 |
| 11/09/2023 | 10:36 | 360 | 14.00 | 23.5 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 0.03 | 0.012979 | 0.0023 | 17.57 |
| 11/09/2023 | 15:34 | 720 | 14.00 | 23.5 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 0.02 | 0.012979 | 0.0017 | 17.57 |
| 12/09/2023 | 03:46 | 1440 | 14.00 | 23.5 | 68.7 | 74.66 | 151.23 | 14.1 | 11.71 | 0.01 | 0.012979 | 0.0012 | 17.57 |

| | |
|---|---|
| % PASANTE TAMIZ Nº 200 | 11.62 |



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

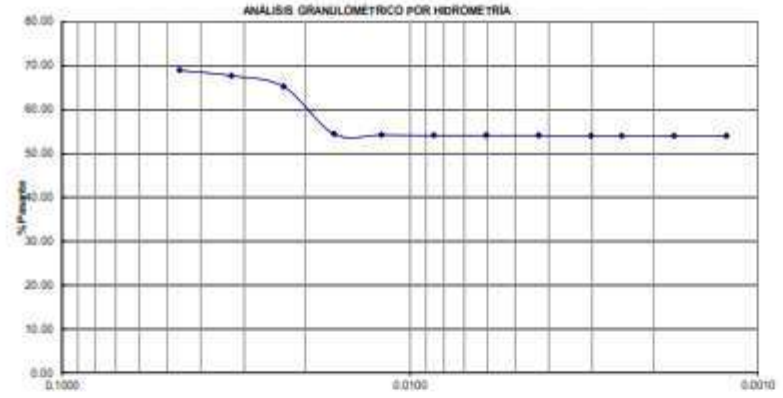
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA**
**NORMA ASTM D421-58**
**NORMA ASTM D422-63 (2007)**

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil y Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Material : Terreno Natural de la Localidad
Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, Diciembre del 2023
Muestra : C3-M1

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIDROMETRO: | 151H | AGENTE DISPERSANTE: | NaPO3 | CONCENTRACION: | 0,05 N | | |
| CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd: | | 8 | | CORRECCION POR MENISCO Cm: | | 0,1 | |
| VOLUMEN DEL HIDROMETRO (600 cm³) | | Ws, gr. | 50 | Gs: | 2.597 | a= | 1,013 |

| FECHA | HORA | TIEMPO (min) | R'M | T °c | CT | RHC | WD1 % | R'H+CM | L(cm) | Lt (cm/min) | K | D (mm) | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11/09/2023 | 03:30 | 1 | 11.30 | 22.2 | 45.6 | 48.33 | 97.66 | 11.4 | 12.59 | 12.59 | 0.012979 | 0.0460 | 68.90 |
| 11/09/2023 | 03:32 | 2 | 11.20 | 23.1 | 44.2 | 47.45 | 96.09 | 11.3 | 12.62 | 6.31 | 0.012979 | 0.0328 | 67.64 |
| 11/09/2023 | 03:34 | 4 | 11.00 | 24.5 | 42.7 | 45.71 | 92.57 | 11.1 | 12.69 | 3.17 | 0.012979 | 0.0231 | 65.17 |
| 11/09/2023 | 03:36 | 8 | 10.80 | 25.6 | 36.1 | 39.16 | 77.28 | 10.2 | 12.99 | 1.62 | 0.012979 | 0.0165 | 54.41 |
| 11/09/2023 | 03:51 | 15 | 10.07 | 24.6 | 35.9 | 38.00 | 76.96 | 10.2 | 12.99 | 0.87 | 0.012979 | 0.0121 | 54.18 |
| 11/09/2023 | 04:21 | 30 | 10.06 | 23.5 | 35.9 | 37.92 | 76.80 | 10.2 | 13.00 | 0.43 | 0.012979 | 0.0085 | 54.06 |
| 11/09/2023 | 04:36 | 60 | 10.06 | 23.5 | 35.9 | 37.92 | 76.80 | 10.2 | 13.00 | 0.22 | 0.012979 | 0.0060 | 54.06 |
| 11/09/2023 | 05:36 | 120 | 10.06 | 23.5 | 35.9 | 37.92 | 76.80 | 10.2 | 13.00 | 0.11 | 0.012979 | 0.0043 | 54.06 |
| 11/09/2023 | 07:36 | 240 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 76.63 | 10.2 | 13.00 | 0.05 | 0.012979 | 0.0030 | 53.95 |
| 11/09/2023 | 10:36 | 360 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 76.63 | 10.2 | 13.00 | 0.04 | 0.012979 | 0.0025 | 53.95 |
| 11/09/2023 | 15:34 | 720 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 76.63 | 10.2 | 13.00 | 0.02 | 0.012979 | 0.0017 | 53.95 |
| 12/09/2023 | 03:46 | 1440 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 76.63 | 10.2 | 13.00 | 0.01 | 0.012979 | 0.0012 | 53.95 |

| | |
|---|---|
| % PASANTE TAMIZ Nº 200 | 70.40 |




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

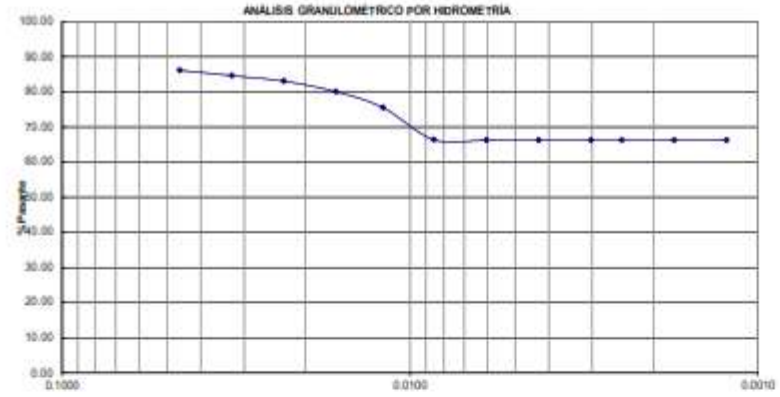
## ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA
## NORMA ASTM D421-58
## NORMA ASTM D422-63 (2007)

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil y Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Material : Terreno Natural de la Localidad
Ubicación : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, Diciembre del 2023
Muestra : C4-M1

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIDROMETRO | 151H | AGENTE DISPERSANTE | | $NaPO_3$ | CONCENTRACION | 0,05 N | |
| CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd | | | | 8 | CORRECCION POR MENISCO Cm | | 0.1 |
| VOLUMEN DEL HIDROMETRO 1030 $cm^3$ | | Ws, gr. | | 50 | Gs: | 2.52 | α= 1.032 |

| FECHA | HORA | TIEMPO (min) | R'M | T °c | CT | RHC | WD1 % | R'H+CM | L(cm) | L/t (cm/min) | K | D (mm) | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11/09/2023 | 03:30 | 1 | 11.40 | 22.2 | 45.8 | 49.21 | 101.60 | 11.5 | 12.56 | 12.56 | 0.012979 | 0.0460 | 86.12 |
| 11/09/2023 | 03:32 | 2 | 11.30 | 23.1 | 45.0 | 48.33 | 99.77 | 11.4 | 12.59 | 6.30 | 0.012979 | 0.0325 | 84.57 |
| 11/09/2023 | 03:34 | 4 | 11.20 | 24.5 | 44.2 | 47.45 | 97.96 | 11.3 | 12.62 | 3.16 | 0.012979 | 0.0230 | 83.03 |
| 11/09/2023 | 03:36 | 8 | 11.00 | 25.6 | 42.7 | 45.71 | 94.38 | 11.1 | 12.69 | 1.59 | 0.012979 | 0.0163 | 79.99 |
| 11/09/2023 | 03:51 | 15 | 10.70 | 24.8 | 40.5 | 43.16 | 89.11 | 10.8 | 12.79 | 0.85 | 0.012979 | 0.0120 | 75.53 |
| 11/09/2023 | 04:21 | 30 | 10.06 | 23.5 | 35.9 | 37.92 | 78.29 | 10.2 | 13.00 | 0.43 | 0.012979 | 0.0085 | 66.36 |
| 11/09/2023 | 04:36 | 60 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 78.13 | 10.2 | 13.00 | 0.22 | 0.012979 | 0.0060 | 66.22 |
| 11/09/2023 | 05:36 | 120 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 78.13 | 10.2 | 13.00 | 0.11 | 0.012979 | 0.0043 | 66.22 |
| 11/09/2023 | 07:36 | 240 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 78.13 | 10.2 | 13.00 | 0.05 | 0.012979 | 0.0030 | 66.22 |
| 11/09/2023 | 10:36 | 360 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 78.13 | 10.2 | 13.00 | 0.04 | 0.012979 | 0.0025 | 66.22 |
| 11/09/2023 | 15:34 | 720 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 78.13 | 10.2 | 13.00 | 0.02 | 0.012979 | 0.0017 | 66.22 |
| 12/09/2023 | 03:46 | 1440 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 78.13 | 10.2 | 13.00 | 0.01 | 0.012979 | 0.0012 | 66.22 |

| % PASANTE TAMIZ Nº 200 | 84.76 |
|---|---|




Henry Ruedencyo Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

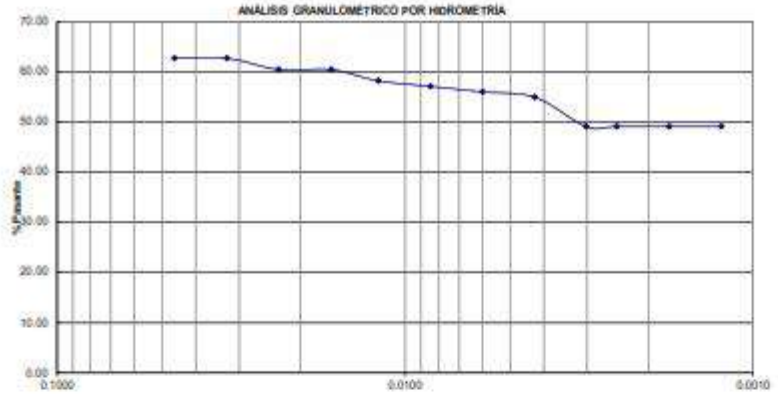
## ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA
## NORMA ASTM D421-58
## NORMA ASTM D422-63 (2007)

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Cúlqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil y Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Material | Terreno Natural de la Localidad |
| Ubicación | Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque |
| Fecha de Ensayo | Chiclayo, Diciembre del 2023 |
| Muestra | : C5-M1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIDROMETRO | 151H | AGENTE DISPERSANTE | | NaPO3 | CONCENTRACION | 0.05 N | |
| CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd | | | | 8 | CORRECCION POR MENISCO Cm | | 0.1 |
| VOLUMEN DEL HIDROMETRO (600 cm³) | | Ws. gr. | | 50 | Gs: | 2.633 | a= | 1.004 |

| FECHA | HORA | TIEMPO (min) | R'M | T °c | CT | RmC | WD1 % | R'H+CM | L(cm) | L/t (cm/min) | K | D (mm) | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11/09/2023 | 03:30 | 1 | 11.30 | 22.2 | 45.6 | 48.33 | 97.03 | 11.4 | 12.59 | 12.59 | 0.012978 | 0.0460 | 62.68 |
| 11/09/2023 | 03:32 | 2 | 11.30 | 25.1 | 45.6 | 48.33 | 97.03 | 11.4 | 12.59 | 6.30 | 0.012978 | 0.0325 | 62.68 |
| 11/09/2023 | 03:34 | 4 | 11.10 | 24.5 | 43.5 | 46.56 | 93.52 | 11.2 | 12.66 | 3.16 | 0.012978 | 0.0231 | 60.41 |
| 11/09/2023 | 03:38 | 8 | 11.10 | 25.6 | 43.5 | 46.56 | 93.52 | 11.2 | 12.66 | 1.58 | 0.012978 | 0.0163 | 60.41 |
| 11/09/2023 | 03:51 | 15 | 10.90 | 24.6 | 42.0 | 44.85 | 90.06 | 11.0 | 12.72 | 0.85 | 0.012978 | 0.0119 | 58.18 |
| 11/09/2023 | 04:21 | 30 | 10.80 | 23.5 | 41.2 | 44.00 | 88.35 | 10.9 | 12.76 | 0.43 | 0.012978 | 0.0085 | 57.08 |
| 11/09/2023 | 04:36 | 60 | 10.70 | 23.5 | 40.5 | 43.16 | 86.66 | 10.8 | 12.79 | 0.21 | 0.012978 | 0.0060 | 55.99 |
| 11/09/2023 | 05:30 | 120 | 10.60 | 23.5 | 39.7 | 42.32 | 84.98 | 10.7 | 12.82 | 0.11 | 0.012978 | 0.0042 | 54.90 |
| 11/09/2023 | 07:30 | 240 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 75.98 | 10.2 | 13.00 | 0.05 | 0.012978 | 0.0030 | 49.09 |
| 11/09/2023 | 10:30 | 360 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 75.98 | 10.2 | 13.00 | 0.04 | 0.012978 | 0.0025 | 49.09 |
| 11/09/2023 | 15:34 | 720 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 75.98 | 10.2 | 13.00 | 0.02 | 0.012978 | 0.0017 | 49.09 |
| 12/09/2023 | 03:40 | 1440 | 10.05 | 23.5 | 35.8 | 37.84 | 75.98 | 10.2 | 13.00 | 0.01 | 0.012978 | 0.0012 | 49.09 |

| | |
|---|---|
| % PASANTE TAMIZ Nº 200 | 64.60 |




Henry Ruadervigo Olalines
Jefe Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

## GRAVEDAD ESPECÍFICA

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil y Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
Fecha de emisi : Chiclayo, Diciembre del 2023

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos ($G_s$)-Material que pasa la malla N° 4
REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

| | | | C-01 | C-02 | C-03 | C-04 | C-05 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. N° de fiola | | | F-2 | F-3 | F-2 | F-3 | F-3 |
| 2. Peso de la fiola | | g | 89.81 | 63.26 | 89.81 | 63.26 | 89.81 |
| 3. Peso de la muestra de suelo - seco | | g | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 25.0 | 50.0 |
| 4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fio | (2+3) | g | 139.8 | 113.3 | 139.8 | 88.3 | 139.8 |
| 5. Peso de la muestra + Fiola + agua | | g | 371.6 | 199.8 | 368.8 | 193.1 | 369.1 |
| 6. Peso de la fiola + peso de agua | | g | 341.3 | 169.0 | 338.0 | 178.0 | 338.1 |
| 7. Peso específico relativo de sólidos ($G_s$) | (3)/((3+6)-5) | g/cm³ | 2.541 | 2.596 | 2.597 | 2.520 | 2.633 |

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

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-1**
PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

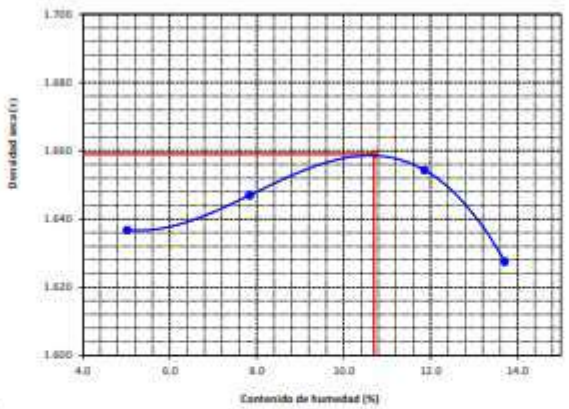
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.659 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.70 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-1**
PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-2 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 11900 | | 12676 | | 12590 | | 13190 | | 12124 | | 12650 | |
| Peso de molde (g) | 8692 | | 8692 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo humedo (g) | 3208 | | 3784 | | 3786 | | 4386 | | 3410 | | 3936 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2113 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.866 | | 2.201 | | 1.793 | | 2.077 | | 1.607 | | 1.855 | |
| % de humedad | 10.82 | | 29.08 | | 11.20 | | 27.30 | | 11.99 | | 27.83 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.684 | | 1.705 | | 1.612 | | 1.631 | | 1.435 | | 1.453 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 114.7 | 114.7 | 3784 | 3784 | 145.6 | 145.6 | 4386 | 4386 | 113.9 | 113.9 | 3936.6 | 3936.6 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 107.0 | 107.0 | 3208 | 3208 | 135.6 | 135.6 | 3786 | 3786 | 104.8 | 104.8 | 3410.6 | 3410.6 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.7 | 7.7 | 576.0 | 576.0 | 10.0 | 10.0 | 600.0 | 600.0 | 9.2 | 9.2 | 526.0 | 526.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.93 | 35.93 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.54 | 28.54 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 71.1 | 71.1 | 3154.9 | 3154.9 | 89.3 | 89.3 | 3725.9 | 3725.9 | 76.4 | 76.4 | 3361.8 | 3361.8 |
| % de humedad | 10.82 | 10.82 | 29.08 | 29.08 | 11.20 | 11.20 | 27.30 | 27.30 | 11.99 | 11.99 | 27.83 | 27.83 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.82 | | 29.08 | | 11.20 | | 27.30 | | 11.99 | | 27.83 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.005 | | 0.35 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.28 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.35 | 0.009 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.4 | 0.010 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.22 | 4.57 | total | 0.21 |

| PENETRACIÓN | | | | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 38 | 95 | | | 20 | 51 | | | 15 | 39 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 66 | 163 | | | 42 | 106 | | | 31 | 78 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 105 | 258 | | | 72 | 179 | | | 46 | 115 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 136 | 334 | 298.7 | 35.9 | 95 | 234 | 204.4 | 20.4 | 59 | 146 | 153.4 | 15.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 191 | 468 | | | 105 | 258 | | | 81 | 200 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 229 | 561 | 492.3 | 32.8 | 113 | 278 | 294.5 | 19.6 | 100 | 246 | 231.3 | 15.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 238 | 583 | | | 121 | 298 | | | 103 | 254 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 239 | 585 | | | 136 | 334 | | | 105 | 258 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 239 | 585 | | | 145 | 356 | | | 110 | 271 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 239 | 585 | | | 170 | 417 | | | 132 | 324 | | |

Henry Riveros Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Region Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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*

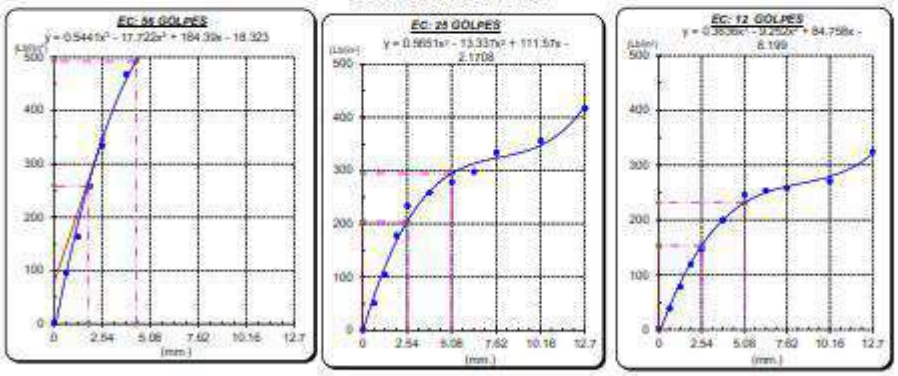



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

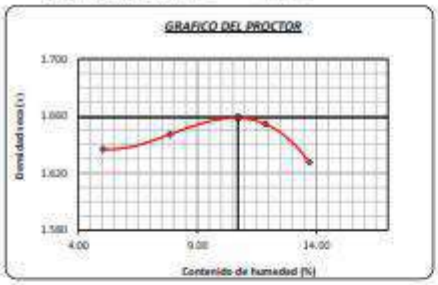
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.659 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.576 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.70 % |

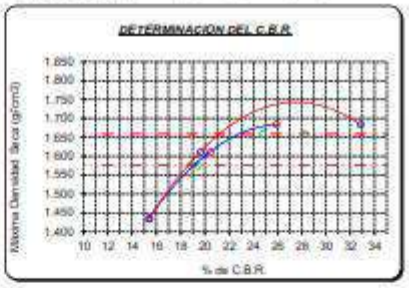
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 29 % | 28 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 19 % | 19 % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACION DEL C.B.R.*




TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-02** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

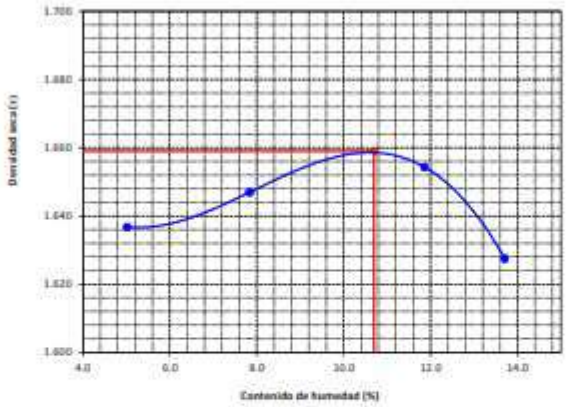
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.659** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Olivos
Tec. Laboratorio USAT

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-02** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12144 | | 12516 | | 12410 | | 12798 | | 12124 | | 12544 | |
| Peso de molde (g) | 8612 | | 8612 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3532 | | 3904 | | 3606 | | 3986 | | 3410 | | 3830 | |
| Volumen del molde (cc) | 1950 | | 1950 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.811 | | 2.002 | | 1.707 | | 1.887 | | 1.607 | | 1.805 | |
| % de humedad | 9.27 | | 19.98 | | 9.46 | | 20.17 | | 7.88 | | 20.18 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.658 | | 1.669 | | 1.560 | | 1.571 | | 1.492 | | 1.502 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 81.2 | 81.2 | 3904 | 3904 | 96.5 | 96.5 | 3986 | 3986 | 72.9 | 72.9 | 3830.0 | 3830.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 75.9 | 75.9 | 3532 | 3532 | 92.2 | 92.2 | 3606 | 3606 | 69.6 | 69.6 | 3410.0 | 3410.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.4 | 5.4 | 372.0 | 372.0 | 4.3 | 4.3 | 380.0 | 380.0 | 3.3 | 3.3 | 420.0 | 420.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 18.05 | 18.05 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.02 | 27.02 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 57.8 | 57.8 | 3474.4 | 3474.4 | 45.9 | 45.9 | 3560.6 | 3560.6 | 42.6 | 42.6 | 3359.9 | 3359.9 |
| % de humedad | 9.27 | 9.27 | 19.98 | 19.98 | 9.46 | 9.46 | 20.17 | 20.17 | 7.88 | 7.88 | 20.18 | 20.18 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.27 | | 19.98 | | 9.46 | | 20.17 | | 7.88 | | 20.18 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.15 | 0.004 | | 0.35 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.2 | 0.005 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.34 | 0.009 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.36 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.20 | 4.57 | total | 0.21 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 12 | 32 | | | 20 | 51 | | | 35 | 83 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 28 | 71 | | | 32 | 80 | | | 42 | 105 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 49 | 122 | | | 42 | 105 | | | 58 | 144 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 69 | 171 | 159.9 | 16.0 | 70 | 173 | 167.1 | 16.7 | 71 | 176 | 179.7 | 18.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 101 | 249 | | | 97 | 239 | | | 93 | 229 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 127 | 312 | 296.0 | 19.7 | 135 | 285 | 244.6 | 16.3 | 110 | 271 | 263.8 | 17.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 147 | 361 | | | 124 | 305 | | | 115 | 283 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 150 | 368 | | | 124 | 305 | | | 115 | 283 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 150 | 368 | | | 124 | 305 | | | 115 | 283 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 150 | 368 | | | 124 | 305 | | | 115 | 283 | | |

Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando bitas de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

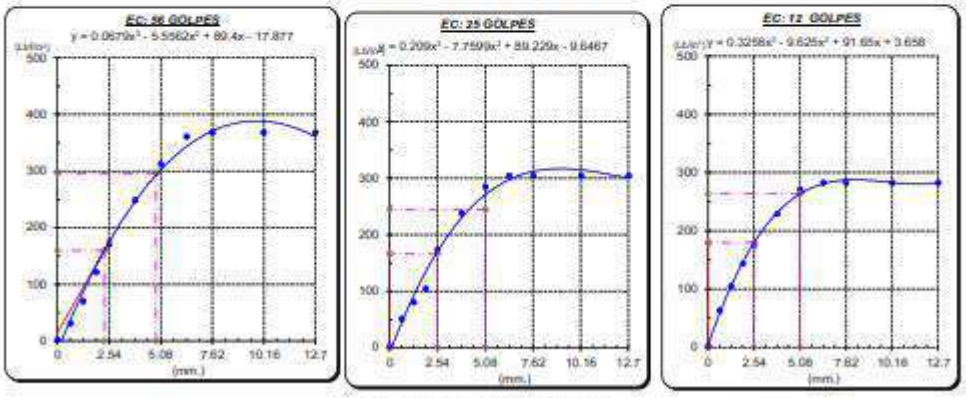



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

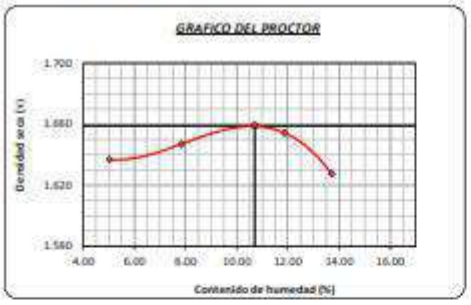
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.669 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.576 g./cm³ | |
| **OPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.70 % | |

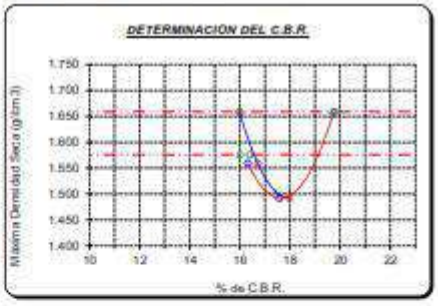
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 16 | % | 20 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-03**
PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

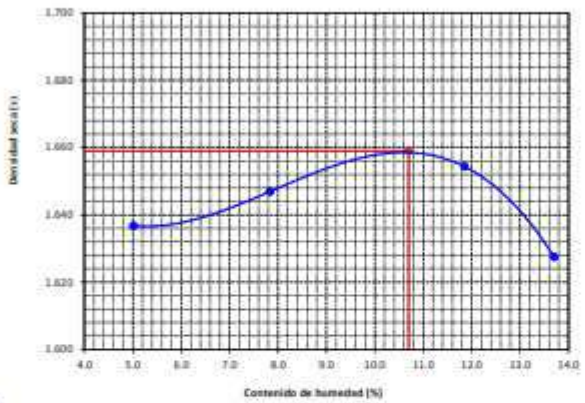
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.659** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Alexander Cubas Ing. Laboratorista USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

**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** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-03** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-5 | | | | A-6 | | | | A-7 | | | |
| 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 | 11590 | | 12020 | | 11590 | | 11590 | | 11450 | | 11910 | |
| Peso de molde (g) | 7671 | | 7671 | | 7840 | | 7840 | | 7855 | | 7855 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3919 | | 4349 | | 3750 | | 4140 | | 3595 | | 4055 | |
| Volumen del molde (cc) | 2125 | | 2125 | | 2132 | | 2132 | | 2117 | | 2117 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.844 | | 2.047 | | 1.759 | | 1.942 | | 1.698 | | 1.915 | |
| % de humedad | 13.56 | | 24.71 | | 14.57 | | 25.13 | | 14.18 | | 27.16 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.624 | | 1.641 | | 1.535 | | 1.552 | | 1.487 | | 1.506 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 156.5 | 156.5 | 4349 | 4349 | 185.6 | 185.6 | 4140 | 4140 | 185.6 | 185.6 | 4055.0 | 4055.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 142.0 | 142.0 | 3919 | 3919 | 162.0 | 162.0 | 3750 | 3750 | 167.0 | 167.0 | 3595.0 | 3595.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 14.5 | 14.5 | 430.0 | 430.0 | 23.6 | 23.6 | 390.0 | 390.0 | 18.6 | 18.6 | 460.0 | 460.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.09 | 35.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35.82 | 35.82 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 106.9 | 106.9 | 3856.4 | 3856.4 | 162.0 | 162.0 | 3693.3 | 3693.3 | 131.2 | 131.2 | 3542.3 | 3542.3 |
| % de humedad | 13.56 | 13.56 | 24.71 | 24.71 | 14.57 | 14.57 | 25.13 | 25.13 | 14.18 | 14.18 | 27.16 | 27.16 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.56 | | 24.71 | | 14.57 | | 25.13 | | 14.18 | | 27.16 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | |
| 09/05/2023 | 14.3 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | |
| 10/05/2023 | 14.3 | 24 | 2.5 | 0.063 | | 1.8 | 0.046 | | 1.2 | 0.030 | | |
| 11/05/2023 | 14.3 | 48 | 4.6 | 0.115 | | 2.6 | 0.065 | | 2.9 | 0.073 | | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 72 | 5.8 | 0.145 | | 3.8 | 0.095 | | 4.5 | 0.113 | | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 96 | 6.21 | 0.155 | | 5.95 | 0.149 | | 6.42 | 0.161 | | |
| | | | 4.57 | total | 3.40 | 4.57 | total | 3.26 | 4.57 | total | 3.51 | |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-5 | | | | MOLDE Nº A-6 | | | | MOLDE Nº A-7 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | | 6 | 16 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 24 | 61 | | | 16 | 41 | | | 12 | 32 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 30 | 76 | | | 21 | 54 | | | 18 | 46 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 42 | 105 | 98.4 | 9.8 | 32 | 80 | 87.4 | 8.7 | 26 | 66 | 72.2 | 7.2 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 56 | 139 | | | 40 | 100 | | | 32 | 80 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 92 | 227 | 185.2 | 12.3 | 86 | 212 | 171.8 | 11.5 | 76 | 188 | 152.9 | 10.2 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 94 | 232 | | | 90 | 222 | | | 82 | 202 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 101 | 249 | | | 93 | 229 | | | 89 | 219 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 105 | 258 | | | 98 | 241 | | | 90 | 222 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 121 | 298 | | | 101 | 249 | | | 92 | 227 | | | |

Henry Rosadero Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando tiras de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

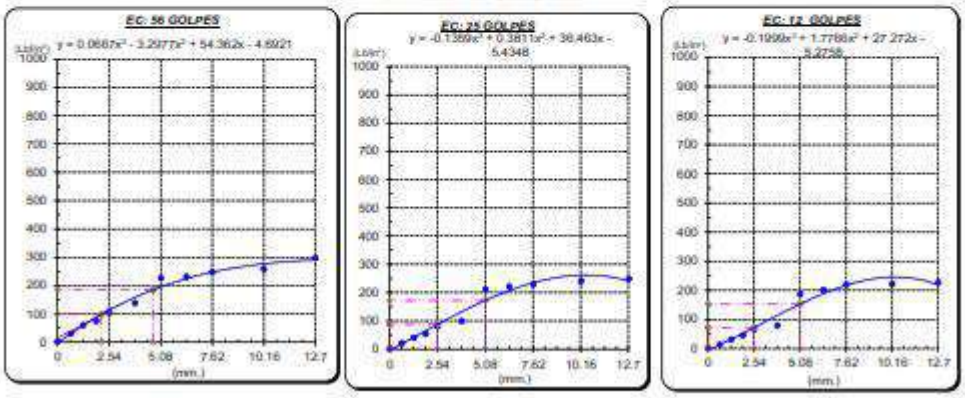



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.669 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.576 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.70 % | |

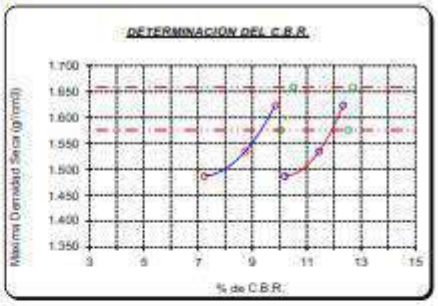
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 11 % | 13 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 10 % | 13 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruedenigra Obitos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-04** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

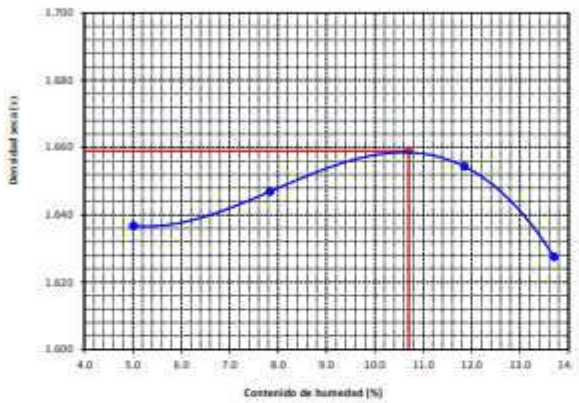
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.659** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rinaldo Cerna Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

**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** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-04** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-9 | | | | A-10 | | | |
| 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 | 11890 | | 12250 | | 11520 | | 11940 | | 11220 | | 11650 | |
| Peso de molde (g) | 7903 | | 7903 | | 7828 | | 7828 | | 7749 | | 7749 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3987 | | 4347 | | 3692 | | 4112 | | 3471 | | 3901 | |
| Volumen del molde (cc) | 2119 | | 2119 | | 2125 | | 2125 | | 2133 | | 2133 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.882 | | 2.051 | | 1.737 | | 1.935 | | 1.627 | | 1.829 | |
| % de humedad | 14.24 | | 23.42 | | 13.66 | | 25.21 | | 14.44 | | 27.01 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.647 | | 1.662 | | 1.529 | | 1.545 | | 1.422 | | 1.440 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 145.6 | 145.6 | 4347 | 4347 | 154.6 | 154.6 | 4112 | 4112 | 165.8 | 165.8 | 3901.0 | 3901.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 132.0 | 132.0 | 3987 | 3987 | 141.5 | 141.5 | 3692 | 3692 | 150.0 | 150.0 | 3471.0 | 3471.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 13.6 | 13.6 | 360.0 | 360.0 | 13.1 | 13.1 | 420.0 | 420.0 | 15.8 | 15.8 | 430.0 | 430.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 36.5 | 36.5 | 0 | 0 | 45.6 | 45.6 | 0 | 0 | 40.6 | 40.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 95.5 | 95.5 | 3922.4 | 3922.4 | 95.9 | 95.9 | 3636.4 | 3636.4 | 109.4 | 109.4 | 3422.3 | 3422.3 |
| % de humedad | 14.24 | 14.24 | 23.42 | 23.42 | 13.66 | 13.66 | 25.21 | 25.21 | 14.44 | 14.44 | 27.01 | 27.01 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.24 | | 23.42 | | 13.66 | | 25.21 | | 14.44 | | 27.01 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 09/05/2023 | 14.3 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 |
| 10/05/2023 | 14.3 | 24 | 3.8 | 0.090 | | 3.6 | 0.068 | | 3.8 | 0.070 | |
| 11/05/2023 | 14.3 | 48 | 4.5 | 0.113 | | 3.5 | 0.068 | | 3.9 | 0.098 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 72 | 5.8 | 0.145 | | 4.8 | 0.120 | | 4.2 | 0.105 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 96 | 6.42 | 0.161 | | 6.23 | 0.156 | | 6.5 | 0.163 | |
| | | | 4.57 | total | 3.51 | 4.57 | total | 3.41 | 4.57 | total | 3.56 |

| PENETRACIÓN | | | | | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-9 | | | | MOLDE Nº A-10 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIEMPO | CARGA STAND. | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | | 6 | 16 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 24 | 61 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 28 | 66 | | | 20 | 51 | | | 16 | 41 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 45 | 112 | 116.8 | 11.7 | 36 | 90 | 97.5 | 9.7 | 24 | 61 | 63.1 | 6.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 56 | 139 | | | 58 | 144 | | | 36 | 90 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 91 | 224 | 230.7 | 15.4 | 82 | 202 | 178.2 | 11.9 | 52 | 129 | 133.5 | 8.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 95 | 234 | | | 86 | 212 | | | 76 | 188 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 101 | 249 | | | 92 | 227 | | | 80 | 198 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 108 | 266 | | | 95 | 234 | | | 82 | 202 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 124 | 305 | | | 98 | 241 | | | 86 | 212 | | |

Henry Ruaderiguez Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

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

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando tiras de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

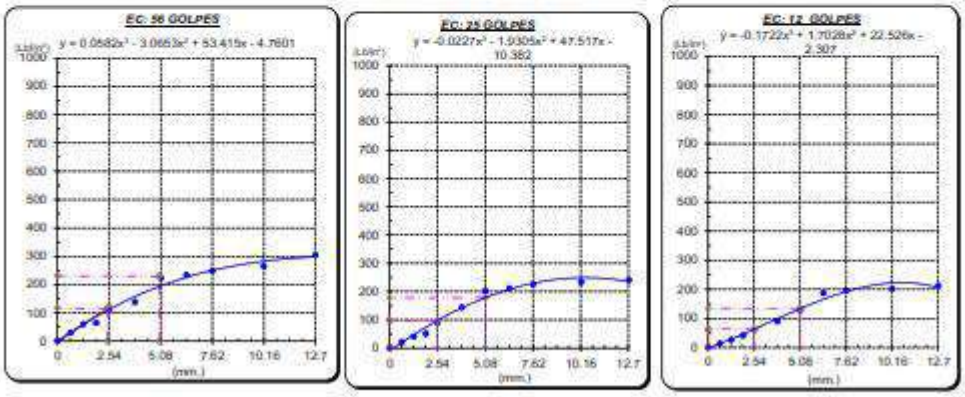



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

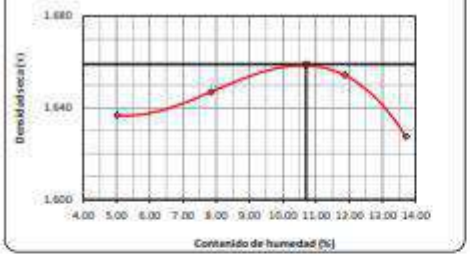
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.669 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.576 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.70 % |

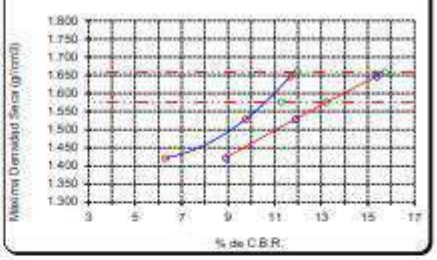
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 12 % | 16 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 11 % | 13 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-05** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

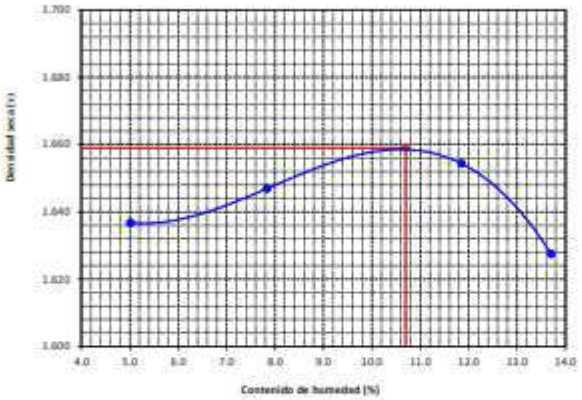
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.659** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruvalcaba Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

**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** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-05** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-11 | | | | A-12 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 11790 | | 12190 | | 12580 | | 13050 | | 11420 | | 11860 | |
| Peso de molde (g) | 7755 | | 7755 | | 8800 | | 8806 | | 7821 | | 7821 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4035 | | 4435 | | 3774 | | 4244 | | 3599 | | 4039 | |
| Volumen del molde (cc) | 2124 | | 2124 | | 2118 | | 2118 | | 2123 | | 2123 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.900 | | 2.088 | | 1.782 | | 2.004 | | 1.695 | | 1.902 | |
| % de humedad | 13.56 | | 23.63 | | 14.06 | | 26.70 | | 15.09 | | 27.49 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.673 | | 1.689 | | 1.562 | | 1.581 | | 1.473 | | 1.492 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 145.6 | 145.6 | 4435 | 4435 | 152.1 | 152.1 | 4244 | 4244 | 138.9 | 138.9 | 4039.0 | 4039.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 134.5 | 134.5 | 4035 | 4035 | 139.0 | 139.0 | 3774 | 3774 | 126.0 | 126.0 | 3599.0 | 3599.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 11.1 | 11.1 | 400.0 | 400.0 | 13.1 | 13.1 | 470.0 | 470.0 | 12.9 | 12.9 | 440.0 | 440.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 52.6 | 52.6 | 0 | 0 | 45.8 | 45.8 | 0 | 0 | 40.5 | 40.5 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 81.9 | 81.9 | 3968.6 | 3968.6 | 93.2 | 93.2 | 3715.9 | 3715.9 | 85.5 | 85.5 | 3546.8 | 3546.8 |
| % de humedad | 13.55 | 13.55 | 23.63 | 23.63 | 14.06 | 14.06 | 26.70 | 26.70 | 15.09 | 15.09 | 27.49 | 27.49 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.56 | | 23.63 | | 14.06 | | 26.70 | | 15.09 | | 27.49 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 09/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10/05/2023 | 14.3 | 24 | 1.5 | 0.038 | | 3.5 | 0.088 | | 3.8 | 0.095 | |
| 11/05/2023 | 14.3 | 48 | 3.5 | 0.088 | | 4.8 | 0.120 | | 4.2 | 0.105 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 72 | 4.9 | 0.123 | | 5.6 | 0.140 | | 5.1 | 0.128 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 96 | 6.35 | 0.159 | | 6.39 | 0.160 | | 6.38 | 0.160 | |
| | | | 4.57 | total | 3.48 | 4.57 | total | 3.50 | 4.57 | total | 3.49 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-11 | | | | MOLDE Nº A-12 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 7 | 19 | | | 4 | 12 | | | 2 | 7 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 21 | 54 | | | 14 | 36 | | | 9 | 24 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 29 | 73 | | | 24 | 61 | | | 19 | 49 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 42 | 105 | 101.0 | 10.1 | 32 | 80 | 91.3 | 9.1 | 25 | 63 | 62.2 | 6.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 56 | 144 | | | 46 | 115 | | | 32 | 80 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 91 | 224 | 187.0 | 12.5 | 87 | 215 | 178.5 | 11.9 | 56 | 139 | 129.5 | 8.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 94 | 232 | | | 92 | 227 | | | 69 | 171 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 98 | 241 | | | 96 | 237 | | | 75 | 185 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 104 | 256 | | | 98 | 241 | | | 85 | 210 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 121 | 298 | | | 101 | 249 | | | 90 | 222 | | |

Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando tiras de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

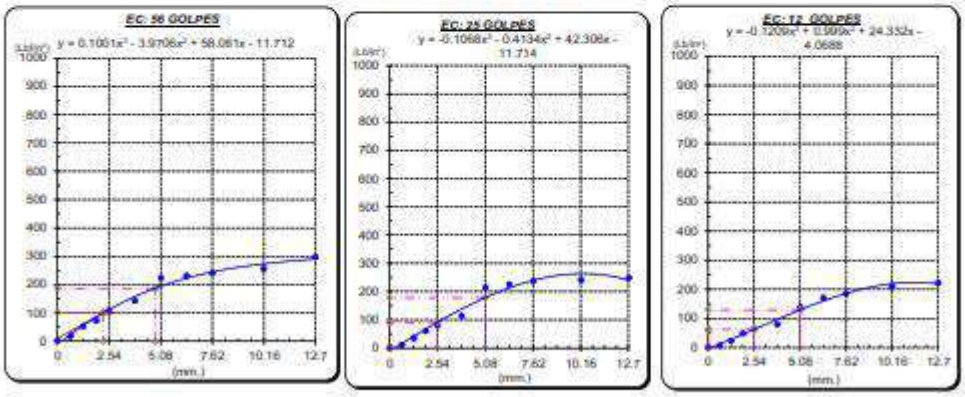


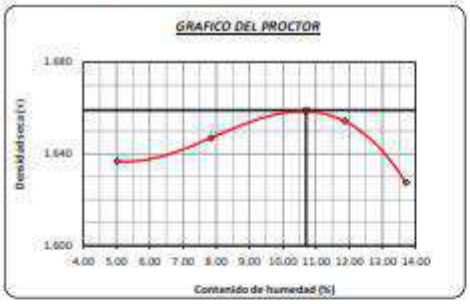

***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

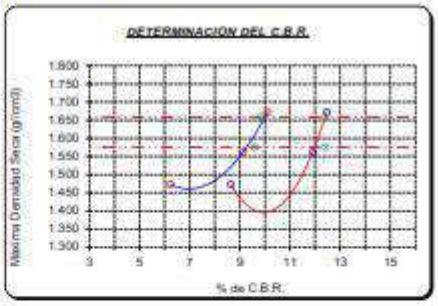
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.669 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.576 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.70 % |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 10 | % | 12 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 10 | % | 12 | % |









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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-06**
PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

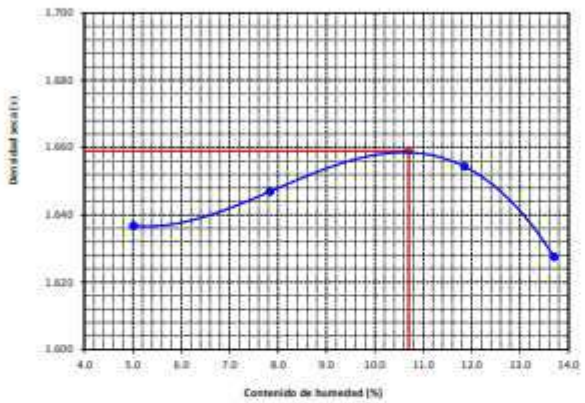
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.659** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Saavedra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-06** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-14 | | | | A-15 | | | | A-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 | 11820 | | 12150 | | 11860 | | 12100 | | 11120 | | 11560 | |
| Peso de molde (g) | 7808 | | 7808 | | 8003 | | 8003 | | 7935 | | 7935 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4012 | | 4342 | | 3857 | | 4177 | | 3285 | | 3725 | |
| Volumen del molde (cc) | 2120 | | 2120 | | 2107 | | 2107 | | 2108 | | 2108 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.892 | | 2.048 | | 1.831 | | 1.982 | | 1.558 | | 1.767 | |
| % de humedad | 13.25 | | 21.62 | | 14.91 | | 23.34 | | 14.63 | | 28.20 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.671 | | 1.684 | | 1.593 | | 1.607 | | 1.359 | | 1.378 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 195.6 | 195.6 | 4342 | 4342 | 246.5 | 246.5 | 4177 | 4177 | 198.6 | 198.6 | 3725.0 | 3725.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 178.0 | 178.0 | 4012 | 4012 | 221.0 | 221.0 | 3857 | 3857 | 179.0 | 179.0 | 3285.0 | 3285.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 17.6 | 17.6 | 330.0 | 330.0 | 25.5 | 25.5 | 320.0 | 320.0 | 19.6 | 19.6 | 440.0 | 440.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 45.2 | 45.2 | 0 | 0 | 50 | 50 | 0 | 0 | 45 | 45 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 132.8 | 132.8 | 3946.1 | 3946.1 | 171.0 | 171.0 | 3796.5 | 3796.5 | 134.0 | 134.0 | 3240.9 | 3240.9 |
| % de humedad | 13.25 | 13.25 | 21.62 | 21.62 | 14.91 | 14.91 | 23.34 | 23.34 | 14.63 | 14.63 | 28.20 | 28.20 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.25 | | 21.62 | | 14.91 | | 23.34 | | 14.63 | | 28.20 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 09/05/2023 | 14.3 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10/05/2023 | 14.3 | 24 | 3.8 | 0.090 | | 3.9 | 0.073 | | 2.6 | 0.065 | |
| 11/05/2023 | 14.3 | 48 | 4.1 | 0.103 | | 3.6 | 0.090 | | 3.6 | 0.090 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 72 | 5.2 | 0.130 | | 5.8 | 0.145 | | 6.8 | 0.170 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 96 | 6.22 | 0.156 | | 5.98 | 0.150 | | 6.42 | 0.161 | |
| | | | 4.57 | total | 3.40 | 4.57 | total | 3.27 | 4.57 | total | 3.51 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-14 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-15 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-16 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 30 | | | 10 | 27 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 23 | 58 | | | 16 | 41 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 34 | 85 | | | 29 | 73 | | | 18 | 46 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 48 | 119 | 112.1 | 11.2 | 40 | 100 | 105.1 | 10.5 | 35 | 88 | 83.6 | 8.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 62 | 154 | | | 56 | 139 | | | 49 | 122 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 91 | 224 | 213.3 | 14.2 | 86 | 212 | 186.6 | 12.4 | 79 | 195 | 183.5 | 10.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 94 | 232 | | | 80 | 222 | | | 84 | 207 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 98 | 241 | | | 95 | 234 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 104 | 256 | | | 98 | 241 | | | 90 | 222 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 121 | 298 | | | 101 | 249 | | | 92 | 227 | | |

Henry Anaderzuro Cubas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando tiras de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

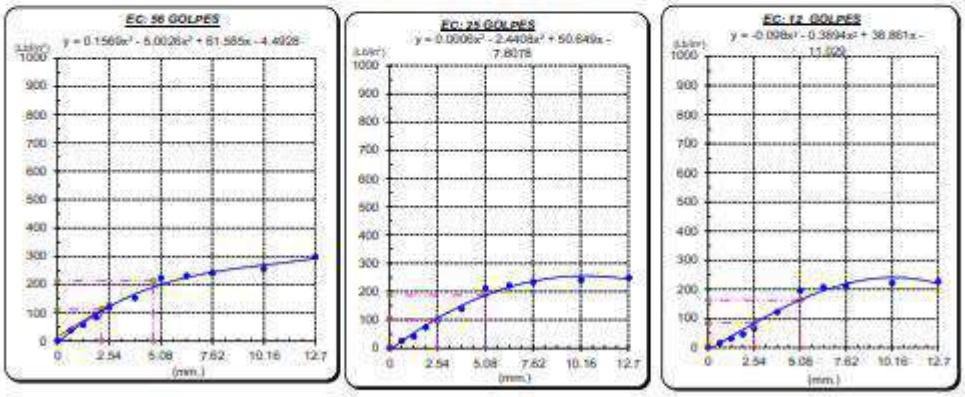



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.669 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.576 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.70 % | |

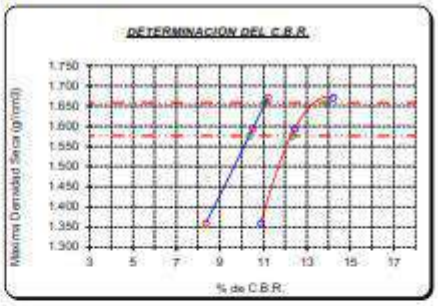
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 11 % | 14 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 10 % | 12 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-07**
PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

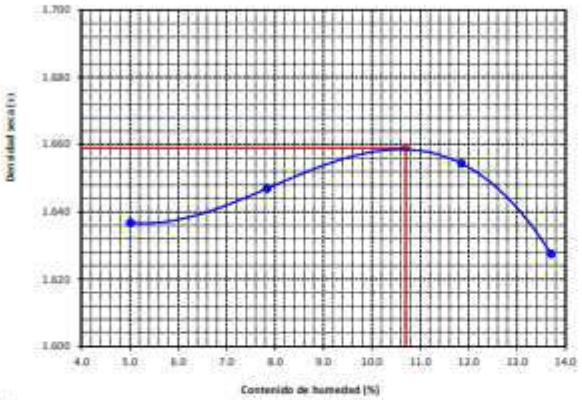
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.659** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rinaldo Cieza Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-07** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-17 | | | | A-18 | | | | A-19 | | | |
| 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 | 11780 | | 12150 | | 11560 | | 12040 | | 11250 | | 11660 | |
| Peso de molde (g) | 7788 | | 7788 | | 7730 | | 7730 | | 7649 | | 7649 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3992 | | 4362 | | 3830 | | 4310 | | 3601 | | 4011 | |
| Volumen del molde (cc) | 2115 | | 2115 | | 2125 | | 2135 | | 2115 | | 2115 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.887 | | 2.062 | | 1.794 | | 2.019 | | 1.703 | | 1.896 | |
| % de humedad | 14.14 | | 23.56 | | 14.57 | | 27.30 | | 14.83 | | 26.38 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.654 | | 1.669 | | 1.566 | | 1.586 | | 1.483 | | 1.501 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 210.0 | 210.0 | 4362 | 4362 | 195.0 | 195.0 | 4310 | 4310 | 190.0 | 190.0 | 4011.0 | 4011.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 190.2 | 190.2 | 3992 | 3992 | 176.0 | 176.0 | 3830 | 3830 | 172.0 | 172.0 | 3601.0 | 3601.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 19.8 | 19.8 | 370.0 | 370.0 | 19.0 | 19.0 | 480.0 | 480.0 | 18.0 | 18.0 | 410.0 | 410.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 50.2 | 50.2 | 0 | 0 | 45.6 | 45.6 | 0 | 0 | 50.6 | 50.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 140.0 | 140.0 | 3927.1 | 3927.1 | 130.4 | 130.4 | 3771.0 | 3771.0 | 121.4 | 121.4 | 3548.4 | 3548.4 |
| % de humedad | 14.14 | 14.14 | 23.56 | 23.56 | 14.57 | 14.57 | 27.30 | 27.30 | 14.83 | 14.83 | 26.38 | 26.38 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.14 | | 23.56 | | 14.57 | | 27.30 | | 14.83 | | 26.38 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **09/05/2023** | 14.3 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 1.2 | 0 | 0 |
| 10/05/2023 | 14.3 | 24 | 4.2 | 0.105 | | 3.6 | 0.090 | | 3.8 | 0.095 | |
| 11/05/2023 | 14.3 | 48 | 5.1 | 0.128 | | 4.2 | 0.105 | | 4.9 | 0.123 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 72 | 5.8 | 0.145 | | 6.1 | 0.153 | | 6.8 | 0.170 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 96 | 6.38 | 0.160 | | 6.4 | 0.160 | | 6.42 | 0.161 | |
| | | | 4.57 | total | 3.49 | 4.57 | total | 3.50 | 4.57 | total | 3.51 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-17 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-17 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-17 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-17 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-18 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-18 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-18 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-18 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-19 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-19 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-19 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-19 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 29 | 73 | | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 46 | 115 | 102.5 | 10.2 | 32 | 80 | 98.4 | 9.8 | 29 | 73 | 77.5 | 7.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 56 | 144 | | | 56 | 144 | | | 46 | 115 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 94 | 232 | 191.2 | 12.7 | 69 | 219 | 185.1 | 12.3 | 69 | 171 | 150.7 | 10.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 97 | 239 | | | 92 | 227 | | | 76 | 188 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 99 | 244 | | | 96 | 237 | | | 82 | 202 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 105 | 258 | | | 98 | 241 | | | 85 | 210 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 112 | 276 | | | 101 | 249 | | | 90 | 222 | | |

Henry Rhaden Cruz Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

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

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando tiras de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

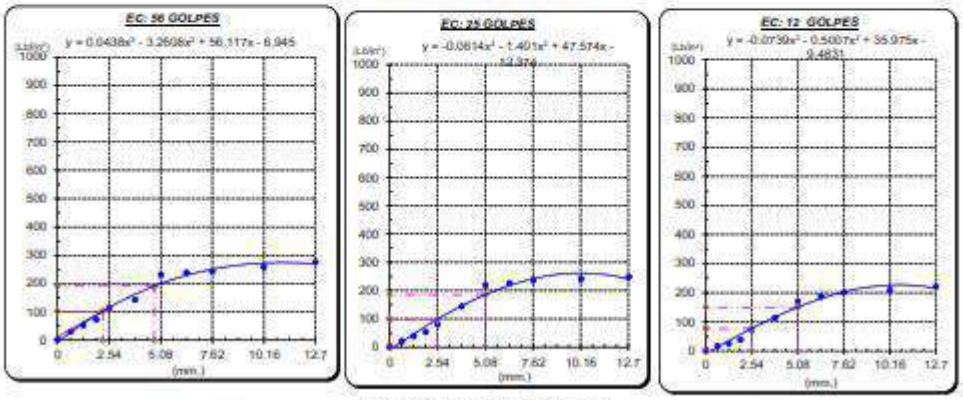



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.669 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.576 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.70 % |

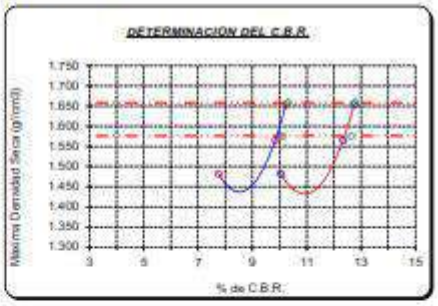
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 10 % | 13 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 10 % | 13 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obinas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-08** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

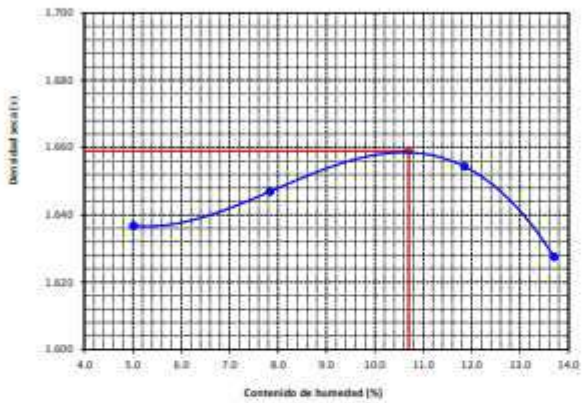
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.659** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruaderiguez Obiticos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-08** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-20 | | | | A-21 | | | | A-22 | | | |
| 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 | 11760 | | 12040 | | 11480 | | 11650 | | 11290 | | 11552 | |
| Peso de molde (g) | 7728 | | 7728 | | 7756 | | 7756 | | 7992 | | 7992 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4032 | | 4312 | | 3724 | | 4094 | | 3298 | | 3560 | |
| Volumen del molde (cc) | 2114 | | 2114 | | 2114 | | 2134 | | 2116 | | 2116 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.907 | | 2.040 | | 1.761 | | 1.918 | | 1.559 | | 1.682 | |
| % de humedad | 13.72 | | 20.78 | | 13.81 | | 23.90 | | 14.92 | | 22.97 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.677 | | 1.689 | | 1.533 | | 1.548 | | 1.356 | | 1.368 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 215.5 | 215.5 | 4312 | 4312 | 196.5 | 196.5 | 4094 | 4094 | 210.5 | 210.5 | 3560.0 | 3560.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 195.0 | 195.0 | 4032 | 4032 | 180.5 | 180.5 | 3724 | 3724 | 190.0 | 190.0 | 3296.0 | 3296.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 20.5 | 20.5 | 280.0 | 280.0 | 16.0 | 16.0 | 370.0 | 370.0 | 20.5 | 20.5 | 262.0 | 262.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 46.6 | 46.6 | 0 | 0 | 50.2 | 50.2 | 0 | 0 | 52.6 | 52.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 149.4 | 149.4 | 3965.5 | 3965.5 | 130.3 | 130.3 | 3867.8 | 3867.8 | 137.4 | 137.4 | 3253.9 | 3253.9 |
| % de humedad | 13.72 | 13.72 | 20.78 | 20.78 | 13.81 | 13.81 | 23.90 | 23.90 | 14.92 | 14.92 | 22.97 | 22.97 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.72 | | 20.78 | | 13.81 | | 23.90 | | 14.92 | | 22.97 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **09/05/2023** | 14.3 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 1.2 | 0 | 0 |
| 10/05/2023 | 14.3 | 24 | 2.5 | 0.063 | | 3.6 | 0.090 | | 3.8 | 0.095 | |
| 11/05/2023 | 14.3 | 48 | 4.6 | 0.115 | | 4.2 | 0.105 | | 4.9 | 0.123 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 72 | 5.8 | 0.145 | | 6.1 | 0.153 | | 6.8 | 0.170 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 96 | 7.05 | 0.176 | | 5.8 | 0.145 | | 7.35 | 0.184 | |
| | | | 4.57 | total | 3.96 | 4.57 | total | 3.18 | 4.57 | total | 4.02 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-20 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-21 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-22 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | | 6 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 24 | 61 | | | 16 | 46 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 30 | 76 | | | 25 | 66 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 44 | 110 | 99.0 | 9.9 | 32 | 80 | 92.1 | 9.2 | 26 | 66 | 87.3 | 8.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 56 | 139 | | | 48 | 119 | | | 38 | 95 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 92 | 227 | 187.4 | 12.5 | 76 | 193 | 171.5 | 11.4 | 52 | 129 | 131.0 | 8.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 86 | 217 | | | 86 | 212 | | | 68 | 168 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 101 | 249 | | | 94 | 232 | | | 75 | 185 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 104 | 256 | | | 96 | 237 | | | 85 | 210 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 108 | 266 | | | 101 | 249 | | | 92 | 227 | | |

Henry Ruderiegelle Obitos
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando tiras de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

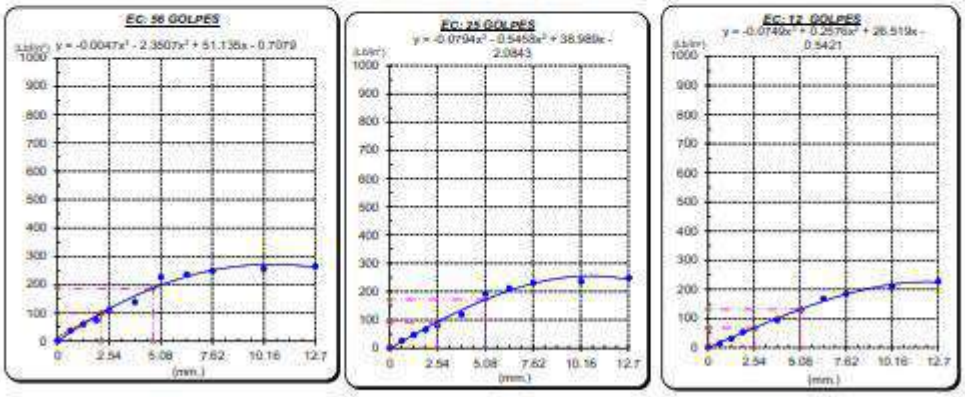



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

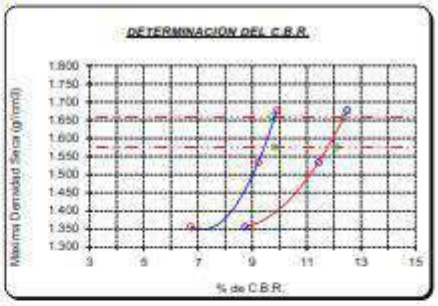
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.669 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.576 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.70 % |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 10 | % | 12 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 10 | % | 12 | % |








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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-09**
PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

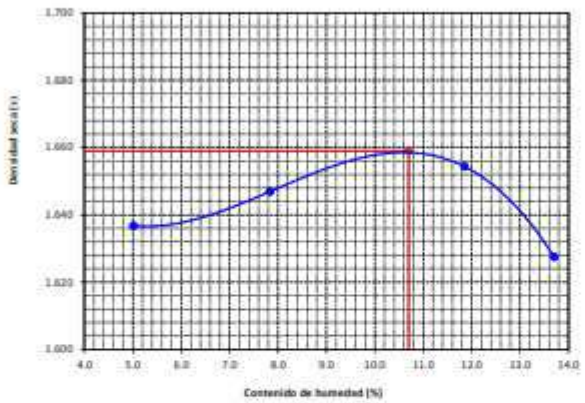
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.659** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Ing. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

**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** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-09** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-23 | | | | A-24 | | | | A-25 | | | |
| 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 | 11950 | | 12240 | | 11580 | | 11850 | | 12290 | | 12552 | |
| Peso de molde (g) | 7957 | | 7957 | | 7899 | | 7899 | | 8796 | | 8796 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3993 | | 4283 | | 3681 | | 3951 | | 3494 | | 3756 | |
| Volumen del molde (cc) | 2118 | | 2118 | | 2129 | | 2129 | | 2065 | | 2065 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.885 | | 2.022 | | 1.729 | | 1.856 | | 1.692 | | 1.819 | |
| % de humedad | 13.84 | | 21.22 | | 13.71 | | 21.16 | | 13.83 | | 21.44 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.656 | | 1.668 | | 1.521 | | 1.532 | | 1.486 | | 1.498 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 212.5 | 212.5 | 4283 | 4283 | 256.5 | 256.5 | 3951 | 3951 | 210.5 | 210.5 | 3756.0 | 3756.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 191.0 | 191.0 | 3993 | 3993 | 231.0 | 231.0 | 3681 | 3681 | 191.0 | 191.0 | 3494.0 | 3494.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 21.5 | 21.5 | 290.0 | 290.0 | 25.5 | 25.5 | 270.0 | 270.0 | 19.5 | 19.5 | 262.0 | 262.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.6 | 35.6 | 0 | 0 | 45 | 45 | 0 | 0 | 50 | 50 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 155.4 | 155.4 | 3927.9 | 3927.9 | 186.0 | 186.0 | 3625.9 | 3625.9 | 141.0 | 141.0 | 3442.8 | 3442.8 |
| % de humedad | 13.84 | 13.84 | 21.22 | 21.22 | 13.71 | 13.71 | 21.16 | 21.16 | 13.83 | 13.83 | 21.44 | 21.44 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.84 | | 21.22 | | 13.71 | | 21.16 | | 13.83 | | 21.44 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | |
| 09/05/2023 | 14.3 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | |
| 10/05/2023 | 14.3 | 24 | 3.8 | 0.095 | | 3.1 | 0.078 | | 3.1 | 0.078 | | |
| 11/05/2023 | 14.3 | 48 | 5.1 | 0.128 | | 4.2 | 0.105 | | 5.2 | 0.130 | | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 72 | 5.6 | 0.140 | | 5.8 | 0.145 | | 6.5 | 0.163 | | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 96 | 6.35 | 0.159 | | 6.5 | 0.163 | | 7.5 | 0.188 | | |
| | | | 4.57 | total | 3.48 | 4.57 | total | 3.56 | 4.57 | total | 4.11 | |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-23 | | | | MOLDE Nº A-24 | | | | MOLDE Nº A-25 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 30 | | | 8 | 22 | | | 8 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 22 | 58 | | | 16 | 41 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 30 | 76 | | | 21 | 54 | | | 16 | 46 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 42 | 105 | 97.0 | 9.7 | 32 | 80 | 83.0 | 8.3 | 26 | 66 | 64.8 | 6.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 56 | 139 | | | 42 | 105 | | | 36 | 90 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 91 | 224 | 183.4 | 12.2 | 68 | 168 | 150.2 | 10.0 | 52 | 129 | 128.1 | 8.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 94 | 232 | | | 75 | 185 | | | 68 | 168 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 98 | 241 | | | 80 | 198 | | | 72 | 178 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 104 | 256 | | | 82 | 202 | | | 84 | 207 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 112 | 276 | | | 89 | 219 | | | 89 | 219 | | |

Henry Ruiderias Obiños
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando tiras de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

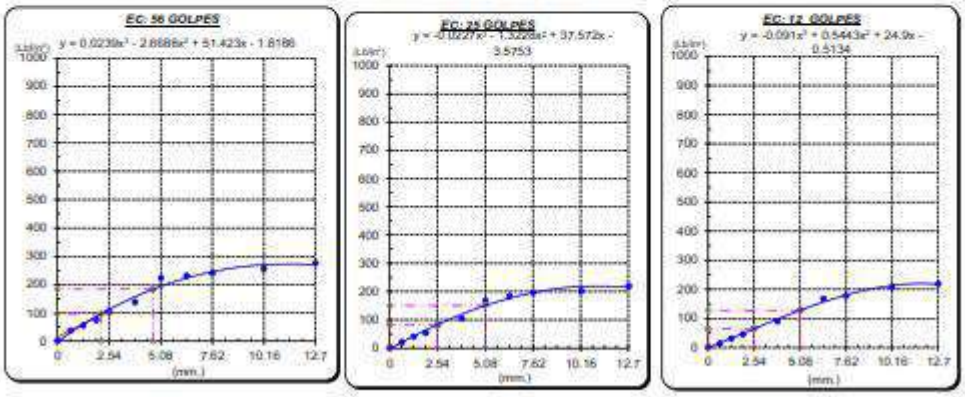



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.669 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.576 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.70 % | |

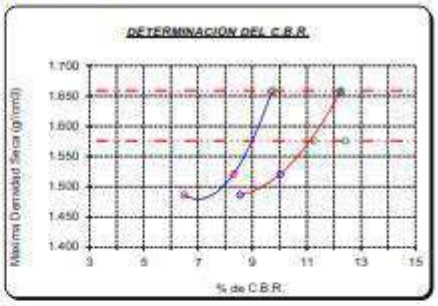
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 10 | % | 12 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 11 | % | 12 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruedas Olivos
Ing. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-10** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

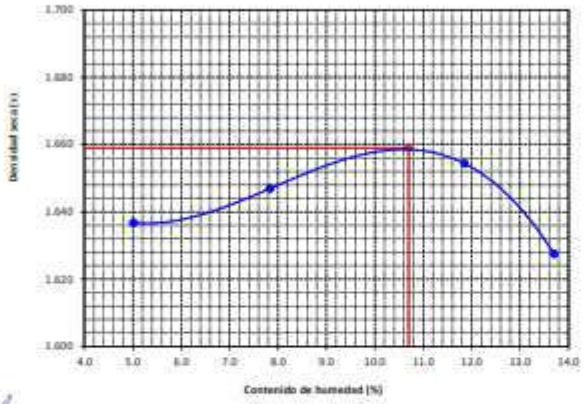
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5750 | 5802 | 5870 | 5870 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1567.48 | 1619.48 | 1687.48 | 1687.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.719 | 1.776 | 1.851 | 1.851 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 229.00 | 238.36 | 245.65 | 235.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 221.94 | 224.95 | 224.03 | 212.00 |
| Peso de tara | g | 81.27 | 53.76 | 41.69 | 39.80 |
| Peso de agua | g | 7.06 | 13.41 | 21.62 | 23.6 |
| Peso de suelo seco | g | 140.67 | 171.19 | 182.34 | 172.2 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.8 | 11.9 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.637 | 1.647 | 1.654 | 1.627 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.659** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Buenaventura Ojeda
Téc. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

**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** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-10** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-23 | | | | A-24 | | | | A-25 | | | |
| 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 | 11990 | | 12340 | | 11680 | | 12050 | | 12150 | | 12552 | |
| Peso de molde (g) | 7957 | | 7957 | | 7899 | | 7899 | | 8796 | | 8796 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4033 | | 4383 | | 3781 | | 4151 | | 3354 | | 3756 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2118 | | 2129 | | 2129 | | 2065 | | 2065 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.904 | | 2.069 | | 1.776 | | 1.950 | | 1.624 | | 1.819 | |
| % de humedad | 14.34 | | 23.16 | | 14.70 | | 24.63 | | 15.32 | | 27.48 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.665 | | 1.680 | | 1.548 | | 1.564 | | 1.408 | | 1.427 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | | | | | | | | | | | | |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 198.0 | 198.0 | 4383 | 4383 | 210.0 | 210.0 | 4151 | 4151 | 195.0 | 195.0 | 3756.0 | 3756.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 179.0 | 179.0 | 4033 | 4033 | 189.5 | 189.5 | 3781 | 3781 | 176.0 | 176.0 | 3354.0 | 3354.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 19.0 | 19.0 | 350.0 | 350.0 | 20.5 | 20.5 | 370.0 | 370.0 | 19.0 | 19.0 | 402.0 | 402.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 46.5 | 46.5 | 0 | 0 | 50 | 50 | 0 | 0 | 52 | 52 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 132.5 | 132.5 | 3966.9 | 3966.9 | 139.5 | 139.5 | 3723.3 | 3723.3 | 124.0 | 124.0 | 3307.4 | 3307.4 |
| % de humedad | 14.34 | 14.34 | 23.16 | 23.16 | 14.70 | 14.70 | 24.63 | 24.63 | 15.32 | 15.32 | 27.48 | 27.48 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.34 | | 23.16 | | 14.70 | | 24.63 | | 15.32 | | 27.48 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 09/05/2023 | 14.3 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0.9 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 |
| 10/05/2023 | 14.3 | 24 | 2.5 | 0.063 | | 3.6 | 0.090 | | 2.6 | 0.065 | |
| 11/05/2023 | 14.3 | 48 | 3.4 | 0.085 | | 4.5 | 0.113 | | 5.9 | 0.148 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 72 | 5.6 | 0.140 | | 5.9 | 0.148 | | 6.2 | 0.155 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 96 | 6.42 | 0.161 | | 6.25 | 0.156 | | 7.1 | 0.178 | |
| | | | 4.57 | total | 3.51 | 4.57 | total | 3.42 | 4.57 | total | 3.89 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-23 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-24 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-25 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 9 | 34 | | | 6 | 17 | | | 3 | 10 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 21 | 54 | | | 16 | 41 | | | 11 | 29 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 28 | 71 | | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 38 | 95 | 95.4 | 9.5 | 30 | 76 | 85.6 | 8.6 | 26 | 66 | 80.1 | 8.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 56 | 139 | | | 46 | 119 | | | 31 | 78 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 86 | 212 | 178.0 | 11.9 | 72 | 178 | 164.6 | 11.0 | 51 | 127 | 124.2 | 8.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 92 | 227 | | | 86 | 212 | | | 68 | 168 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 95 | 234 | | | 91 | 224 | | | 72 | 178 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 101 | 249 | | | 92 | 227 | | | 78 | 193 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 121 | 298 | | | 98 | 241 | | | 80 | 198 | | |

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando tiras de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

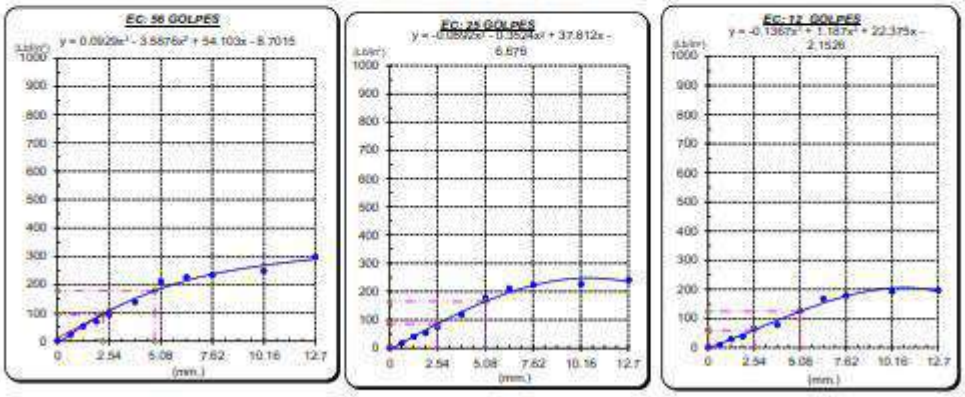



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

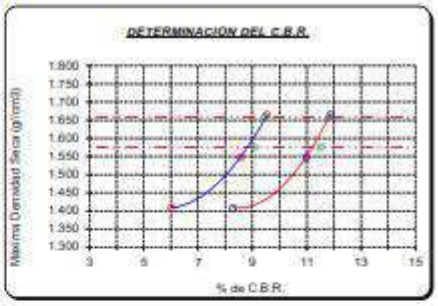
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.669 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.576 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.70 % | |

**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. | 9 % | 12 % |




Henry Rivadeneyra Ochoa
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-01** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

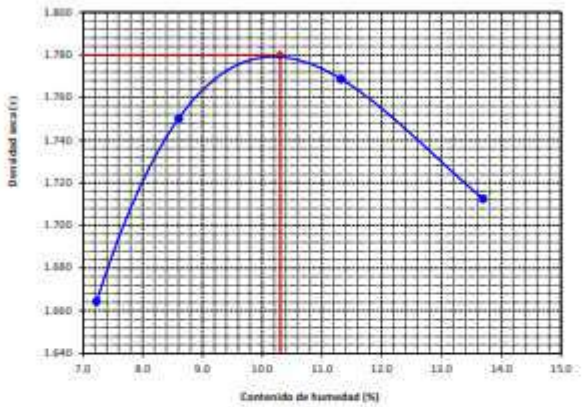
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.780 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Jefe Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-2** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12214 | | 12482 | | 11650 | | 11998 | | 12850 | | 13192 | |
| Peso de molde (g) | 8225 | | 8225 | | 7853 | | 7853 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3989 | | 4257 | | 3797 | | 4137 | | 3944 | | 4286 | |
| Volumen del molde (cc) | 2022 | | 2022 | | 2022 | | 2022 | | 2104 | | 2104 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.973 | | 2.106 | | 1.878 | | 2.046 | | 1.875 | | 2.037 | |
| % de humedad | 10.71 | | 17.54 | | 9.73 | | 18.84 | | 10.80 | | 19.62 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.782 | | 1.791 | | 1.711 | | 1.722 | | 1.692 | | 1.703 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 80.1 | 80.1 | 4257 | 4257 | 136.5 | 136.5 | 4137 | 4137 | 81.7 | 81.7 | 4286.0 | 4286.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 75.1 | 75.1 | 3989 | 3989 | 128.5 | 128.5 | 3797 | 3797 | 77.5 | 77.5 | 3944.0 | 3944.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.0 | 5.0 | 268.0 | 268.0 | 8.0 | 8.0 | 340.0 | 340.0 | 4.2 | 4.2 | 342.0 | 342.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.09 | 28.09 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 38.21 | 38.21 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 47.0 | 47.0 | 3919.2 | 3919.2 | 82.2 | 82.2 | 3733.1 | 3733.1 | 39.3 | 39.3 | 3878.4 | 3878.4 |
| % de humedad | 10.71 | 10.71 | 17.54 | 17.54 | 9.73 | 9.73 | 18.84 | 18.84 | 10.80 | 10.80 | 19.62 | 19.62 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.71 | | 17.54 | | 9.73 | | 18.84 | | 10.80 | | 19.62 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/05/2023** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.2 | 0.005 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.3 | 0.008 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.39 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 75 | 185 | | | 21 | 94 | | | 15 | 39 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 141 | 346 | | | 86 | 212 | | | 36 | 90 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 186 | 456 | | | 95 | 254 | | | 61 | 151 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 228 | 554 | 406.4 | 40.6 | 102 | 251 | 316.3 | 31.6 | 83 | 205 | 210.3 | 21.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 265 | 656 | | | 142 | 349 | | | 122 | 300 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 275 | 673 | 817.8 | 54.5 | 165 | 405 | 523.1 | 34.9 | 142 | 349 | 334.3 | 22.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 275 | 673 | | | 179 | 439 | | | 153 | 376 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 275 | 673 | | | 180 | 441 | | | 154 | 378 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 275 | 673 | | | 185 | 454 | | | 164 | 402 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 275 | 673 | | | 197 | 483 | | | 183 | 449 | | |

Henry Bonaventura Quicias
Ing. Laboratorista USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

**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** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-01** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-9 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12304 | | 12775 | | 12590 | | 12890 | | 12300 | | 12814 | |
| Peso de molde (g) | 8700 | | 8700 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3604 | | 4076 | | 3786 | | 4086 | | 3394 | | 3908 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.975 | | 2.233 | | 1.793 | | 1.935 | | 1.598 | | 1.840 | |
| % de humedad | 10.48 | | 23.81 | | 10.57 | | 18.62 | | 10.75 | | 26.11 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.787 | | 1.804 | | 1.621 | | 1.631 | | 1.443 | | 1.459 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 102.3 | 102.3 | 4076 | 4076 | 256.6 | 256.6 | 4086 | 4086 | 99.3 | 99.3 | 3908.0 | 3908.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 96.1 | 96.1 | 3604 | 3604 | 236.5 | 236.5 | 3786 | 3786 | 93.6 | 93.6 | 3394.0 | 3394.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.2 | 6.2 | 472.0 | 472.0 | 20.1 | 20.1 | 300.0 | 300.0 | 5.6 | 5.6 | 514.0 | 514.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 39.55 | 39.55 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 41.44 | 41.44 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 59.5 | 59.5 | 3540.7 | 3540.7 | 190.2 | 190.2 | 3725.6 | 3725.6 | 52.2 | 52.2 | 3345.7 | 3345.7 |
| % de humedad | 10.48 | 10.48 | 23.81 | 23.81 | 10.57 | 10.57 | 18.62 | 18.62 | 10.75 | 10.75 | 26.11 | 26.11 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.48 | | 23.81 | | 10.57 | | 18.62 | | 10.75 | | 26.11 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.39 | 0.010 | | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 | |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-9 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 13 | 32 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 35 | 88 | | | 17 | 44 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 75 | 185 | | | 62 | 154 | | | 28 | 71 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 105 | 258 | 212.6 | 21.3 | 75 | 185 | 179.1 | 17.9 | 45 | 112 | 111.8 | 11.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 147 | 361 | | | 96 | 237 | | | 69 | 171 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 177 | 434 | 402.9 | 26.9 | 124 | 305 | 302.7 | 20.2 | 92 | 227 | 218.3 | 14.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 197 | 483 | | | 141 | 348 | | | 110 | 271 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 201 | 493 | | | 156 | 383 | | | 123 | 302 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 290 | 710 | | | 172 | 422 | | | 143 | 351 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 290 | 710 | | | 186 | 456 | | | 158 | 388 | | |

Henry Rosadercona Quiñones
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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*

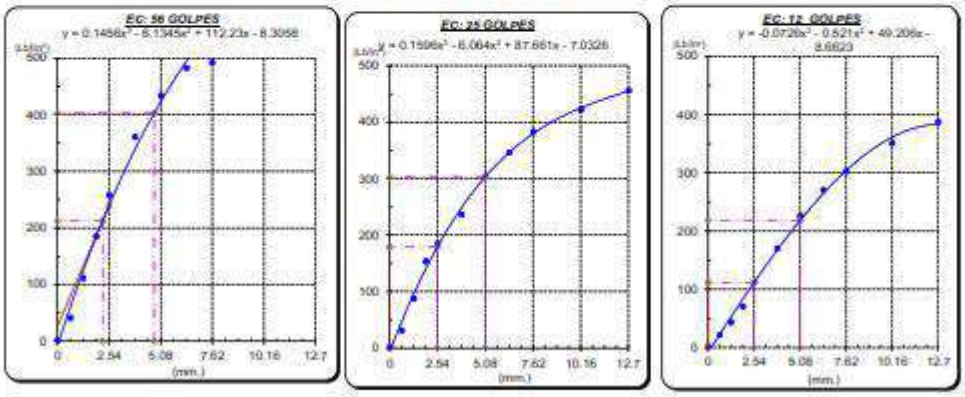



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.780 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.691 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.30 % |

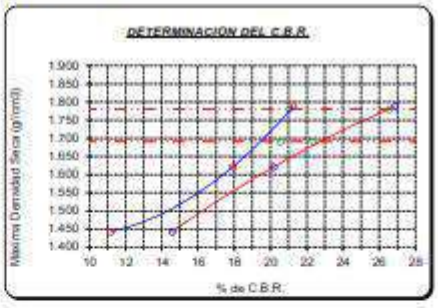
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 21 % | 27 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 21 % | 22 % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACIÓN DEL C.B.R.*




Henry Rivadeneyra Dávila
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-02
MUESTRA: M-2
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

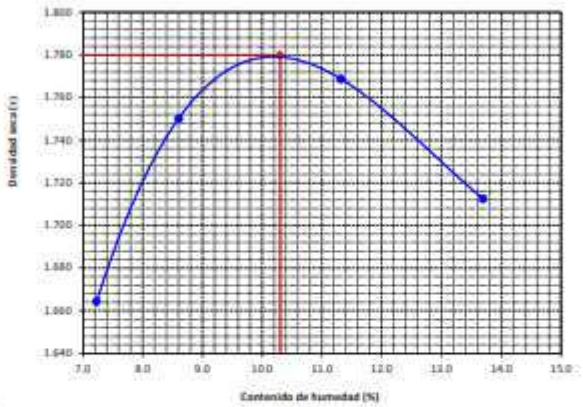
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.780 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ochoa
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

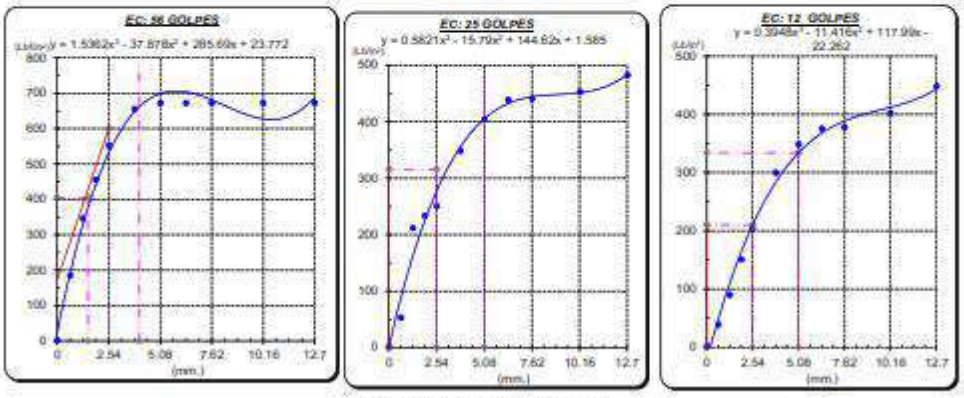



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

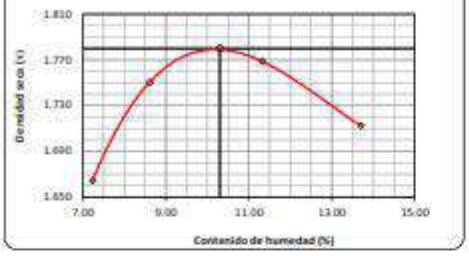
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.780 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.691 g./cm³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.30 % |

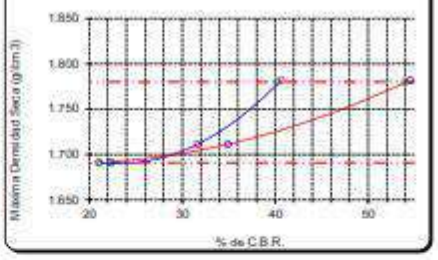
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 40 | % | 54 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 21 | % | 22 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-03** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

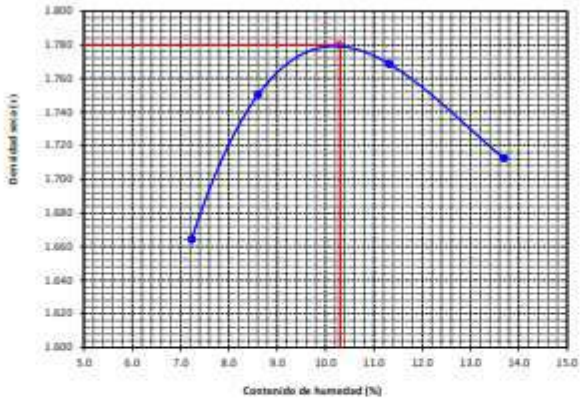
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.780 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rondoy Ortiz
Ing. LABORATORIO USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-03** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-3 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12580 | | 12862 | | 12410 | | 12798 | | 12128 | | 12455 | |
| Peso de molde (g) | 8295 | | 8295 | | 8295 | | 8396 | | 8453 | | 8453 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4285 | | 4567 | | 4015 | | 4396 | | 3675 | | 4002 | |
| Volumen del molde (cc) | 2120 | | 2120 | | 2112 | | 2112 | | 2113 | | 2113 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.021 | | 2.154 | | 1.901 | | 2.081 | | 1.739 | | 1.894 | |
| % de humedad | 15.92 | | 22.61 | | 16.10 | | 25.72 | | 17.66 | | 26.69 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.744 | | 1.757 | | 1.637 | | 1.655 | | 1.478 | | 1.495 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 215.6 | 215.6 | 4567 | 4567 | 253.5 | 253.5 | 4395 | 4395 | 236.5 | 236.5 | 4002.0 | 4002.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 196.5 | 196.5 | 4285 | 4285 | 229.0 | 229.0 | 4015 | 4015 | 212.0 | 212.0 | 3675.0 | 3675.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 19.1 | 19.1 | 282.0 | 282.0 | 24.5 | 24.5 | 380.0 | 380.0 | 24.5 | 24.5 | 327.0 | 327.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 76.5 | 76.5 | 0 | 0 | 76.8 | 76.8 | 0 | 0 | 73.3 | 73.3 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 120.0 | 120.0 | 4211.6 | 4211.6 | 152.2 | 152.2 | 3950.3 | 3950.3 | 138.7 | 138.7 | 3621.5 | 3621.5 |
| % de humedad | 15.92 | 15.92 | 22.61 | 22.61 | 16.10 | 16.10 | 25.72 | 25.72 | 17.66 | 17.66 | 26.69 | 26.69 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.92 | | 22.61 | | 16.10 | | 25.72 | | 17.66 | | 26.69 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | |
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 1.5 | 0.038 | | 0.9 | 0.023 | | 1.2 | 0.030 | | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 2.1 | 0.053 | | 2.8 | 0.070 | | 2.9 | 0.073 | | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 3.5 | 0.088 | | 3.5 | 0.088 | | 5.2 | 0.080 | | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 3.95 | 0.099 | | 4.2 | 0.105 | | 4.58 | 0.115 | | |
| | | | 4.57 | total | 2.16 | 4.57 | total | 2.30 | 4.57 | total | 2.51 | |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | 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" | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | | 6 | 16 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 31 | 78 | | | 21 | 54 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 38 | 95 | | | 29 | 73 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 56 | 139 | 94.8 | 9.5 | 42 | 105 | 86.0 | 8.6 | 36 | 90 | 76.2 | 7.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 76 | 193 | | | 46 | 119 | | | 42 | 105 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 85 | 210 | 188.7 | 12.4 | 50 | 124 | 140.8 | 9.4 | 46 | 119 | 120.3 | 8.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 89 | 219 | | | 56 | 139 | | | 51 | 127 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 95 | 234 | | | 76 | 193 | | | 59 | 148 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 103 | 283 | | | 85 | 210 | | | 62 | 154 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 142 | 349 | | | 86 | 212 | | | 71 | 176 | | |

Henry Rivadeneyra Dolfas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

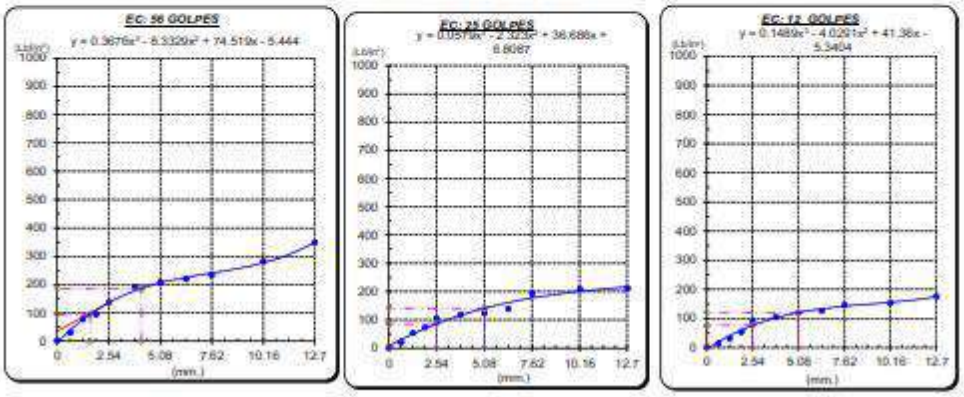



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

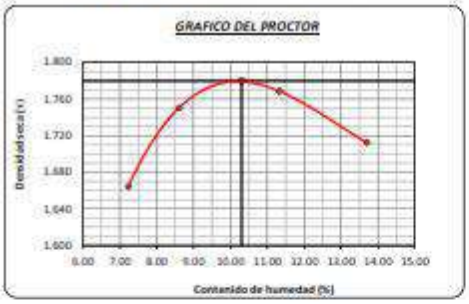
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.780 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.691 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.30 % | |

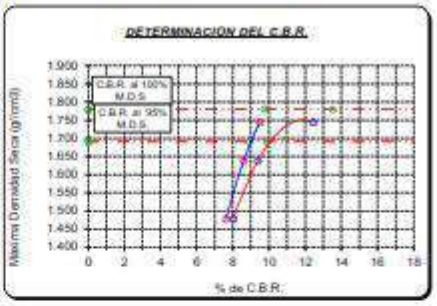
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 9.7 | % | 13.5 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 8.9 | % | 9.9 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Dávila
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-04** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

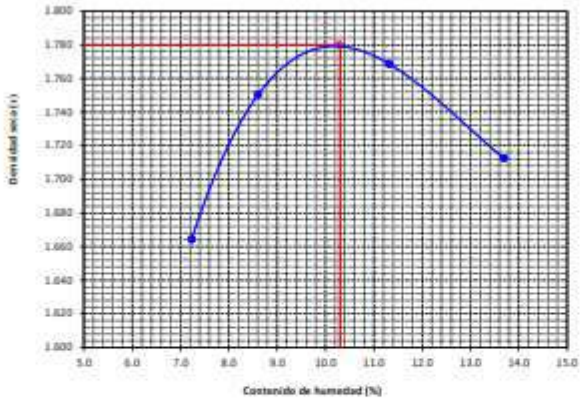
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.780 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Obregón
Tec. Laboratorio USAT
USAT

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-04** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-3 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12745 | | 12985 | | 12390 | | 12630 | | 11905 | | 12260 | |
| Peso de molde (g) | 8433 | | 8413 | | 8472 | | 8473 | | 8281 | | 8281 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4332 | | 4572 | | 3917 | | 4207 | | 3714 | | 3979 | |
| Volumen del molde (cc) | 2120 | | 2120 | | 2112 | | 2112 | | 2113 | | 2113 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.043 | | 2.157 | | 1.855 | | 1.992 | | 1.758 | | 1.883 | |
| % de humedad | 15.21 | | 20.85 | | 15.12 | | 22.65 | | 16.76 | | 24.00 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.774 | | 1.784 | | 1.611 | | 1.624 | | 1.505 | | 1.519 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 356.2 | 356.2 | 4572 | 4572 | 375.8 | 375.8 | 4207 | 4207 | 365.5 | 365.5 | 3979.0 | 3979.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 315.0 | 315.0 | 4332 | 4332 | 332.0 | 332.0 | 3917 | 3917 | 320.0 | 320.0 | 3714.0 | 3714.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 41.2 | 41.2 | 240.0 | 240.0 | 43.8 | 43.8 | 290.0 | 290.0 | 45.5 | 45.5 | 265.0 | 265.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 44.2 | 44.2 | 0 | 0 | 42.4 | 42.4 | 0 | 0 | 48.5 | 48.5 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 270.8 | 270.8 | 4256.5 | 4256.5 | 289.6 | 289.6 | 3854.9 | 3854.9 | 271.5 | 271.5 | 3658.9 | 3658.9 |
| % de humedad | 15.21 | 15.21 | 20.85 | 20.85 | 15.12 | 15.12 | 22.65 | 22.65 | 16.76 | 16.76 | 24.00 | 24.00 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.21 | | 20.85 | | 15.12 | | 22.65 | | 16.76 | | 24.00 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 1.3 | 0.030 | | 1.38 | 0.034 | | 1 | 0.025 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 2.3 | 0.058 | | 2.1 | 0.053 | | 1.9 | 0.048 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 3.1 | 0.078 | | 3.9 | 0.098 | | 3.1 | 0.078 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 4.1 | 0.103 | | 4.3 | 0.108 | | 4.5 | 0.113 | |
| | | | 4.57 | total | 2.24 | 4.57 | total | 2.35 | 4.57 | total | 2.46 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 10 | 27 | | | 6 | 17 | | | 4 | 12 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 37 | 93 | | | 21 | 54 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 46 | 115 | | | 30 | 76 | | | 23 | 58 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 55 | 137 | 128.5 | 12.9 | 41 | 102 | 100.6 | 10.1 | 32 | 80 | 69.5 | 6.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 75 | 180 | | | 59 | 146 | | | 39 | 97 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 81 | 200 | 263.9 | 17.6 | 67 | 166 | 169.8 | 11.3 | 48 | 119 | 123.9 | 8.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 92 | 227 | | | 78 | 193 | | | 56 | 139 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 98 | 241 | | | 86 | 212 | | | 67 | 166 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 109 | 268 | | | 94 | 232 | | | 75 | 193 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 124 | 306 | | | 98 | 241 | | | 80 | 198 | | |

Henry Vanderquye Obtuna
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

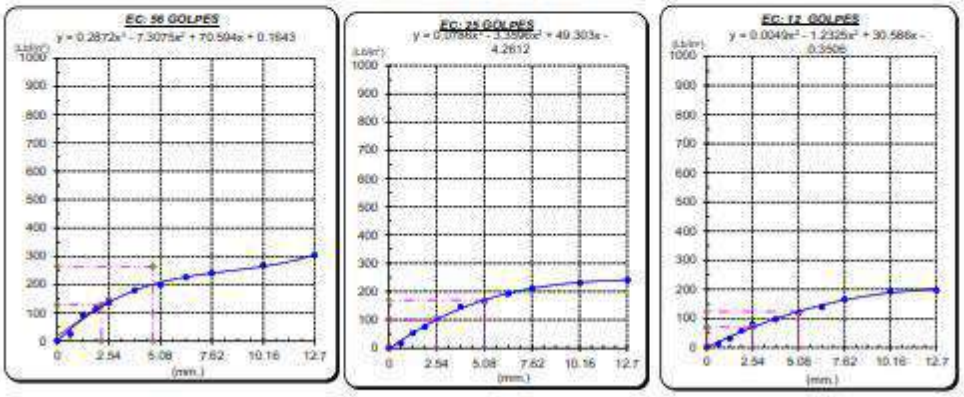



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.780 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.691 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.30 % | |

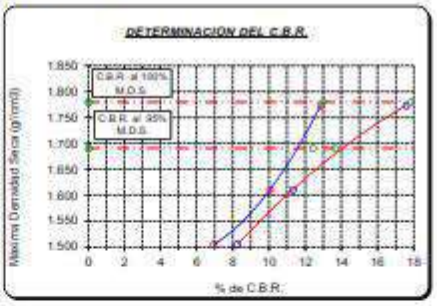
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 13.0 | % | 17.8 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 12.4 | % | 13.6 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Riveros Dolias
USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-05** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

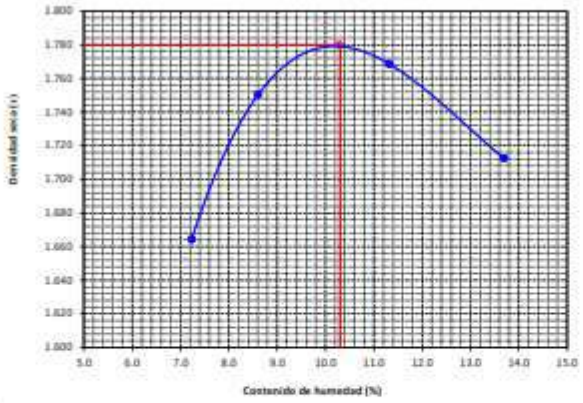
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.780 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Téc. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-05** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-3 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12479 | | 12825 | | 12530 | | 12840 | | 12220 | | 12650 | |
| Peso de molde (g) | 8029 | | 8029 | | 8384 | | 8384 | | 8558 | | 8558 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4450 | | 4796 | | 4146 | | 4456 | | 3662 | | 4092 | |
| Volumen del molde (cc) | 2144 | | 2144 | | 2122 | | 2122 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.076 | | 2.237 | | 1.954 | | 2.100 | | 1.726 | | 1.928 | |
| % de humedad | 15.46 | | 23.38 | | 15.99 | | 23.60 | | 15.07 | | 26.99 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.798 | | 1.813 | | 1.684 | | 1.699 | | 1.500 | | 1.519 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 256.5 | 256.5 | 4796 | 4796 | 312.5 | 312.5 | 4456 | 4456 | 321.5 | 321.5 | 4092.0 | 4092.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 233.0 | 233.0 | 4450 | 4450 | 280.0 | 280.0 | 4146 | 4146 | 289.0 | 289.0 | 3662.0 | 3662.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 23.5 | 23.5 | 346.0 | 346.0 | 32.5 | 32.5 | 310.0 | 310.0 | 32.5 | 32.5 | 430.0 | 430.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 81 | 81 | 0 | 0 | 76.8 | 76.8 | 0 | 0 | 73.3 | 73.3 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 152.0 | 152.0 | 4371.4 | 4371.4 | 203.2 | 203.2 | 4077.3 | 4077.3 | 215.7 | 215.7 | 3807.9 | 3807.9 |
| % de humedad | 15.46 | 15.46 | 23.38 | 23.38 | 15.99 | 15.99 | 23.60 | 23.60 | 15.07 | 15.07 | 26.99 | 26.99 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.46 | | 23.38 | | 15.99 | | 23.60 | | 15.07 | | 26.99 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 1.8 | 0.040 | | 0.9 | 0.023 | | 1.2 | 0.030 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 2.4 | 0.060 | | 1.4 | 0.035 | | 2.4 | 0.060 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 3.4 | 0.085 | | 2.5 | 0.060 | | 3.5 | 0.088 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 3.97 | 0.099 | | 4.28 | 0.107 | | 4.38 | 0.110 | |
| | | | 4.57 | total | 2.17 | 4.57 | total | 2.34 | 4.57 | total | 2.40 |

| PENETRACIÓN | | | | | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIEMPO | CARGA STAND. | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 9 | 34 | | | 6 | 17 | | | 3 | 7 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 21 | 54 | | | 19 | 49 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 43 | 107 | | | 36 | 90 | | | 28 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 56 | 139 | 126.0 | 12.6 | 50 | 124 | 113.9 | 11.4 | 38 | 95 | 84.9 | 8.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 85 | 210 | | | 60 | 149 | | | 48 | 119 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 96 | 237 | 233.8 | 15.6 | 79 | 195 | 183.1 | 12.2 | 57 | 141 | 138.5 | 9.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 104 | 256 | | | 82 | 202 | | | 59 | 146 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 112 | 276 | | | 83 | 205 | | | 68 | 168 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 124 | 306 | | | 95 | 234 | | | 72 | 178 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 136 | 334 | | | 98 | 241 | | | 79 | 195 | | |

Henry Riveros Cotrina
Téc. Laboratorio USAT

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

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando latex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

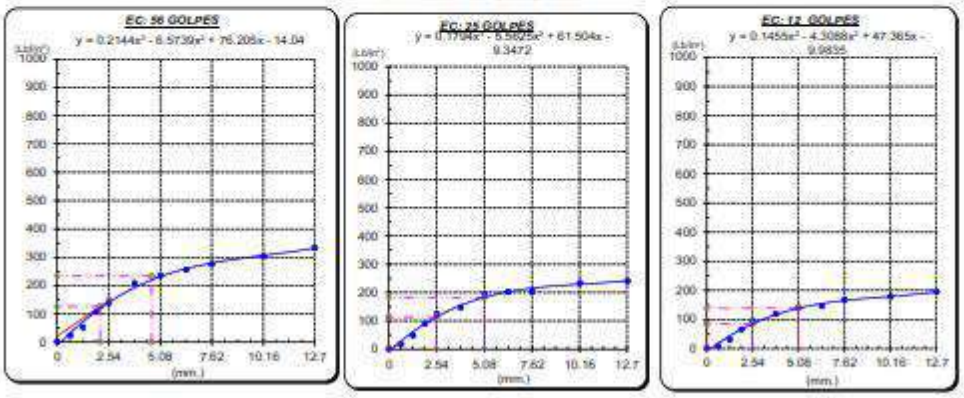



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

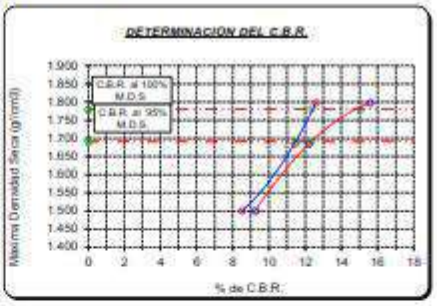
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.780 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.691 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.30 % | |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 12 % | 15 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 12 % | 12 % |




Henry Rivadeneyra Ortiz
Téc. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-06** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

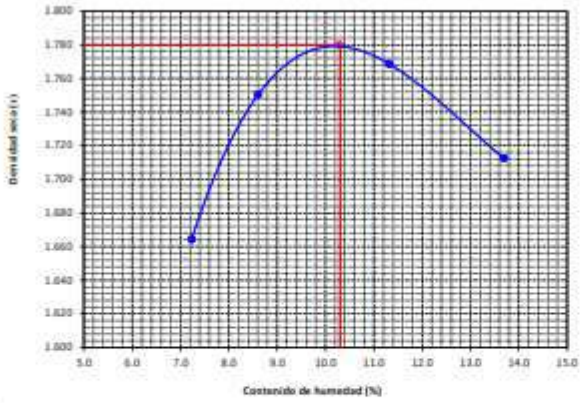
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.780 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Riveros Ojeda
Tec. Laboratorio USAT
USAT

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-06** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-3 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12650 | | 12980 | | 12390 | | 12510 | | 12040 | | 12490 | |
| Peso de molde (g) | 8295 | | 8295 | | 8295 | | 8395 | | 8413 | | 8413 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4355 | | 4685 | | 3995 | | 4415 | | 3627 | | 4077 | |
| Volumen del molde (cc) | 2114 | | 2114 | | 2128 | | 2128 | | 2129 | | 2129 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.060 | | 2.216 | | 1.877 | | 2.075 | | 1.704 | | 1.915 | |
| % de humedad | 15.25 | | 22.96 | | 15.48 | | 26.17 | | 15.78 | | 28.36 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.788 | | 1.802 | | 1.626 | | 1.644 | | 1.471 | | 1.492 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 325.6 | 325.6 | 4685 | 4685 | 356.5 | 356.5 | 4415 | 4415 | 326.5 | 326.5 | 4077.0 | 4077.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 290.0 | 290.0 | 4355 | 4355 | 319.0 | 319.0 | 3995 | 3995 | 292.0 | 292.0 | 3627.0 | 3627.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 35.6 | 35.6 | 330.0 | 330.0 | 37.5 | 37.5 | 420.0 | 420.0 | 34.5 | 34.5 | 450.0 | 450.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 56.5 | 56.5 | 0 | 0 | 76.8 | 76.8 | 0 | 0 | 73.3 | 73.3 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 233.5 | 233.5 | 4278.5 | 4278.5 | 242.2 | 242.2 | 3931.1 | 3931.1 | 218.7 | 218.7 | 3574.4 | 3574.4 |
| % de humedad | 15.25 | 15.25 | 22.96 | 22.96 | 15.48 | 15.48 | 26.17 | 26.17 | 15.78 | 15.78 | 28.36 | 28.36 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.25 | | 22.96 | | 15.48 | | 26.17 | | 15.78 | | 28.36 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 0.50 | 0.014 | | 1.5 | 0.038 | | 1.2 | 0.030 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 1.5 | 0.038 | | 2.6 | 0.065 | | 3 | 0.075 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 2.6 | 0.070 | | 3.6 | 0.095 | | 3.2 | 0.080 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 4.01 | 0.100 | | 4.32 | 0.108 | | 4.55 | 0.114 | |
| | | | 4.57 | total | 2.20 | 4.57 | total | 2.98 | 4.57 | total | 2.49 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | 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" | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | | 6 | 16 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 39 | 97 | | | 21 | 54 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 48 | 119 | | | 30 | 76 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 59 | 146 | 121.3 | 12.1 | 49 | 122 | 110.5 | 11.1 | 37 | 93 | 79.1 | 7.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 75 | 180 | | | 62 | 154 | | | 46 | 115 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 90 | 222 | 238.5 | 15.9 | 78 | 193 | 188.2 | 12.5 | 58 | 144 | 140.6 | 9.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 98 | 241 | | | 85 | 210 | | | 82 | 154 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 112 | 276 | | | 96 | 237 | | | 75 | 185 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 124 | 306 | | | 101 | 249 | | | 82 | 202 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 135 | 332 | | | 102 | 251 | | | 83 | 205 | | |

Henry Ruadescuyra Quiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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*

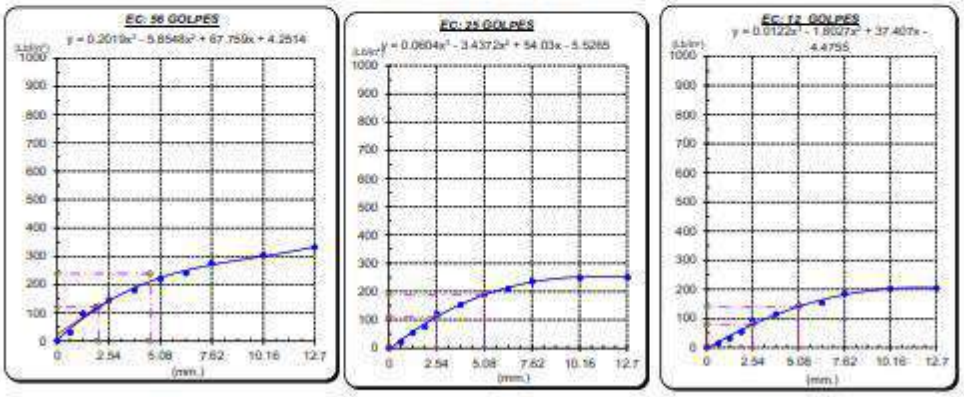



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.780 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.691 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.30 % | |

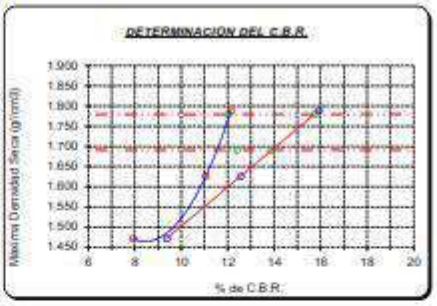
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 12 % | 16 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 12 % | 14 % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACION DEL C.B.R.*




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-07** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

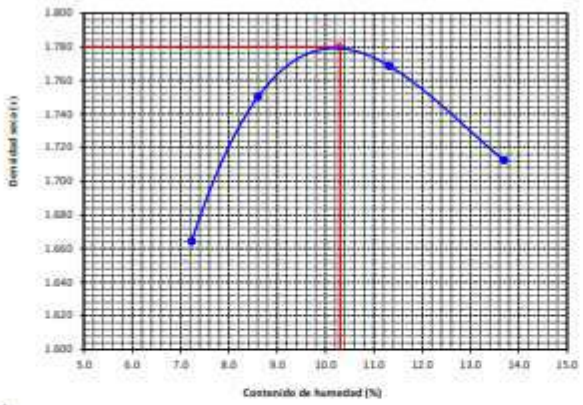
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.780 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-07** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-3 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12870 | | 13280 | | 12420 | | 12740 | | 11800 | | 12445 | |
| Peso de molde (g) | 8473 | | 8473 | | 8281 | | 8281 | | 8029 | | 8029 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4397 | | 4807 | | 4139 | | 4459 | | 3861 | | 4416 | |
| Volumen del molde (cc) | 2119 | | 2119 | | 2115 | | 2115 | | 2144 | | 2144 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.075 | | 2.269 | | 1.957 | | 2.108 | | 1.801 | | 2.060 | |
| % de humedad | 15.44 | | 24.93 | | 15.43 | | 23.29 | | 15.89 | | 30.49 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.798 | | 1.816 | | 1.695 | | 1.710 | | 1.554 | | 1.578 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 215.6 | 215.6 | 4807 | 4807 | 312.5 | 312.5 | 4459 | 4459 | 325.6 | 325.6 | 4416.0 | 4416.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 197.0 | 197.0 | 4397 | 4397 | 281.0 | 281.0 | 4139 | 4139 | 291.0 | 291.0 | 3861.0 | 3861.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 18.6 | 18.6 | 410.0 | 410.0 | 31.5 | 31.5 | 320.0 | 320.0 | 34.6 | 34.6 | 555.0 | 555.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 76.5 | 76.5 | 0 | 0 | 76.8 | 76.8 | 0 | 0 | 73.3 | 73.3 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 120.5 | 120.5 | 4319.4 | 4319.4 | 204.2 | 204.2 | 4070.0 | 4070.0 | 217.7 | 217.7 | 3801.9 | 3801.9 |
| % de humedad | 15.44 | 15.44 | 24.93 | 24.93 | 15.43 | 15.43 | 23.29 | 23.29 | 15.89 | 15.89 | 30.49 | 30.49 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.44 | | 24.93 | | 15.43 | | 23.29 | | 15.89 | | 30.49 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 1.5 | 0.038 | | 0.6 | 0.015 | | 0.9 | 0.023 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 2.6 | 0.065 | | 1.5 | 0.038 | | 1.8 | 0.045 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 3 | 0.075 | | 2.8 | 0.070 | | 2.9 | 0.073 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 3.75 | 0.094 | | 4.25 | 0.106 | | 4.7 | 0.118 | |
| | | | 4.57 | total | 2.05 | 4.57 | total | 2.33 | 4.57 | total | 2.57 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | | 3 | 7 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 46 | 115 | | | 32 | 80 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 58 | 144 | | | 46 | 115 | | | 31 | 78 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 69 | 171 | 142.8 | 14.3 | 54 | 134 | 126.4 | 12.6 | 42 | 105 | 89.8 | 9.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 84 | 207 | | | 62 | 154 | | | 48 | 119 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 95 | 234 | 276.7 | 18.4 | 81 | 200 | 200.9 | 13.4 | 62 | 154 | 157.3 | 10.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 110 | 271 | | | 89 | 219 | | | 71 | 176 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 121 | 298 | | | 101 | 249 | | | 84 | 207 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 135 | 332 | | | 112 | 276 | | | 90 | 222 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 142 | 349 | | | 124 | 305 | | | 91 | 224 | | |

Henry Ruadeneyra Quiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

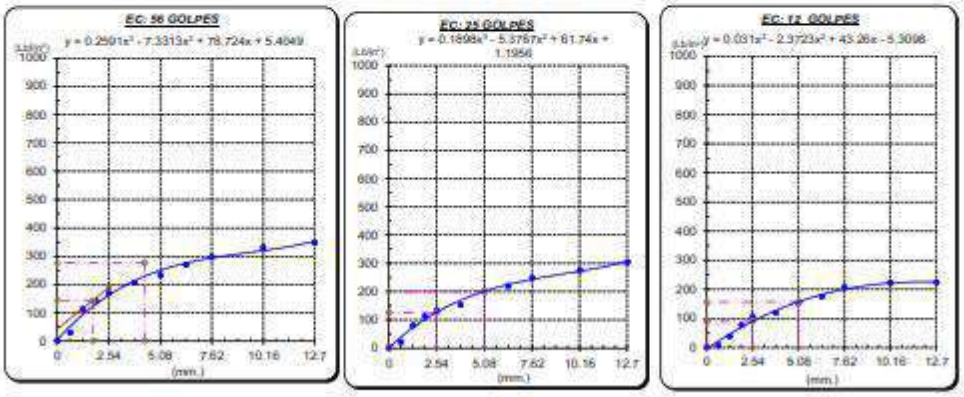



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.780 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.691 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.30 % | |

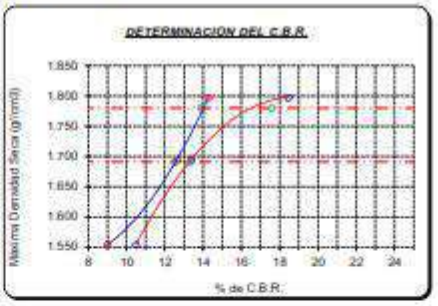
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 % | 18 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 13 % | 13 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rondevoyn Dioses
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-08** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

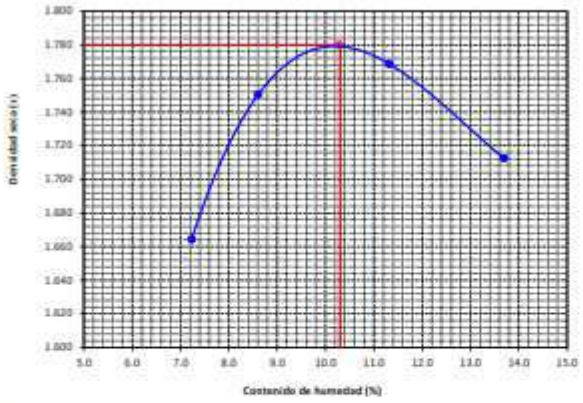
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.780 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Ing. Laboratorista USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-08** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-3 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12740 | | 13180 | | 12620 | | 13040 | | 12380 | | 12850 | |
| Peso de molde (g) | 8384 | | 8384 | | 8558 | | 8558 | | 8669 | | 8669 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4356 | | 4796 | | 4062 | | 4482 | | 3711 | | 4181 | |
| Volumen del molde (cc) | 2122 | | 2122 | | 2122 | | 2122 | | 2115 | | 2115 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.053 | | 2.260 | | 1.914 | | 2.112 | | 1.755 | | 1.977 | |
| % de humedad | 15.40 | | 25.68 | | 15.96 | | 26.47 | | 15.84 | | 28.70 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.779 | | 1.798 | | 1.651 | | 1.670 | | 1.515 | | 1.536 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 312.5 | 312.5 | 4796 | 4796 | 356.5 | 356.5 | 4482 | 4482 | 369.5 | 369.5 | 4181.0 | 4181.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 281.0 | 281.0 | 4356 | 4356 | 316.0 | 316.0 | 4062 | 4062 | 329.0 | 329.0 | 3711.0 | 3711.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 31.5 | 31.5 | 440.0 | 440.0 | 38.5 | 38.5 | 420.0 | 420.0 | 40.5 | 40.5 | 470.0 | 470.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 76.5 | 76.5 | 0 | 0 | 76.8 | 76.8 | 0 | 0 | 73.3 | 73.3 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 204.5 | 204.5 | 4279.9 | 4279.9 | 241.2 | 241.2 | 3996.0 | 3996.0 | 256.7 | 255.7 | 3655.6 | 3655.6 |
| % de humedad | 15.40 | 15.40 | 25.68 | 25.68 | 15.96 | 15.96 | 26.47 | 26.47 | 15.84 | 15.84 | 28.70 | 28.70 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.40 | | 25.68 | | 15.96 | | 26.47 | | 15.84 | | 28.70 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| **01/09/2022** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 0.85 | 0.021 | | 0.9 | 0.023 | | 1.2 | 0.030 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 1.4 | 0.035 | | 1.5 | 0.038 | | 2.4 | 0.060 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 2.5 | 0.063 | | 2.1 | 0.053 | | 2.8 | 0.070 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 3.83 | 0.096 | | 4.12 | 0.103 | | 4.36 | 0.109 | |
| | | | 4.57 | total | 2.10 | 4.57 | total | 2.28 | 4.57 | total | 2.39 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | 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" | | 10 | 27 | | | 7 | 19 | | | 4 | 12 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 95 | | | 15 | 39 | | | 9 | 24 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 46 | 115 | | | 26 | 66 | | | 18 | 46 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 58 | 144 | 110.5 | 11.1 | 39 | 97 | 90.7 | 9.1 | 29 | 73 | 70.0 | 7.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 76 | 193 | | | 45 | 112 | | | 37 | 93 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 95 | 234 | 211.8 | 14.1 | 68 | 168 | 157.8 | 10.5 | 59 | 146 | 132.1 | 8.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 104 | 256 | | | 79 | 195 | | | 67 | 166 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 112 | 276 | | | 80 | 198 | | | 70 | 173 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 124 | 306 | | | 86 | 212 | | | 76 | 188 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 135 | 332 | | | 95 | 234 | | | 81 | 200 | | |

Henry Ruedenyra Dallas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

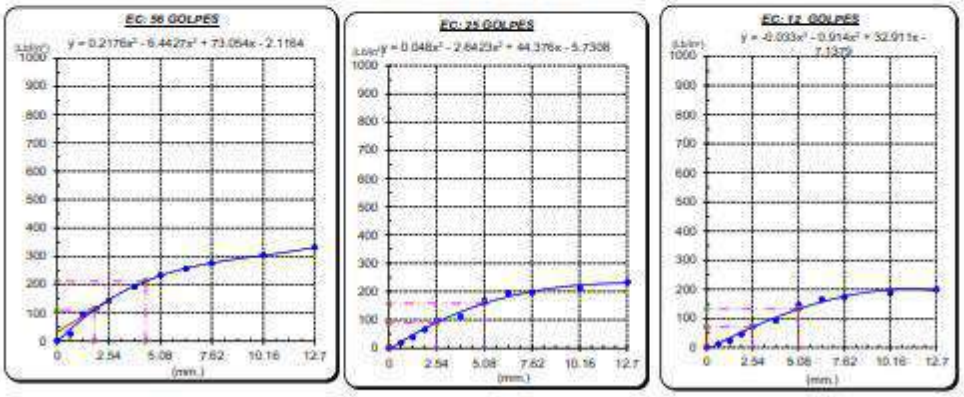



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.780 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.691 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.30 % | |

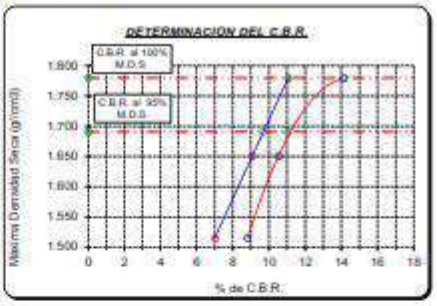
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 11 % | 14 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 10 % | 11 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-09** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

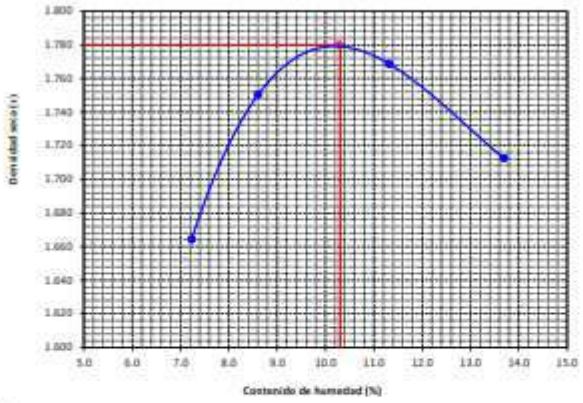
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.780 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-09** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-3 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12610 | | 12980 | | 12390 | | 12510 | | 12250 | | 12690 | |
| Peso de molde (g) | 8295 | | 8295 | | 8295 | | 8395 | | 8413 | | 8413 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4315 | | 4685 | | 3995 | | 4115 | | 3837 | | 4277 | |
| Volumen del molde (cc) | 2114 | | 2114 | | 2128 | | 2128 | | 2129 | | 2129 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.041 | | 2.216 | | 1.877 | | 2.075 | | 1.802 | | 2.009 | |
| % de humedad | 15.72 | | 24.45 | | 15.76 | | 26.45 | | 15.86 | | 27.51 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.764 | | 1.781 | | 1.622 | | 1.641 | | 1.556 | | 1.576 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 324.5 | 324.5 | 4685 | 4685 | 326.5 | 326.5 | 4415 | 4415 | 365.5 | 365.5 | 4277.0 | 4277.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 286.0 | 286.0 | 4315 | 4315 | 292.5 | 292.5 | 3995 | 3995 | 325.5 | 325.5 | 3837.0 | 3837.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 38.5 | 38.5 | 370.0 | 370.0 | 34.0 | 34.0 | 420.0 | 420.0 | 40.0 | 40.0 | 440.0 | 440.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 41.1 | 41.1 | 0 | 0 | 76.8 | 76.8 | 0 | 0 | 73.3 | 73.3 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 244.9 | 244.9 | 4240.2 | 4240.2 | 215.7 | 215.7 | 3931.2 | 3931.2 | 252.2 | 252.2 | 3778.2 | 3778.2 |
| % de humedad | 15.72 | 15.72 | 24.45 | 24.45 | 15.76 | 15.76 | 26.45 | 26.45 | 15.86 | 15.86 | 27.51 | 27.51 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.72 | | 24.45 | | 15.76 | | 26.45 | | 15.86 | | 27.51 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 0.5 | 0.024 | | 0.6 | 0.016 | | 0.8 | 0.015 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 2.1 | 0.053 | | 1.6 | 0.040 | | 1.9 | 0.048 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 2.5 | 0.070 | | 2.4 | 0.060 | | 3.1 | 0.078 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 4.06 | 0.102 | | 4.5 | 0.113 | | 4.72 | 0.118 | |
| | | | 4.57 | total | 2.22 | 4.57 | total | 2.48 | 4.57 | total | 2.58 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 12 | 32 | | | 6 | 17 | | | 4 | 12 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 21 | 54 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 51 | 127 | | | 29 | 73 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 62 | 154 | 126.4 | 12.6 | 40 | 100 | 99.7 | 10.0 | 30 | 76 | 76.5 | 7.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 71 | 176 | | | 55 | 144 | | | 46 | 115 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 82 | 202 | 247.5 | 16.5 | 67 | 166 | 168.1 | 11.2 | 53 | 132 | 136.5 | 9.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 95 | 234 | | | 78 | 193 | | | 67 | 166 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 101 | 249 | | | 86 | 212 | | | 71 | 176 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 115 | 283 | | | 94 | 232 | | | 78 | 193 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 124 | 306 | | | 104 | 256 | | | 80 | 198 | | |

Henry Rivadeneyra Dávila
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

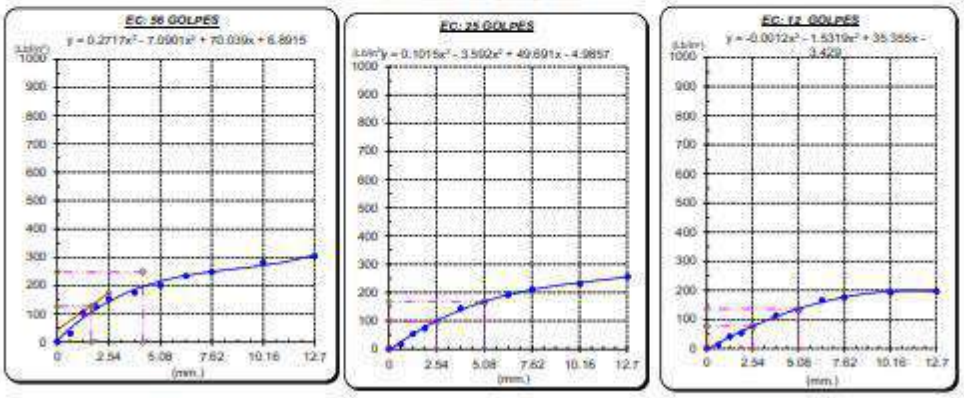



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.780 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.691 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.30 % | |

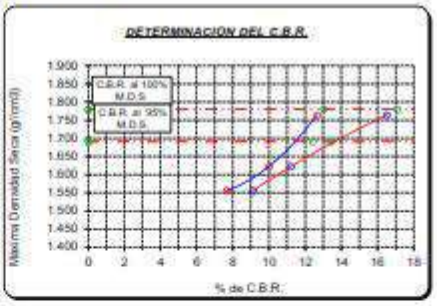
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 13 % | 17 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 12 % | 13 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obiricas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-10** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

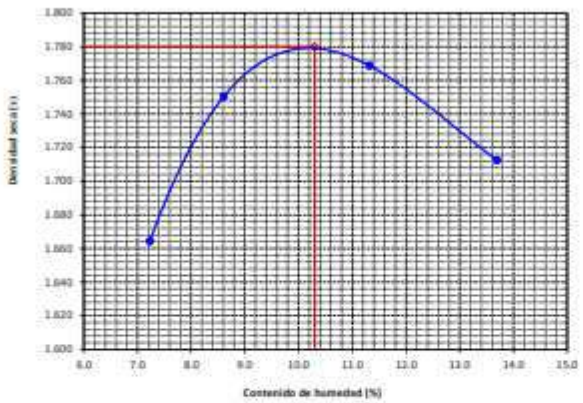
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5810 | 5916 | 5978 | 5958 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1627.48 | 1733.48 | 1795.48 | 1775.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.785 | 1.901 | 1.969 | 1.947 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 147.02 | 171.49 | 180.23 | 185.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 139.69 | 161.93 | 165.48 | 167.48 |
| Peso de tara | g | 38.32 | 50.85 | 35.19 | 35.19 |
| Peso de agua | g | 7.33 | 9.56 | 14.75 | 18.12 |
| Peso de suelo seco | g | 101.37 | 111.08 | 130.29 | 132.29 |
| Contenido de agua | % | 7.2 | 8.6 | 11.3 | 13.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.664 | 1.750 | 1.769 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.780** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.30** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeliuus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

**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** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-10** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-22 | | | | A-23 | | | | A-24 | | | |
| 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 | 12354 | | 12586 | | 11990 | | 12315 | | 11568 | | 11870 | |
| Peso de molde (g) | 7992 | | 7992 | | 7957 | | 7957 | | 7899 | | 7899 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4362 | | 4594 | | 4033 | | 4358 | | 3669 | | 3971 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2116 | | 2118 | | 2118 | | 2129 | | 2129 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.061 | | 2.171 | | 1.904 | | 2.058 | | 1.723 | | 1.865 | |
| % de humedad | 15.90 | | 21.31 | | 15.61 | | 23.80 | | 16.78 | | 25.13 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.779 | | 1.790 | | 1.647 | | 1.662 | | 1.476 | | 1.491 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 245.5 | 245.5 | 4594 | 4594 | 236.5 | 236.5 | 4358 | 4358 | 210.5 | 210.5 | 3971.0 | 3971.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 218.0 | 218.0 | 4362 | 4362 | 212.0 | 212.0 | 4033 | 4033 | 186.0 | 186.0 | 3669.0 | 3669.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 27.5 | 27.5 | 232.0 | 232.0 | 24.5 | 24.5 | 325.0 | 325.0 | 24.5 | 24.5 | 302.0 | 302.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 45 | 45 | 0 | 0 | 55 | 55 | 0 | 0 | 40 | 40 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 173.0 | 173.0 | 4285.8 | 4285.8 | 157.0 | 157.0 | 3967.6 | 3967.6 | 146.0 | 146.0 | 3615.6 | 3615.6 |
| % de humedad | 15.90 | 15.90 | 21.31 | 21.31 | 15.61 | 15.61 | 23.80 | 23.80 | 16.78 | 16.78 | 25.13 | 25.13 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.90 | | 21.31 | | 15.61 | | 23.80 | | 16.78 | | 25.13 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 09/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/05/2023 | 14.3 | 24 | 1.2 | 0.030 | | 1.1 | 0.028 | | 1.5 | 0.038 | |
| 11/05/2023 | 14.3 | 48 | 2.6 | 0.065 | | 2.9 | 0.073 | | 2.8 | 0.070 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 72 | 3.5 | 0.088 | | 3.8 | 0.095 | | 3.6 | 0.090 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 96 | 4.25 | 0.106 | | 4.58 | 0.115 | | 4.79 | 0.120 | |
| | | | 4.57 | total | 2.33 | 4.57 | total | 2.51 | 4.57 | total | 2.62 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-22 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-23 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-24 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 5 | 15 | | | 3 | 10 | | | 1 | 5 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 23 | 58 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 48 | 119 | | | 32 | 80 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 53 | 132 | 114.9 | 11.5 | 40 | 100 | 100.6 | 10.1 | 32 | 80 | 70.1 | 7.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 81 | 200 | | | 58 | 144 | | | 39 | 97 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 90 | 222 | 223.2 | 14.9 | 69 | 171 | 169.6 | 11.3 | 42 | 105 | 122.3 | 8.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 96 | 237 | | | 75 | 185 | | | 58 | 144 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 109 | 268 | | | 86 | 212 | | | 69 | 171 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 115 | 283 | | | 95 | 234 | | | 75 | 185 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 142 | 349 | | | 98 | 241 | | | 86 | 212 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

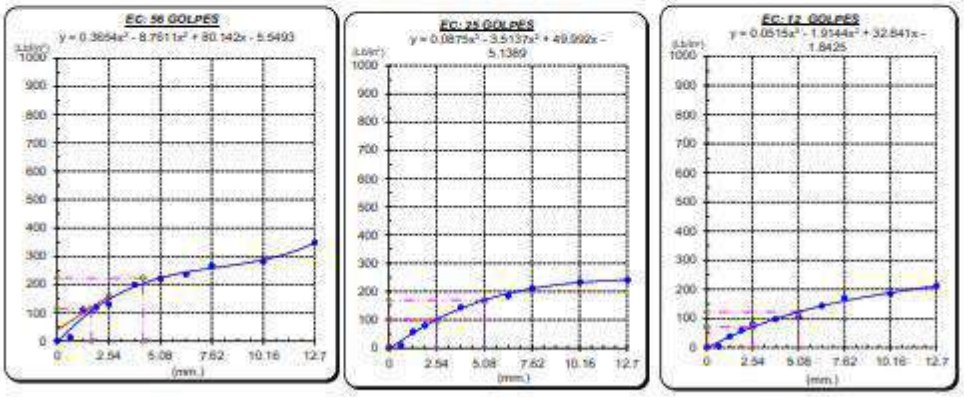



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.780 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.691 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.30 % | |

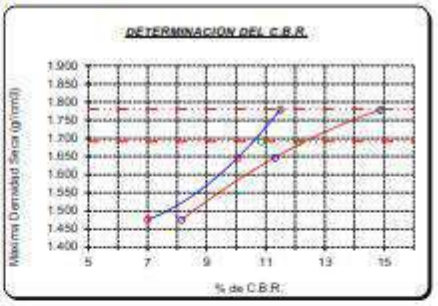
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 12 % | 15 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 11 % | 12 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-01** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

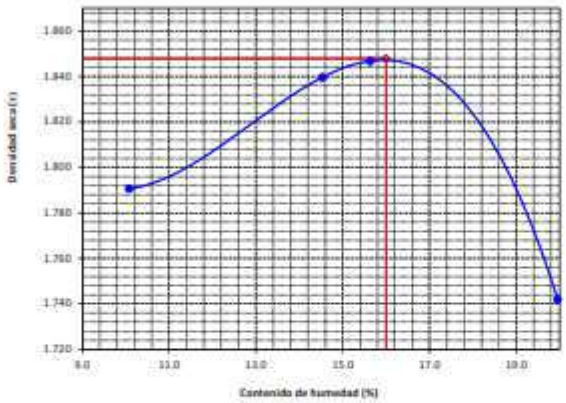
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.848** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruaden Ugaz Obillos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-01** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-13 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12882 | | 13060 | | 12890 | | 13190 | | 12554 | | 12856 | |
| Peso de molde (g) | 8894 | | 8894 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4188 | | 4366 | | 4086 | | 4386 | | 3840 | | 4142 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.073 | | 2.161 | | 1.935 | | 2.077 | | 1.810 | | 1.952 | |
| % de humedad | 12.39 | | 16.72 | | 12.59 | | 20.06 | | 12.90 | | 20.89 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.846 | | 1.852 | | 1.719 | | 1.730 | | 1.603 | | 1.615 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 97.3 | 97.3 | 4386 | 4366 | 256.5 | 256.5 | 4386 | 4386 | 136.9 | 136.9 | 4142.0 | 4142.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 90.6 | 90.6 | 4188 | 4188 | 233.0 | 233.0 | 4086 | 4086 | 126.0 | 126.0 | 3840.0 | 3840.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.7 | 6.7 | 178.0 | 178.0 | 23.5 | 23.5 | 300.0 | 300.0 | 10.9 | 10.9 | 302.0 | 302.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 36.56 | 36.56 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 41.44 | 41.44 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 54.1 | 54.1 | 4112.1 | 4112.1 | 186.7 | 186.7 | 4017.0 | 4017.0 | 84.6 | 84.6 | 3779.4 | 3779.4 |
| % de humedad | 12.39 | 12.39 | 16.72 | 16.72 | 12.59 | 12.59 | 20.06 | 20.06 | 12.90 | 12.90 | 20.89 | 20.89 |
| Promedio de Humedad (%) | 12.39 | | 16.72 | | 12.59 | | 20.06 | | 12.90 | | 20.89 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.33 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.009 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.56 | 0.014 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.45 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-13 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 10 | 27 | | | 8 | 22 | | | 7 | 19 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 20 | 51 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 76 | 188 | | | 38 | 95 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 241 | 155.4 | 15.5 | 53 | 132 | 122.3 | 12.2 | 37 | 93 | 78.7 | 7.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 115 | 283 | | | 69 | 171 | | | 42 | 105 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 126 | 310 | 297.7 | 19.8 | 78 | 193 | 193.9 | 12.9 | 53 | 132 | 141.2 | 9.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 137 | 337 | | | 86 | 212 | | | 69 | 171 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 146 | 358 | | | 93 | 229 | | | 78 | 193 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 158 | 388 | | | 101 | 249 | | | 86 | 212 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 167 | 410 | | | 115 | 283 | | | 92 | 227 | | |

Henry Rondoy Cotrina
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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*

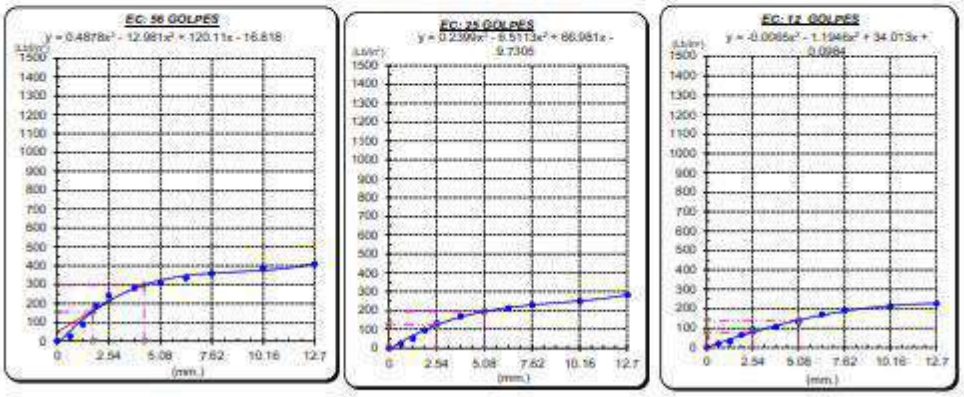



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

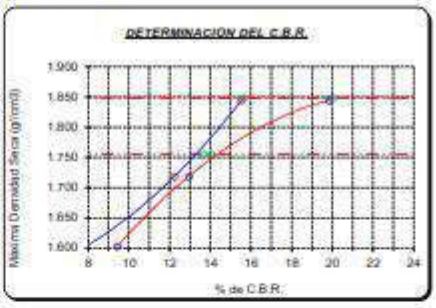
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.848 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.756 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.00 % | |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 16 % | 20 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 % | 14 % |




TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-02** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

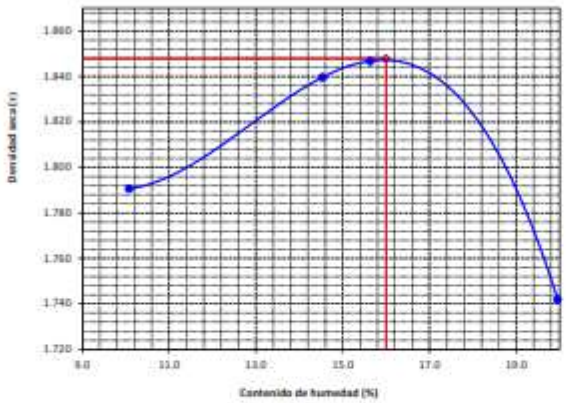
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.848 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 16.00 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Riodelencyn Ojeda
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-02** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-5 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12594 | | 12860 | | 12690 | | 13190 | | 12890 | | 13048 | |
| Peso de molde (g) | 8260 | | 8260 | | 8804 | | 8804 | | 8960 | | 8960 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4334 | | 4600 | | 4086 | | 4386 | | 3930 | | 4088 | |
| Volumen del molde (cc) | 2119 | | 2119 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.045 | | 2.171 | | 1.935 | | 2.077 | | 1.852 | | 1.926 | |
| % de humedad | 10.66 | | 16.91 | | 10.78 | | 18.25 | | 10.92 | | 15.00 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.848 | | 1.857 | | 1.746 | | 1.756 | | 1.670 | | 1.675 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 105.1 | 105.1 | 4600 | 4600 | 172.5 | 172.5 | 4386 | 4386 | 56.7 | 56.7 | 4088.0 | 4088.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 97.7 | 97.7 | 4334 | 4334 | 160.2 | 160.2 | 4086 | 4086 | 52.6 | 52.6 | 3930.0 | 3930.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.4 | 7.4 | 266.0 | 266.0 | 12.3 | 12.3 | 300.0 | 300.0 | 4.1 | 4.1 | 158.0 | 158.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.47 | 28.47 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 15.12 | 15.12 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 69.2 | 69.2 | 4256.3 | 4256.3 | 113.9 | 113.9 | 4015.9 | 4015.9 | 37.5 | 37.5 | 3865.5 | 3865.5 |
| % de humedad | 10.66 | 10.66 | 16.91 | 16.91 | 10.78 | 10.78 | 18.25 | 18.25 | 10.92 | 10.92 | 15.00 | 15.00 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.66 | | 16.91 | | 10.78 | | 18.25 | | 10.92 | | 15.00 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.4 | 0.010 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.5 | 0.013 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.9 | 0.023 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.45 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-5 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-5 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-5 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-5 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 4 | 12 | | | 6 | 17 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 20 | 51 | | | 16 | 41 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 36 | 90 | | | 23 | 58 | | | 20 | 51 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 68 | 188 | 124.2 | 12.4 | 56 | 139 | 109.9 | 11.0 | 41 | 102 | 88.6 | 8.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 79 | 196 | | | 62 | 154 | | | 56 | 139 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 92 | 227 | 229.7 | 15.3 | 79 | 195 | 185.0 | 12.3 | 63 | 156 | 156.7 | 10.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 112 | 276 | | | 81 | 200 | | | 72 | 178 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 123 | 302 | | | 93 | 229 | | | 81 | 200 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 136 | 334 | | | 101 | 249 | | | 93 | 229 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 147 | 361 | | | 112 | 276 | | | 101 | 249 | | |

Henry Eduardo Obitos
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

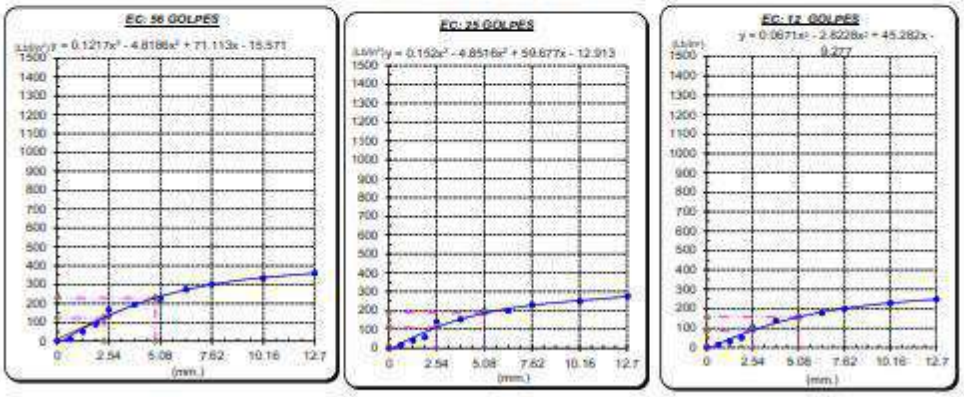



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.848 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.756 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.00 % |

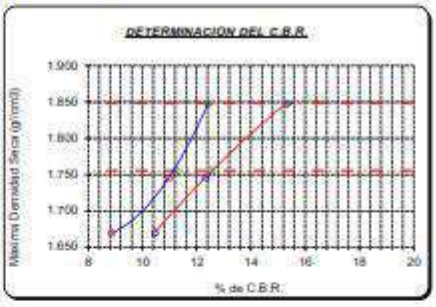
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 12 | % | 15 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 11 | % | 13 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Dolores
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-3**
MUESTRA: **M-03** PROFUNDIDAD: **0.10 m - 1.50 m**

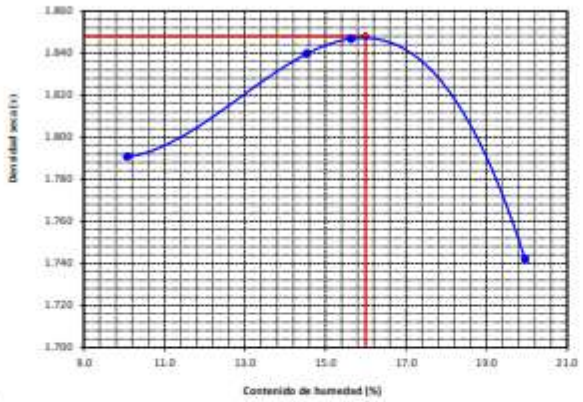
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.848** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruadencyth Ojeda Tec. Laboratorio USAT

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

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-3**
MUESTRA: **M-03** PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-10 | | | | A-11 | | | | A-12 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12580 | | 12750 | | 12290 | | 12320 | | 11520 | | 11550 | |
| Peso de molde (g) | 7749 | | 7749 | | 7755 | | 7756 | | 7639 | | 7639 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4831 | | 5001 | | 4535 | | 4565 | | 3881 | | 3911 | |
| Volumen del molde (cc) | 2120 | | 2120 | | 2112 | | 2112 | | 2113 | | 2113 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.279 | | 2.359 | | 2.147 | | 2.161 | | 1.837 | | 1.851 | |
| % de humedad | 23.80 | | 27.38 | | 22.19 | | 22.87 | | 22.95 | | 23.73 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.841 | | 1.852 | | 1.757 | | 1.759 | | 1.494 | | 1.496 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 215.6 | 215.6 | 5001 | 5001 | 196.5 | 196.5 | 4565 | 4565 | 165.9 | 165.9 | 3911.0 | 3911.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 181.0 | 181.0 | 4631 | 4631 | 172.0 | 172.0 | 4535 | 4535 | 141.0 | 141.0 | 3881.0 | 3881.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 34.6 | 34.6 | 170.0 | 170.0 | 26.5 | 26.5 | 30.0 | 30.0 | 24.9 | 24.9 | 30.0 | 30.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.6 | 35.6 | 0 | 0 | 52.6 | 52.6 | 0 | 0 | 32.5 | 32.5 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 145.4 | 145.4 | 4743.7 | 4743.7 | 119.4 | 119.4 | 4496.7 | 4496.7 | 108.5 | 108.5 | 3823.9 | 3823.9 |
| % de humedad | 23.80 | 23.80 | 27.38 | 27.38 | 22.19 | 22.19 | 22.87 | 22.87 | 22.95 | 22.95 | 23.73 | 23.73 |
| Promedio de Humedad (%) | 23.80 | | 27.38 | | 22.19 | | 22.87 | | 22.95 | | 23.73 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 0.3 | 0.005 | | 0.6 | 0.015 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 0.7 | 0.018 | | 0.9 | 0.023 | | 0.8 | 0.020 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 1.1 | 0.028 | | 1.2 | 0.030 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 1.1 | 0.028 | | 1.4 | 0.035 | | 1.8 | 0.045 | |
| | | | 4.57 | total | 0.80 | 4.57 | total | 0.77 | 4.57 | total | 0.99 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-10 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | | MOLDE Nº A-12 | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 39 | 73 | | | 18 | 46 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 32 | 80 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 85 | 210 | | | 42 | 105 | | | 34 | 85 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 115 | 283 | 135.1 | 13.5 | 51 | 127 | 129.3 | 12.9 | 41 | 102 | 102.4 | 10.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 69 | 171 | | | 56 | 139 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 136 | 334 | 290.9 | 19.4 | 78 | 193 | 197.4 | 13.2 | 69 | 171 | 167.0 | 11.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 145 | 356 | | | 83 | 205 | | | 72 | 178 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 158 | 388 | | | 92 | 227 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 163 | 400 | | | 101 | 249 | | | 91 | 224 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 175 | 429 | | | 112 | 276 | | | 98 | 241 | | |

Henry Eduardo Orbitas
Tec. Laboratorio
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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*

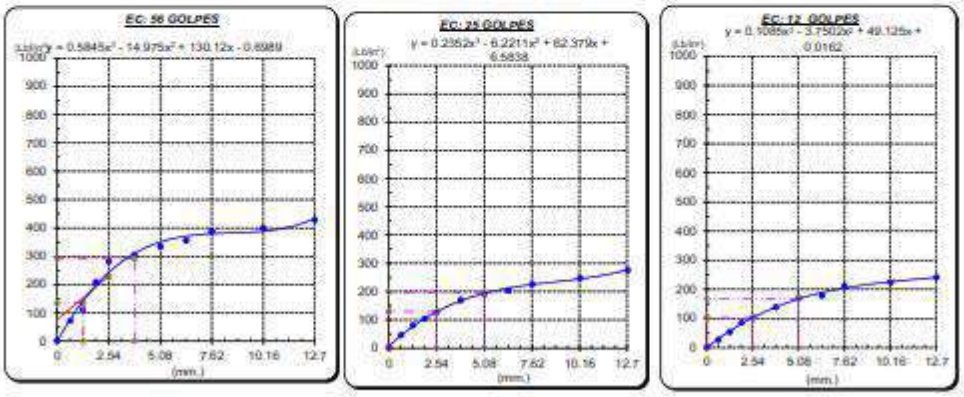



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.848 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.756 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.00 % | |

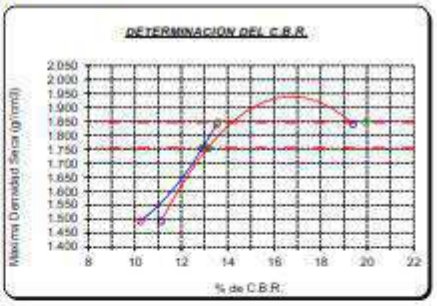
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 % | 20 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 13 % | 13 % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACION DEL C.B.R.*




Henry Rivadeneyra Obiticus
Téc. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-3**
MUESTRA: **M-04** PROFUNDIDAD: **0.10 m - 1.50 m**

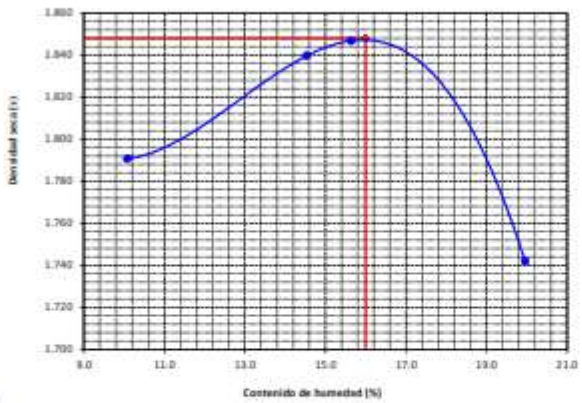
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.848 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 16.00 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Alexander Mejía Obiticos
Ing. Laboratorista USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-3**
MUESTRA: **M-04** PROFUNDIDAD: 0.10 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-13 | | | | A-14 | | | | A-15 | | | |
| 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 | 12390 | | 12680 | | 12220 | | 12630 | | 11720 | | 12145 | |
| Peso de molde (g) | 7821 | | 7821 | | 7808 | | 7808 | | 8003 | | 8003 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4569 | | 4859 | | 4412 | | 4872 | | 3717 | | 4142 | |
| Volumen del molde (cc) | 2120 | | 2120 | | 2112 | | 2112 | | 2113 | | 2113 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.155 | | 2.292 | | 2.089 | | 2.307 | | 1.759 | | 1.960 | |
| % de humedad | 16.55 | | 23.02 | | 16.34 | | 26.96 | | 16.62 | | 28.23 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.849 | | 1.863 | | 1.796 | | 1.817 | | 1.508 | | 1.529 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 215.6 | 215.6 | 4859 | 4859 | 263.5 | 263.5 | 4872 | 4872 | 231.5 | 231.5 | 4142.0 | 4142.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 194.0 | 194.0 | 4569 | 4569 | 234.0 | 234.0 | 4412 | 4412 | 206.0 | 206.0 | 3717.0 | 3717.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 21.6 | 21.6 | 290.0 | 290.0 | 29.5 | 29.5 | 460.0 | 460.0 | 25.5 | 25.5 | 425.0 | 425.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 63.5 | 63.5 | 0 | 0 | 53.5 | 53.5 | 0 | 0 | 52.6 | 52.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 130.5 | 130.5 | 4486.0 | 4486.0 | 180.5 | 180.5 | 4334.2 | 4334.2 | 153.4 | 153.4 | 3661.8 | 3661.8 |
| % de humedad | 16.55 | 16.55 | 23.02 | 23.02 | 16.34 | 16.34 | 26.96 | 26.96 | 16.62 | 16.62 | 28.23 | 28.23 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.55 | | 23.02 | | 16.34 | | 26.96 | | 16.62 | | 28.23 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 0.3 | 0.005 | | 0.3 | 0.005 | | 0.3 | 0.008 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 0.4 | 0.010 | | 0.6 | 0.015 | | 0.6 | 0.015 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 0.6 | 0.015 | | 0.8 | 0.020 | | 0.8 | 0.020 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 0.8 | 0.020 | | 0.9 | 0.023 | | 1 | 0.025 | |
| | | | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.55 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-14 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-15 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 31 | 54 | | | 16 | 41 | | | 10 | 37 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 46 | 115 | | | 36 | 90 | | | 27 | 88 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 95 | 234 | | | 51 | 127 | | | 36 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 136 | 334 | 180.3 | 18.0 | 75 | 189 | 162.1 | 16.2 | 48 | 119 | 107.0 | 10.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 145 | 363 | | | 86 | 212 | | | 56 | 139 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 156 | 383 | 388.7 | 24.4 | 95 | 241 | 253.3 | 16.9 | 66 | 168 | 177.1 | 11.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 168 | 412 | | | 112 | 276 | | | 78 | 193 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 170 | 417 | | | 124 | 305 | | | 95 | 234 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 189 | 463 | | | 136 | 334 | | | 105 | 258 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 148 | 363 | | | 112 | 276 | | |

Henry Rivadeneyra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

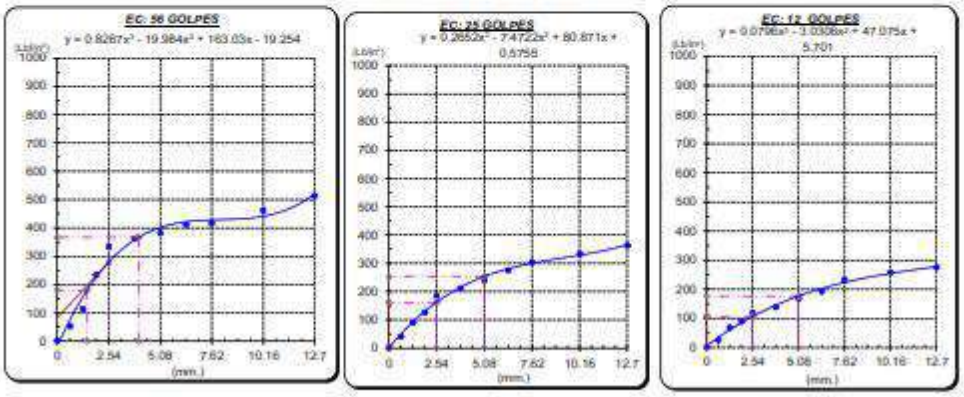



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

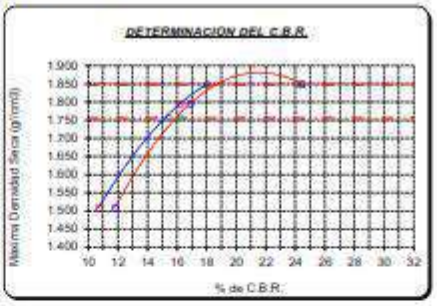
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.848 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.756 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.00 % | |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 % | 24 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 % | 16 % |




Henry Rivadeneyra Obiricua
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-05**
PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

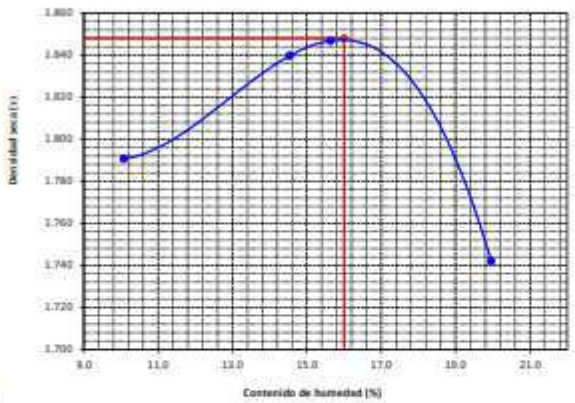
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | T-16 | F-3 | C-4 | M3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.848 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 16.00 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Heinz Rivadeneyra Obiticos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-05** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-13 | | | | A-14 | | | | A-15 | | | |
| 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 | 12989 | | 13210 | | 12310 | | 12350 | | 11958 | | 11994 | |
| Peso de molde (g) | 7821 | | 7821 | | 7808 | | 7808 | | 8003 | | 8003 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 5168 | | 5389 | | 4502 | | 4542 | | 3955 | | 3991 | |
| Volumen del molde (cc) | 2280 | | 2280 | | 2112 | | 2112 | | 2213 | | 2213 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.267 | | 2.364 | | 2.132 | | 2.151 | | 1.787 | | 1.803 | |
| % de humedad | 22.93 | | 27.29 | | 22.87 | | 23.77 | | 23.13 | | 24.05 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.844 | | 1.857 | | 1.735 | | 1.738 | | 1.452 | | 1.454 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 296.5 | 296.5 | 5389 | 5389 | 265.5 | 265.5 | 4542 | 4542 | 236.5 | 236.5 | 3991.0 | 3991.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 248.0 | 248.0 | 5168 | 5168 | 224.0 | 224.0 | 4502 | 4502 | 199.5 | 199.5 | 3955.0 | 3955.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 48.5 | 48.5 | 221.0 | 221.0 | 41.5 | 41.5 | 40.0 | 40.0 | 37.0 | 37.0 | 36.0 | 36.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 36.5 | 36.5 | 0 | 0 | 42.5 | 42.5 | 0 | 0 | 39.5 | 39.5 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 211.5 | 211.5 | 5074.4 | 5074.4 | 181.5 | 181.5 | 4425.2 | 4425.2 | 160.0 | 160.0 | 3898.4 | 3898.4 |
| % de humedad | 22.93 | 22.93 | 27.29 | 27.29 | 22.87 | 22.87 | 23.77 | 23.77 | 23.13 | 23.13 | 24.05 | 24.05 |
| Promedio de Humedad (%) | 22.93 | | 27.29 | | 22.87 | | 23.77 | | 23.13 | | 24.05 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/05/2023 | 14.3 | 24 | 0.4 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | | 0.2 | 0.005 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 48 | 0.5 | 0.013 | | 0.8 | 0.020 | | 0.4 | 0.010 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.9 | 0.023 | | 0.8 | 0.020 | |
| 14/05/2023 | 14.3 | 96 | 1 | 0.025 | | 1.1 | 0.028 | | 1.1 | 0.028 | |
| | | | 4.57 | total | 0.55 | 4.57 | total | 0.60 | 4.57 | total | 0.60 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-14 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-15 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 90 | 234 | | | 20 | 51 | | | 15 | 39 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 125 | 307 | | | 65 | 151 | | | 32 | 80 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 165 | 405 | | | 76 | 168 | | | 46 | 115 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 192 | 466 | 212.3 | 21.2 | 82 | 202 | 183.8 | 18.4 | 59 | 146 | 129.8 | 13.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 210 | 515 | | | 92 | 227 | | | 63 | 156 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 236 | 578 | 518.9 | 34.6 | 102 | 251 | 287.3 | 19.2 | 76 | 188 | 202.5 | 13.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 275 | 673 | | | 112 | 276 | | | 95 | 234 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 280 | 685 | | | 134 | 329 | | | 101 | 249 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 301 | 736 | | | 196 | 480 | | | 121 | 298 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 315 | 770 | | | 204 | 500 | | | 142 | 349 | | |

Henry Rivadeneyra Obiticus
Téc. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre del 2023 |

M-05

**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*

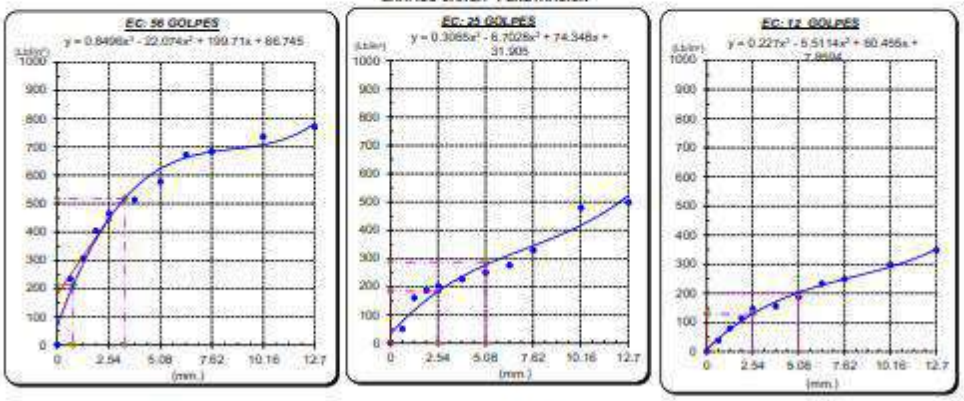



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.848 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.756 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.00 % | |

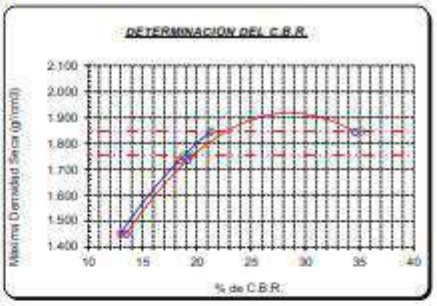
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 21 % | 35 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 19 % | 20 % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACION DEL C.B.R.*




Henry Rivadeneyra Obregón
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-06** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

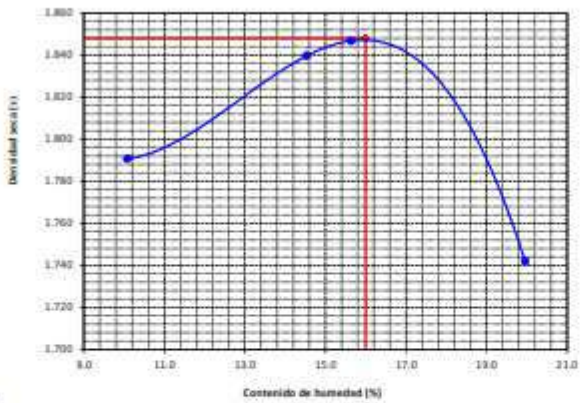
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | T-16 | F-3 | C-4 | M3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.848** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-06** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-16 | | | | A-17 | | | | A-18 | | | |
| 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 | 12765 | | 13210 | | 12310 | | 12590 | | 11768 | | 12214 | |
| Peso de molde (g) | 7825 | | 7835 | | 7788 | | 7788 | | 7730 | | 7730 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4940 | | 5375 | | 4522 | | 4792 | | 4038 | | 4484 | |
| Volumen del molde (cc) | 2280 | | 2280 | | 2112 | | 2112 | | 2113 | | 2113 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.167 | | 2.357 | | 2.141 | | 2.269 | | 1.911 | | 2.122 | |
| % de humedad | 15.94 | | 25.14 | | 22.10 | | 28.17 | | 23.78 | | 34.99 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.868 | | 1.884 | | 1.754 | | 1.770 | | 1.544 | | 1.572 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 156.5 | 156.5 | 5375 | 5375 | 296.5 | 296.5 | 4792 | 4792 | 296.5 | 296.5 | 4484.0 | 4484.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 140.0 | 140.0 | 4930 | 4930 | 254.0 | 254.0 | 4522 | 4522 | 248.0 | 248.0 | 4038.0 | 4038.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 16.5 | 16.5 | 445.0 | 445.0 | 44.5 | 44.5 | 270.0 | 270.0 | 50.5 | 50.5 | 446.0 | 446.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 36.5 | 36.5 | 0 | 0 | 52.6 | 52.6 | 0 | 0 | 35.6 | 35.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 103.5 | 103.5 | 4839.7 | 4839.7 | 201.4 | 201.4 | 4444.1 | 4444.1 | 212.4 | 212.4 | 3976.6 | 3976.6 |
| % de humedad | 15.94 | 15.94 | 25.14 | 25.14 | 22.10 | 22.10 | 28.17 | 28.17 | 23.78 | 23.78 | 34.99 | 34.99 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.94 | | 25.14 | | 22.10 | | 28.17 | | 23.78 | | 34.99 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/05/2023 | 14.3 | 24 | 0.45 | 0.011 | | 0.4 | 0.010 | | 0.3 | 0.008 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.8 | 0.020 | | 0.7 | 0.018 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 72 | 1.1 | 0.028 | | 1.2 | 0.030 | | 1.1 | 0.028 | |
| 14/05/2023 | 14.3 | 96 | 1.5 | 0.038 | | 1.6 | 0.040 | | 1.8 | 0.045 | |
| | | | 4.57 | total | 0.82 | 4.57 | total | 0.88 | 4.57 | total | 0.99 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-16 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-17 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-18 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 45 | 112 | | | 21 | 54 | | | 13 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 104 | 256 | | | 59 | 146 | | | 32 | 80 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 148 | 363 | | | 83 | 156 | | | 42 | 106 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 210 | 515 | 256.5 | 25.6 | 79 | 195 | 177.5 | 17.8 | 56 | 139 | 123.9 | 12.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 245 | 600 | | | 86 | 210 | | | 62 | 154 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 251 | 614 | 589.4 | 39.3 | 96 | 237 | 251.1 | 16.7 | 71 | 176 | 188.1 | 12.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 263 | 644 | | | 101 | 249 | | | 82 | 202 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 274 | 671 | | | 115 | 283 | | | 93 | 229 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 281 | 688 | | | 132 | 324 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 301 | 736 | | | 140 | 344 | | | 114 | 280 | | |

Heriberto Rodriguez Obitos
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre del 2023 |

**M-06**

**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***

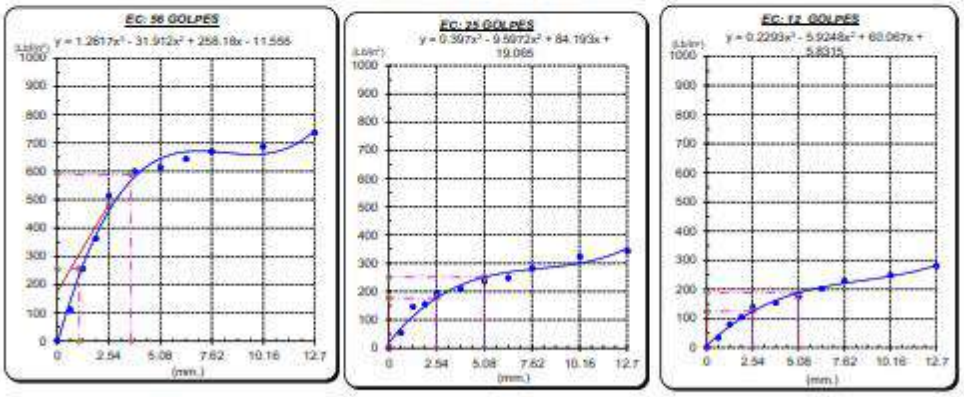



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.848 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.756 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 16.00 % | |

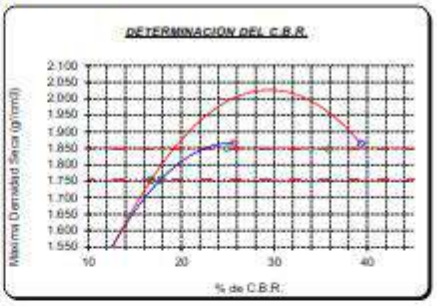
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 25 | % | 36 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 18 | % | 17 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rondoy Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-3**
MUESTRA: **M-07** PROFUNDIDAD: **0.10 m - 1.50 m**

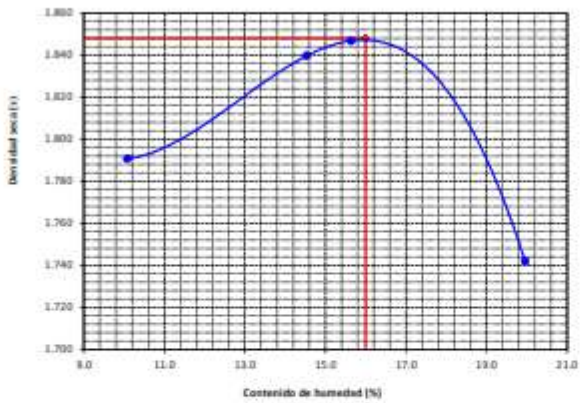
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.848** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-3**
MUESTRA : **M-07** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-19 | | | | A-20 | | | | A-21 | | | |
| 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 | 12210 | | 12490 | | 12090 | | 12230 | | 11490 | | 11660 | |
| Peso de molde (g) | 7649 | | 7649 | | 7728 | | 7728 | | 7756 | | 7756 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4561 | | 4841 | | 4362 | | 4502 | | 3734 | | 3904 | |
| Volumen del molde (cc) | 2120 | | 2120 | | 2112 | | 2112 | | 2113 | | 2113 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.151 | | 2.283 | | 2.065 | | 2.132 | | 1.767 | | 1.847 | |
| % de humedad | 16.46 | | 22.71 | | 17.04 | | 20.31 | | 17.89 | | 23.05 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.847 | | 1.861 | | 1.765 | | 1.772 | | 1.499 | | 1.500 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 198.0 | 198.0 | 4841 | 4841 | 210.5 | 210.5 | 4502 | 4502 | 246.5 | 246.5 | 3924.0 | 3924.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 178.0 | 178.0 | 4561 | 4561 | 184.6 | 184.6 | 4362 | 4362 | 216.0 | 216.0 | 3734.0 | 3734.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 20.0 | 20.0 | 280.0 | 280.0 | 25.9 | 25.9 | 140.0 | 140.0 | 30.5 | 30.5 | 190.0 | 190.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 56.5 | 56.5 | 0 | 0 | 32.6 | 32.6 | 0 | 0 | 45.5 | 45.5 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 121.5 | 121.5 | 4478.3 | 4478.3 | 152.0 | 152.0 | 4286.4 | 4286.4 | 170.5 | 170.5 | 3678.9 | 3678.9 |
| % de humedad | 16.46 | 16.46 | 22.71 | 22.71 | 17.04 | 17.04 | 20.31 | 20.31 | 17.89 | 17.89 | 23.05 | 23.05 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.46 | | 22.71 | | 17.04 | | 20.31 | | 17.89 | | 23.05 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 0.38 | 0.009 | | 0.48 | 0.012 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 0.8 | 0.020 | | 0.68 | 0.017 | | 0.8 | 0.020 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 0.95 | 0.024 | | 0.79 | 0.020 | | 0.9 | 0.023 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 1.1 | 0.028 | | 1.2 | 0.030 | | 1.5 | 0.038 | |
| | | | 4.57 | total | 0.80 | 4.57 | total | 0.88 | 4.57 | total | 0.82 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-19 | | | | MOLDE Nº A-20 | | | | MOLDE Nº A-21 | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 36 | 234 | | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 115 | 283 | | | 69 | 171 | | | 32 | 80 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 180 | 441 | | | 72 | 178 | | | 46 | 115 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 210 | 515 | 241.0 | 24.1 | 75 | 185 | 184.0 | 18.4 | 52 | 129 | 128.7 | 12.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 224 | 549 | | | 86 | 212 | | | 67 | 166 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 231 | 566 | 610.9 | 40.7 | 92 | 227 | 258.5 | 17.2 | 76 | 188 | 192.5 | 12.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 243 | 595 | | | 112 | 276 | | | 82 | 202 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 256 | 627 | | | 120 | 295 | | | 91 | 224 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 268 | 656 | | | 134 | 329 | | | 98 | 241 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 290 | 710 | | | 153 | 376 | | | 112 | 276 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

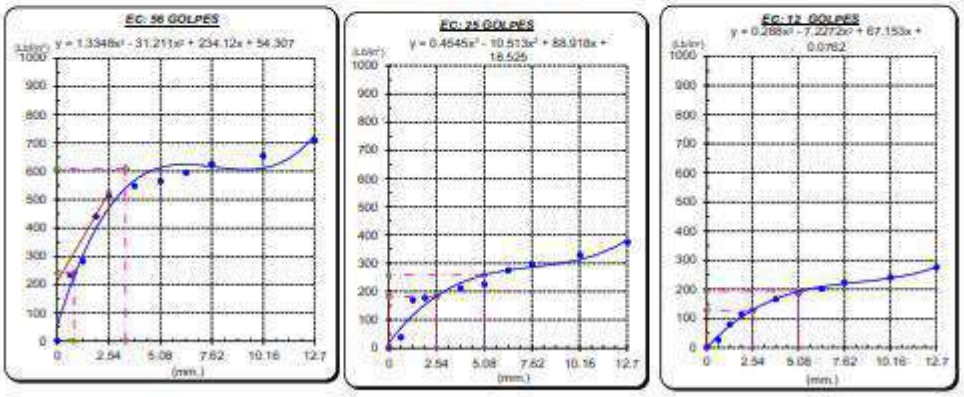



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.848 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.756 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.00 % | |

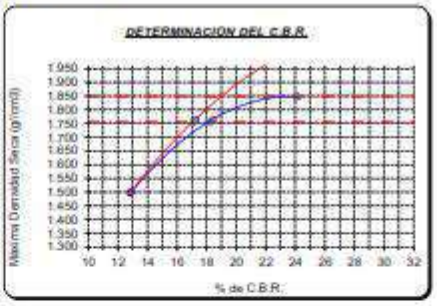
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 24 % | 41 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 18 % | 17 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-08** PROFUNDIDAD: **0.10 m - 1.50 m**

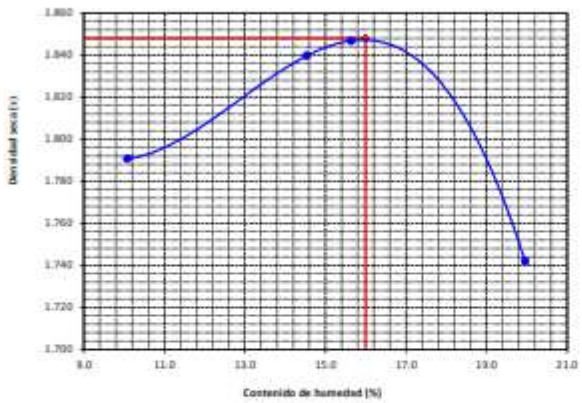
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.848 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 16.00 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-08** PROFUNDIDAD : 0.10 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-3 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 13299 | | 13280 | | 12990 | | 12820 | | 12160 | | 12165 | |
| Peso de molde (g) | 8473 | | 8473 | | 8281 | | 8281 | | 8029 | | 8029 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4826 | | 4807 | | 4709 | | 4539 | | 4131 | | 4136 | |
| Volumen del molde (cc) | 2120 | | 2120 | | 2112 | | 2112 | | 2113 | | 2113 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.276 | | 2.267 | | 2.230 | | 2.149 | | 1.955 | | 1.957 | |
| % de humedad | 23.81 | | 23.40 | | 23.44 | | 19.77 | | 23.34 | | 23.46 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.839 | | 1.837 | | 1.806 | | 1.794 | | 1.585 | | 1.585 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 185.9 | 185.9 | 4807 | 4807 | 240.5 | 240.5 | 4539 | 4539 | 263.5 | 263.5 | 4136.0 | 4136.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 157.0 | 157.0 | 4826 | 4826 | 201.0 | 201.0 | 4709 | 4709 | 221.0 | 221.0 | 4131.0 | 4131.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 28.9 | 28.9 | -19.0 | -19.0 | 39.5 | 39.5 | -170.0 | -170.0 | 42.5 | 42.5 | 5.0 | 5.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.6 | 35.6 | 0 | 0 | 32.5 | 32.5 | 0 | 0 | 38.9 | 38.9 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 121.4 | 121.4 | 4738.9 | 4738.9 | 168.5 | 168.5 | 4625.5 | 4625.5 | 182.1 | 182.1 | 4066.5 | 4066.5 |
| % de humedad | 23.81 | 23.81 | 23.40 | 23.40 | 23.44 | 23.44 | 19.77 | 19.77 | 23.34 | 23.34 | 23.46 | 23.46 |
| Promedio de Humedad (%) | 23.81 | | 23.40 | | 23.44 | | 19.77 | | 23.34 | | 23.46 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 01/09/2022 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02/09/2022 | 14.3 | 24 | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | | 0.25 | 0.006 | |
| 03/09/2022 | 14.3 | 48 | 0.75 | 0.020 | | 0.95 | 0.025 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 72 | 0.95 | 0.024 | | 1.4 | 0.035 | | 1.4 | 0.035 | |
| 04/09/2022 | 14.3 | 96 | 1.2 | 0.030 | | 1.6 | 0.040 | | 1.8 | 0.045 | |
| | | | 4.57 | total | 0.88 | 4.57 | total | 0.88 | 4.57 | total | 0.99 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | 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" | | 30 | 76 | | | 19 | 49 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 86 | 212 | | | 72 | 178 | | | 42 | 105 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 104 | 256 | | | 82 | 202 | | | 63 | 156 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 124 | 305 | 184.7 | 18.5 | 93 | 229 | 201.1 | 20.1 | 72 | 178 | 169.0 | 16.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 136 | 334 | | | 112 | 276 | | | 95 | 234 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 152 | 373 | 373.7 | 24.9 | 126 | 310 | 309.9 | 20.7 | 104 | 256 | 270.2 | 18.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 175 | 429 | | | 142 | 349 | | | 112 | 276 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 196 | 480 | | | 165 | 405 | | | 135 | 334 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 172 | 422 | | | 158 | 388 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 242 | 593 | | | 180 | 441 | | | 162 | 398 | | |

Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

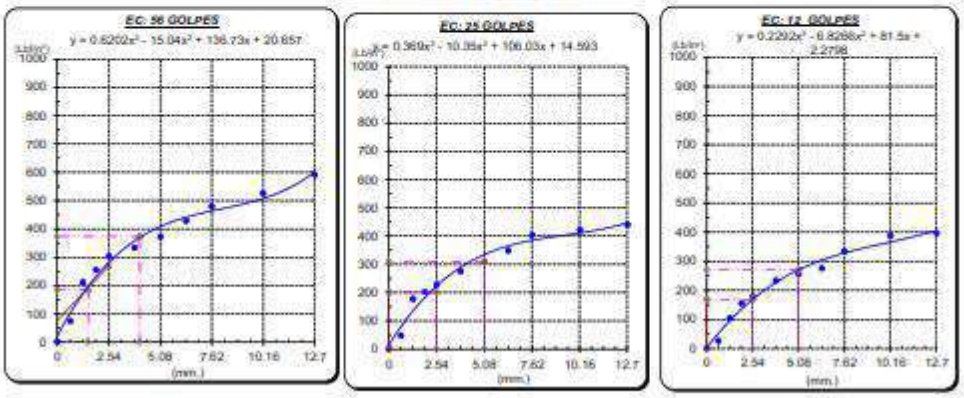



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

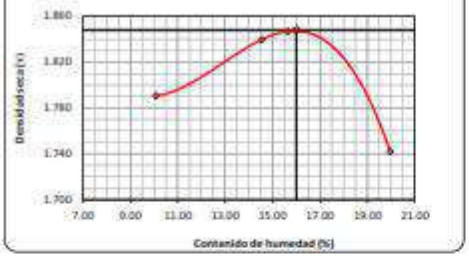
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.848 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.756 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.00 % | |

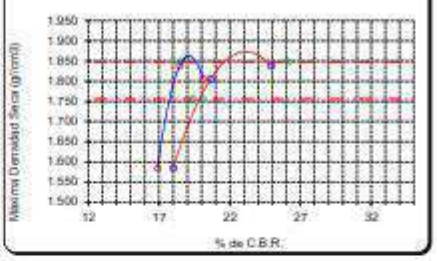
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 19 % | 26 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 19 % | 20 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-09** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

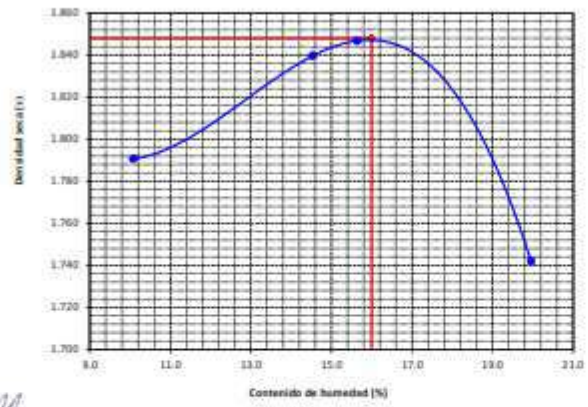
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | T-16 | F-3 | C-4 | M3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.848** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruadencuro Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-09** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-3 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 13282 | | 13490 | | 12760 | | 12990 | | 12298 | | 12484 | |
| Peso de molde (g) | 8295 | | 8295 | | 8295 | | 8295 | | 8453 | | 8453 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4987 | | 5195 | | 4365 | | 4695 | | 3845 | | 4031 | |
| Volumen del molde (cc) | 2280 | | 2280 | | 2112 | | 2112 | | 2113 | | 2113 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.187 | | 2.279 | | 2.067 | | 2.171 | | 1.820 | | 1.908 | |
| % de humedad | 17.95 | | 22.19 | | 18.55 | | 23.67 | | 18.98 | | 23.89 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.854 | | 1.865 | | 1.743 | | 1.756 | | 1.529 | | 1.540 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 145.6 | 145.6 | 5195 | 5195 | 189.5 | 189.5 | 4585 | 4585 | 265.0 | 265.0 | 4031.0 | 4031.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 129.0 | 129.0 | 4987 | 4987 | 164.0 | 164.0 | 4365 | 4365 | 230.0 | 230.0 | 3845.0 | 3845.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 16.6 | 16.6 | 208.0 | 208.0 | 25.5 | 25.5 | 220.0 | 220.0 | 35.0 | 35.0 | 186.0 | 186.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 36.5 | 36.5 | 0 | 0 | 26.5 | 26.5 | 0 | 0 | 45.6 | 45.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 92.5 | 92.5 | 4896.2 | 4896.2 | 137.5 | 137.5 | 4290.2 | 4290.2 | 184.4 | 184.4 | 3787.1 | 3787.1 |
| % de humedad | 17.95 | 17.95 | 22.19 | 22.19 | 18.55 | 18.55 | 23.67 | 23.67 | 18.98 | 18.98 | 23.89 | 23.89 |
| Promedio de Humedad (%) | 17.95 | | 22.19 | | 18.55 | | 23.67 | | 18.98 | | 23.89 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/05/2023 | 14.3 | 24 | 0.35 | 0.009 | | 0.55 | 0.014 | | 0.35 | 0.009 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 48 | 0.75 | 0.019 | | 0.85 | 0.022 | | 0.75 | 0.019 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 72 | 0.95 | 0.024 | | 1.05 | 0.026 | | 0.95 | 0.024 | |
| 14/05/2023 | 14.3 | 96 | 1.2 | 0.030 | | 1.3 | 0.033 | | 1.4 | 0.035 | |
| | | | 4.57 | total | 0.86 | 4.57 | total | 0.71 | 4.57 | total | 0.77 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 48 | 119 | | | 15 | 39 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 98 | 237 | | | 43 | 107 | | | 25 | 63 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 128 | 310 | | | 66 | 168 | | | 34 | 85 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 165 | 405 | 208.8 | 20.9 | 72 | 178 | 177.8 | 17.8 | 46 | 115 | 106.6 | 10.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 178 | 437 | | | 92 | 227 | | | 58 | 144 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 192 | 471 | 489.8 | 30.8 | 105 | 258 | 274.3 | 18.3 | 67 | 166 | 176.4 | 11.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 205 | 502 | | | 112 | 276 | | | 82 | 202 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 215 | 527 | | | 119 | 293 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 213 | 536 | | | 127 | 312 | | | 102 | 251 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 221 | 541 | | | 134 | 329 | | | 114 | 280 | | |

Bach. Ing. Civil Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre del 2023 |

M-09

**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*

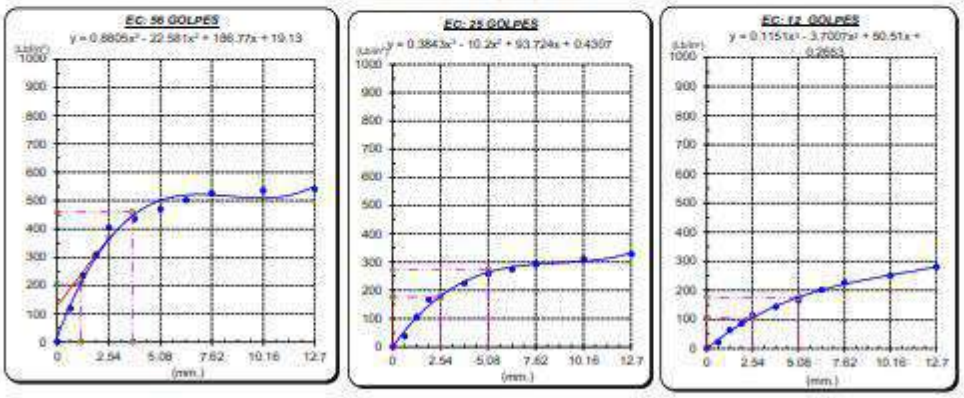



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.848 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.756 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.00 % | |

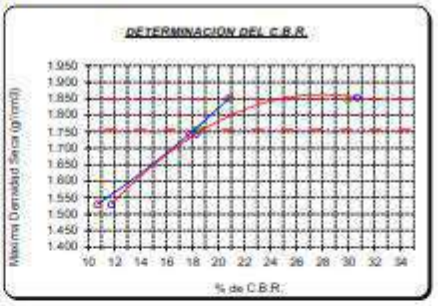
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 21 % | 30 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 18 % | 19 % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACION DEL C.B.R.*




Henry Rueda Obiticos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-10** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

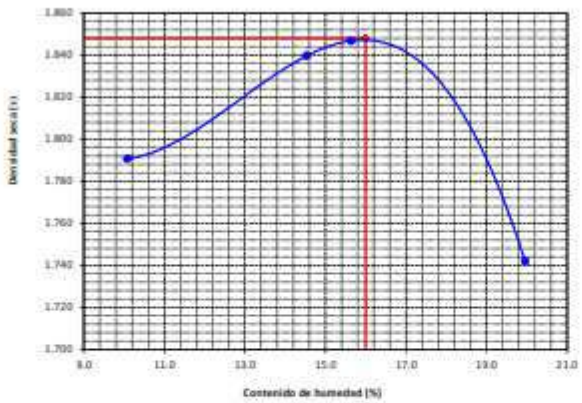
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5980 | 6104 | 6130 | 6088 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1797.48 | 1921.48 | 1947.48 | 1905.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.971 | 2.107 | 2.136 | 2.090 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | T-16 | F-3 | C-4 | M3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 205.00 | 213.65 | 200.29 | 218.90 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 192.00 | 194.53 | 182.24 | 192.69 |
| Peso de tara | g | 62.99 | 62.99 | 66.80 | 61.35 |
| Peso de agua | g | 13 | 19.12 | 18.05 | 26.21 |
| Peso de suelo seco | g | 129.01 | 131.54 | 115.44 | 131.34 |
| Contenido de agua | % | 10.1 | 14.5 | 15.6 | 20.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.791 | 1.840 | 1.847 | 1.742 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.848** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Hervin Ravelo Obiticus
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-10** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-22 | | | | A-23 | | | | A-24 | | | |
| 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 | 12822 | | 12900 | | 12520 | | 12610 | | 11988 | | 12124 | |
| Peso de molde (g) | 7957 | | 7957 | | 7957 | | 7957 | | 7899 | | 7899 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4865 | | 4943 | | 4563 | | 4653 | | 4089 | | 4225 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2129 | | 2129 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.299 | | 2.336 | | 2.161 | | 2.203 | | 1.921 | | 1.984 | |
| % de humedad | 18.33 | | 19.96 | | 18.32 | | 20.33 | | 20.00 | | 23.38 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.943 | | 1.947 | | 1.826 | | 1.831 | | 1.601 | | 1.608 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 298.6 | 298.6 | 4943 | 4943 | 210.5 | 210.5 | 4653 | 4653 | 210.5 | 210.5 | 4225.0 | 4225.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 258.0 | 258.0 | 4865 | 4865 | 185.0 | 185.0 | 4563 | 4563 | 184.0 | 184.0 | 4089.0 | 4089.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 40.6 | 40.6 | 78.0 | 78.0 | 25.5 | 25.5 | 90.0 | 90.0 | 26.5 | 26.5 | 136.0 | 136.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 36.5 | 36.5 | 0 | 0 | 45.8 | 45.8 | 0 | 0 | 51.5 | 51.5 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 221.5 | 221.5 | 4772.3 | 4772.3 | 139.2 | 139.2 | 4481.2 | 4481.2 | 132.5 | 132.5 | 4024.6 | 4024.6 |
| % de humedad | 18.33 | 18.33 | 19.96 | 19.96 | 18.32 | 18.32 | 20.33 | 20.33 | 20.00 | 20.00 | 23.38 | 23.38 |
| Promedio de Humedad (%) | 18.33 | | 19.96 | | 18.32 | | 20.33 | | 20.00 | | 23.38 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 10/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11/05/2023 | 14.3 | 24 | 0.2 | 0.005 | | 0.3 | 0.008 | | 0.4 | 0.010 | |
| 12/05/2023 | 14.3 | 48 | 0.6 | 0.015 | | 0.4 | 0.010 | | 0.6 | 0.015 | |
| 13/05/2023 | 14.3 | 72 | 0.8 | 0.020 | | 0.65 | 0.016 | | 0.8 | 0.020 | |
| 14/05/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 1 | 0.025 | | 1.2 | 0.030 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.55 | 4.57 | total | 0.66 |

| PENETRACIÓN | | | | | MOLDE Nº A-22 | | | | MOLDE Nº A-23 | | | | MOLDE Nº A-24 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 38 | 66 | | | 14 | 36 | | | 10 | 37 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 32 | 80 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 75 | 185 | | | 46 | 115 | | | 37 | 93 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 89 | 219 | 186.3 | 18.6 | 66 | 168 | 150.1 | 15.0 | 43 | 107 | 102.7 | 10.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 105 | 258 | | | 75 | 185 | | | 56 | 139 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 114 | 280 | 362.7 | 24.2 | 86 | 212 | 228.9 | 15.3 | 62 | 154 | 163.2 | 10.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 126 | 310 | | | 92 | 227 | | | 73 | 180 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 132 | 324 | | | 105 | 258 | | | 81 | 200 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 149 | 366 | | | 114 | 280 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 152 | 373 | | | 129 | 317 | | | 101 | 249 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre del 2023 |

M-10

**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*

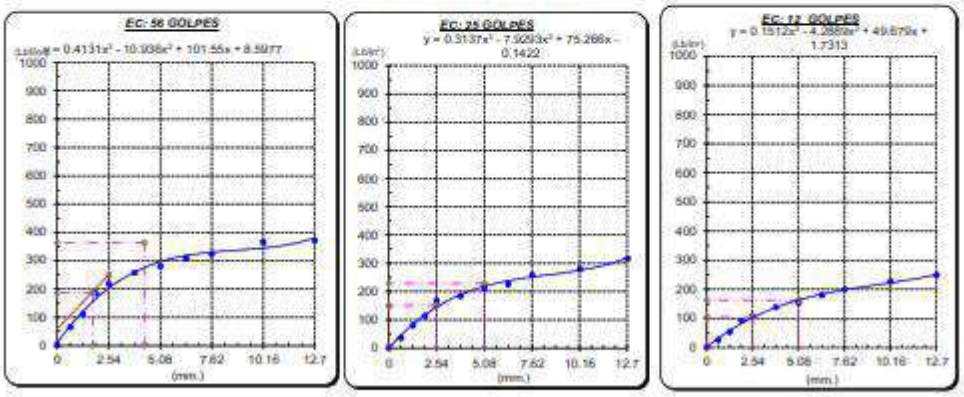



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.848 | g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.756 | g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.00 | % |

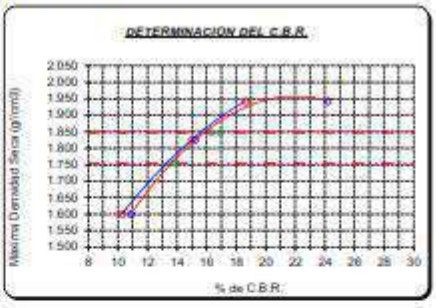
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 16 | % | 17 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 | % | 14 | % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACIÓN DEL C.B.R.*




Henry Rivadeneyra Obiticos
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-04**
MUESTRA: **M-1** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

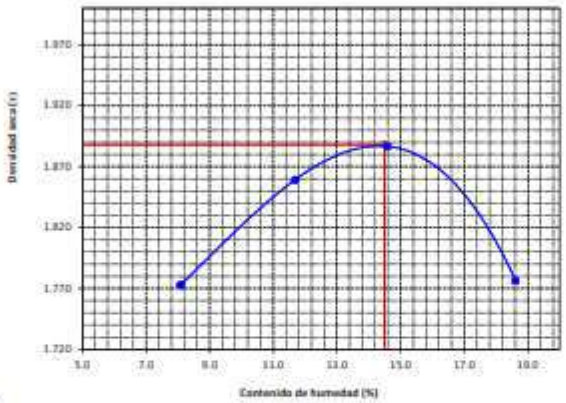
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5930 | 6076 | 6154 | 6104 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1747.48 | 1893.48 | 1971.48 | 1921.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.916 | 2.076 | 2.162 | 2.107 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 260.42 | 210.21 | 209.90 | 189.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 236.77 | 193.15 | 188.07 | 165.80 |
| Peso de tara | g | 68.03 | 47.14 | 38.49 | 38.49 |
| Peso de agua | g | 13.65 | 17.06 | 21.83 | 23.7 |
| Peso de suelo seco | g | 168.74 | 146.01 | 149.58 | 127.31 |
| Contenido de agua | % | 8.1 | 11.7 | 14.6 | 18.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.773 | 1.859 | 1.887 | 1.776 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.888 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 14.50 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-04**
MUESTRA: **M-1** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-3 | | | | A-8 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12280 | | 12654 | | 12090 | | 13290 | | 12228 | | 12674 | |
| Peso de molde (g) | 8668 | | 8668 | | 8804 | | 8804 | | 8692 | | 8692 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3612 | | 3986 | | 4186 | | 4486 | | 3536 | | 3982 | |
| Volumen del molde (cc) | 1820 | | 1820 | | 2112 | | 2112 | | 2019 | | 2019 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.985 | | 2.190 | | 1.982 | | 2.124 | | 1.751 | | 1.972 | |
| % de humedad | 13.58 | | 24.11 | | 13.91 | | 21.20 | | 9.96 | | 22.77 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.747 | | 1.765 | | 1.740 | | 1.753 | | 1.593 | | 1.606 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo humedo ( gr. ) | 97.5 | 97.5 | 3986 | 3986 | 312.5 | 312.5 | 4486 | 4486 | 79.4 | 79.4 | 3982.0 | 3982.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 90.2 | 90.2 | 3612 | 3612 | 280.0 | 280.0 | 4186 | 4186 | 76.0 | 76.0 | 3536.0 | 3536.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.3 | 7.3 | 374.0 | 374.0 | 32.5 | 32.5 | 300.0 | 300.0 | 3.4 | 3.4 | 446.0 | 446.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 36.55 | 36.55 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 41.44 | 41.44 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 53.7 | 53.7 | 3590.0 | 3590.0 | 233.7 | 233.7 | 4114.4 | 4114.4 | 34.5 | 34.5 | 3480.6 | 3480.6 |
| % de humedad | 13.59 | 13.58 | 24.11 | 24.11 | 13.91 | 13.91 | 21.20 | 21.20 | 9.96 | 9.96 | 22.77 | 22.77 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.58 | | 24.11 | | 13.91 | | 21.20 | | 9.96 | | 22.77 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.45 | 0.011 | | 0.15 | 0.004 | | 0.4 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.55 | 0.014 | | 0.5 | 0.013 | | 0.5 | 0.013 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.56 | 0.014 | | 0.6 | 0.015 | | 0.5 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.7 | 0.018 | | 0.8 | 0.020 | | 0.85 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.38 | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.47 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 17 | 44 | | | 15 | 39 | | | 12 | 33 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 32 | 80 | | | 25 | 63 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 65 | 161 | | | 56 | 139 | | | 37 | 93 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 83 | 205 | 170.8 | 17.1 | 75 | 188 | 166.7 | 16.7 | 48 | 119 | 114.7 | 11.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 112 | 276 | | | 92 | 227 | | | 63 | 156 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 140 | 344 | 324.1 | 21.6 | 105 | 258 | 264.3 | 17.6 | 75 | 188 | 191.1 | 12.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 162 | 398 | | | 124 | 305 | | | 89 | 219 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 180 | 441 | | | 136 | 334 | | | 98 | 241 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 209 | 512 | | | 145 | 356 | | | 117 | 288 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 225 | 551 | | | 161 | 395 | | | 132 | 324 | | |

Henry Rosadenzuro Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

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

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

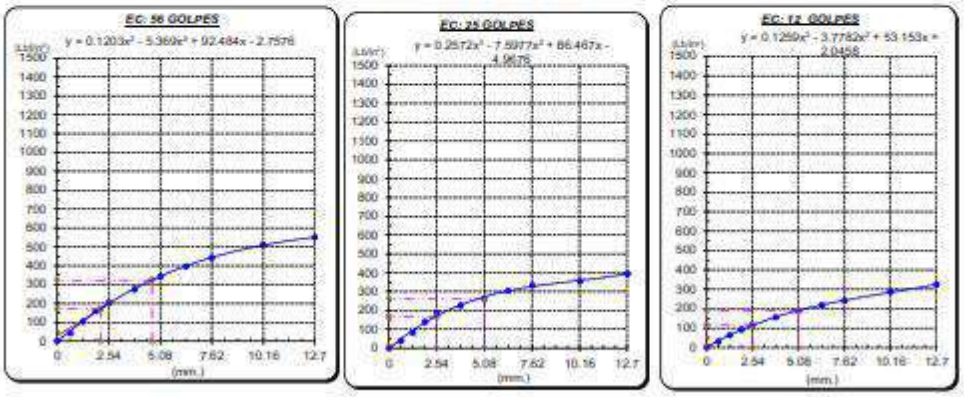



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.888 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.794 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.50 % |

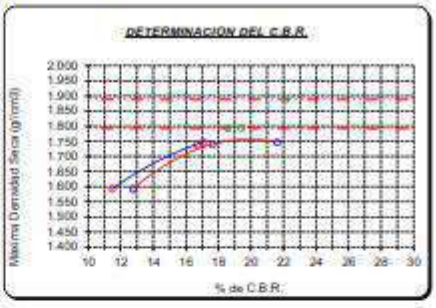
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 22 % | 98 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 19 % | 19 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Téc. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-05**
MUESTRA: **M-1** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

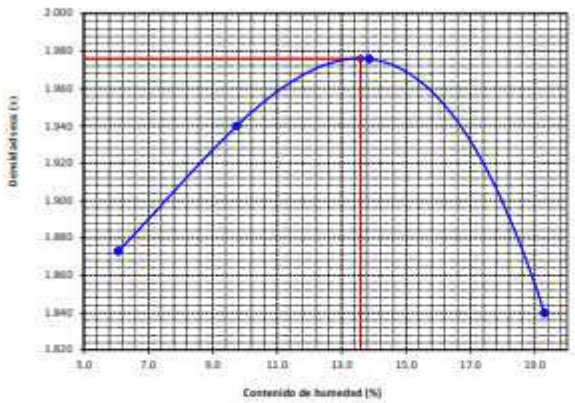
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5994 | 6124 | 6234 | 6184 |
| Peso del molde | g | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 | 4182.52 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1811.48 | 1941.48 | 2051.48 | 2001.48 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.986 | 2.129 | 2.250 | 2.195 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 206.64 | 181.22 | 162.71 | 185.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 198.00 | 169.21 | 148.09 | 164.00 |
| Peso de tara | g | 55.58 | 45.99 | 42.61 | 52.60 |
| Peso de agua | g | 8.64 | 12.01 | 14.62 | 21.5 |
| Peso de suelo seco | g | 142.42 | 123.22 | 105.48 | 111.4 |
| Contenido de agua | % | 6.1 | 9.7 | 13.9 | 19.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.873 | 1.940 | 1.976 | 1.840 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.976 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 13.59 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Ing. Coordinador USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-05**
MUESTRA : **M-1** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-10 | | | | A-2 | | | | A-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 | 12656 | | 12990 | | 12590 | | 13090 | | 12304 | | 12740 | |
| Peso de molde (g) | 8644 | | 8644 | | 8804 | | 8804 | | 8621 | | 8621 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4012 | | 4346 | | 3886 | | 4286 | | 3683 | | 4119 | |
| Volumen del molde (cc) | 1983 | | 1983 | | 2112 | | 2112 | | 2110 | | 2110 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.023 | | 2.192 | | 1.840 | | 2.029 | | 1.745 | | 1.952 | |
| % de humedad | 6.42 | | 14.91 | | 6.31 | | 16.78 | | 6.37 | | 18.41 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.901 | | 1.907 | | 1.731 | | 1.738 | | 1.641 | | 1.649 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 106.3 | 106.3 | 4346 | 4346 | 245.6 | 245.6 | 4286 | 4286 | 106.2 | 106.2 | 4119.0 | 4119.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 101.6 | 101.6 | 4012 | 4012 | 232.6 | 232.6 | 3886 | 3886 | 103.4 | 103.4 | 3683.0 | 3683.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 4.7 | 4.7 | 334.0 | 334.0 | 13.0 | 13.0 | 400.0 | 400.0 | 4.8 | 4.8 | 436.0 | 436.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.43 | 28.43 | 0 | 0 | 26.5 | 26.5 | 0 | 0 | 28.1 | 28.1 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 73.2 | 73.2 | 3937.2 | 3937.2 | 206.1 | 206.1 | 3819.9 | 3819.9 | 75.3 | 75.3 | 3823.5 | 3823.5 |
| % de humedad | 6.42 | 6.42 | 14.91 | 14.91 | 6.31 | 6.31 | 16.78 | 16.78 | 6.37 | 6.37 | 18.41 | 18.41 |
| Promedio de Humedad (%) | 6.42 | | 14.91 | | 6.31 | | 16.78 | | 6.37 | | 18.41 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.29 | 0.007 | | 0.28 | 0.007 | | 0.28 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.56 | 0.014 | | 0.7 | 0.018 | | 0.75 | 0.019 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.96 | 0.024 | | 0.95 | 0.024 | | 1.05 | 0.026 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 1 | 0.025 | | 1.2 | 0.030 | | 1.45 | 0.036 | |
| | | | 4.57 | total | 0.55 | 4.57 | total | 0.68 | 4.57 | total | 0.79 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-10 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 10 | 27 | | | 15 | 39 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 35 | 88 | | | 23 | 58 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 69 | 171 | | | 36 | 90 | | | 25 | 63 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 241 | 197.7 | 19.8 | 56 | 144 | 133.6 | 13.4 | 30 | 76 | 79.6 | 8.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 136 | 334 | | | 76 | 188 | | | 46 | 115 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 160 | 393 | 383.7 | 24.2 | 96 | 241 | 227.4 | 15.2 | 57 | 141 | 140.1 | 9.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 175 | 429 | | | 105 | 258 | | | 67 | 166 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 185 | 454 | | | 115 | 283 | | | 75 | 185 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 230 | 515 | | | 142 | 349 | | | 91 | 224 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 239 | 585 | | | 163 | 400 | | | 105 | 258 | | |

Hecho y Revisado por Obstaz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito de Pacora, Provincia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

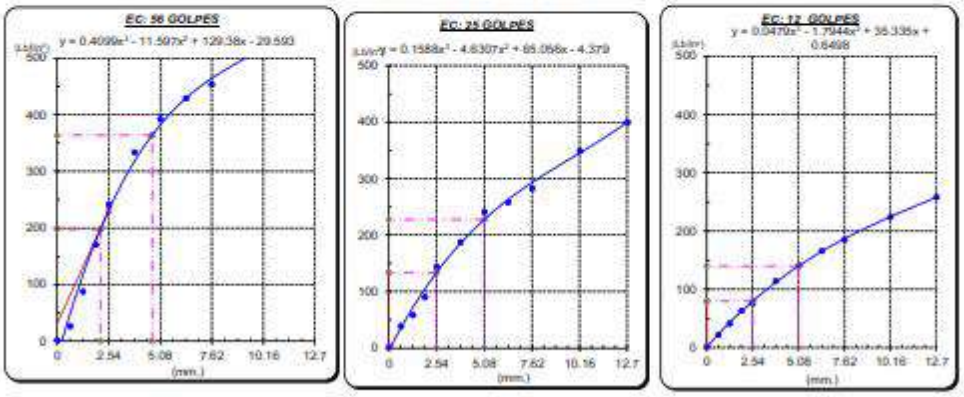



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.976 | g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.877 | g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 13.59 | % |

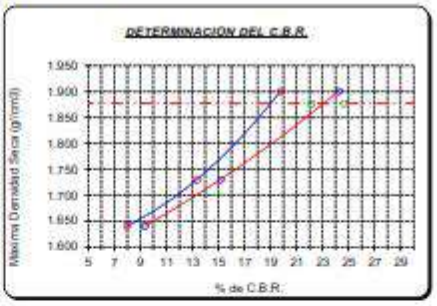
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 23 | % | 28 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 22 | % | 25 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-1 18% NRL** PROFUNDIDAD : **1.00 m - 1.50 m**

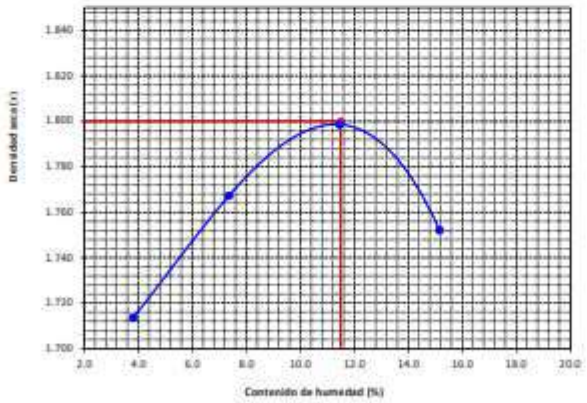
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5568 | 5666 | 5678 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1730 | 1828 | 1840 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.897 | 2.005 | 2.018 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 66.68 | 66.85 | 57.05 | 95.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.90 | 54.18 | 53.04 | 87.70 |
| Peso de tara | g | 18.10 | 17.87 | 18.03 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 1.78 | 2.67 | 4.01 | 7.9 |
| Peso de suelo seco | g | 46.8 | 36.31 | 35.01 | 52.1 |
| Contenido de agua | % | 3.8 | 7.4 | 11.5 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.800** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.50** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rondoy Ojeda
Téc. Laboratorio USAT

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-1** **18% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12080 | | 12520 | | 12680 | | 13190 | | 11970 | | 12492 | |
| Peso de molde (g) | 8015 | | 8015 | | 8804 | | 8804 | | 8414 | | 8414 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4045 | | 4505 | | 3876 | | 4386 | | 3556 | | 4078 | |
| Volumen del molde (cc) | 2015 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.007 | | 2.236 | | 1.835 | | 2.077 | | 1.676 | | 1.922 | |
| % de humedad | 11.65 | | 23.22 | | 11.62 | | 24.99 | | 11.79 | | 26.69 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.798 | | 1.814 | | 1.644 | | 1.661 | | 1.499 | | 1.517 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 93.2 | 93.2 | 4505 | 4505 | 156.3 | 156.3 | 4386 | 4386 | 99.6 | 99.6 | 4078.0 | 4078.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 86.4 | 86.4 | 4045 | 4045 | 144.9 | 144.9 | 3876 | 3876 | 93.2 | 93.2 | 3556.0 | 3556.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.8 | 6.8 | 460.0 | 460.0 | 11.5 | 11.5 | 510.0 | 510.0 | 6.5 | 6.5 | 522.0 | 522.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.06 | 28.06 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 38.36 | 38.36 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 58.4 | 58.4 | 3973.8 | 3973.8 | 98.6 | 98.6 | 3813.3 | 3813.3 | 54.8 | 54.8 | 3503.5 | 3503.5 |
| % de humedad | 11.65 | 11.65 | 23.22 | 23.22 | 11.62 | 11.62 | 24.99 | 24.99 | 11.79 | 11.79 | 26.69 | 26.69 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.65 | | 23.22 | | 11.62 | | 24.99 | | 11.79 | | 26.69 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/05/2023** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.32 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.36 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.20 | 4.57 | total | 0.21 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 27 | 68 | | | 39 | 91 | | | 3 | 10 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 37 | 93 | | | 26 | 66 | | | 14 | 36 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 59 | 146 | | | 46 | 115 | | | 31 | 78 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 85 | 210 | 224.2 | 22.4 | 66 | 166 | 162.8 | 16.3 | 51 | 127 | 129.1 | 12.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 140 | 344 | | | 97 | 239 | | | 83 | 206 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 186 | 456 | 422.2 | 28.1 | 124 | 305 | 327.4 | 21.8 | 105 | 258 | 245.8 | 16.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 212 | 519 | | | 176 | 432 | | | 119 | 293 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 230 | 563 | | | 196 | 480 | | | 132 | 324 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 230 | 563 | | | 201 | 493 | | | 143 | 351 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 230 | 563 | | | 205 | 502 | | | 161 | 395 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

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

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emision : Chiclayo, Diciembre 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***

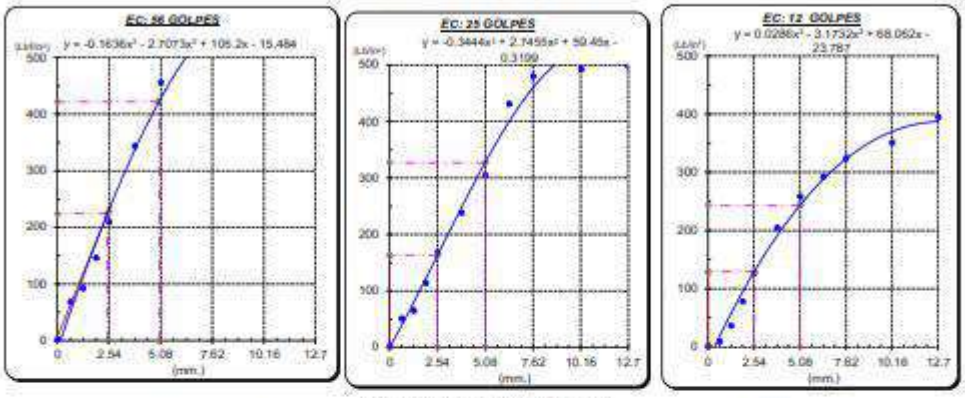



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.800 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.710 g./cm³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.50 % |

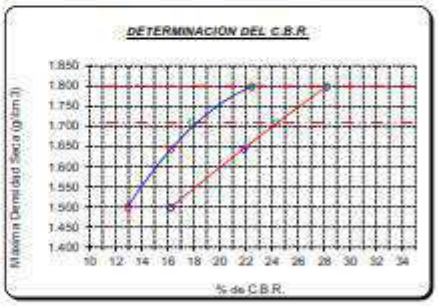
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 22 | % | 28 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 18 | % | 24 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Escudero Ochoa
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-1** **23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

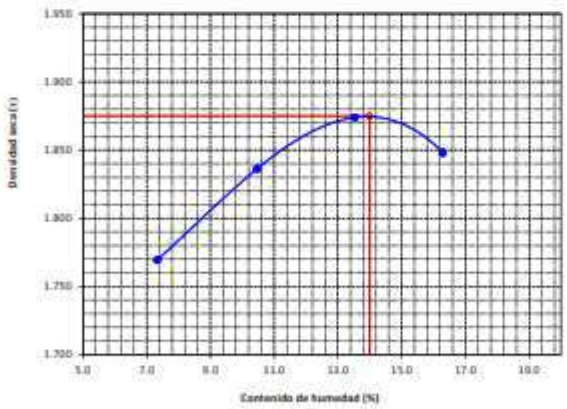
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.875** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **14.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-1** **23% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12260 | | 12726 | | 12090 | | 13410 | | 11970 | | 12426 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4458 | | 4924 | | 4186 | | 4606 | | 3756 | | 4212 | |
| Volumen del molde (cc) | 2098 | | 2098 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.125 | | 2.347 | | 1.982 | | 2.181 | | 1.770 | | 1.985 | |
| % de humedad | 14.15 | | 24.80 | | 14.26 | | 24.47 | | 14.21 | | 26.53 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.861 | | 1.881 | | 1.735 | | 1.752 | | 1.550 | | 1.569 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 108.5 | 108.5 | 4924 | 4924 | 186.5 | 186.5 | 4606 | 4606 | 100.3 | 100.3 | 4212.0 | 4212.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 98.2 | 98.2 | 4458 | 4458 | 169.0 | 169.0 | 4186 | 4186 | 94.8 | 94.8 | 3756.0 | 3756.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 10.3 | 10.3 | 466.0 | 466.0 | 17.5 | 17.5 | 420.0 | 420.0 | 5.5 | 5.5 | 456.0 | 456.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.46 | 25.46 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 26.79 | 26.79 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 72.7 | 72.7 | 4376.5 | 4376.5 | 122.7 | 122.7 | 4114.6 | 4114.6 | 26.8 | 68.0 | 3698.7 | 3698.7 |
| % de humedad | 14.15 | 14.15 | 24.80 | 24.80 | 14.26 | 14.26 | 24.47 | 24.47 | 20.38 | 8.03 | 26.53 | 26.53 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.15 | | 24.80 | | 14.26 | | 24.47 | | 14.21 | | 26.53 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.36 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.20 | 4.57 | total | 0.21 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 12 | 32 | | | 7 | 19 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 31 | 78 | | | 26 | 66 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 45 | 112 | | | 32 | 80 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 59 | 146 | 125.9 | 12.6 | 43 | 107 | 119.7 | 12.0 | 38 | 97 | 103.5 | 10.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 84 | 207 | | | 75 | 185 | | | 65 | 161 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 99 | 244 | 250.7 | 16.7 | 97 | 239 | 235.9 | 15.7 | 92 | 227 | 218.4 | 14.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 126 | 310 | | | 121 | 298 | | | 115 | 283 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 157 | 385 | | | 136 | 334 | | | 129 | 317 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 207 | 507 | | | 163 | 400 | | | 144 | 354 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 241 | 590 | | | 180 | 441 | | | 151 | 371 | | |

Henry Rivadeneyra Obitos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emision : Chiclayo, Diciembre 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***

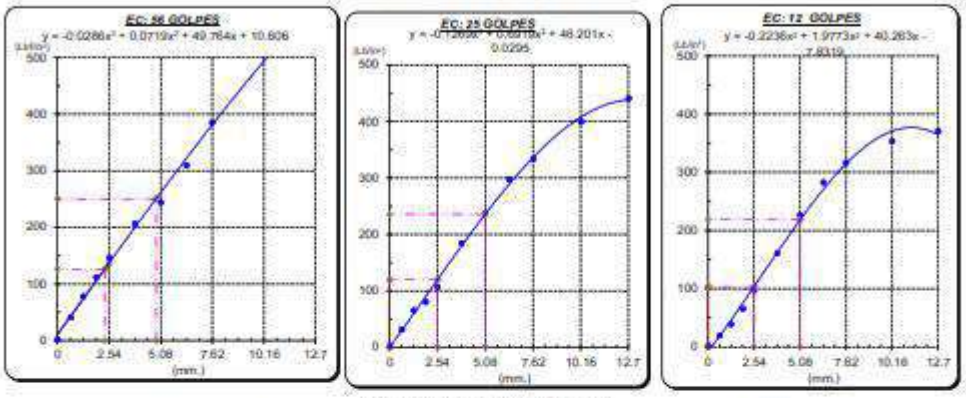



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.875 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.781 g./cm³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.00 % |

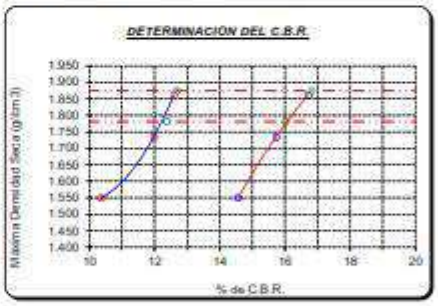
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 13 | % | 17 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 12 | % | 16 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Jefe Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-1** **27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

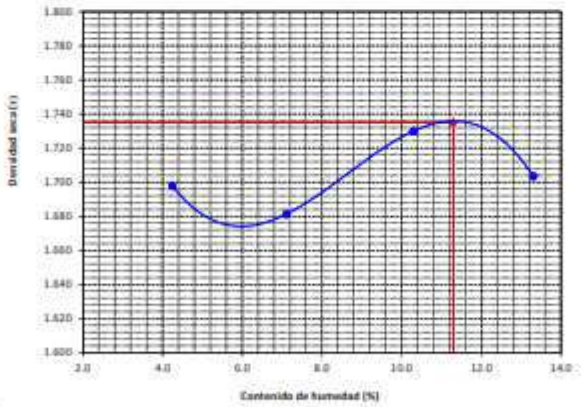
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : C-01
MUESTRA : M-1 27% NRL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12064 | | 12562 | | 12590 | | 13196 | | 12006 | | 12568 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3312 | | 3810 | | 3786 | | 4386 | | 3292 | | 3854 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.927 | | 2.216 | | 1.793 | | 2.077 | | 1.551 | | 1.816 | |
| % de humedad | 11.10 | | 26.40 | | 11.20 | | 27.30 | | 11.22 | | 28.53 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.734 | | 1.754 | | 1.612 | | 1.631 | | 1.395 | | 1.413 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 71.9 | 71.9 | 3810 | 3810 | 145.6 | 145.6 | 4386 | 4386 | 85.8 | 85.8 | 3854.0 | 3854.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 66.8 | 66.8 | 3312 | 3312 | 135.6 | 135.6 | 3786 | 3786 | 81.9 | 81.9 | 3292.0 | 3292.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.1 | 5.1 | 498.0 | 498.0 | 10.0 | 10.0 | 600.0 | 600.0 | 3.8 | 3.8 | 562.0 | 562.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 21.33 | 21.33 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 34.91 | 34.91 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 45.5 | 45.5 | 3255.5 | 3255.5 | 89.3 | 89.3 | 3725.9 | 3725.9 | 26.8 | 47.0 | 3246.7 | 3246.7 |
| % de humedad | 11.10 | 11.10 | 26.40 | 26.40 | 11.20 | 11.20 | 27.30 | 27.30 | 14.30 | 8.15 | 28.53 | 28.53 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.10 | | 26.40 | | 11.20 | | 27.30 | | 11.22 | | 28.53 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.38 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.18 | 0.004 | | 0.35 | 0.009 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.4 | 0.010 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.22 | 4.57 | total | 0.21 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 10 | 27 | | | 5 | 15 | | | 3 | 10 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 20 | 51 | | | 14 | 36 | | | 9 | 24 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 33 | 83 | | | 25 | 63 | | | 15 | 39 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 49 | 122 | 130.0 | 13.0 | 32 | 80 | 94.9 | 9.5 | 23 | 58 | 77.0 | 7.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 79 | 195 | | | 63 | 156 | | | 51 | 127 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 105 | 258 | 247.0 | 16.5 | 86 | 212 | 213.5 | 14.2 | 85 | 210 | 197.1 | 13.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 124 | 305 | | | 118 | 290 | | | 115 | 283 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 137 | 337 | | | 132 | 324 | | | 130 | 319 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 149 | 366 | | | 145 | 356 | | | 135 | 332 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 164 | 402 | | | 152 | 373 | | | 142 | 349 | | |

Henry Rivadeneyra Obitus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

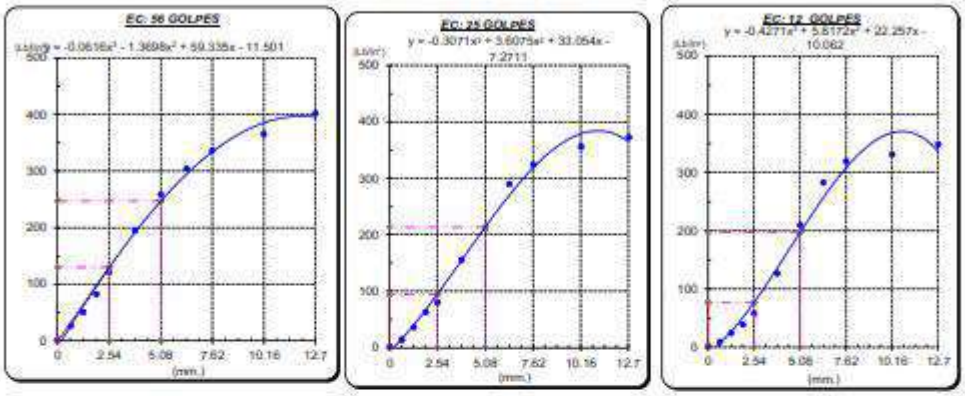



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % | |

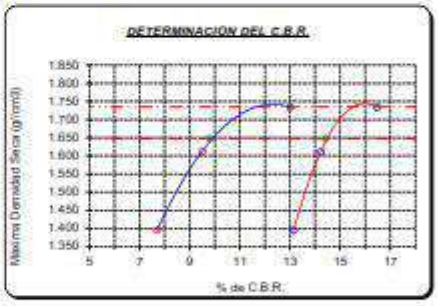
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 13 | % | 16 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 10 | % | 14 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Sec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-1** **32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

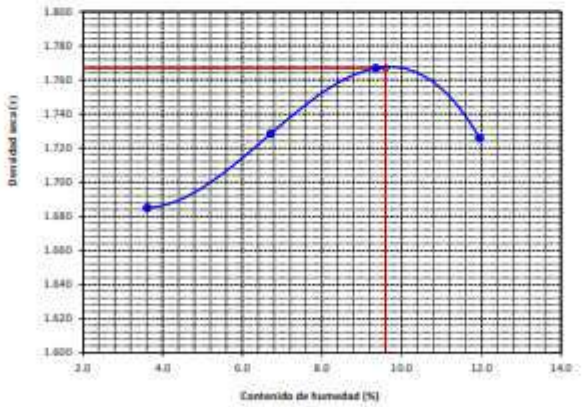
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5430 | 5520 | 5600 | 5600 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1592 | 1682 | 1762 | 1762 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.746 | 1.845 | 1.932 | 1.932 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 78.44 | 80.75 | 59.92 | 60.20 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 76.69 | 78.15 | 57.06 | 56.60 |
| Peso de tara | g | 28.28 | 39.44 | 26.49 | 26.49 |
| Peso de agua | g | 1.75 | 2.6 | 2.86 | 3.6 |
| Peso de suelo seco | g | 48.41 | 38.71 | 30.57 | 30.11 |
| Contenido de agua | % | 3.6 | 6.7 | 9.4 | 12.0 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.685 | 1.728 | 1.767 | 1.726 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.767** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.60** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-1 32% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12142 | | 12562 | | 12590 | | 13090 | | 12078 | | 12570 | |
| Peso de molde (g) | 8912 | | 8912 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3230 | | 3650 | | 3786 | | 4286 | | 3362 | | 3856 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.879 | | 2.123 | | 1.793 | | 2.029 | | 1.584 | | 1.817 | |
| % de humedad | 6.48 | | 19.72 | | 6.50 | | 19.93 | | 6.47 | | 21.38 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.765 | | 1.774 | | 1.683 | | 1.692 | | 1.488 | | 1.497 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 36.8 | 36.8 | 3650 | 3650 | 125.8 | 125.8 | 4286 | 4286 | 35.2 | 35.2 | 3856.0 | 3856.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 35.6 | 35.6 | 3230 | 3230 | 120.8 | 120.8 | 3786 | 3786 | 33.9 | 33.9 | 3362.0 | 3362.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 1.1 | 1.1 | 420.0 | 420.0 | 4.8 | 4.8 | 500.0 | 500.0 | 1.3 | 1.3 | 494.0 | 494.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 18.05 | 18.05 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 18 | 18 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 17.6 | 17.6 | 3174.0 | 3174.0 | 74.5 | 74.5 | 3723.3 | 3723.3 | 26.8 | 15.9 | 3312.7 | 3312.7 |
| % de humedad | 6.48 | 6.48 | 19.72 | 19.72 | 6.50 | 6.50 | 19.93 | 19.93 | 4.82 | 8.12 | 21.38 | 21.38 |
| Promedio de Humedad (%) | 6.48 | | 19.72 | | 6.50 | | 19.93 | | 6.47 | | 21.38 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.30 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.18 | 0.004 | | 0.35 | 0.009 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.4 | 0.010 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.22 | 4.57 | total | 0.21 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-13 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 9 | 24 | | | 10 | 27 | | | 13 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 22 | 56 | | | 20 | 51 | | | 22 | 56 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 39 | 97 | | | 35 | 88 | | | 33 | 83 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 57 | 141 | 139.3 | 13.9 | 49 | 122 | 143.5 | 14.4 | 48 | 119 | 122.3 | 12.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 106 | 261 | | | 90 | 222 | | | 73 | 180 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 165 | 380 | 407.2 | 27.1 | 131 | 322 | 298.8 | 19.9 | 102 | 251 | 245.4 | 16.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 199 | 488 | | | 156 | 383 | | | 125 | 307 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 232 | 568 | | | 179 | 439 | | | 148 | 363 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 265 | 649 | | | 195 | 456 | | | 168 | 412 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 290 | 710 | | | 205 | 502 | | | 199 | 486 | | |

Henry Rivadeneyra Oblitas
Ing. Laboratorista USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emision : Chiclayo, Diciembre 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***

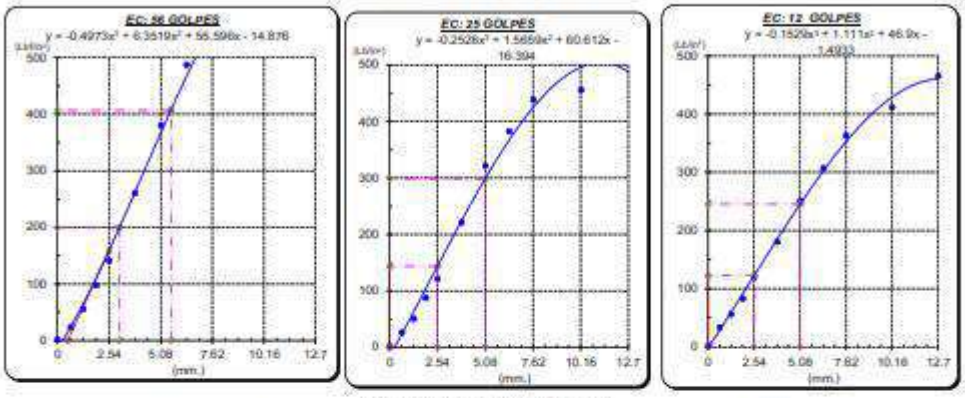



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.767 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.679 g./cm³ | |
| **OPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 9.60 % | |

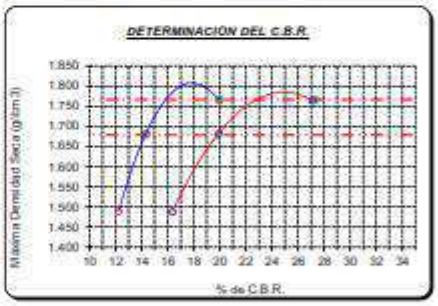
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 20 | % | 27 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 14 | % | 20 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ordinola
Téc. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-2** **18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

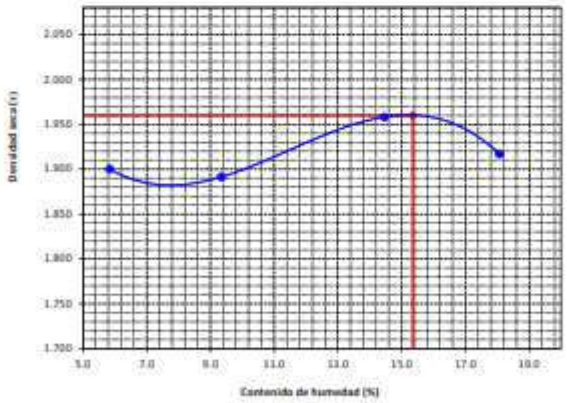
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 85.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 9.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 18.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.960 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 15.35 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Obitus
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-2** **18% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-4 | | | | A-3 | | | | A-8 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12212 | | 12670 | | 12890 | | 13390 | | 12018 | | 12558 | |
| Peso de molde (g) | 8014 | | 8014 | | 8804 | | 8804 | | 8293 | | 8293 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4198 | | 4656 | | 4086 | | 4586 | | 3725 | | 4265 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.078 | | 2.305 | | 1.935 | | 2.171 | | 1.755 | | 2.010 | |
| % de humedad | 5.31 | | 16.43 | | 5.34 | | 17.80 | | 4.81 | | 19.55 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.973 | | 1.980 | | 1.837 | | 1.843 | | 1.675 | | 1.681 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 83.9 | 83.9 | 4656 | 4656 | 245.8 | 245.8 | 4586 | 4586 | 89.3 | 89.3 | 4265.0 | 4265.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 81.1 | 81.1 | 4196 | 4196 | 235.5 | 235.5 | 4086 | 4086 | 86.4 | 86.4 | 3725.0 | 3725.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 2.8 | 2.8 | 458.0 | 458.0 | 10.1 | 10.1 | 500.0 | 500.0 | 2.8 | 2.8 | 540.0 | 540.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 52.9 | 52.9 | 4116.8 | 4116.8 | 189.2 | 189.2 | 4012.3 | 4012.3 | 58.5 | 58.5 | 3863.6 | 3863.6 |
| % de humedad | 5.31 | 5.31 | 16.43 | 16.43 | 5.34 | 5.34 | 17.80 | 17.80 | 4.81 | 4.81 | 19.55 | 19.55 |
| Promedio de Humedad (%) | 5.31 | | 16.43 | | 5.34 | | 17.80 | | 4.81 | | 19.55 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.36 | 0.009 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.45 | 0.011 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.7 | 0.018 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.38 | 4.57 | total | 0.45 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-8 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 17 | 44 | | | 15 | 39 | | | 13 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 30 | 76 | | | 26 | 66 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 57 | 141 | | | 50 | 124 | | | 43 | 107 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 81 | 200 | 220.6 | 22.1 | 74 | 183 | 178.0 | 17.8 | 60 | 149 | 156.3 | 15.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 132 | 324 | | | 112 | 276 | | | 95 | 234 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 176 | 432 | 430.6 | 28.7 | 142 | 349 | 355.2 | 23.7 | 122 | 300 | 286.2 | 19.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 212 | 519 | | | 180 | 441 | | | 139 | 341 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 240 | 588 | | | 205 | 502 | | | 150 | 368 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 274 | 671 | | | 235 | 575 | | | 164 | 402 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 274 | 671 | | | 240 | 588 | | | 164 | 402 | | |

Henry Rivadeneyra Obitus
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

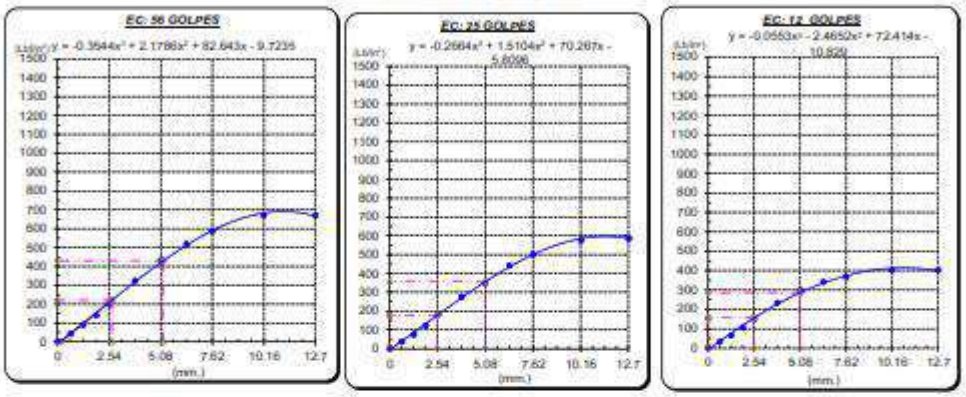



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.960 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.862 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 15.35 % | |

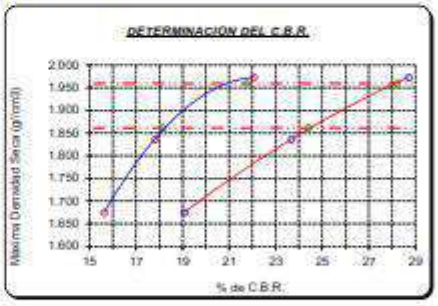
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 22 | % | 28 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 18 | % | 24 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Resp. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-2 23% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

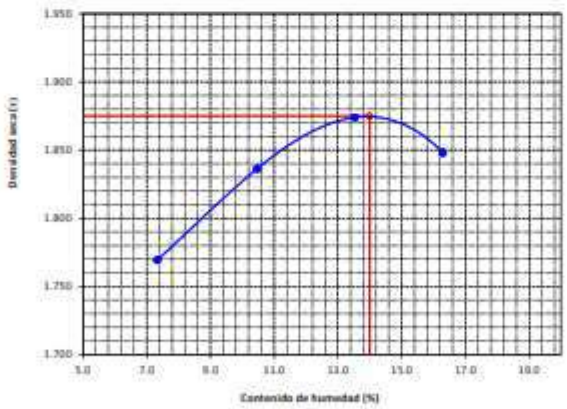
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.875 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 14.00 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-2** **23% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 11964 | | 12474 | | 12720 | | 13200 | | 12034 | | 12552 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4162 | | 4672 | | 3916 | | 4476 | | 3820 | | 4338 | |
| Volumen del molde (cc) | 2096 | | 2096 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.984 | | 2.227 | | 1.854 | | 2.119 | | 1.800 | | 2.044 | |
| % de humedad | 5.28 | | 17.77 | | 7.02 | | 21.56 | | 8.81 | | 22.59 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.884 | | 1.891 | | 1.733 | | 1.743 | | 1.654 | | 1.668 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 71.2 | 71.2 | 4672 | 4672 | 195.8 | 195.8 | 4476 | 4476 | 91.7 | 91.7 | 4338.0 | 4338.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 69.1 | 69.1 | 4162 | 4162 | 186.0 | 186.0 | 3916 | 3916 | 86.4 | 88.4 | 3820.0 | 3820.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 2.2 | 2.2 | 510.0 | 510.0 | 9.8 | 9.8 | 560.0 | 560.0 | 3.3 | 3.3 | 518.0 | 518.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 40.9 | 40.9 | 4085.0 | 4085.0 | 139.7 | 139.7 | 3849.3 | 3849.3 | 26.8 | 60.5 | 3757.8 | 3757.8 |
| % de humedad | 5.26 | 5.26 | 17.77 | 17.77 | 7.02 | 7.02 | 21.56 | 21.56 | 12.21 | 5.41 | 22.59 | 22.59 |
| Promedio de Humedad (%) | 5.28 | | 17.77 | | 7.02 | | 21.56 | | 8.81 | | 22.59 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/05/2023** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.35 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.20 | 4.57 | total | 0.21 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-13 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 7 | 19 | | | 6 | 17 | | | 7 | 19 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 22 | 56 | | | 20 | 51 | | | 18 | 46 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 39 | 97 | | | 34 | 85 | | | 30 | 76 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 57 | 141 | 155.2 | 15.5 | 48 | 119 | 129.3 | 12.9 | 45 | 112 | 140.0 | 14.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 94 | 232 | | | 86 | 212 | | | 82 | 202 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 128 | 315 | 307.1 | 20.5 | 125 | 307 | 292.3 | 19.5 | 124 | 305 | 299.3 | 20.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 165 | 405 | | | 152 | 373 | | | 145 | 356 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 197 | 483 | | | 180 | 441 | | | 176 | 432 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 248 | 610 | | | 215 | 527 | | | 205 | 502 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 250 | 612 | | | 223 | 546 | | | 210 | 515 | | |

Henry Rivadeneyra Obiticus
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

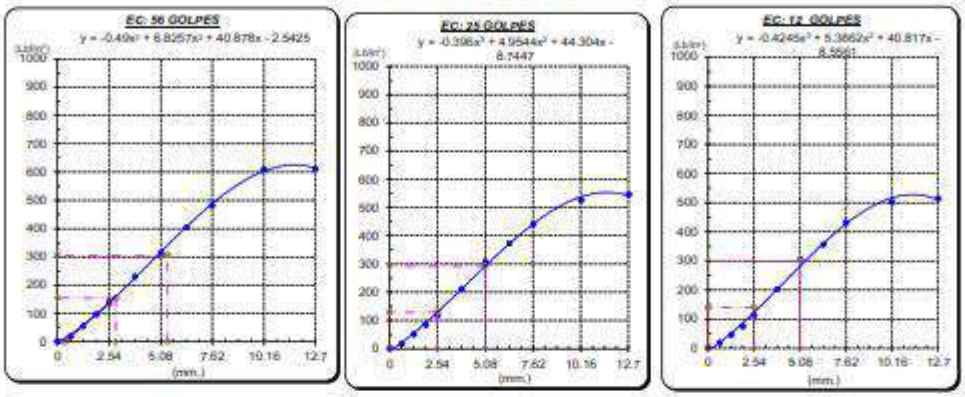



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.875 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.781 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 14.00 % | |

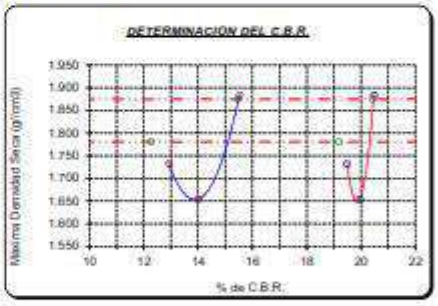
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 15 | % | 20 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 12 | % | 19 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-2 27% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

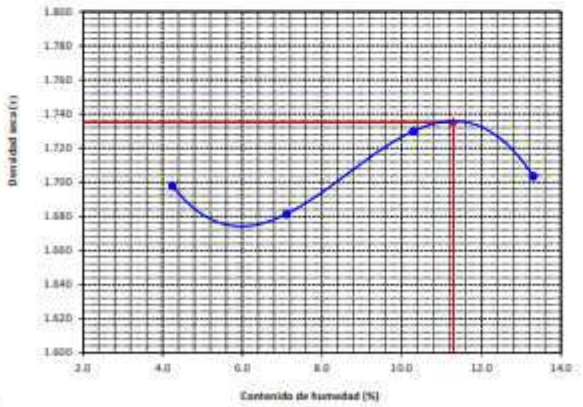
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-2** **27% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 11998 | | 12496 | | 12510 | | 13096 | | 12016 | | 12540 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3246 | | 3744 | | 3706 | | 4286 | | 3302 | | 3826 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.888 | | 2.178 | | 1.755 | | 2.029 | | 1.556 | | 1.803 | |
| % de humedad | 5.84 | | 21.45 | | 5.87 | | 21.78 | | 5.92 | | 22.02 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.784 | | 1.793 | | 1.657 | | 1.666 | | 1.469 | | 1.478 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 93.4 | 93.4 | 3744 | 3744 | 153.8 | 153.8 | 4286 | 4286 | 56.8 | 56.8 | 3826.0 | 3826.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 89.8 | 89.8 | 3246 | 3246 | 147.7 | 147.7 | 3706 | 3706 | 55.2 | 55.2 | 3302.0 | 3302.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.6 | 3.6 | 498.0 | 498.0 | 5.9 | 5.9 | 580.0 | 580.0 | 1.6 | 1.6 | 524.0 | 524.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 61.7 | 61.7 | 3189.1 | 3189.1 | 101.4 | 101.4 | 3645.6 | 3645.6 | 26.8 | 27.3 | 3254.2 | 3254.2 |
| % de humedad | 5.84 | 5.84 | 21.45 | 21.45 | 5.87 | 5.87 | 21.78 | 21.78 | 5.97 | 5.87 | 22.02 | 22.02 |
| Promedio de Humedad (%) | 5.84 | | 21.45 | | 5.87 | | 21.78 | | 5.92 | | 22.02 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.006 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.35 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.19 | 4.57 | total | 0.21 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 29 | 73 | | | 16 | 41 | | | 13 | 34 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 45 | 112 | | | 30 | 76 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 58 | 144 | 129.0 | 12.9 | 45 | 112 | 115.2 | 11.5 | 32 | 80 | 84.6 | 8.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 85 | 210 | | | 70 | 173 | | | 59 | 146 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 107 | 263 | 245.4 | 16.4 | 95 | 234 | 231.6 | 15.4 | 90 | 222 | 221.3 | 14.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 125 | 307 | | | 123 | 302 | | | 120 | 295 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 139 | 341 | | | 135 | 332 | | | 155 | 388 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 162 | 398 | | | 150 | 368 | | | 192 | 471 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 188 | 461 | | | 168 | 412 | | | 218 | 534 | | |

Heinz Rivadeneyra Obiticus
Ing. Laboratorista USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

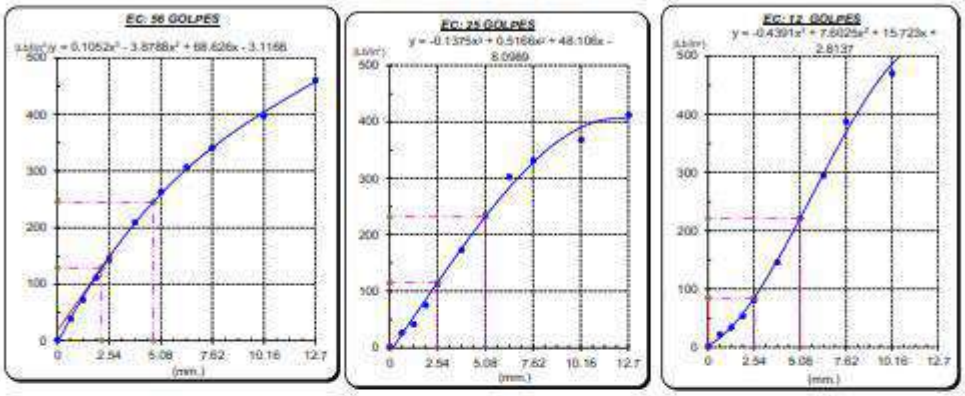



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.735 g./cm³ |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.648 g./cm³ |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.30 % |

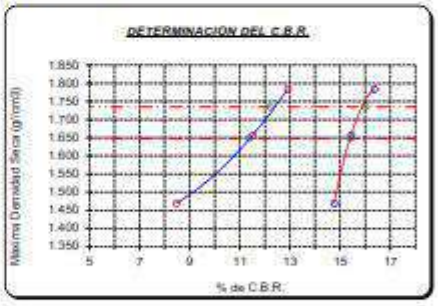
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 12 | % | 16 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 11 | % | 15 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obiitas
Sec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-2** **32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

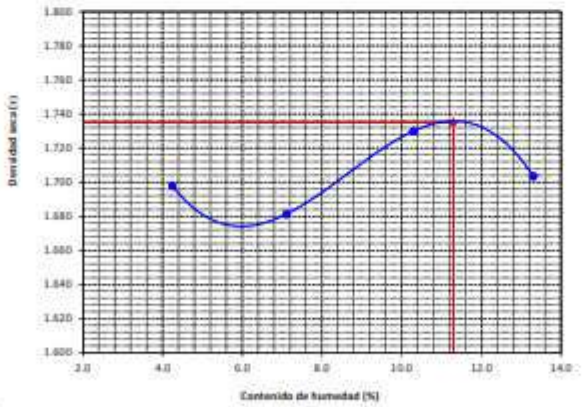
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-2** **32% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12156 | | 12558 | | 12480 | | 12950 | | 12018 | | 12510 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3404 | | 3806 | | 3676 | | 4146 | | 3304 | | 3796 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.980 | | 2.214 | | 1.741 | | 1.963 | | 1.557 | | 1.789 | |
| % de humedad | 6.27 | | 18.30 | | 6.35 | | 19.35 | | 6.39 | | 21.49 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.863 | | 1.872 | | 1.637 | | 1.645 | | 1.464 | | 1.472 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 81.9 | 81.9 | 3806 | 3806 | 186.9 | 186.9 | 4146 | 4146 | 64.6 | 64.6 | 3796.0 | 3796.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 78.7 | 78.7 | 3404 | 3404 | 178.5 | 178.5 | 3676 | 3676 | 62.7 | 62.7 | 3304.0 | 3304.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.2 | 3.2 | 402.0 | 402.0 | 8.4 | 8.4 | 470.0 | 470.0 | 1.9 | 1.9 | 492.0 | 492.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 50.6 | 50.6 | 3341.7 | 3341.7 | 132.2 | 132.2 | 3616.8 | 3616.8 | 26.8 | 34.7 | 3256.3 | 3256.3 |
| % de humedad | 6.27 | 6.27 | 18.30 | 18.30 | 6.35 | 6.35 | 19.35 | 19.35 | 7.20 | 5.57 | 21.49 | 21.49 |
| Promedio de Humedad (%) | 6.27 | | 18.30 | | 6.35 | | 19.35 | | 6.39 | | 21.49 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.006 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.35 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.19 | 4.57 | total | 0.21 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CARGA | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 13 | 34 | | | 10 | 27 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 34 | 85 | | | 25 | 63 | | | 27 | 68 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 58 | 144 | | | 42 | 105 | | | 29 | 73 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 85 | 210 | 266.4 | 26.6 | 68 | 168 | 148.1 | 14.8 | 39 | 97 | 104.9 | 10.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 148 | 363 | | | 96 | 237 | | | 62 | 154 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 208 | 512 | 529.2 | 35.3 | 124 | 305 | 325.5 | 21.7 | 85 | 210 | 212.1 | 14.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 260 | 636 | | | 163 | 400 | | | 118 | 291 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 302 | 739 | | | 214 | 524 | | | 130 | 319 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 336 | 822 | | | 242 | 593 | | | 150 | 368 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 365 | 892 | | | 258 | 632 | | | 171 | 419 | | |

Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

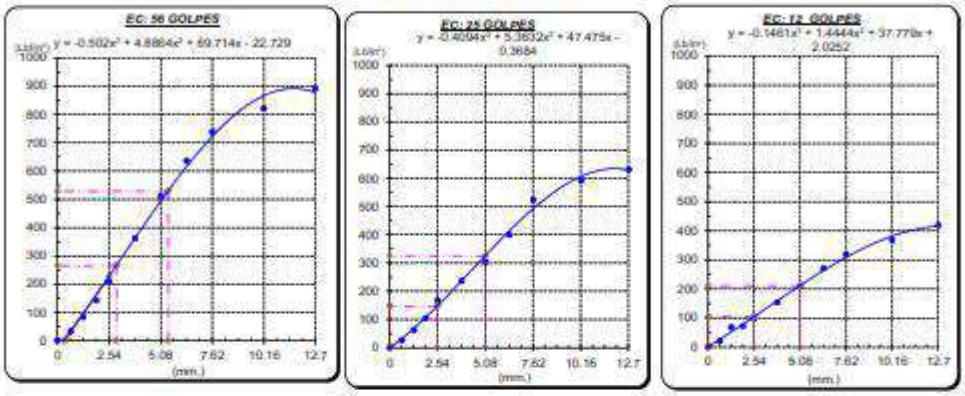



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

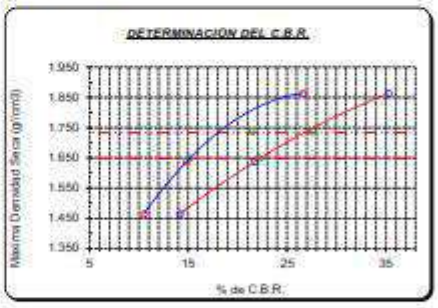
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 21 | % | 28 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 | % | 22 | % |








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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-3** **18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

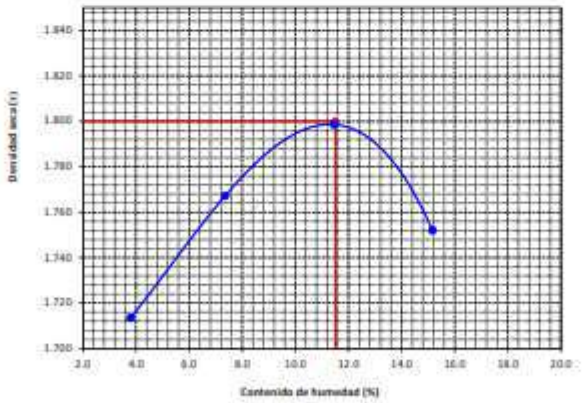
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5568 | 5666 | 5678 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1730 | 1828 | 1840 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.897 | 2.005 | 2.018 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 66.68 | 56.85 | 57.05 | 95.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.90 | 54.18 | 53.04 | 87.70 |
| Peso de tara | g | 18.10 | 17.87 | 18.03 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 1.78 | 2.67 | 4.01 | 7.9 |
| Peso de suelo seco | g | 46.8 | 36.31 | 35.01 | 52.1 |
| Contenido de agua | % | 3.8 | 7.4 | 11.5 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.800** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.50** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-3 18% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12026 | | 12510 | | 12620 | | 13190 | | 11994 | | 12536 | |
| Peso de molde (g) | 8015 | | 8015 | | 8804 | | 8804 | | 8414 | | 8414 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4011 | | 4495 | | 3816 | | 4386 | | 3580 | | 4122 | |
| Volumen del molde (cc) | 2005 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.991 | | 2.231 | | 1.807 | | 2.077 | | 1.687 | | 1.943 | |
| % de humedad | 5.42 | | 17.71 | | 5.64 | | 20.84 | | 5.86 | | 21.04 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.888 | | 1.895 | | 1.710 | | 1.719 | | 1.597 | | 1.605 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 102.1 | 102.1 | 4495 | 4495 | 145.5 | 145.5 | 4386 | 4386 | 93.3 | 93.3 | 4122.0 | 4122.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 98.3 | 98.3 | 4011 | 4011 | 140.2 | 140.2 | 3816 | 3816 | 89.8 | 89.8 | 3580.0 | 3580.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.8 | 3.8 | 484.0 | 484.0 | 5.3 | 5.3 | 570.0 | 570.0 | 3.5 | 3.5 | 542.0 | 542.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 70.1 | 70.1 | 3936.7 | 3936.7 | 93.9 | 93.9 | 3751.8 | 3751.8 | 61.8 | 61.8 | 3523.7 | 3523.7 |
| % de humedad | 5.42 | 5.42 | 17.71 | 17.71 | 5.64 | 5.64 | 20.84 | 20.84 | 5.86 | 5.86 | 21.04 | 21.04 |
| Promedio de Humedad (%) | 5.42 | | 17.71 | | 5.64 | | 20.84 | | 5.86 | | 21.04 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27/11/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/11/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.30 | 0.009 | |
| 29/11/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 30/11/2023 | 14.3 | 72 | 0.18 | 0.004 | | 0.32 | 0.009 | | 0.38 | 0.010 | |
| 01/12/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.38 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.20 | 4.57 | total | 0.21 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-13 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 10 | 27 | | | 10 | 27 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 19 | 46 | | | 25 | 63 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 25 | 63 | | | 34 | 85 | | | 30 | 76 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 48 | 119 | 134.8 | 13.5 | 50 | 124 | 105.9 | 10.6 | 35 | 88 | 82.5 | 8.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 90 | 222 | | | 67 | 166 | | | 46 | 119 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 108 | 246 | 275.6 | 18.4 | 95 | 234 | 229.9 | 15.3 | 65 | 161 | 171.8 | 11.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 132 | 324 | | | 105 | 258 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 162 | 398 | | | 145 | 356 | | | 115 | 283 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 211 | 517 | | | 208 | 510 | | | 145 | 356 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 245 | 600 | | | 220 | 539 | | | 180 | 441 | | |

Henry Ruidemeyer Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emision : Chiclayo, Diciembre 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***

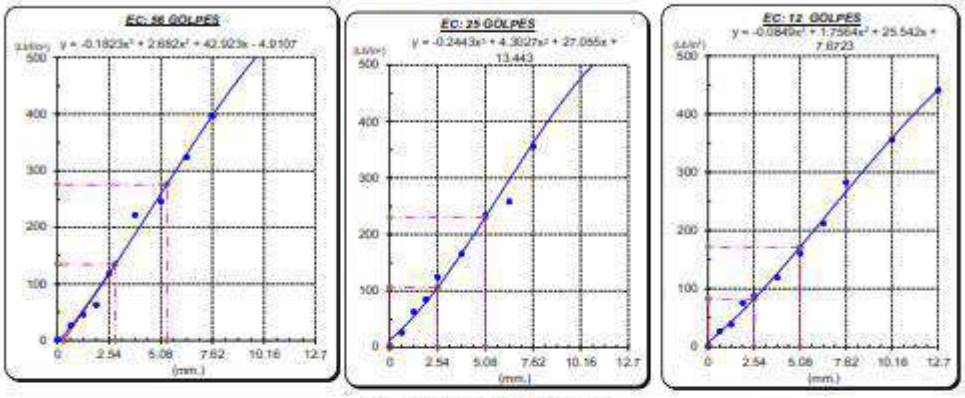



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.800 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.710 g./cm³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.50 % |

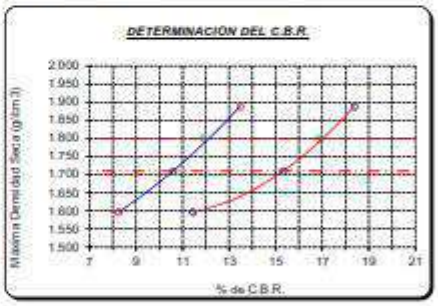
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 12 | % | 17 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 11 | % | 15 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Ruaderneyra Obiitus
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-3** **23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

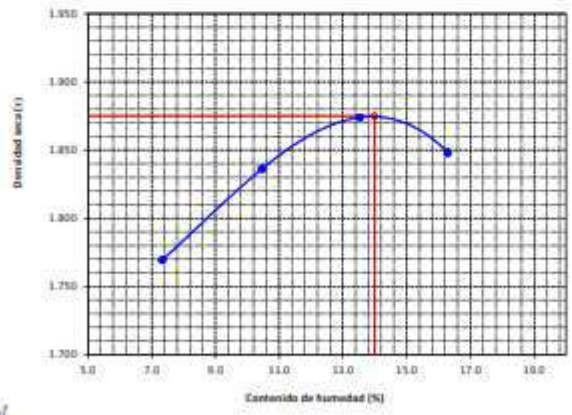
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.875** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **14.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-3** **23% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12122 | | 12516 | | 13020 | | 13200 | | 12022 | | 12490 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4320 | | 4714 | | 4216 | | 4476 | | 3808 | | 4276 | |
| Volumen del molde (cc) | 2096 | | 2096 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.059 | | 2.247 | | 1.996 | | 2.119 | | 1.795 | | 2.015 | |
| % de humedad | 10.57 | | 19.86 | | 14.11 | | 20.38 | | 13.56 | | 26.04 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.862 | | 1.875 | | 1.749 | | 1.760 | | 1.580 | | 1.599 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 80.8 | 80.8 | 4714 | 4714 | 210.5 | 210.5 | 4476 | 4476 | 61.0 | 61.0 | 4276.0 | 4276.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 75.7 | 75.7 | 4320 | 4320 | 190.2 | 190.2 | 4216 | 4216 | 57.2 | 57.2 | 3808.0 | 3808.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.0 | 5.0 | 394.0 | 394.0 | 20.3 | 20.3 | 260.0 | 260.0 | 3.8 | 3.8 | 468.0 | 468.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 47.6 | 47.6 | 4241.0 | 4241.0 | 143.9 | 143.9 | 4143.5 | 4143.5 | 26.8 | 29.2 | 3748.8 | 3748.8 |
| % de humedad | 10.57 | 10.57 | 19.86 | 19.86 | 14.11 | 14.11 | 20.38 | 20.38 | 14.15 | 12.97 | 26.04 | 26.04 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.57 | | 19.86 | | 14.11 | | 20.38 | | 13.56 | | 26.04 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **30/11/2024** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.36 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.20 | 4.57 | total | 0.21 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 14 | 38 | | | 10 | 27 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 29 | 73 | | | 22 | 56 | | | 14 | 36 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 55 | 137 | | | 39 | 97 | | | 25 | 63 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 89 | 219 | 295.9 | 29.6 | 56 | 139 | 181.7 | 18.2 | 39 | 97 | 112.9 | 11.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 160 | 393 | | | 98 | 241 | | | 75 | 185 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 225 | 551 | 608.0 | 40.5 | 165 | 405 | 359.5 | 24.0 | 114 | 280 | 264.8 | 17.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 285 | 849 | | | 190 | 466 | | | 145 | 356 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 368 | 900 | | | 225 | 551 | | | 165 | 412 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 368 | 900 | | | 245 | 600 | | | 185 | 454 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 368 | 900 | | | 275 | 673 | | | 199 | 488 | | |

Henry Rondoy Cerro Obligas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

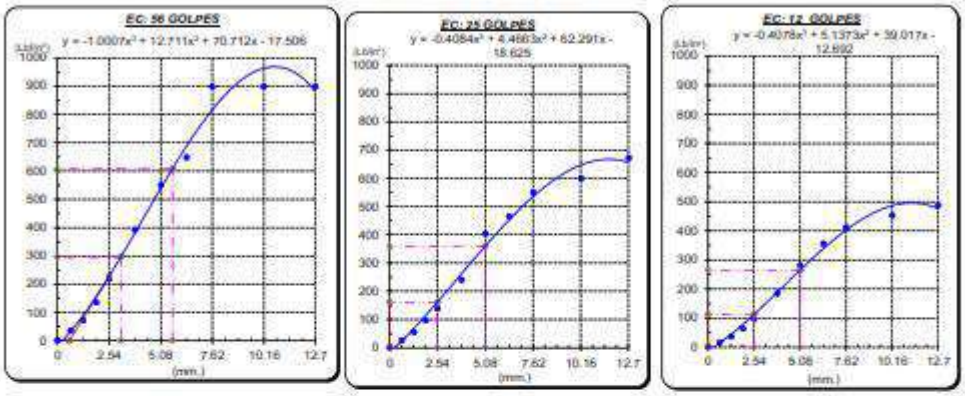



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

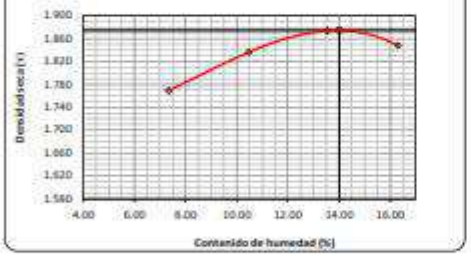
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.875 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.781 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 14.00 % | |

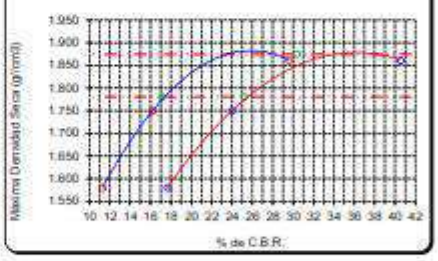
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 30 | % | 42 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 17 | % | 25 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Jefe Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-3** **27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

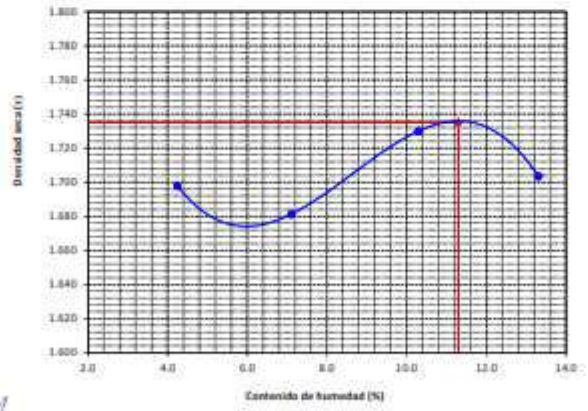
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-3** **27% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12052 | | 12550 | | 12510 | | 13090 | | 11975 | | 12530 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3300 | | 3798 | | 3706 | | 4286 | | 3261 | | 3816 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.920 | | 2.209 | | 1.755 | | 2.029 | | 1.537 | | 1.798 | |
| % de humedad | 4.95 | | 20.32 | | 5.87 | | 21.78 | | 7.72 | | 24.98 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.829 | | 1.836 | | 1.657 | | 1.666 | | 1.427 | | 1.439 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 83.9 | 83.9 | 3798 | 3798 | 153.6 | 153.6 | 4286 | 4286 | 92.2 | 92.2 | 3816.0 | 3816.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 81.3 | 81.3 | 3300 | 3300 | 147.7 | 147.7 | 3706 | 3706 | 89.3 | 89.3 | 3261.0 | 3261.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 2.6 | 2.6 | 498.0 | 498.0 | 5.9 | 5.9 | 580.0 | 580.0 | 2.9 | 2.9 | 555.0 | 555.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 53.1 | 53.1 | 3240.7 | 3240.7 | 101.4 | 101.4 | 3645.6 | 3645.6 | 26.8 | 61.4 | 3215.1 | 3215.1 |
| % de humedad | 4.95 | 4.95 | 20.32 | 20.32 | 5.87 | 5.87 | 21.78 | 21.78 | 10.75 | 4.69 | 24.98 | 24.98 |
| Promedio de Humedad (%) | 4.95 | | 20.32 | | 5.87 | | 21.78 | | 7.72 | | 24.98 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.006 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.35 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.19 | 4.57 | total | 0.21 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-13 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 14 | 38 | | | 10 | 27 | | | 3 | 10 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 30 | 76 | | | 18 | 46 | | | 13 | 34 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 46 | 119 | | | 32 | 80 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 66 | 163 | 164.2 | 16.4 | 48 | 119 | 121.8 | 12.2 | 38 | 95 | 100.3 | 10.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 100 | 246 | | | 86 | 212 | | | 74 | 183 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 126 | 310 | 336.0 | 22.4 | 122 | 300 | 296.1 | 19.7 | 114 | 280 | 273.1 | 18.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 165 | 405 | | | 158 | 388 | | | 151 | 371 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 198 | 485 | | | 192 | 471 | | | 188 | 461 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 280 | 636 | | | 251 | 614 | | | 243 | 595 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 278 | 680 | | | 270 | 661 | | | 268 | 656 | | |

Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

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

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

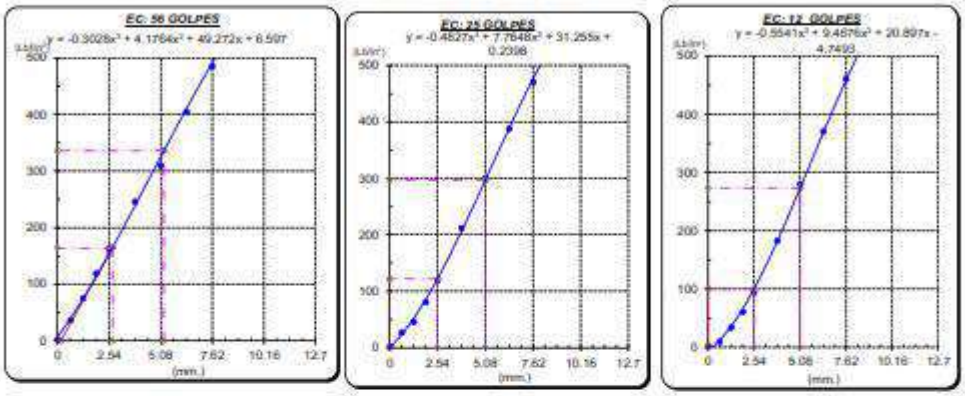



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

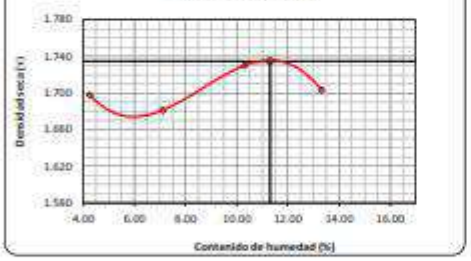
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % |

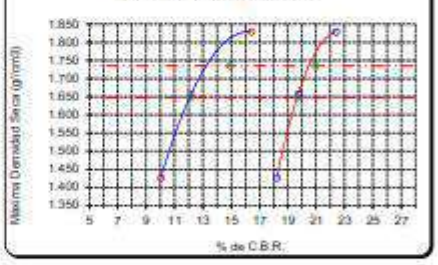
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 15 | % | 21 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 12 | % | 20 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruddercindo Obitas
Soc. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-3** **32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

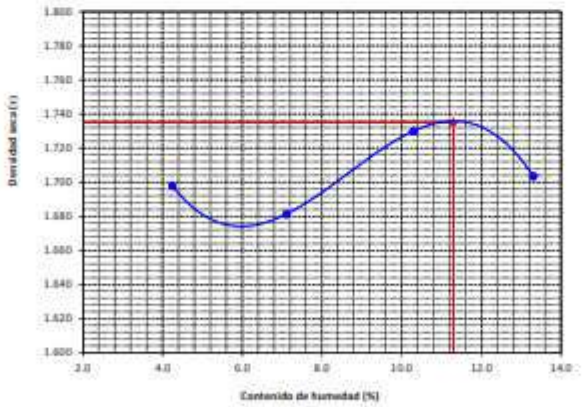
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ordinola
Ing. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-3** **32% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-5 | | | | A-2 | | | | A-7 | | | |
| 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 | 12876 | | 12982 | | 12480 | | 12950 | | 11440 | | 11730 | |
| Peso de molde (g) | 8738 | | 8738 | | 8804 | | 8804 | | 7855 | | 7855 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4138 | | 4244 | | 3676 | | 4146 | | 3585 | | 3875 | |
| Volumen del molde (cc) | 2125 | | 2125 | | 2112 | | 2112 | | 2117 | | 2117 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.947 | | 1.997 | | 1.741 | | 1.963 | | 1.693 | | 1.830 | |
| % de humedad | 12.05 | | 14.65 | | 6.35 | | 19.35 | | 9.42 | | 17.84 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.738 | | 1.742 | | 1.637 | | 1.645 | | 1.548 | | 1.556 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 75.3 | 75.3 | 4244 | 4244 | 186.9 | 186.9 | 4146 | 4146 | 85.2 | 85.2 | 3875.0 | 3875.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 70.2 | 70.2 | 4138 | 4138 | 178.5 | 178.5 | 3676 | 3676 | 81.8 | 81.8 | 3585.0 | 3585.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.1 | 5.1 | 106.0 | 106.0 | 8.4 | 8.4 | 470.0 | 470.0 | 3.4 | 3.4 | 290.0 | 290.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 42.1 | 42.1 | 4067.3 | 4067.3 | 132.2 | 132.2 | 3616.8 | 3616.8 | 26.8 | 53.8 | 3530.4 | 3530.4 |
| % de humedad | 12.05 | 12.05 | 14.65 | 14.65 | 6.35 | 6.35 | 19.35 | 19.35 | 12.58 | 6.26 | 17.84 | 17.84 |
| Promedio de Humedad (%) | 12.05 | | 14.65 | | 6.35 | | 19.35 | | 9.42 | | 17.84 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.006 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.35 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.19 | 4.57 | total | 0.21 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-5 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-7 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 19 | 49 | | | 10 | 27 | | | 3 | 10 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 25 | 63 | | | 14 | 36 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 57 | 141 | | | 42 | 105 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 83 | 205 | 266.4 | 26.6 | 68 | 168 | 148.1 | 14.8 | 30 | 75 | 104.9 | 10.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 132 | 324 | | | 98 | 237 | | | 55 | 137 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 178 | 437 | 529.2 | 35.3 | 124 | 305 | 325.5 | 21.7 | 78 | 193 | 212.1 | 14.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 231 | 541 | | | 163 | 400 | | | 98 | 241 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 256 | 627 | | | 214 | 524 | | | 115 | 283 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 293 | 717 | | | 242 | 593 | | | 145 | 356 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 305 | 746 | | | 258 | 632 | | | 165 | 405 | | |

Heinz Rivadeneyra Obiticus
Ing. Laboratorista USAT

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

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

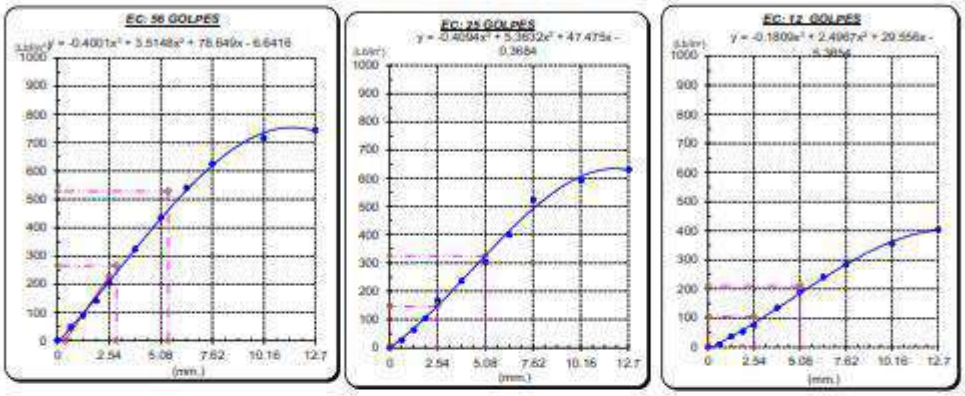



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.735 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.648 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.30 % | |

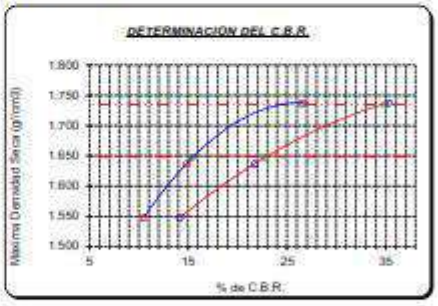
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 28 % | 35 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 15 % | 23 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Quintas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-4** **18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

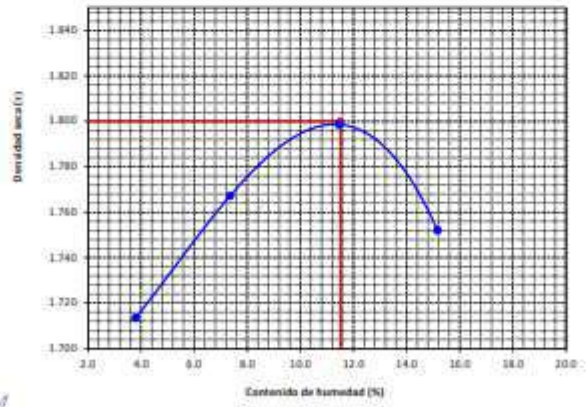
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5568 | 5666 | 5678 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1730 | 1828 | 1840 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.897 | 2.005 | 2.018 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 66.68 | 56.85 | 57.05 | 95.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.90 | 54.18 | 53.04 | 87.70 |
| Peso de tara | g | 18.10 | 17.87 | 18.03 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 1.78 | 2.67 | 4.01 | 7.9 |
| Peso de suelo seco | g | 46.8 | 36.31 | 35.01 | 52.1 |
| Contenido de agua | % | 3.8 | 7.4 | 11.5 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.800** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.50** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-4** **18% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 11966 | | 12210 | | 12720 | | 12990 | | 12094 | | 12336 | |
| Peso de molde (g) | 8015 | | 8015 | | 8804 | | 8804 | | 8414 | | 8414 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3951 | | 4195 | | 3916 | | 4186 | | 3680 | | 3922 | |
| Volumen del molde (cc) | 2015 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.961 | | 2.082 | | 1.854 | | 1.982 | | 1.734 | | 1.848 | |
| % de humedad | 8.39 | | 14.68 | | 8.57 | | 15.58 | | 8.89 | | 15.57 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.809 | | 1.815 | | 1.708 | | 1.715 | | 1.593 | | 1.599 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 215.5 | 215.5 | 4195 | 4195 | 186.9 | 186.9 | 4186 | 4186 | 145.6 | 145.6 | 3922.0 | 3922.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 201.0 | 201.0 | 3951 | 3951 | 175.6 | 175.6 | 3916 | 3916 | 136.0 | 136.0 | 3680.0 | 3680.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 14.5 | 14.5 | 244.0 | 244.0 | 11.1 | 11.1 | 270.0 | 270.0 | 9.6 | 9.6 | 242.0 | 242.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 172.8 | 172.8 | 3880.8 | 3880.8 | 129.5 | 129.5 | 3850.2 | 3850.2 | 108.0 | 108.0 | 3622.3 | 3622.3 |
| % de humedad | 8.39 | 8.39 | 14.68 | 14.68 | 8.57 | 8.57 | 15.58 | 15.58 | 8.89 | 8.89 | 15.57 | 15.57 |
| Promedio de Humedad (%) | 8.39 | | 14.68 | | 8.57 | | 15.58 | | 8.89 | | 15.57 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 27/11/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/11/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.006 | | 0.3 | 0.008 | |
| 29/11/2023 | 14.3 | 48 | 0.24 | 0.006 | | 0.3 | 0.008 | | 0.34 | 0.009 | |
| 30/11/2023 | 14.3 | 72 | 0.36 | 0.009 | | 0.35 | 0.010 | | 0.42 | 0.011 | |
| 01/12/2023 | 14.3 | 96 | 0.4 | 0.010 | | 0.45 | 0.011 | | 0.48 | 0.012 | |
| | | | 4.57 | total | 0.22 | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.28 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 11 | 29 | | | 9 | 24 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 19 | 49 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 26 | 66 | | | 22 | 56 | | | 18 | 46 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 45 | 112 | 144.7 | 14.5 | 40 | 100 | 100.9 | 10.1 | 32 | 80 | 73.0 | 7.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 95 | 234 | | | 69 | 171 | | | 41 | 102 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 105 | 258 | 309.6 | 20.6 | 75 | 185 | 183.0 | 12.2 | 58 | 144 | 145.5 | 9.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 142 | 349 | | | 86 | 212 | | | 76 | 188 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 175 | 429 | | | 95 | 234 | | | 84 | 207 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 236 | 578 | | | 115 | 283 | | | 96 | 237 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 240 | 588 | | | 124 | 305 | | | 113 | 283 | | |

Henry Ruaderico Cubas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

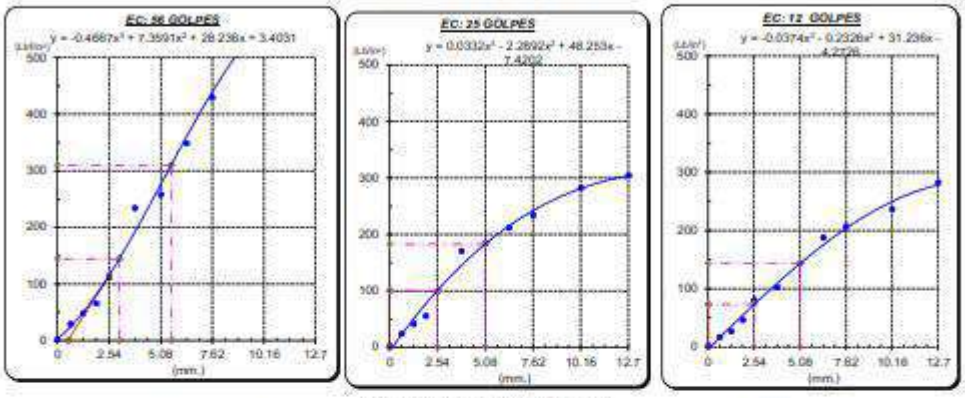



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.800 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.710 g./cm³ | |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.50 % | |

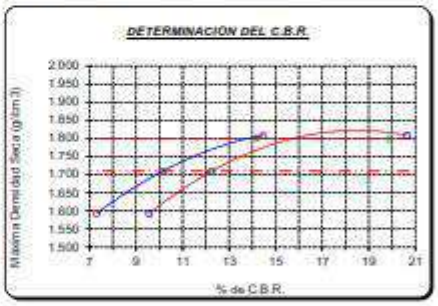
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 | % | 20 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 10 | % | 12 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obiatas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-4** **23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

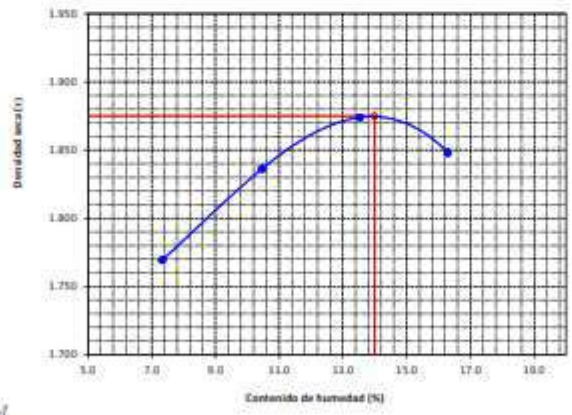
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.875** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **14.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-4** **23% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12152 | | 13410 | | 13050 | | 13200 | | 11912 | | 12110 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4350 | | 4614 | | 4246 | | 4476 | | 3698 | | 3896 | |
| Volumen del molde (cc) | 2098 | | 2098 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.073 | | 2.199 | | 2.010 | | 2.119 | | 1.743 | | 1.836 | |
| % de humedad | 11.33 | | 17.51 | | 12.43 | | 17.94 | | 13.09 | | 18.53 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.862 | | 1.871 | | 1.788 | | 1.797 | | 1.541 | | 1.549 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 121.5 | 121.5 | 4614 | 4614 | 186.5 | 186.5 | 4476 | 4476 | 175.9 | 175.9 | 3896.0 | 3896.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 112.0 | 112.0 | 4350 | 4350 | 171.0 | 171.0 | 4246 | 4246 | 170.0 | 170.0 | 3698.0 | 3698.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.5 | 9.5 | 264.0 | 264.0 | 15.5 | 15.5 | 230.0 | 230.0 | 5.9 | 5.9 | 198.0 | 198.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 83.8 | 83.8 | 4270.5 | 4270.5 | 124.7 | 124.7 | 4171.4 | 4171.4 | 26.8 | 142.0 | 3841.9 | 3841.9 |
| % de humedad | 11.33 | 11.33 | 17.51 | 17.51 | 12.43 | 12.43 | 17.94 | 17.94 | 22.02 | 4.15 | 18.53 | 18.53 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.33 | | 17.51 | | 12.43 | | 17.94 | | 13.09 | | 18.53 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 30/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.28 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.26 | 0.007 | | 0.32 | 0.008 | | 0.36 | 0.009 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.32 | 0.008 | | 0.42 | 0.011 | | 0.42 | 0.011 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | | 0.48 | 0.012 | |
| | | | 4.57 | total | 0.19 | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.28 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 32 | 80 | | | 26 | 66 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 144 | | | 42 | 105 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 90 | 222 | 309.8 | 31.0 | 63 | 156 | 171.5 | 17.2 | 40 | 100 | 105.3 | 10.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 175 | 429 | | | 105 | 258 | | | 76 | 188 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 236 | 578 | 632.6 | 42.2 | 176 | 432 | 384.6 | 25.6 | 86 | 212 | 226.4 | 15.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 278 | 680 | | | 196 | 480 | | | 125 | 307 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 380 | 929 | | | 240 | 588 | | | 134 | 329 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 395 | 943 | | | 258 | 632 | | | 145 | 356 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 390 | 953 | | | 260 | 638 | | | 152 | 373 | | |

Henry Rondoy Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

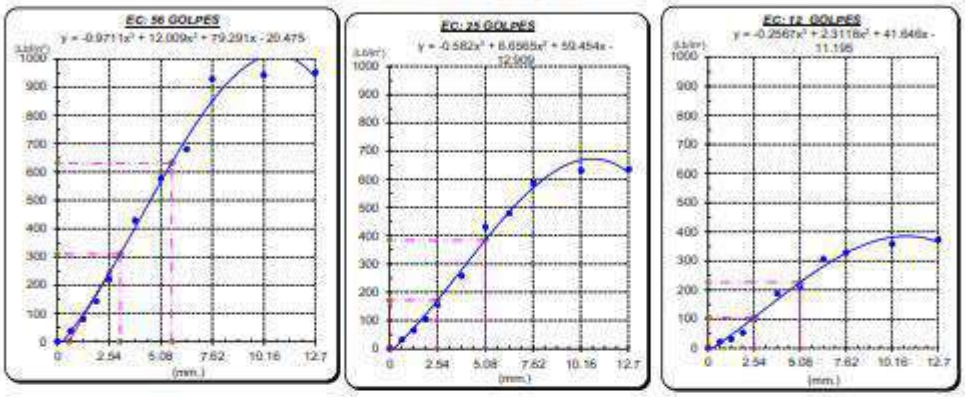



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.875 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.781 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 14.00 % | |

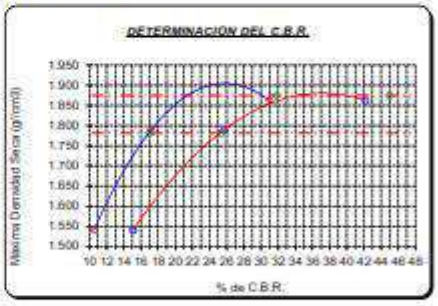
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 32 | % | 45 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 17 | % | 25 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-4 27% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

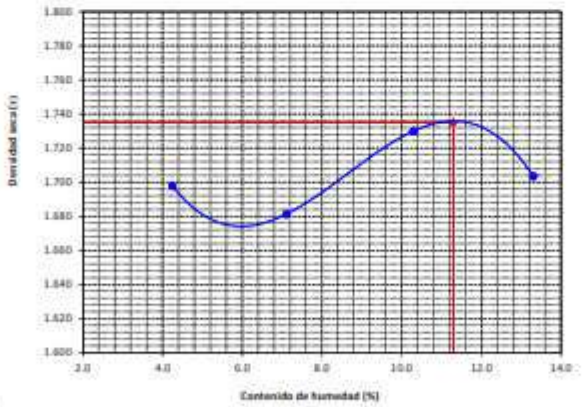
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Fernando Ojeda Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-4** **27% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12082 | | 12350 | | 12610 | | 12898 | | 12175 | | 12430 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3330 | | 3598 | | 3806 | | 4086 | | 3461 | | 3716 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.937 | | 2.093 | | 1.802 | | 1.935 | | 1.631 | | 1.751 | |
| % de humedad | 11.05 | | 19.24 | | 11.72 | | 19.19 | | 11.61 | | 19.09 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.744 | | 1.755 | | 1.613 | | 1.623 | | 1.461 | | 1.470 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.6 | 115.6 | 3598 | 3598 | 142.6 | 142.6 | 4086 | 4086 | 142.6 | 142.6 | 3716.0 | 3716.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 106.9 | 106.9 | 3330 | 3330 | 132.5 | 132.5 | 3806 | 3806 | 137.6 | 137.6 | 3461.0 | 3461.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.7 | 8.7 | 268.0 | 268.0 | 10.1 | 10.1 | 280.0 | 280.0 | 5.0 | 5.0 | 255.0 | 255.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 78.7 | 78.7 | 3272.9 | 3272.9 | 86.2 | 86.2 | 3745.6 | 3745.6 | 26.8 | 109.6 | 3411.2 | 3411.2 |
| % de humedad | 11.05 | 11.05 | 19.24 | 19.24 | 11.72 | 11.72 | 19.19 | 19.19 | 18.66 | 4.56 | 19.09 | 19.09 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.05 | | 19.24 | | 11.72 | | 19.19 | | 11.61 | | 19.09 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.004 | | 0.14 | 0.004 | | 0.28 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.24 | 0.006 | | 0.2 | 0.005 | | 0.34 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.26 | 0.007 | | 0.36 | 0.009 | | 0.48 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.19 | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.27 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 18 | 46 | | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 21 | 54 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 52 | 129 | | | 36 | 90 | | | 23 | 58 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 78 | 193 | 184.9 | 18.5 | 52 | 129 | 130.4 | 13.0 | 34 | 85 | 91.9 | 9.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 78 | 188 | | | 65 | 161 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 136 | 334 | 368.2 | 24.5 | 105 | 258 | 252.8 | 16.9 | 86 | 212 | 220.8 | 14.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 189 | 463 | | | 124 | 305 | | | 121 | 298 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 210 | 515 | | | 163 | 400 | | | 145 | 356 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 275 | 680 | | | 180 | 441 | | | 178 | 437 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 298 | 724 | | | 240 | 588 | | | 199 | 486 | | |

Heidy Fiorella Obiticas Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

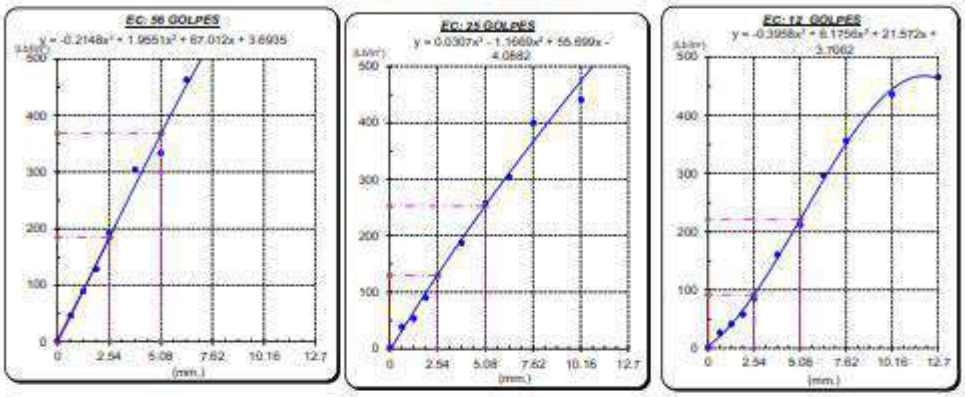



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.735 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.648 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.30 % | |

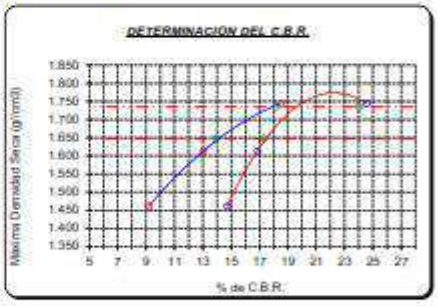
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 18 | % | 24 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 14 | % | 17 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Fernández Obiñas
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-4** **32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

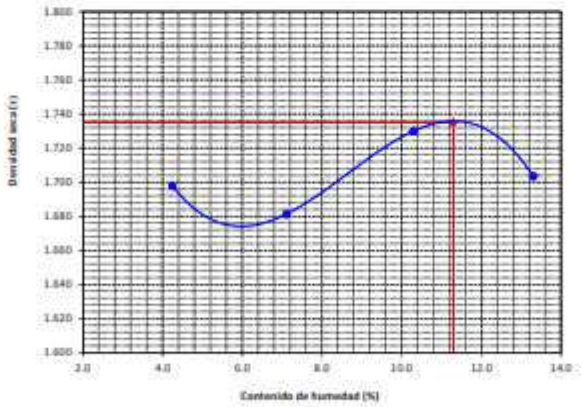
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-4 32% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-5 | | | | A-2 | | | | A-7 | | | |
| 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 | 12826 | | 13182 | | 12780 | | 13090 | | 11540 | | 11790 | |
| Peso de molde (g) | 8738 | | 8738 | | 8804 | | 8804 | | 7855 | | 7855 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4088 | | 4444 | | 3976 | | 4276 | | 3685 | | 3935 | |
| Volumen del molde (cc) | 2125 | | 2125 | | 2112 | | 2112 | | 2117 | | 2117 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.924 | | 2.091 | | 1.883 | | 2.025 | | 1.741 | | 1.859 | |
| % de humedad | 11.03 | | 19.89 | | 12.16 | | 19.84 | | 12.70 | | 19.59 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.733 | | 1.744 | | 1.678 | | 1.689 | | 1.545 | | 1.554 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 95.6 | 95.6 | 4444 | 4444 | 125.6 | 125.6 | 4276 | 4276 | 146.5 | 146.5 | 3935.0 | 3935.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 88.9 | 88.9 | 4088 | 4088 | 117.0 | 117.0 | 3976 | 3976 | 141.0 | 141.0 | 3685.0 | 3685.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.7 | 6.7 | 356.0 | 356.0 | 8.6 | 8.6 | 300.0 | 300.0 | 5.5 | 5.5 | 250.0 | 250.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 60.7 | 60.7 | 4018.4 | 4018.4 | 70.7 | 70.7 | 3910.4 | 3910.4 | 26.8 | 113.0 | 3628.9 | 3628.9 |
| % de humedad | 11.03 | 11.03 | 19.89 | 19.89 | 12.16 | 12.16 | 19.84 | 19.84 | 20.53 | 4.87 | 19.59 | 19.59 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.03 | | 19.89 | | 12.16 | | 19.84 | | 12.70 | | 19.59 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.004 | | 0.21 | 0.005 | | 0.28 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.24 | 0.006 | | 0.26 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.34 | 0.009 | | 0.35 | 0.010 | | 0.36 | 0.009 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.4 | 0.010 | | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.011 | |
| | | | 4.57 | total | 0.22 | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.25 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-5 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-5 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-5 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-5 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-7 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-7 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-7 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-7 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 15 | 39 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 32 | 80 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 65 | 161 | | | 46 | 115 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 90 | 222 | 228.5 | 22.9 | 75 | 185 | 184.4 | 18.4 | 38 | 95 | 101.1 | 10.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 92 | 227 | | | 69 | 171 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 186 | 456 | 459.9 | 30.7 | 128 | 315 | 329.6 | 22.0 | 86 | 212 | 210.2 | 14.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 234 | 573 | | | 175 | 429 | | | 104 | 256 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 268 | 656 | | | 198 | 485 | | | 126 | 310 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 315 | 770 | | | 224 | 549 | | | 158 | 339 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 324 | 792 | | | 246 | 602 | | | 140 | 344 | | |

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

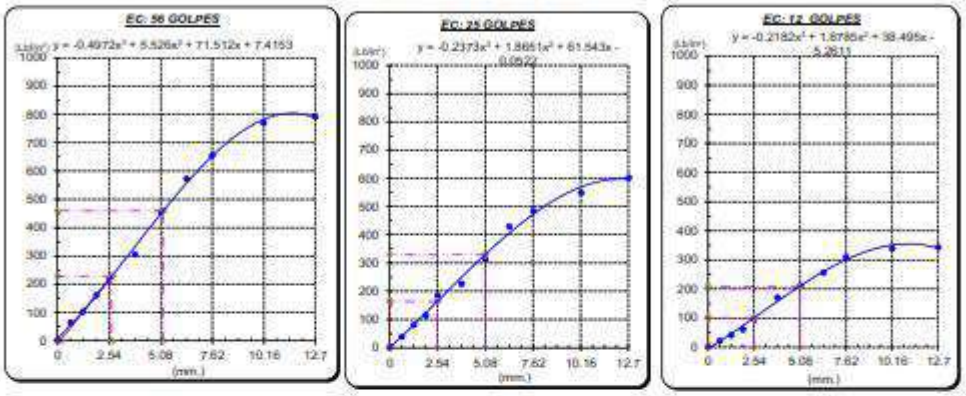



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.735 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.648 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.30 % | |

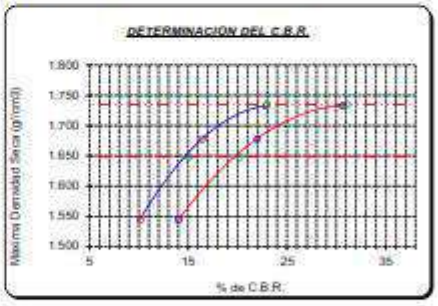
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 23 | % | 31 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 15 | % | 20 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-5 18% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

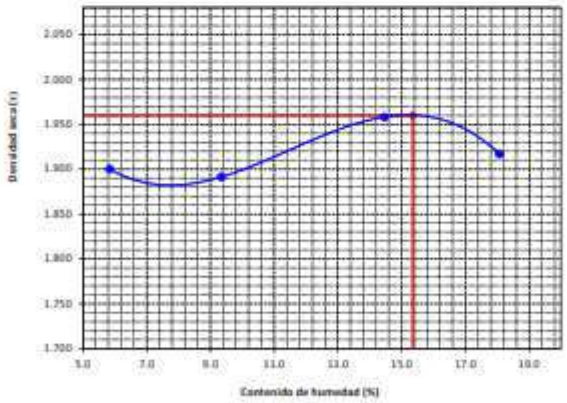
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 86.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 8.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 16.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD MAXIMA SECA | 1.960 | g/cm3 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 15.35 | % |

GRAFICO DEL PROCTOR




Henry Fruodencyo Obitus
Sec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-5** **18% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-6 | | A-3 | | A-6 | |
| Nº Capa | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12582 | 12770 | 13190 | 13378 | 12118 | 12358 |
| Peso de molde (g) | 8014 | 8014 | 8804 | 8804 | 8293 | 8293 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4568 | 4756 | 4386 | 4566 | 3825 | 4065 |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | 2020 | 2112 | 2112 | 2122 | 2122 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.261 | 2.354 | 2.077 | 2.162 | 1.803 | 1.916 |
| % de humedad | 15.30 | 19.49 | 15.39 | 19.57 | 15.27 | 21.64 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.961 | 1.970 | 1.800 | 1.808 | 1.564 | 1.575 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.6 | 115.6 | 4756 | 4756 | 165.5 | 165.5 | 4566 | 4566 | 124.6 | 124.6 | 4065.0 | 4065.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 104.0 | 104.0 | 4568 | 4568 | 149.6 | 149.6 | 4386 | 4386 | 111.6 | 111.8 | 3825.0 | 3825.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 11.6 | 11.6 | 188.0 | 188.0 | 15.9 | 15.9 | 180.0 | 180.0 | 12.8 | 12.8 | 240.0 | 240.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 75.8 | 75.8 | 4480.1 | 4480.1 | 103.3 | 103.3 | 4308.5 | 4308.5 | 83.8 | 83.8 | 3766.1 | 3766.1 |
| % de humedad | 15.30 | 15.30 | 19.49 | 19.49 | 15.39 | 15.39 | 19.57 | 19.57 | 15.27 | 15.27 | 21.64 | 21.64 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.30 | | 19.49 | | 15.39 | | 19.57 | | 15.27 | | 21.64 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.15 | 0.004 | | 0.2 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.4 | 0.010 | | 0.25 | 0.007 | | 0.35 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.44 | 0.011 | | 0.35 | 0.009 | | 0.46 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.5 | 0.013 | | 0.55 | 0.014 | | 0.59 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.32 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-6 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-6 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 39 | 91 | | | 18 | 41 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 34 | 85 | | | 23 | 58 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 68 | 168 | | | 52 | 129 | | | 36 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 95 | 234 | 235.6 | 23.6 | 86 | 212 | 189.6 | 18.9 | 55 | 137 | 126.7 | 12.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 165 | 405 | | | 124 | 305 | | | 76 | 188 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 189 | 463 | 445.6 | 29.7 | 136 | 334 | 364.9 | 24.3 | 89 | 219 | 237.9 | 15.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 224 | 549 | | | 174 | 427 | | | 115 | 283 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 236 | 578 | | | 215 | 527 | | | 146 | 358 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 280 | 685 | | | 246 | 602 | | | 150 | 368 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 286 | 700 | | | 256 | 612 | | | 170 | 417 | | |

Henry Riveros Obiticus
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

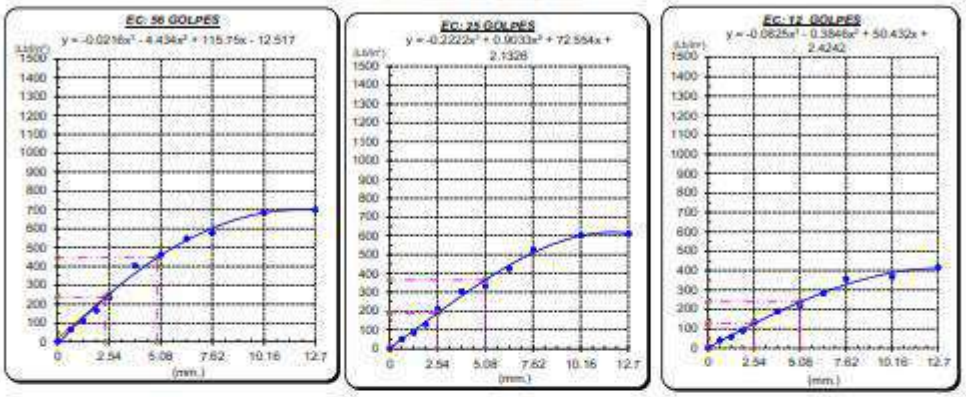



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.960 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.862 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.35 % | |

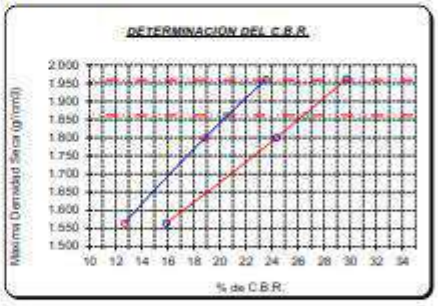
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 24 | % | 30 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 21 | % | 27 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obiitas
Sec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-5** **23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

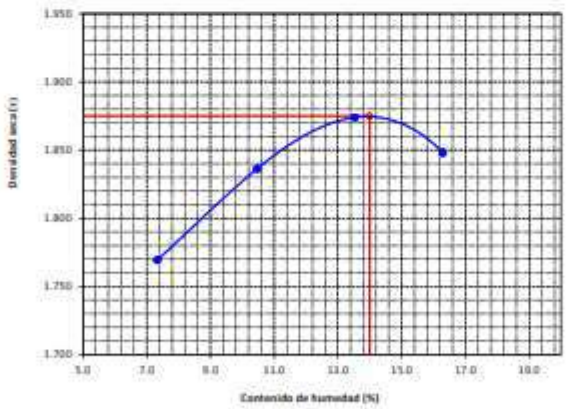
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.875** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **14.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-5** **23% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12264 | | 12574 | | 13010 | | 13290 | | 12104 | | 12352 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4462 | | 4772 | | 4206 | | 4476 | | 3890 | | 4138 | |
| Volumen del molde (cc) | 2096 | | 2096 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.127 | | 2.275 | | 1.991 | | 2.119 | | 1.833 | | 1.950 | |
| % de humedad | 14.09 | | 21.17 | | 14.81 | | 21.34 | | 14.36 | | 20.84 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.864 | | 1.877 | | 1.735 | | 1.747 | | 1.603 | | 1.614 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 98.6 | 98.6 | 4772 | 4772 | 124.6 | 124.6 | 4476 | 4476 | 136.5 | 136.5 | 4138.0 | 4138.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 89.9 | 89.9 | 4462 | 4462 | 114.5 | 114.5 | 4206 | 4206 | 130.4 | 130.4 | 3890.0 | 3890.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.7 | 8.7 | 310.0 | 310.0 | 10.1 | 10.1 | 270.0 | 270.0 | 6.1 | 6.1 | 248.0 | 248.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 61.7 | 61.7 | 4380.3 | 4380.3 | 68.2 | 68.2 | 4134.3 | 4134.3 | 26.8 | 102.4 | 3828.6 | 3828.6 |
| % de humedad | 14.09 | 14.09 | 21.17 | 21.17 | 14.81 | 14.81 | 21.34 | 21.34 | 22.77 | 5.96 | 20.84 | 20.84 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.09 | | 21.17 | | 14.81 | | 21.34 | | 14.36 | | 20.84 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.21 | 0.006 | | 0.28 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.26 | 0.007 | | 0.32 | 0.008 | | 0.32 | 0.008 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.34 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | | 0.4 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.42 | 0.011 | | 0.52 | 0.013 | | 0.8 | 0.020 | |
| | | | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.44 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-13 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 9 | 24 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 32 | 80 | | | 15 | 39 | | | 9 | 24 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 45 | 112 | | | 26 | 66 | | | 12 | 32 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 68 | 168 | 180.7 | 18.1 | 42 | 105 | 109.7 | 11.0 | 26 | 66 | 70.5 | 7.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 112 | 276 | | | 76 | 188 | | | 45 | 112 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 136 | 334 | 354.8 | 23.6 | 110 | 271 | 252.6 | 16.8 | 76 | 188 | 158.8 | 10.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 175 | 429 | | | 134 | 329 | | | 80 | 198 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 210 | 515 | | | 150 | 368 | | | 96 | 237 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 226 | 554 | | | 205 | 502 | | | 115 | 283 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 240 | 588 | | | 215 | 527 | | | 124 | 305 | | |

Heidy Fiorella Obiñas Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

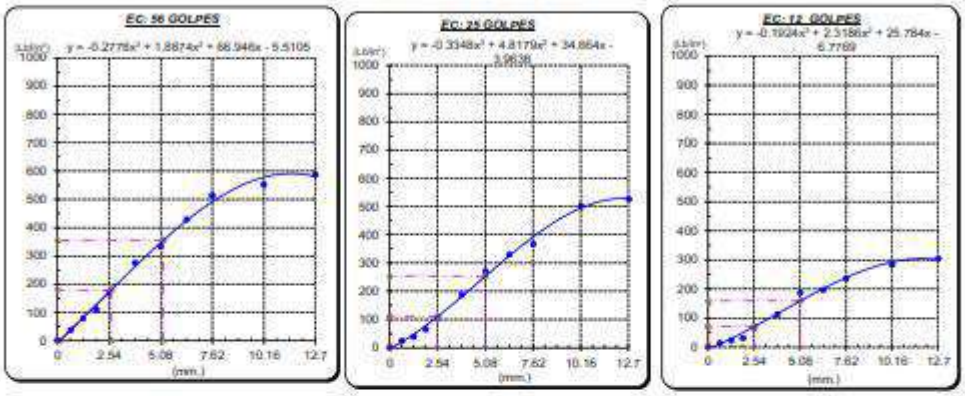



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.875 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.781 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.00 % |

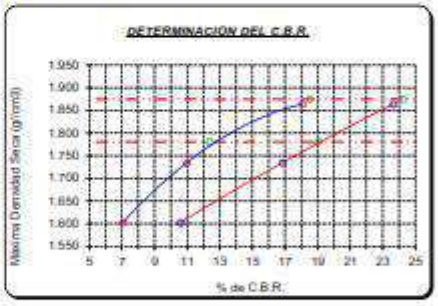
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 19 % | 24 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 12 % | 19 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Ing. Laboratorista USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-5** **27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

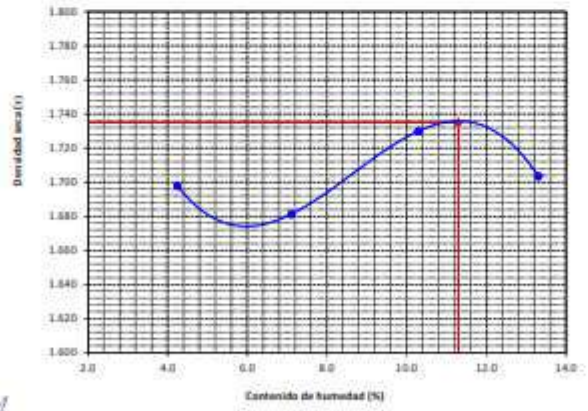
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-5** **27% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12098 | | 12396 | | 12710 | | 12898 | | 12056 | | 12310 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3346 | | 3644 | | 3906 | | 4086 | | 3342 | | 3596 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.946 | | 2.120 | | 1.849 | | 1.935 | | 1.575 | | 1.695 | |
| % de humedad | 10.91 | | 19.97 | | 14.53 | | 19.22 | | 12.34 | | 20.05 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.756 | | 1.767 | | 1.615 | | 1.623 | | 1.402 | | 1.412 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.6 | 115.6 | 3644 | 3644 | 145.6 | 145.6 | 4086 | 4086 | 89.5 | 89.5 | 3596.0 | 3596.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 107.0 | 107.0 | 3346 | 3346 | 133.0 | 133.0 | 3906 | 3906 | 85.0 | 85.0 | 3342.0 | 3342.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.6 | 8.6 | 298.0 | 298.0 | 12.6 | 12.6 | 180.0 | 180.0 | 4.5 | 4.5 | 254.0 | 254.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 78.8 | 78.8 | 3288.3 | 3288.3 | 86.7 | 86.7 | 3843.9 | 3843.9 | 26.8 | 57.0 | 3295.8 | 3295.8 |
| % de humedad | 10.91 | 10.91 | 19.97 | 19.97 | 14.53 | 14.53 | 19.22 | 19.22 | 16.80 | 7.89 | 20.05 | 20.05 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.91 | | 19.97 | | 14.53 | | 19.22 | | 12.34 | | 20.05 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.007 | | 0.35 | 0.009 | | 0.35 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.4 | 0.010 | | 0.45 | 0.011 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.45 | 0.011 | | 0.5 | 0.013 | | 0.55 | 0.014 | |
| | | | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.31 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 18 | 46 | | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 21 | 54 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 52 | 129 | | | 26 | 66 | | | 15 | 39 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 78 | 193 | 147.4 | 14.7 | 52 | 129 | 134.4 | 13.4 | 26 | 66 | 72.6 | 7.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 105 | 258 | | | 86 | 212 | | | 42 | 105 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 124 | 305 | 280.4 | 18.7 | 104 | 256 | 237.5 | 15.8 | 75 | 185 | 157.3 | 10.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 142 | 349 | | | 114 | 280 | | | 80 | 198 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 156 | 383 | | | 124 | 305 | | | 95 | 234 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 195 | 478 | | | 142 | 349 | | | 105 | 258 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 244 | 597 | | | 175 | 429 | | | 112 | 276 | | |

Henry Ruadenyto Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

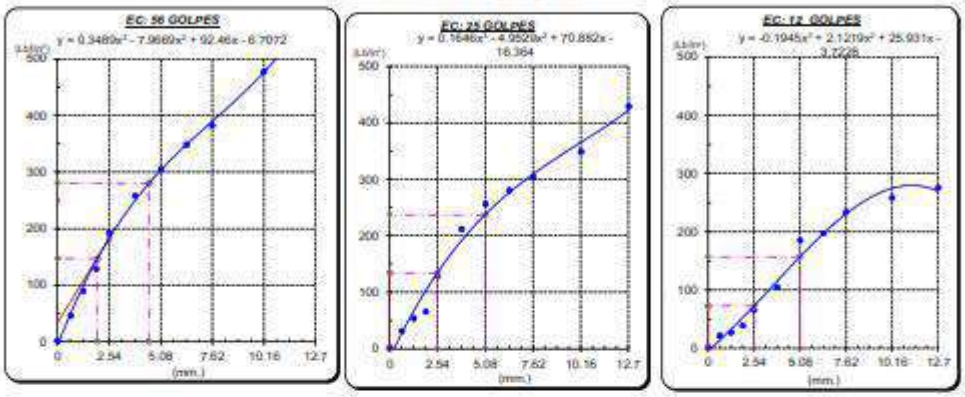



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

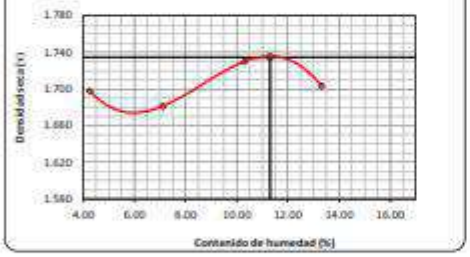
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.735 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.648 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.30 % | |

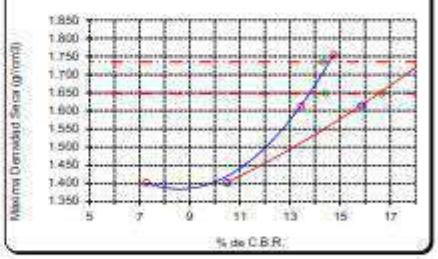
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 14 % | 18 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 14 % | 17 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Ing. Laboratorista
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-5** **32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

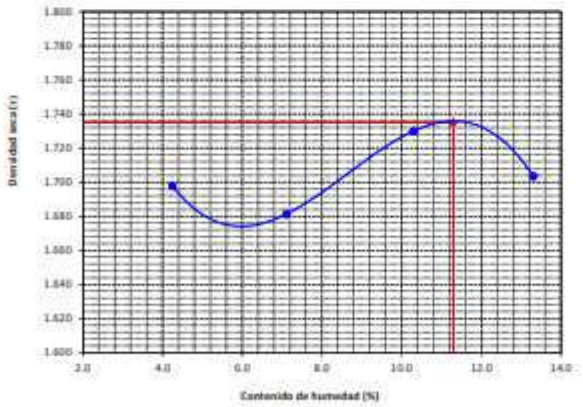
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-5** **32% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12086 | | 12358 | | 12580 | | 13010 | | 12288 | | 12570 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3334 | | 3606 | | 3776 | | 4206 | | 3574 | | 3856 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.939 | | 2.098 | | 1.788 | | 1.991 | | 1.684 | | 1.817 | |
| % de humedad | 11.29 | | 19.59 | | 11.75 | | 23.32 | | 12.07 | | 20.08 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.743 | | 1.754 | | 1.600 | | 1.615 | | 1.503 | | 1.513 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.9 | 115.9 | 3606 | 3606 | 175.6 | 175.6 | 4206 | 4206 | 98.6 | 98.6 | 3856.0 | 3856.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 107.0 | 107.0 | 3334 | 3334 | 162.0 | 162.0 | 3776 | 3776 | 94.0 | 94.0 | 3574.0 | 3574.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.9 | 8.9 | 272.0 | 272.0 | 13.6 | 13.6 | 430.0 | 430.0 | 4.6 | 4.6 | 282.0 | 282.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 78.8 | 78.8 | 3276.9 | 3276.9 | 115.7 | 115.7 | 3776.5 | 3776.5 | 26.8 | 66.0 | 3521.1 | 3521.1 |
| % de humedad | 11.29 | 11.29 | 19.59 | 19.59 | 11.75 | 11.75 | 23.32 | 23.32 | 17.17 | 6.97 | 20.08 | 20.08 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.29 | | 19.59 | | 11.75 | | 23.32 | | 12.07 | | 20.08 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.006 | | 0.3 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.007 | | 0.35 | 0.010 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.3 | 0.008 | | 0.45 | 0.011 | | 0.55 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.35 | 0.009 | | 0.5 | 0.013 | | 0.7 | 0.018 | |
| | | | 4.57 | total | 0.19 | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.38 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 12 | 32 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 34 | 85 | | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 68 | 168 | | | 36 | 90 | | | 16 | 41 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 95 | 234 | 256.6 | 25.6 | 56 | 139 | 137.0 | 13.7 | 36 | 88 | 81.5 | 8.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 156 | 383 | | | 85 | 210 | | | 56 | 139 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 180 | 441 | 499.1 | 33.3 | 115 | 283 | 269.7 | 18.0 | 75 | 185 | 180.3 | 12.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 246 | 602 | | | 124 | 305 | | | 95 | 234 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 295 | 729 | | | 168 | 412 | | | 115 | 283 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 305 | 748 | | | 178 | 437 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 325 | 795 | | | 205 | 502 | | | 135 | 332 | | |

Henry Rivadeneyra Oblitas
Ing. Laboratorista USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

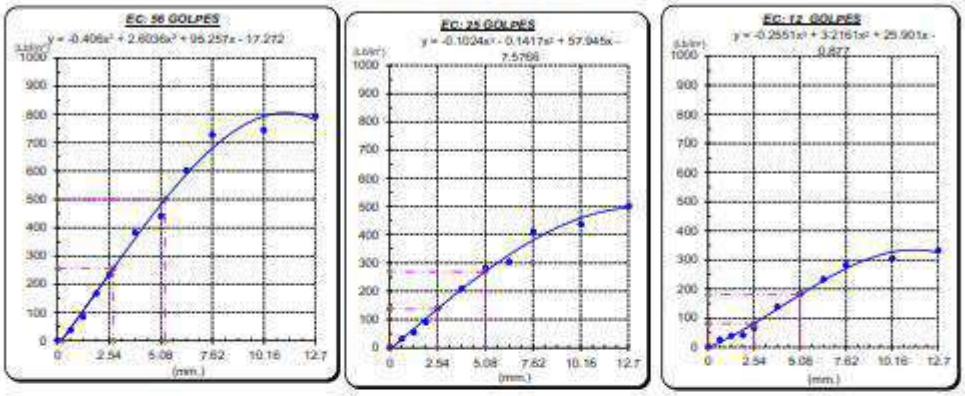



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.735 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.648 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.30 % | |

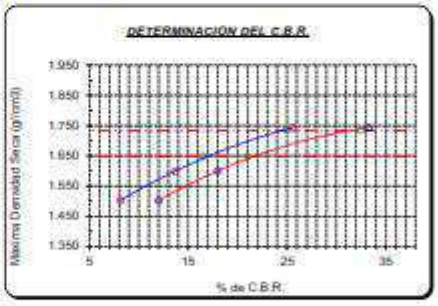
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 25 % | 32 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 % | 21 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-6** **18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

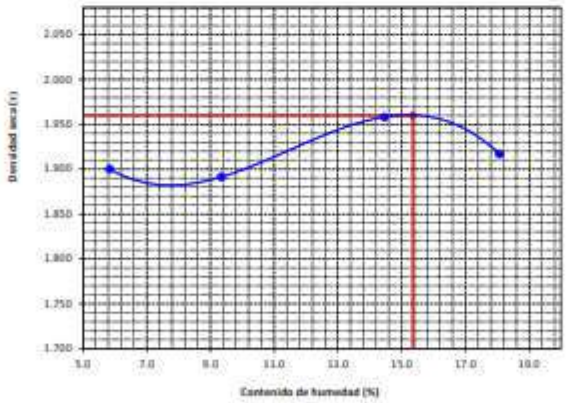
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 86.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 8.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 16.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.960** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **15.35** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruadencyro Obitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-6** **18% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-4 | | | | A-3 | | | | A-6 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12598 | | 12710 | | 13230 | | 13510 | | 12188 | | 12458 | |
| Peso de molde (g) | 8014 | | 8014 | | 8804 | | 8804 | | 8293 | | 8293 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4584 | | 4696 | | 4426 | | 4706 | | 3895 | | 4165 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.269 | | 2.325 | | 2.096 | | 2.228 | | 1.836 | | 1.963 | |
| % de humedad | 15.23 | | 17.72 | | 15.60 | | 22.04 | | 15.74 | | 22.79 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.969 | | 1.975 | | 1.813 | | 1.826 | | 1.586 | | 1.599 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 126.5 | 126.5 | 4696 | 4696 | 145.6 | 145.6 | 4706 | 4706 | 145.6 | 145.6 | 4165.0 | 4165.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 113.5 | 113.5 | 4584 | 4584 | 132.2 | 132.2 | 4426 | 4426 | 129.6 | 129.6 | 3895.0 | 3895.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 13.0 | 13.0 | 112.0 | 112.0 | 13.4 | 13.4 | 280.0 | 280.0 | 16.0 | 16.0 | 270.0 | 270.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 85.3 | 85.3 | 4495.5 | 4495.5 | 85.9 | 85.9 | 4347.2 | 4347.2 | 101.6 | 101.6 | 3834.2 | 3834.2 |
| % de humedad | 15.23 | 15.23 | 17.72 | 17.72 | 15.60 | 15.60 | 22.04 | 22.04 | 15.74 | 15.74 | 22.79 | 22.79 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.23 | | 17.72 | | 15.60 | | 22.04 | | 15.74 | | 22.79 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.21 | 0.005 | | 0.18 | 0.005 | | 0.15 | 0.004 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.46 | 0.012 | | 0.31 | 0.008 | | 0.36 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.52 | 0.013 | | 0.41 | 0.010 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.62 | 0.016 | | 0.63 | 0.016 | | 0.65 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.36 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-6 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 19 | 49 | | | 15 | 39 | | | 12 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 34 | 85 | | | 21 | 54 | | | 18 | 46 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 139 | | | 35 | 90 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 84 | 207 | 201.0 | 20.1 | 56 | 144 | 132.7 | 13.3 | 36 | 90 | 92.5 | 9.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 142 | 349 | | | 83 | 212 | | | 52 | 129 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 163 | 400 | 372.6 | 24.8 | 95 | 234 | 249.7 | 16.6 | 69 | 171 | 169.8 | 11.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 124 | 305 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 201 | 493 | | | 142 | 349 | | | 98 | 241 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 216 | 529 | | | 180 | 441 | | | 104 | 256 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 243 | 595 | | | 210 | 515 | | | 124 | 305 | | |

Henry Ruadericuro Cubitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

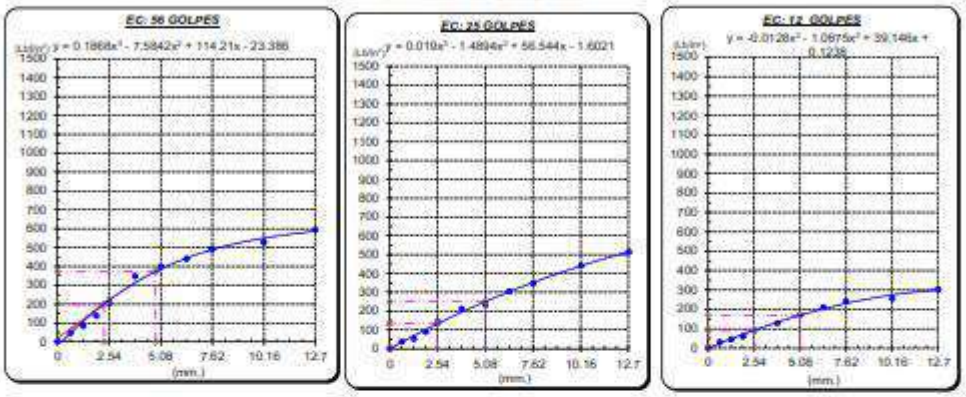



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.960 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.862 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.35 % | |

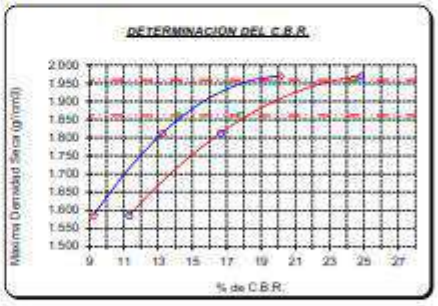
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 20 | % | 24 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Jefe Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-6** **23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

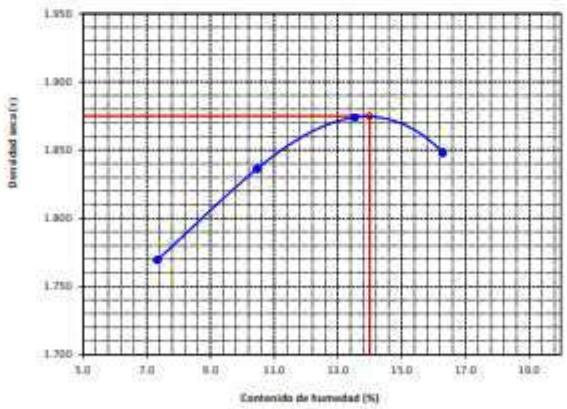
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.875** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **14.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Bonaventura Obitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-6** **23% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12294 | | 12634 | | 13110 | | 13490 | | 12084 | | 12392 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4492 | | 4832 | | 4306 | | 4676 | | 3870 | | 4178 | |
| Volumen del molde (cc) | 2096 | | 2096 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.141 | | 2.303 | | 2.039 | | 2.214 | | 1.824 | | 1.969 | |
| % de humedad | 14.18 | | 21.89 | | 14.54 | | 23.28 | | 15.56 | | 23.64 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.875 | | 1.890 | | 1.780 | | 1.796 | | 1.578 | | 1.592 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 125.6 | 125.6 | 4832 | 4832 | 156.6 | 156.6 | 4676 | 4676 | 163.5 | 163.5 | 4178.0 | 4178.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 113.5 | 113.5 | 4492 | 4492 | 142.6 | 142.6 | 4306 | 4306 | 156.6 | 156.6 | 3870.0 | 3870.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 12.1 | 12.1 | 340.0 | 340.0 | 14.0 | 14.0 | 370.0 | 370.0 | 6.9 | 6.9 | 308.0 | 308.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 85.3 | 85.3 | 4409.3 | 4409.3 | 96.3 | 96.3 | 4230.7 | 4230.7 | 26.8 | 128.6 | 3809.9 | 3809.9 |
| % de humedad | 14.18 | 14.18 | 21.89 | 21.89 | 14.54 | 14.54 | 23.28 | 23.28 | 25.76 | 5.36 | 23.64 | 23.64 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.18 | | 21.89 | | 14.54 | | 23.28 | | 15.56 | | 23.64 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.2 | 0.005 | | 0.25 | 0.006 | | 0.23 | 0.006 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.35 | 0.010 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.012 | | 0.48 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.5 | 0.013 | | 0.51 | 0.013 | | 0.6 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.33 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | CARGA lbs/pulg2 | CORRECCIÓN lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA lbs/pulg2 | CORRECCIÓN lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | CARGA lbs/pulg2 | CORRECCIÓN lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 43 | 107 | | | 23 | 58 | | | 13 | 34 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 139 | | | 38 | 95 | | | 19 | 49 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 79 | 195 | 170.8 | 17.1 | 50 | 124 | 122.4 | 12.2 | 32 | 80 | 84.1 | 8.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 90 | 222 | | | 68 | 168 | | | 49 | 122 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 142 | 349 | 336.2 | 22.4 | 89 | 219 | 214.9 | 14.3 | 65 | 161 | 151.9 | 10.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 186 | 456 | | | 105 | 258 | | | 75 | 185 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 190 | 466 | | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 236 | 578 | | | 136 | 334 | | | 90 | 222 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 250 | 612 | | | 150 | 368 | | | 115 | 283 | | |

Henry Ruaderico Cubas Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

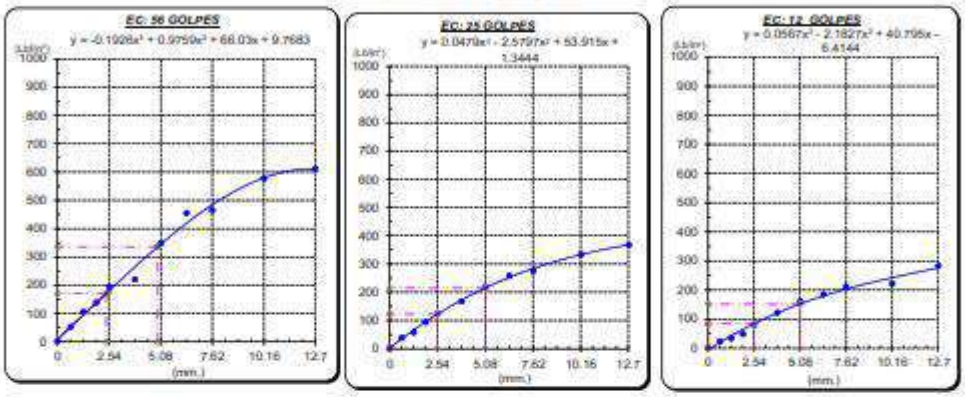



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.875 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.781 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 14.00 % | |

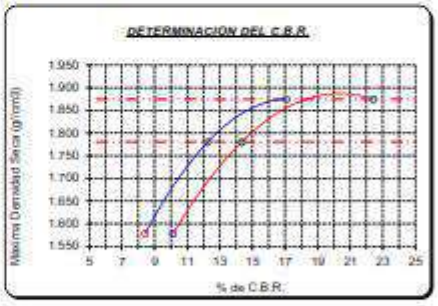
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 17 % | 22 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 12 % | 14 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruedas Ortiz
Ing. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-6** **27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

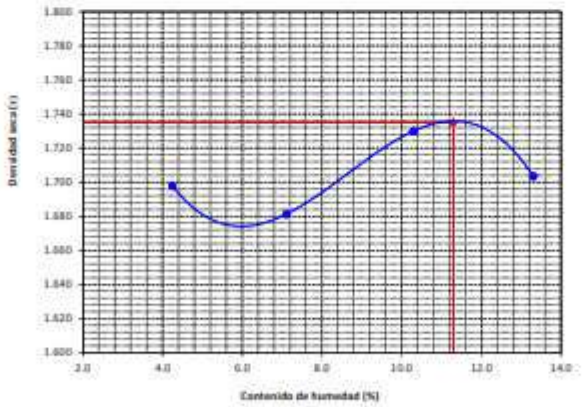
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-6 27% NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12038 | | 12410 | | 12680 | | 13096 | | 12056 | | 12410 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3286 | | 3664 | | 3876 | | 4286 | | 3342 | | 3696 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.912 | | 2.131 | | 1.836 | | 2.029 | | 1.575 | | 1.742 | |
| % de humedad | 11.46 | | 23.16 | | 12.56 | | 23.31 | | 13.32 | | 24.06 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.715 | | 1.731 | | 1.630 | | 1.646 | | 1.390 | | 1.404 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 86.5 | 86.5 | 3684 | 3664 | 112.6 | 112.6 | 4286 | 4286 | 95.6 | 95.6 | 3696.0 | 3696.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 86.5 | 86.5 | 3286 | 3286 | 105.2 | 105.2 | 3876 | 3876 | 90.6 | 90.6 | 3342.0 | 3342.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 0.0 | 0.0 | 378.0 | 378.0 | 7.4 | 7.4 | 410.0 | 410.0 | 5.0 | 5.0 | 354.0 | 354.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 52.3 | 52.3 | 3230.6 | 3230.6 | 58.9 | 58.9 | 3813.8 | 3813.8 | 26.8 | 62.6 | 3296.2 | 3296.2 |
| % de humedad | 11.46 | 11.46 | 23.16 | 23.16 | 12.56 | 12.56 | 23.31 | 23.31 | 18.66 | 7.98 | 24.06 | 24.06 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.46 | | 23.16 | | 12.56 | | 23.31 | | 13.32 | | 24.06 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.007 | | 0.35 | 0.009 | | 0.35 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.4 | 0.010 | | 0.45 | 0.011 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.45 | 0.011 | | 0.5 | 0.013 | | 0.55 | 0.014 | |
| | | | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.31 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | | 6 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 95 | | | 23 | 58 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 139 | | | 36 | 90 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 82 | 202 | 138.7 | 13.9 | 51 | 127 | 128.2 | 12.8 | 36 | 90 | 77.8 | 7.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 105 | 258 | | | 75 | 185 | | | 42 | 105 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 115 | 283 | 267.8 | 17.9 | 95 | 234 | 222.8 | 14.9 | 62 | 154 | 150.3 | 10.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 134 | 329 | | | 104 | 256 | | | 75 | 185 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 145 | 356 | | | 115 | 283 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 186 | 456 | | | 132 | 324 | | | 96 | 237 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 142 | 349 | | | 104 | 256 | | |

Henry Rivadeneyra Obiticus
Ing. Laboratorista USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

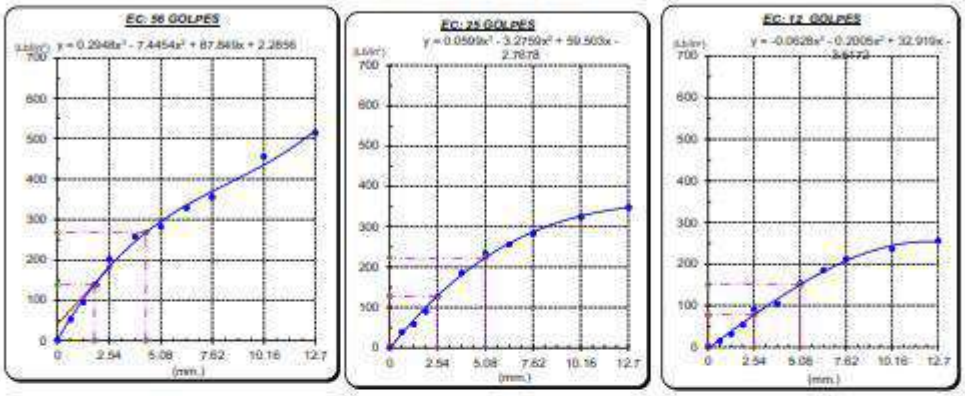



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

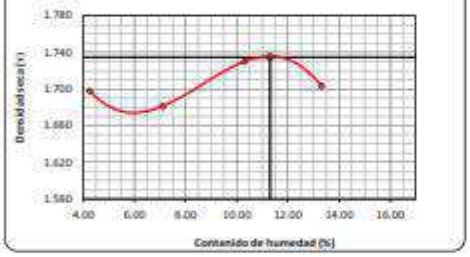
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % |

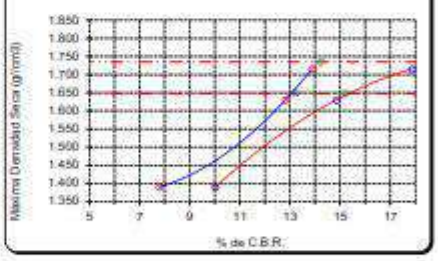
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 | % | 19 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 13 | % | 15 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-6** **32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

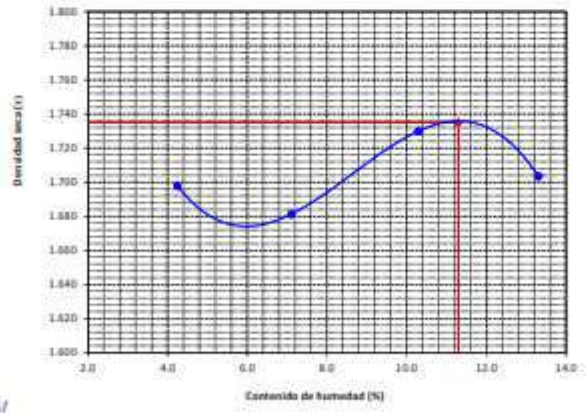
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-6** **32% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12086 | | 12358 | | 12580 | | 13010 | | 12288 | | 12570 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3334 | | 3606 | | 3776 | | 4206 | | 3574 | | 3856 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.939 | | 2.098 | | 1.788 | | 1.991 | | 1.684 | | 1.817 | |
| % de humedad | 11.29 | | 19.59 | | 11.75 | | 23.32 | | 12.07 | | 20.08 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.743 | | 1.754 | | 1.600 | | 1.615 | | 1.503 | | 1.513 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.9 | 115.9 | 3606 | 3606 | 175.6 | 175.6 | 4206 | 4206 | 98.6 | 98.6 | 3856.0 | 3856.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 107.0 | 107.0 | 3334 | 3334 | 162.0 | 162.0 | 3776 | 3776 | 94.0 | 94.0 | 3574.0 | 3574.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.9 | 8.9 | 272.0 | 272.0 | 13.6 | 13.6 | 430.0 | 430.0 | 4.6 | 4.6 | 282.0 | 282.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 78.8 | 78.8 | 3276.9 | 3276.9 | 115.7 | 115.7 | 3776.5 | 3776.5 | 26.8 | 66.0 | 3521.1 | 3521.1 |
| % de humedad | 11.29 | 11.29 | 19.59 | 19.59 | 11.75 | 11.75 | 23.32 | 23.32 | 17.17 | 6.97 | 20.08 | 20.08 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.29 | | 19.59 | | 11.75 | | 23.32 | | 12.07 | | 20.08 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.005 | | 0.21 | 0.005 | | 0.23 | 0.006 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.29 | 0.007 | | 0.39 | 0.010 | | 0.32 | 0.008 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.34 | 0.009 | | 0.45 | 0.012 | | 0.46 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.42 | 0.011 | | 0.56 | 0.014 | | 0.61 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.33 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 13 | 34 | | | 9 | 24 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 24 | 61 | | | 17 | 44 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 75 | 185 | | | 39 | 97 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 92 | 227 | 219.8 | 22.0 | 63 | 156 | 136.7 | 13.7 | 32 | 80 | 83.6 | 8.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 142 | 349 | | | 76 | 188 | | | 46 | 119 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 162 | 398 | 420.5 | 28.0 | 98 | 241 | 232.7 | 15.5 | 62 | 154 | 159.1 | 10.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 270 | 515 | | | 101 | 249 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 245 | 600 | | | 124 | 305 | | | 90 | 222 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 265 | 649 | | | 136 | 334 | | | 95 | 234 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 280 | 685 | | | 148 | 363 | | | 105 | 258 | | |

Henry Fernando Obitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

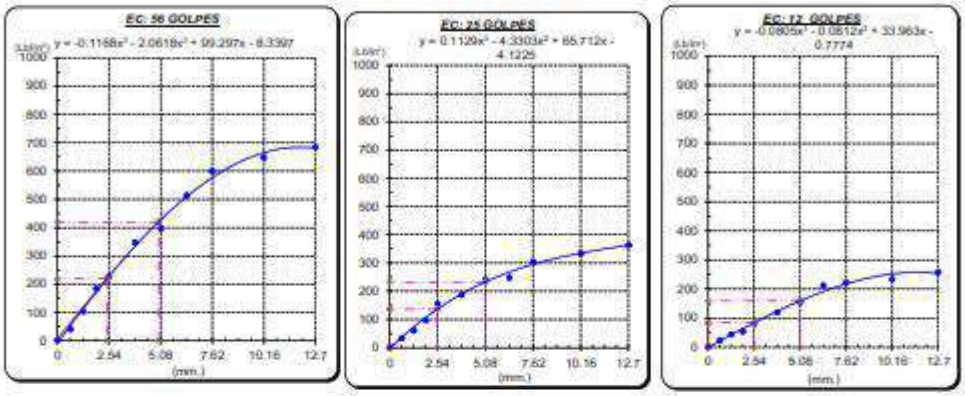



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

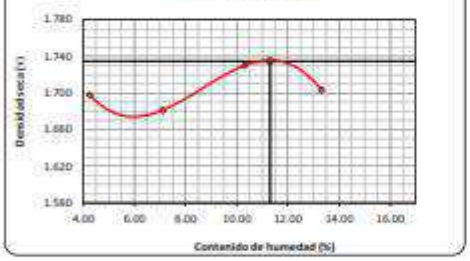
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % |

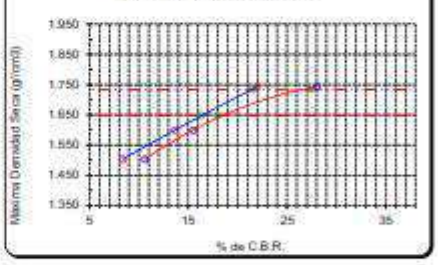
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 22 | % | 27 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 16 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruaderico Obiitus
Téc. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-7** **18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

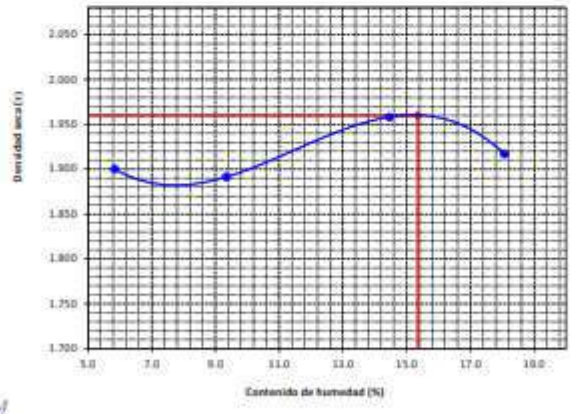
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 86.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 8.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 16.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.960 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 15.35 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-7 18% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-4 | | A-3 | | A-8 | |
| Nº Capa | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 25 | | 12 | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado | Sin Saturado | Saturado |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12528 | 12820 | 13230 | 13490 | 12158 | 12398 |
| Peso de molde (g) | 8014 | 8014 | 8804 | 8804 | 8293 | 8293 |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4514 | 4806 | 4426 | 4686 | 3865 | 4105 |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | 2020 | 2112 | 2112 | 2122 | 2122 |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.235 | 2.379 | 2.096 | 2.219 | 1.821 | 1.934 |
| % de humedad | 14.39 | 20.99 | 15.49 | 21.47 | 15.80 | 22.10 |
| Densidad seca (g/cc) | 1.954 | 1.967 | 1.815 | 1.827 | 1.573 | 1.584 |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.6 | 115.6 | 4806 | 4806 | 124.6 | 124.6 | 4686 | 4686 | 152.6 | 152.6 | 4105.0 | 4105.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 104.6 | 104.6 | 4514 | 4514 | 114.1 | 114.1 | 4426 | 4426 | 135.6 | 135.6 | 3865.0 | 3865.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 11.0 | 11.0 | 292.0 | 292.0 | 10.5 | 10.5 | 260.0 | 260.0 | 17.0 | 17.0 | 240.0 | 240.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 76.4 | 76.4 | 4427.5 | 4427.5 | 67.8 | 67.8 | 4347.1 | 4347.1 | 107.6 | 107.6 | 3805.1 | 3805.1 |
| % de humedad | 14.39 | 14.39 | 20.99 | 20.99 | 15.49 | 15.49 | 21.47 | 21.47 | 15.80 | 15.80 | 22.10 | 22.10 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.39 | | 20.99 | | 15.49 | | 21.47 | | 15.80 | | 22.10 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.21 | 0.005 | | 0.18 | 0.006 | | 0.15 | 0.004 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.46 | 0.012 | | 0.31 | 0.008 | | 0.36 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.52 | 0.013 | | 0.41 | 0.010 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.62 | 0.016 | | 0.63 | 0.016 | | 0.65 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.36 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-8 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 22 | 56 | | | 17 | 44 | | | 13 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 39 | 97 | | | 27 | 68 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 62 | 154 | | | 42 | 105 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 241 | 215.6 | 21.6 | 69 | 171 | 153.9 | 15.4 | 42 | 105 | 111.5 | 11.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 156 | 393 | | | 98 | 241 | | | 63 | 156 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 179 | 439 | 398.6 | 26.6 | 102 | 251 | 263.1 | 17.5 | 76 | 193 | 191.7 | 12.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 186 | 456 | | | 116 | 285 | | | 91 | 224 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 215 | 527 | | | 139 | 341 | | | 101 | 249 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 226 | 554 | | | 165 | 405 | | | 106 | 261 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 258 | 632 | | | 180 | 441 | | | 112 | 276 | | |

Henry Rivadeneyra Obiatas
Sec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

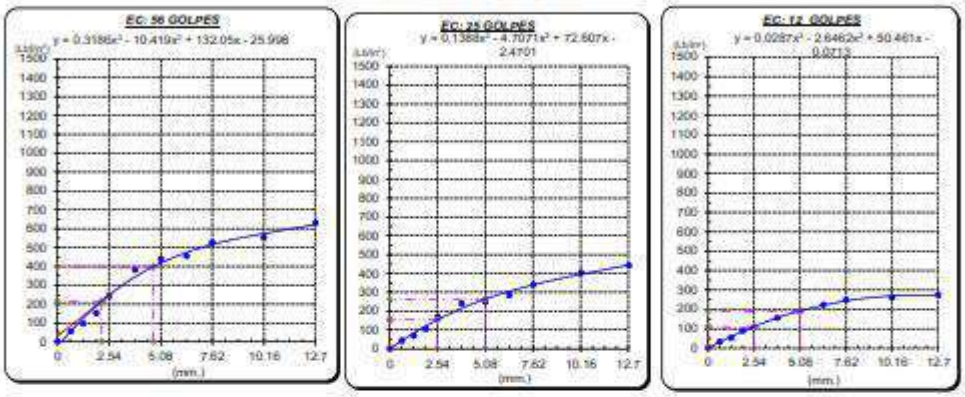



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.960 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.862 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 15.35 % | |

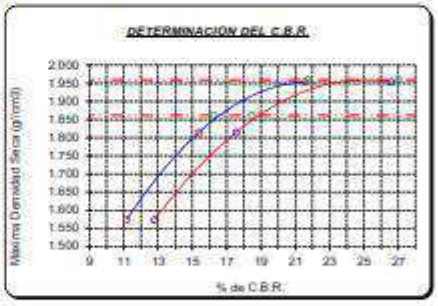
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 22 | % | 27 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-7** **23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

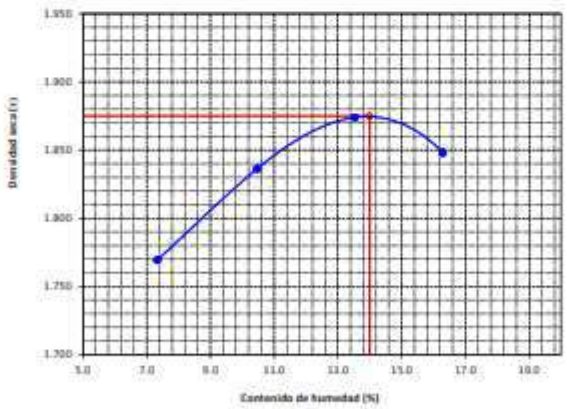
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.875** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **14.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruidevargo Olivares
Jefe Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-7** **23% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12314 | | 12594 | | 13050 | | 13320 | | 11924 | | 12192 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4512 | | 4792 | | 4246 | | 4516 | | 3710 | | 3978 | |
| Volumen del molde (cc) | 2096 | | 2096 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.151 | | 2.284 | | 2.010 | | 2.138 | | 1.748 | | 1.875 | |
| % de humedad | 14.07 | | 20.39 | | 14.76 | | 21.23 | | 14.38 | | 21.72 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.886 | | 1.897 | | 1.752 | | 1.764 | | 1.529 | | 1.540 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 105.6 | 105.6 | 4792 | 4792 | 132.6 | 132.6 | 4516 | 4516 | 154.3 | 154.3 | 3978.0 | 3978.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 96.1 | 96.1 | 4512 | 4512 | 121.5 | 121.5 | 4246 | 4246 | 148.0 | 148.0 | 3710.0 | 3710.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.6 | 9.6 | 280.0 | 280.0 | 11.1 | 11.1 | 270.0 | 270.0 | 6.3 | 6.3 | 268.0 | 268.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 67.9 | 67.9 | 4428.5 | 4428.5 | 75.2 | 75.2 | 4172.9 | 4172.9 | 26.8 | 120.0 | 3654.1 | 3654.1 |
| % de humedad | 14.07 | 14.07 | 20.39 | 20.39 | 14.76 | 14.76 | 21.23 | 21.23 | 23.52 | 5.25 | 21.72 | 21.72 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.07 | | 20.39 | | 14.76 | | 21.23 | | 14.38 | | 21.72 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.2 | 0.005 | | 0.25 | 0.006 | | 0.23 | 0.006 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.35 | 0.010 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.012 | | 0.48 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.5 | 0.013 | | 0.51 | 0.013 | | 0.6 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.33 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-13 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 43 | 107 | | | 23 | 58 | | | 13 | 34 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 139 | | | 38 | 95 | | | 19 | 49 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 79 | 195 | 170.8 | 17.1 | 50 | 124 | 122.4 | 12.2 | 32 | 80 | 84.1 | 8.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 90 | 222 | | | 68 | 168 | | | 49 | 122 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 142 | 349 | 336.2 | 22.4 | 89 | 219 | 214.9 | 14.3 | 65 | 161 | 151.9 | 10.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 186 | 456 | | | 105 | 258 | | | 75 | 185 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 190 | 466 | | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 236 | 578 | | | 136 | 334 | | | 90 | 222 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 250 | 612 | | | 150 | 368 | | | 115 | 283 | | |

Henry Fernando Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

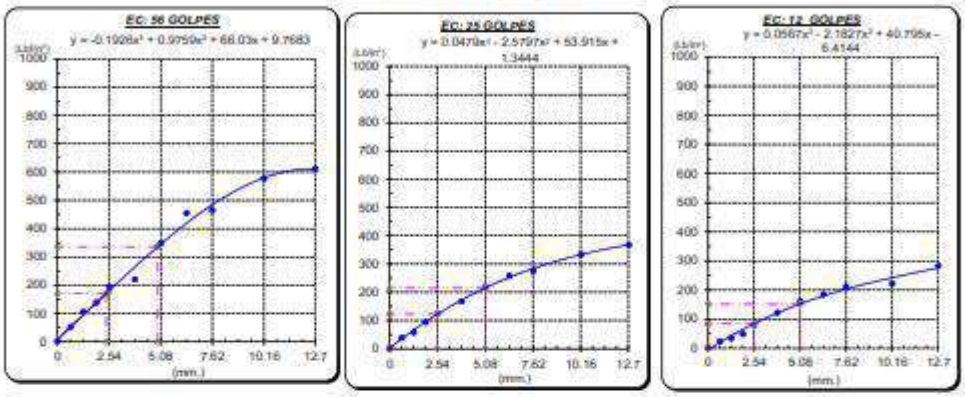



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.875 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.781 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 14.00 % | |

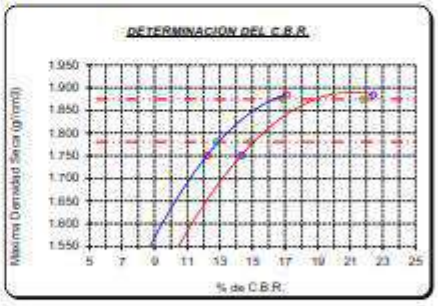
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 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 % | 15 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Téc. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-7** **27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

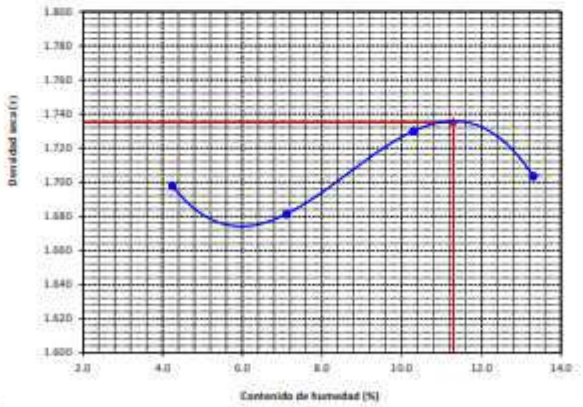
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ricardo Ojeda Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-7 27% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12078 | | 12486 | | 12720 | | 13140 | | 12028 | | 12460 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3326 | | 3734 | | 3916 | | 4336 | | 3312 | | 3746 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.935 | | 2.172 | | 1.854 | | 2.053 | | 1.561 | | 1.765 | |
| % de humedad | 11.46 | | 23.94 | | 12.56 | | 23.47 | | 13.32 | | 26.61 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.736 | | 1.753 | | 1.647 | | 1.663 | | 1.377 | | 1.394 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 86.5 | 86.5 | 3734 | 3734 | 112.6 | 112.6 | 4336 | 4336 | 95.6 | 95.6 | 3746.0 | 3746.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 86.5 | 86.5 | 3326 | 3326 | 105.2 | 105.2 | 3916 | 3916 | 90.6 | 90.6 | 3312.0 | 3312.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.0 | 5.0 | 408.0 | 408.0 | 7.4 | 7.4 | 420.0 | 420.0 | 5.0 | 5.0 | 434.0 | 434.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.96 | 27.96 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 52.3 | 52.3 | 3269.3 | 3269.3 | 58.9 | 58.9 | 3852.5 | 3852.5 | 26.8 | 62.6 | 3267.0 | 3267.0 |
| % de humedad | 11.46 | 11.46 | 23.94 | 23.94 | 12.56 | 12.56 | 23.47 | 23.47 | 18.66 | 7.98 | 26.61 | 26.61 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.46 | | 23.94 | | 12.56 | | 23.47 | | 13.32 | | 26.61 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.007 | | 0.35 | 0.009 | | 0.35 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.4 | 0.010 | | 0.45 | 0.011 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.45 | 0.011 | | 0.5 | 0.013 | | 0.55 | 0.014 | |
| | | | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.31 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-13 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 19 | 49 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 40 | 100 | | | 28 | 86 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 68 | 168 | | | 36 | 90 | | | 32 | 80 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 237 | 147.9 | 14.8 | 62 | 154 | 139.5 | 13.9 | 48 | 122 | 105.3 | 10.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 116 | 285 | | | 86 | 212 | | | 52 | 129 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 124 | 305 | 291.3 | 19.4 | 90 | 222 | 239.1 | 15.9 | 76 | 188 | 180.5 | 12.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 142 | 349 | | | 110 | 271 | | | 88 | 219 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 158 | 388 | | | 129 | 317 | | | 90 | 222 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 176 | 432 | | | 136 | 334 | | | 102 | 251 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 205 | 502 | | | 143 | 351 | | | 112 | 276 | | |

Henry Ruaderiego Obregon
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

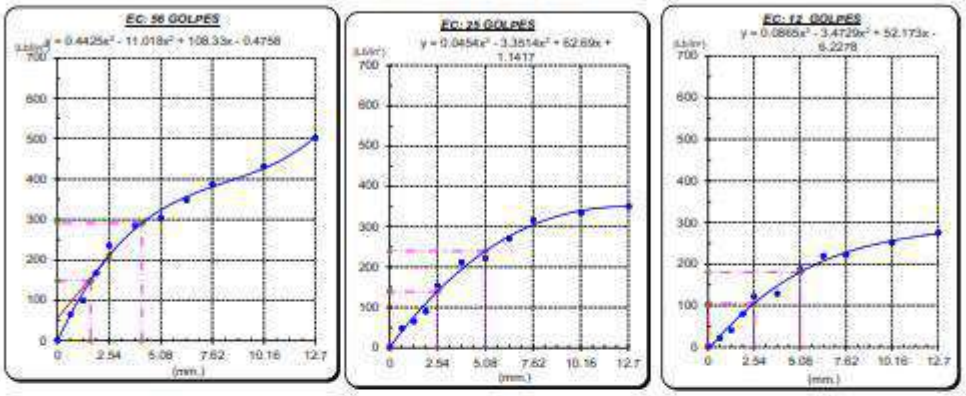



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.735 g./cm³ |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.648 g./cm³ |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.30 % |

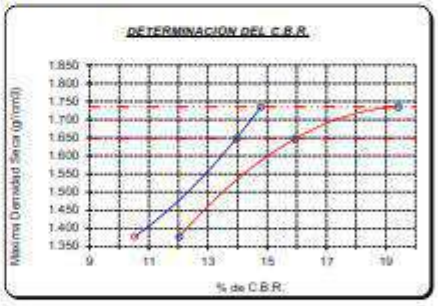
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 15 | % | 19 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 14 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-7** **32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

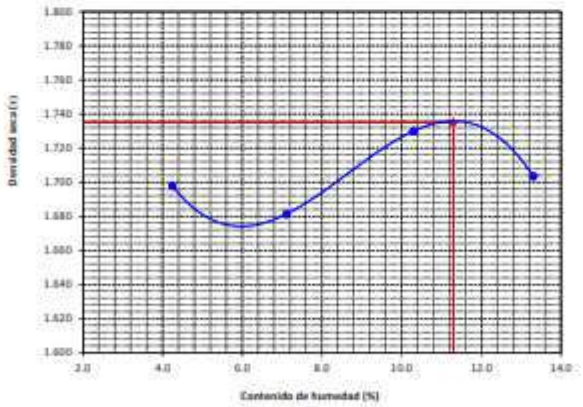
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : C-01
MUESTRA : M-7 32%NRL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12096 | | 12358 | | 12640 | | 13010 | | 12368 | | 12570 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3344 | | 3606 | | 3836 | | 4206 | | 3654 | | 3856 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.945 | | 2.098 | | 1.816 | | 1.991 | | 1.722 | | 1.817 | |
| % de humedad | 11.38 | | 19.35 | | 11.85 | | 21.66 | | 11.99 | | 17.61 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.747 | | 1.758 | | 1.624 | | 1.637 | | 1.538 | | 1.545 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 145.6 | 145.6 | 3606 | 3606 | 126.5 | 126.5 | 4206 | 4206 | 105.6 | 105.6 | 3856.0 | 3856.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 133.6 | 133.6 | 3344 | 3344 | 116.0 | 116.0 | 3836 | 3836 | 100.9 | 100.9 | 3654.0 | 3654.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 12.0 | 12.0 | 262.0 | 262.0 | 8.5 | 8.5 | 370.0 | 370.0 | 4.7 | 4.7 | 202.0 | 202.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 105.4 | 105.4 | 3288.6 | 3288.6 | 71.7 | 71.7 | 3774.7 | 3774.7 | 26.8 | 72.9 | 3598.7 | 3598.7 |
| % de humedad | 11.38 | 11.38 | 19.35 | 19.35 | 11.85 | 11.85 | 21.66 | 21.66 | 17.54 | 6.45 | 17.61 | 17.61 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.38 | | 19.35 | | 11.85 | | 21.66 | | 11.99 | | 17.61 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.004 | | 0.15 | 0.004 | | 0.19 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.31 | 0.008 | | 0.42 | 0.011 | | 0.38 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.38 | 0.010 | | 0.56 | 0.014 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.48 | 0.012 | | 0.63 | 0.016 | | 0.69 | 0.017 | |
| | | | 4.57 | total | 0.26 | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.38 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 14 | 36 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 23 | 58 | | | 14 | 36 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 68 | 168 | | | 42 | 105 | | | 20 | 51 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 190.4 | 19.0 | 56 | 139 | 128.7 | 12.9 | 34 | 85 | 77.7 | 7.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 69 | 171 | | | 46 | 115 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 136 | 334 | 373.3 | 24.9 | 89 | 219 | 213.7 | 14.2 | 53 | 132 | 147.5 | 9.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 92 | 227 | | | 79 | 195 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 236 | 578 | | | 115 | 283 | | | 83 | 205 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 250 | 612 | | | 121 | 298 | | | 90 | 222 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 263 | 644 | | | 136 | 334 | | | 95 | 234 | | |

Henry Rivadeneyra Obiticus
Ing. Laboratorista USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

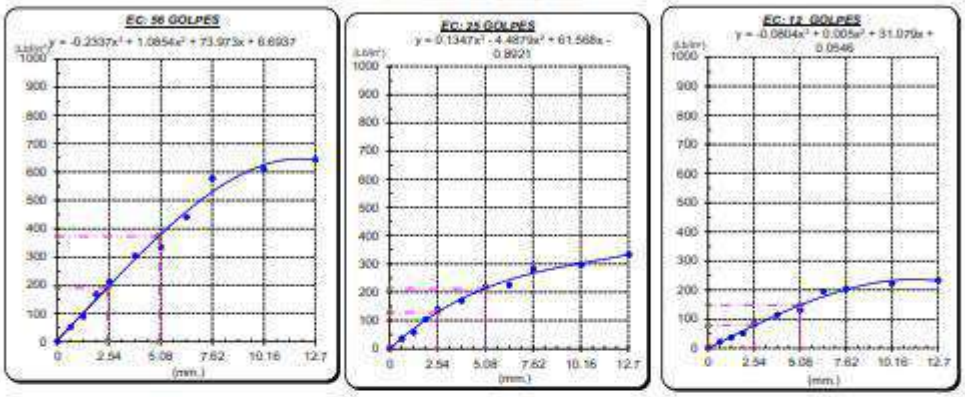



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % |

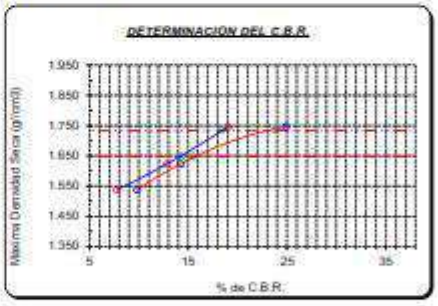
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 | % | 24 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 | % | 16 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Jefe Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-8** **18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

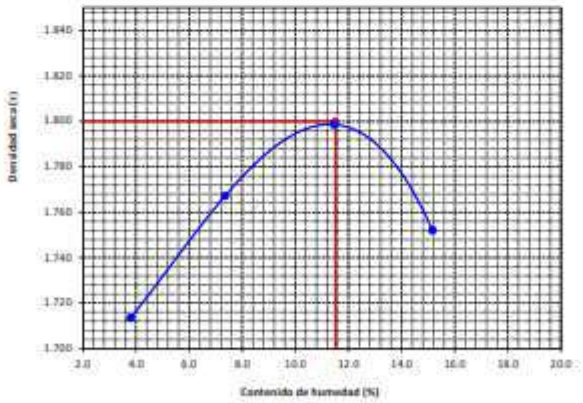
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5568 | 5666 | 5678 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1730 | 1828 | 1840 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.897 | 2.005 | 2.018 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 66.68 | 56.85 | 57.05 | 95.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.90 | 54.18 | 53.04 | 87.70 |
| Peso de tara | g | 18.10 | 17.87 | 18.03 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 1.78 | 2.67 | 4.01 | 7.9 |
| Peso de suelo seco | g | 46.8 | 36.31 | 35.01 | 52.1 |
| Contenido de agua | % | 3.8 | 7.4 | 11.5 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.800** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.50** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rosadenegro Obitas
Ing. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-8** **18% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12076 | | 12490 | | 12780 | | 13220 | | 12084 | | 12476 | |
| Peso de molde (g) | 8015 | | 8015 | | 8804 | | 8804 | | 8414 | | 8414 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4061 | | 4475 | | 3976 | | 4416 | | 3670 | | 4062 | |
| Volumen del molde (cc) | 2005 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.015 | | 2.221 | | 1.883 | | 2.091 | | 1.730 | | 1.914 | |
| % de humedad | 11.46 | | 21.84 | | 11.84 | | 23.09 | | 12.58 | | 23.43 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.808 | | 1.823 | | 1.683 | | 1.699 | | 1.536 | | 1.551 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 102.1 | 102.1 | 4475 | 4475 | 145.5 | 145.5 | 4416 | 4416 | 93.3 | 93.3 | 4062.0 | 4062.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 94.5 | 94.5 | 4061 | 4061 | 135.0 | 135.0 | 3976 | 3976 | 86.0 | 86.0 | 3670.0 | 3670.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.6 | 7.6 | 414.0 | 414.0 | 10.5 | 10.5 | 440.0 | 440.0 | 7.3 | 7.3 | 392.0 | 392.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 66.3 | 66.3 | 3988.9 | 3988.9 | 88.7 | 88.7 | 3910.2 | 3910.2 | 58.0 | 58.0 | 3614.5 | 3614.5 |
| % de humedad | 11.46 | 11.46 | 21.84 | 21.84 | 11.84 | 11.84 | 23.09 | 23.09 | 12.58 | 12.58 | 23.43 | 23.43 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.46 | | 21.84 | | 11.84 | | 23.09 | | 12.58 | | 23.43 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27/11/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/11/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.30 | 0.009 | |
| 29/11/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 30/11/2023 | 14.3 | 72 | 0.18 | 0.004 | | 0.32 | 0.009 | | 0.38 | 0.010 | |
| 01/12/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.38 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.20 | 4.57 | total | 0.21 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 12 | 32 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 23 | 58 | | | 19 | 49 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 31 | 78 | | | 24 | 61 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 75 | 185 | 151.2 | 15.1 | 48 | 119 | 91.8 | 9.2 | 29 | 73 | 67.8 | 6.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 98 | 241 | | | 52 | 129 | | | 36 | 90 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 118 | 290 | 294.8 | 19.7 | 86 | 212 | 195.7 | 13.0 | 58 | 144 | 145.2 | 9.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 142 | 349 | | | 98 | 241 | | | 75 | 185 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 176 | 432 | | | 112 | 276 | | | 95 | 234 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 155 | 458 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 253 | 619 | | | 205 | 502 | | | 124 | 305 | | |

Henry Ruaderico Cubas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emision : Chiclayo, Diciembre 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***

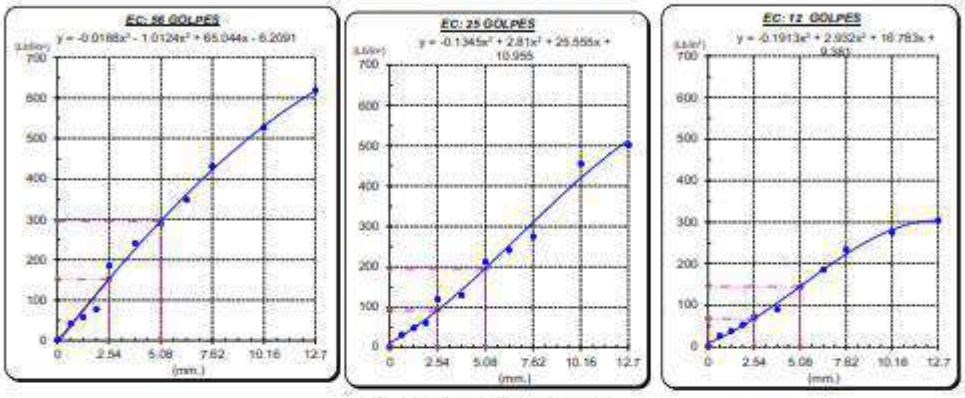



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.800 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.710 g./cm³ | |
| **OPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.50 % | |

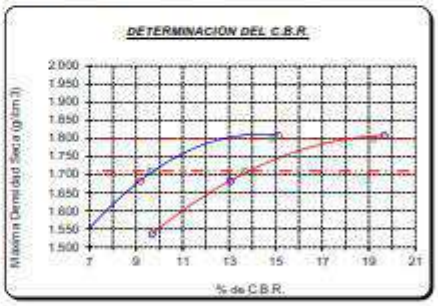
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 15 | % | 19 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 10 | % | 14 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Ruidenciya Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-8 23% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

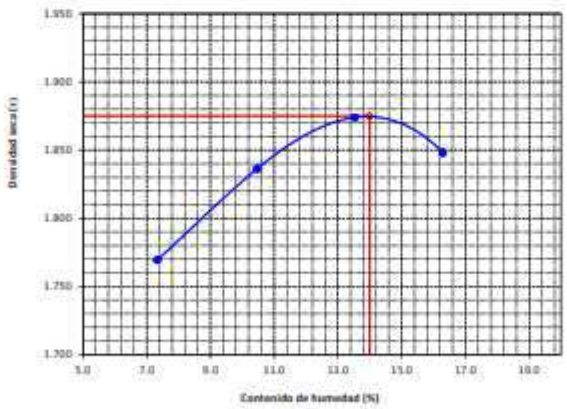
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.875** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **14.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Jefe Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-01**
MUESTRA : **M-8** **23% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12298 | | 12596 | | 13090 | | 13380 | | 11982 | | 12290 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4496 | | 4794 | | 4286 | | 4576 | | 3768 | | 4076 | |
| Volumen del molde (cc) | 2098 | | 2098 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.143 | | 2.285 | | 2.029 | | 2.167 | | 1.776 | | 1.921 | |
| % de humedad | 14.62 | | 21.37 | | 14.35 | | 21.24 | | 14.24 | | 22.54 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.870 | | 1.883 | | 1.775 | | 1.787 | | 1.554 | | 1.567 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 95.6 | 95.6 | 4794 | 4794 | 96.5 | 96.5 | 4576 | 4576 | 132.5 | 132.5 | 4076.0 | 4076.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 87.0 | 87.0 | 4496 | 4496 | 90.2 | 90.2 | 4286 | 4286 | 126.5 | 126.5 | 3768.0 | 3768.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.6 | 8.6 | 298.0 | 298.0 | 6.3 | 6.3 | 290.0 | 290.0 | 6.0 | 6.0 | 308.0 | 308.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 58.8 | 58.8 | 4413.5 | 4413.5 | 43.9 | 43.9 | 4211.3 | 4211.3 | 26.8 | 98.5 | 3710.3 | 3710.3 |
| % de humedad | 14.62 | 14.62 | 21.37 | 21.37 | 14.35 | 14.35 | 21.24 | 21.24 | 22.40 | 6.09 | 22.54 | 22.54 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.62 | | 21.37 | | 14.35 | | 21.24 | | 14.24 | | 22.54 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 30/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.28 | 0.007 | | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.011 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.25 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 13 | 34 | | | 8 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 32 | 80 | | | 26 | 66 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 49 | 122 | | | 34 | 85 | | | 23 | 58 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 81 | 200 | 246.1 | 24.6 | 62 | 154 | 151.2 | 15.1 | 34 | 85 | 99.5 | 9.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 152 | 373 | | | 86 | 212 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 180 | 441 | 487.2 | 32.5 | 142 | 349 | 328.8 | 21.9 | 86 | 212 | 195.4 | 13.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 242 | 593 | | | 176 | 432 | | | 92 | 227 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 285 | 697 | | | 205 | 502 | | | 110 | 271 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 310 | 758 | | | 213 | 522 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 346 | 846 | | | 224 | 549 | | | 132 | 324 | | |

Henry Rivadeneyra Obitus
Tec. Laboratorio USAT

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

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

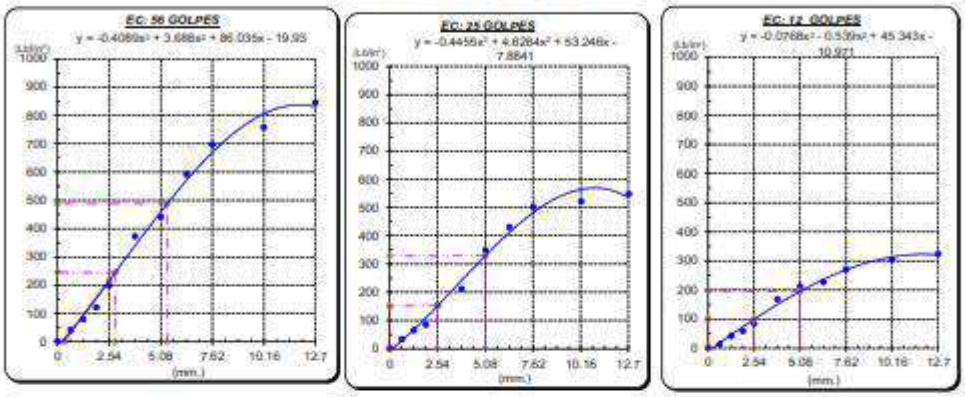



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.875 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.781 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 14.00 % | |

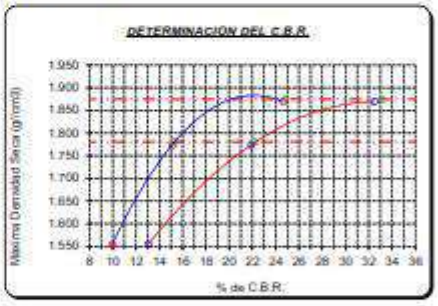
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 25 | % | 33 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 15 | % | 22 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***








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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-8 27% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

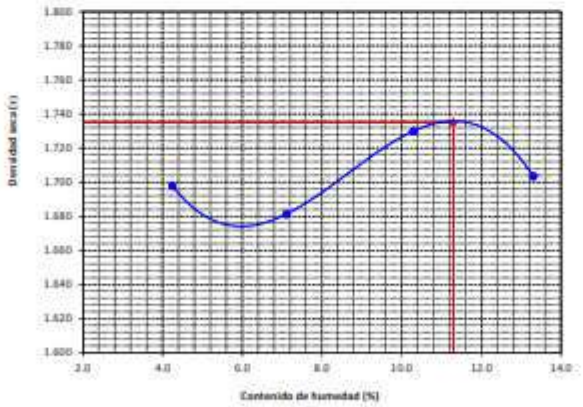
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-8 27% NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12102 | | 12420 | | 12610 | | 12990 | | 12175 | | 12490 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3350 | | 3668 | | 3806 | | 4186 | | 3461 | | 3776 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.949 | | 2.134 | | 1.802 | | 1.982 | | 1.631 | | 1.779 | |
| % de humedad | 11.23 | | 20.89 | | 11.35 | | 21.49 | | 12.50 | | 21.73 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.752 | | 1.765 | | 1.618 | | 1.631 | | 1.450 | | 1.462 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 96.5 | 96.5 | 3668 | 3668 | 135.6 | 135.6 | 4186 | 4186 | 112.0 | 112.0 | 3776.0 | 3776.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 89.6 | 89.6 | 3350 | 3350 | 126.5 | 126.5 | 3806 | 3806 | 107.0 | 107.0 | 3461.0 | 3461.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.9 | 6.9 | 318.0 | 318.0 | 9.1 | 9.1 | 380.0 | 380.0 | 5.0 | 5.0 | 315.0 | 315.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 61.4 | 61.4 | 3292.3 | 3292.3 | 80.2 | 80.2 | 3745.4 | 3745.4 | 26.8 | 79.0 | 3411.5 | 3411.5 |
| % de humedad | 11.23 | 11.23 | 20.89 | 20.89 | 11.35 | 11.35 | 21.49 | 21.49 | 18.66 | 6.33 | 21.73 | 21.73 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.23 | | 20.89 | | 11.35 | | 21.49 | | 12.50 | | 21.73 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.006 | | 0.2 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.26 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | | 0.35 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.32 | 0.008 | | 0.35 | 0.009 | | 0.4 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.38 | 0.010 | | 0.42 | 0.011 | | 0.46 | 0.012 | |
| | | | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.25 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-13 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 12 | 32 | | | 8 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 35 | 88 | | | 21 | 54 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 52 | 129 | | | 36 | 90 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 76 | 188 | 161.6 | 16.2 | 52 | 129 | 122.0 | 12.2 | 36 | 90 | 91.9 | 9.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 98 | 241 | | | 76 | 188 | | | 58 | 144 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 112 | 276 | 333.4 | 22.2 | 89 | 219 | 226.4 | 15.1 | 76 | 188 | 172.7 | 11.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 175 | 429 | | | 112 | 276 | | | 82 | 202 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 205 | 502 | | | 124 | 305 | | | 96 | 237 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 256 | 627 | | | 165 | 405 | | | 105 | 258 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 263 | 644 | | | 190 | 466 | | | 124 | 305 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

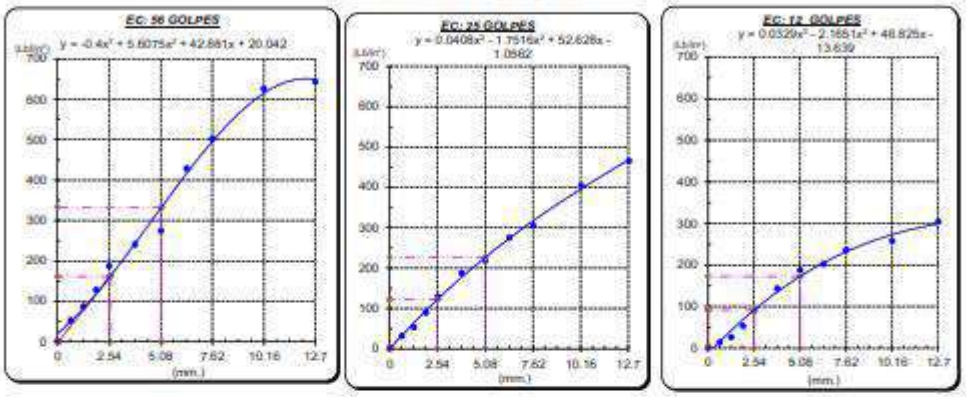



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

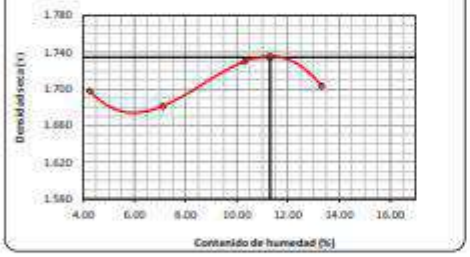
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % |

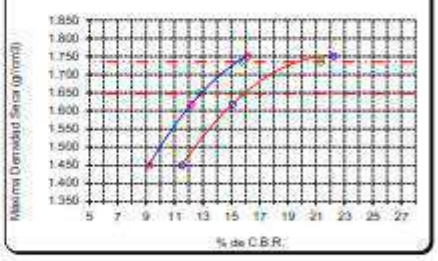
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 16 | % | 21 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 13 | % | 16 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Hernán Saavedra Obando
Jefe de Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-8 32% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

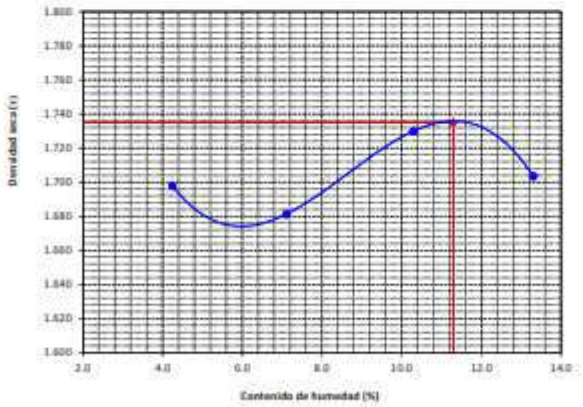
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-8** **32% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-5 | | | | A-2 | | | | A-7 | | | |
| 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 | 12826 | | 13182 | | 12630 | | 13010 | | 11340 | | 11720 | |
| Peso de molde (g) | 8738 | | 8738 | | 8804 | | 8804 | | 7855 | | 7855 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4088 | | 4444 | | 3826 | | 4206 | | 3485 | | 3865 | |
| Volumen del molde (cc) | 2325 | | 2125 | | 2112 | | 2112 | | 2117 | | 2117 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.924 | | 2.091 | | 1.812 | | 1.991 | | 1.646 | | 1.826 | |
| % de humedad | 11.23 | | 20.09 | | 11.66 | | 21.75 | | 11.91 | | 22.98 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.730 | | 1.741 | | 1.622 | | 1.636 | | 1.471 | | 1.485 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 96.5 | 96.5 | 4444 | 4444 | 152.6 | 152.6 | 4206 | 4206 | 96.5 | 96.5 | 3865.0 | 3865.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 89.6 | 89.6 | 4088 | 4088 | 141.5 | 141.5 | 3826 | 3826 | 92.0 | 92.0 | 3485.0 | 3485.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.9 | 6.9 | 356.0 | 356.0 | 11.1 | 11.1 | 380.0 | 380.0 | 4.5 | 4.5 | 380.0 | 380.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 61.4 | 61.4 | 4018.5 | 4018.5 | 95.2 | 95.2 | 3764.9 | 3764.9 | 26.8 | 64.0 | 3434.5 | 3434.5 |
| % de humedad | 11.23 | 11.23 | 20.09 | 20.09 | 11.66 | 11.66 | 21.75 | 21.75 | 16.80 | 7.03 | 22.98 | 22.98 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.23 | | 20.09 | | 11.66 | | 21.75 | | 11.91 | | 22.98 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.18 | 0.004 | | 0.21 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.22 | 0.007 | | 0.32 | 0.008 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.34 | 0.009 | | 0.4 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.28 | 0.007 | | 0.38 | 0.009 | | 0.41 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.20 | 4.57 | total | 0.22 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-5 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-7 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 15 | 39 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 32 | 80 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 66 | 168 | | | 48 | 119 | | | 30 | 76 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 237 | 201.6 | 20.2 | 76 | 188 | 156.6 | 15.7 | 42 | 105 | 109.5 | 10.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 89 | 219 | | | 65 | 161 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 166 | 412 | 384.8 | 25.6 | 105 | 258 | 271.5 | 18.1 | 89 | 219 | 209.1 | 13.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 196 | 480 | | | 124 | 305 | | | 101 | 249 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 214 | 524 | | | 147 | 361 | | | 121 | 298 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 245 | 600 | | | 186 | 456 | | | 135 | 332 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 256 | 627 | | | 210 | 515 | | | 152 | 373 | | |

Henry Rondoy Ojeda
Téc. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

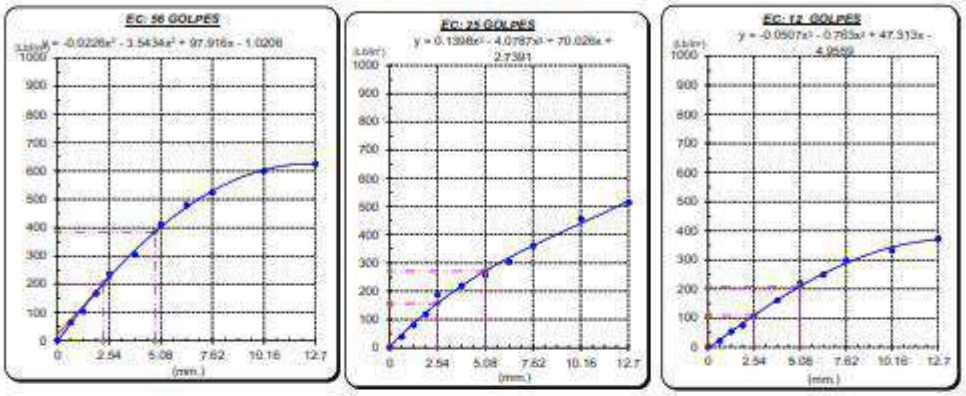



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % |

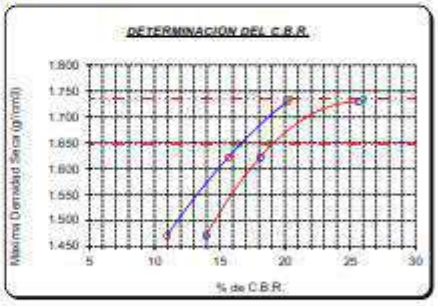
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 20 % | 26 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 16 % | 19 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-9** **18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

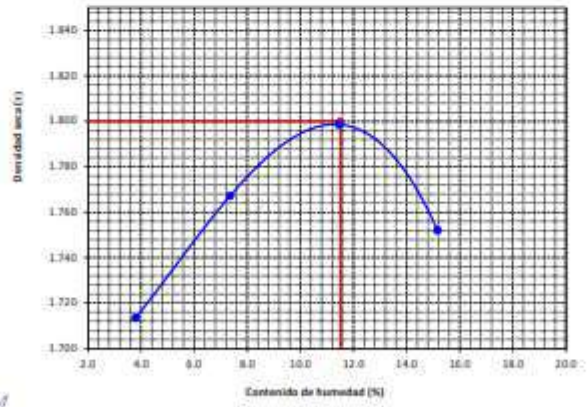
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5568 | 5666 | 5678 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1730 | 1828 | 1840 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.897 | 2.005 | 2.018 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 66.68 | 56.85 | 57.05 | 95.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.90 | 54.18 | 53.04 | 87.70 |
| Peso de tara | g | 18.10 | 17.87 | 18.03 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 1.78 | 2.67 | 4.01 | 7.9 |
| Peso de suelo seco | g | 46.8 | 36.31 | 35.01 | 52.1 |
| Contenido de agua | % | 3.8 | 7.4 | 11.5 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.800** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.50** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruidemeyer Obiitus
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-9 18% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12066 | | 12490 | | 12540 | | 13260 | | 12024 | | 12416 | |
| Peso de molde (g) | 8015 | | 8015 | | 8804 | | 8804 | | 8414 | | 8414 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4051 | | 4475 | | 4036 | | 4456 | | 3610 | | 4002 | |
| Volumen del molde (cc) | 2005 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.010 | | 2.221 | | 1.911 | | 2.110 | | 1.701 | | 1.886 | |
| % de humedad | 11.93 | | 22.58 | | 12.30 | | 22.89 | | 12.30 | | 23.33 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.796 | | 1.812 | | 1.702 | | 1.717 | | 1.515 | | 1.529 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 112.6 | 112.6 | 4475 | 4475 | 96.5 | 96.5 | 4456 | 4456 | 115.6 | 115.6 | 4002.0 | 4002.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 103.6 | 103.6 | 4051 | 4051 | 91.0 | 91.0 | 4036 | 4036 | 106.0 | 106.0 | 3610.0 | 3610.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.0 | 9.0 | 424.0 | 424.0 | 5.5 | 5.5 | 420.0 | 420.0 | 9.6 | 9.6 | 392.0 | 392.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 75.4 | 75.4 | 3979.5 | 3979.5 | 44.7 | 44.7 | 3968.5 | 3968.5 | 78.0 | 78.0 | 3556.1 | 3556.1 |
| % de humedad | 11.93 | 11.93 | 22.58 | 22.58 | 12.30 | 12.30 | 22.89 | 22.89 | 12.30 | 12.30 | 23.33 | 23.33 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.93 | | 22.58 | | 12.30 | | 22.89 | | 12.30 | | 23.33 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 27/11/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28/11/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.18 | 0.005 | | 0.36 | 0.009 | |
| 29/11/2023 | 14.3 | 48 | 0.21 | 0.005 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 30/11/2023 | 14.3 | 72 | 0.26 | 0.007 | | 0.34 | 0.009 | | 0.38 | 0.010 | |
| 01/12/2023 | 14.3 | 96 | 0.37 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.20 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.21 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 32 | 80 | | | 23 | 58 | | | 17 | 44 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 38 | 96 | | | 36 | 90 | | | 22 | 56 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 158.9 | 15.7 | 57 | 141 | 120.1 | 12.0 | 34 | 85 | 80.8 | 8.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 101 | 249 | | | 69 | 171 | | | 45 | 112 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 121 | 298 | 301.7 | 20.1 | 96 | 237 | 224.9 | 15.0 | 69 | 171 | 169.1 | 11.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 152 | 373 | | | 104 | 256 | | | 88 | 219 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 181 | 444 | | | 121 | 298 | | | 104 | 256 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 205 | 502 | | | 175 | 429 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 236 | 578 | | | 186 | 456 | | | 136 | 334 | | |

Henry Rivadeneyra Obitos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emision : Chiclayo, Diciembre 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***

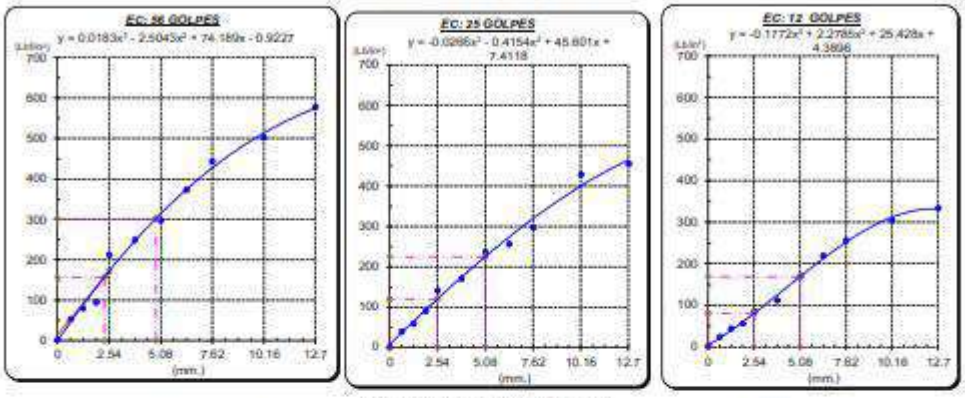



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

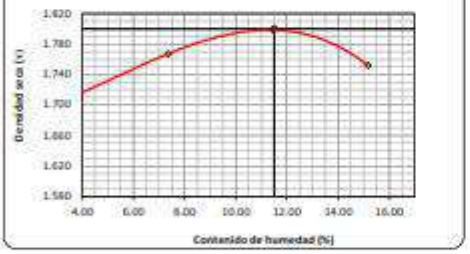
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.800 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.710 g./cm³ | |
| **OPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.50 % | |

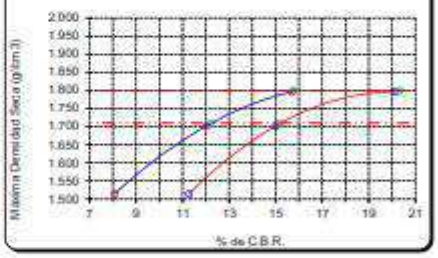
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 16 | % | 20 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 12 | % | 15 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Sec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-9** **23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

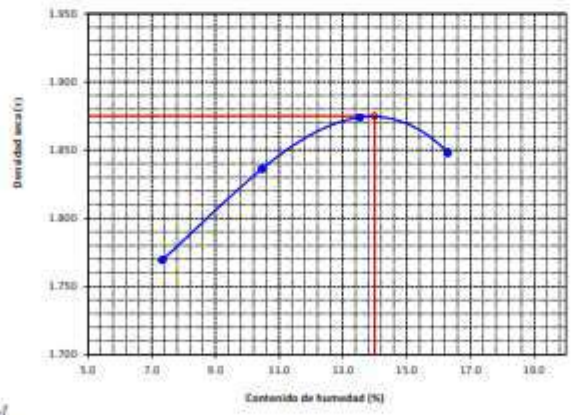
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.875** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **14.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-9** **23% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12298 | | 12596 | | 13090 | | 13380 | | 11982 | | 12290 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4496 | | 4794 | | 4286 | | 4576 | | 3768 | | 4076 | |
| Volumen del molde (cc) | 2096 | | 2096 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.143 | | 2.286 | | 2.029 | | 2.167 | | 1.776 | | 1.921 | |
| % de humedad | 14.62 | | 21.37 | | 14.35 | | 21.24 | | 14.24 | | 22.54 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.870 | | 1.883 | | 1.775 | | 1.787 | | 1.554 | | 1.567 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 95.6 | 95.6 | 4794 | 4794 | 96.5 | 96.5 | 4576 | 4576 | 132.5 | 132.5 | 4076.0 | 4076.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 87.0 | 87.0 | 4496 | 4496 | 90.2 | 90.2 | 4286 | 4286 | 126.5 | 126.5 | 3768.0 | 3768.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.6 | 8.6 | 298.0 | 298.0 | 6.3 | 6.3 | 290.0 | 290.0 | 6.0 | 6.0 | 308.0 | 308.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 58.8 | 58.8 | 4413.5 | 4413.5 | 43.9 | 43.9 | 4211.3 | 4211.3 | 26.8 | 98.5 | 3710.3 | 3710.3 |
| % de humedad | 14.62 | 14.62 | 21.37 | 21.37 | 14.35 | 14.35 | 21.24 | 21.24 | 22.40 | 6.09 | 22.54 | 22.54 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.62 | | 21.37 | | 14.35 | | 21.24 | | 14.24 | | 22.54 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 30/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.16 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.28 | 0.007 | | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.011 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.25 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 23 | 58 | | | 16 | 41 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 37 | 93 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 53 | 132 | | | 42 | 105 | | | 30 | 76 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 186.9 | 19.7 | 69 | 171 | 166.2 | 16.6 | 45 | 112 | 115.1 | 11.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 91 | 224 | | | 72 | 178 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 165 | 405 | 373.5 | 24.9 | 135 | 332 | 317.1 | 21.1 | 90 | 222 | 214.5 | 14.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 190 | 466 | | | 156 | 383 | | | 104 | 256 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 215 | 527 | | | 187 | 458 | | | 115 | 283 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 236 | 578 | | | 190 | 466 | | | 135 | 334 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 280 | 685 | | | 204 | 500 | | | 143 | 356 | | |

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

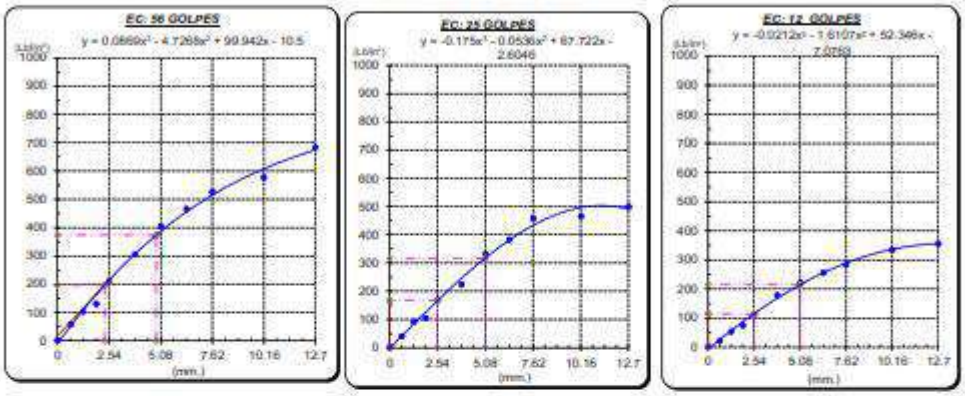



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.875 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.781 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 14.00 % | |

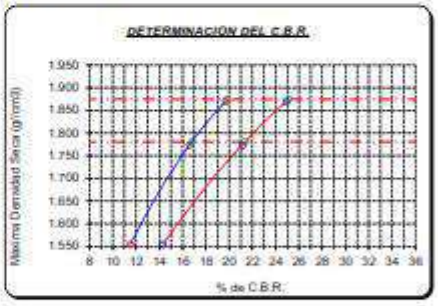
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 20 % | 25 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 17 % | 23 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-9 27% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

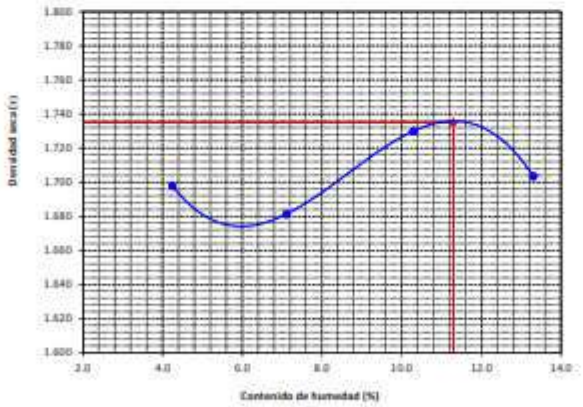
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-9** **27% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12092 | | 12380 | | 12750 | | 13150 | | 12075 | | 12440 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3340 | | 3628 | | 3946 | | 4346 | | 3361 | | 3726 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.943 | | 2.111 | | 1.868 | | 2.058 | | 1.584 | | 1.756 | |
| % de humedad | 12.33 | | 21.10 | | 12.99 | | 23.29 | | 12.93 | | 23.95 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.730 | | 1.743 | | 1.654 | | 1.669 | | 1.402 | | 1.417 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.6 | 115.6 | 3628 | 3628 | 124.6 | 124.6 | 4346 | 4346 | 136.5 | 136.5 | 3726.0 | 3726.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 106.0 | 106.0 | 3340 | 3340 | 115.6 | 115.6 | 3946 | 3946 | 131.0 | 131.0 | 3361.0 | 3361.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.6 | 9.6 | 288.0 | 288.0 | 9.0 | 9.0 | 400.0 | 400.0 | 5.5 | 5.5 | 365.0 | 365.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 77.8 | 77.8 | 3283.2 | 3283.2 | 69.3 | 69.3 | 3881.8 | 3881.8 | 26.8 | 103.0 | 3314.5 | 3314.5 |
| % de humedad | 12.33 | 12.33 | 21.10 | 21.10 | 12.99 | 12.99 | 23.29 | 23.29 | 20.53 | 5.34 | 23.95 | 23.95 |
| Promedio de Humedad (%) | 12.33 | | 21.10 | | 12.99 | | 23.29 | | 12.93 | | 23.95 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/05/2023** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.006 | | 0.2 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | | 0.35 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.32 | 0.008 | | 0.35 | 0.009 | | 0.4 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.38 | 0.010 | | 0.42 | 0.011 | | 0.46 | 0.012 | |
| | | | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.25 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-1 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-1 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-1 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-2 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-2 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-13 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-13 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-13 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 32 | 80 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 62 | 154 | | | 46 | 115 | | | 32 | 80 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 80 | 196 | 185.3 | 18.5 | 62 | 154 | 153.0 | 15.3 | 46 | 115 | 112.8 | 11.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 101 | 249 | | | 89 | 219 | | | 62 | 154 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 132 | 324 | 320.8 | 21.4 | 96 | 237 | 241.2 | 16.1 | 81 | 200 | 194.2 | 12.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 165 | 405 | | | 105 | 258 | | | 94 | 232 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 198 | 485 | | | 119 | 293 | | | 98 | 241 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 204 | 500 | | | 124 | 305 | | | 102 | 251 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 215 | 527 | | | 136 | 334 | | | 104 | 256 | | |

Henry Rivadeneyra Obiatas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

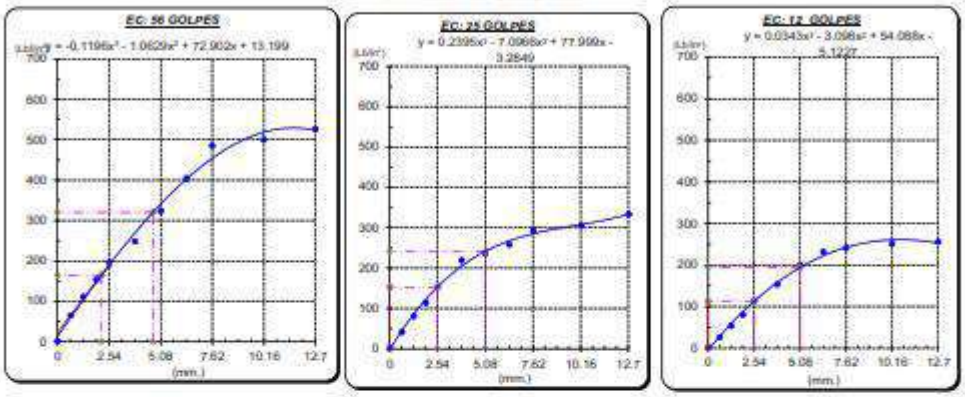



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % |

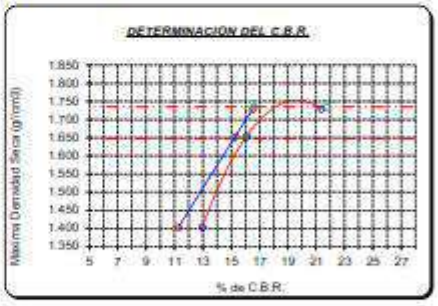
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 17 | % | 22 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-9** **32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

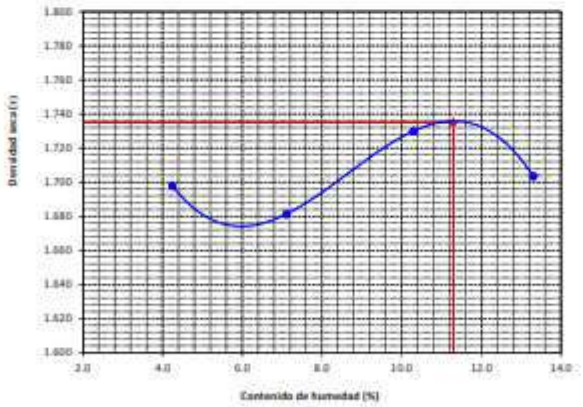
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-9 32% NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-5 | | | | A-2 | | | | A-7 | | | |
| 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 | 12826 | | 13201 | | 12650 | | 13096 | | 11320 | | 11660 | |
| Peso de molde (g) | 8738 | | 8738 | | 8804 | | 8804 | | 7855 | | 7855 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4088 | | 4463 | | 3846 | | 4286 | | 3465 | | 3825 | |
| Volumen del molde (cc) | 2125 | | 2125 | | 2112 | | 2112 | | 2117 | | 2117 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.924 | | 2.100 | | 1.821 | | 2.029 | | 1.637 | | 1.807 | |
| % de humedad | 9.79 | | 19.12 | | 10.73 | | 22.36 | | 11.39 | | 21.93 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.752 | | 1.763 | | 1.645 | | 1.659 | | 1.469 | | 1.482 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 124.6 | 124.6 | 4463 | 4463 | 142.3 | 142.3 | 4286 | 4286 | 114.6 | 114.6 | 3825.0 | 3825.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 116.0 | 116.0 | 4088 | 4088 | 133.0 | 133.0 | 3846 | 3846 | 110.0 | 110.0 | 3465.0 | 3465.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.6 | 8.6 | 375.0 | 375.0 | 9.3 | 9.3 | 440.0 | 440.0 | 4.6 | 4.6 | 360.0 | 360.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 87.8 | 87.8 | 4017.6 | 4017.6 | 86.7 | 86.7 | 3783.8 | 3783.8 | 26.8 | 82.0 | 3414.8 | 3414.8 |
| % de humedad | 9.79 | 9.79 | 19.12 | 19.12 | 10.73 | 10.73 | 22.36 | 22.36 | 17.17 | 5.61 | 21.93 | 21.93 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.79 | | 19.12 | | 10.73 | | 22.36 | | 11.39 | | 21.93 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.12 | 0.003 | | 0.18 | 0.004 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.2 | 0.005 | | 0.31 | 0.008 | | 0.25 | 0.007 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.26 | 0.007 | | 0.36 | 0.009 | | 0.42 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.32 | 0.008 | | 0.41 | 0.010 | | 0.45 | 0.011 | |
| | | | 4.57 | total | 0.18 | 4.57 | total | 0.22 | 4.57 | total | 0.25 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-5 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-7 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 27 | 68 | | | 12 | 32 | | | 6 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 26 | 66 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 139 | | | 37 | 93 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 89 | 219 | 187.1 | 18.7 | 69 | 171 | 133.7 | 13.4 | 36 | 90 | 92.0 | 9.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 115 | 283 | | | 75 | 185 | | | 46 | 119 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 154 | 378 | 354.0 | 23.6 | 96 | 237 | 229.3 | 15.3 | 79 | 195 | 173.8 | 11.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 186 | 456 | | | 104 | 256 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 201 | 493 | | | 112 | 276 | | | 98 | 241 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 213 | 522 | | | 174 | 427 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 246 | 602 | | | 198 | 485 | | | 115 | 283 | | |

Henry Ruidenciptia Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

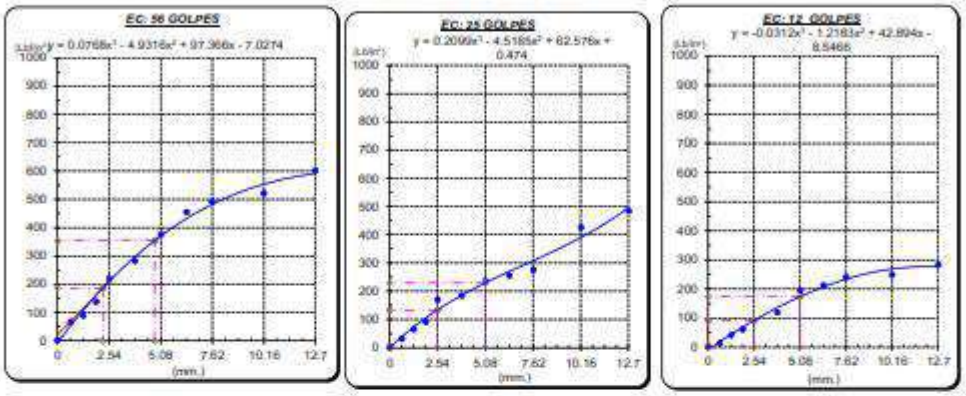



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

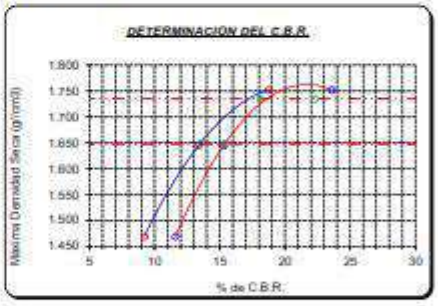
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % | |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 | % | 22 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 13 | % | 15 | % |








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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-10 18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

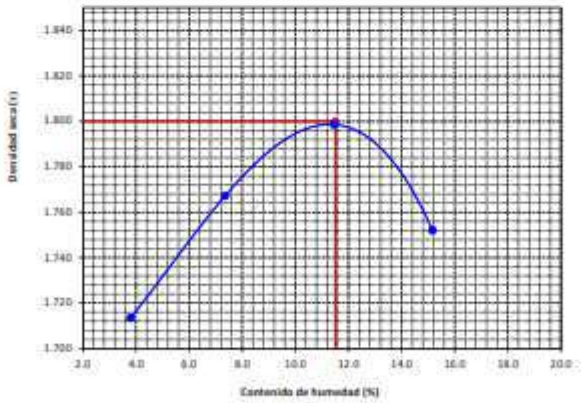
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5568 | 5666 | 5678 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1730 | 1828 | 1840 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.897 | 2.005 | 2.018 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 66.68 | 56.85 | 57.05 | 95.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.90 | 54.18 | 53.04 | 87.70 |
| Peso de tara | g | 18.10 | 17.87 | 18.03 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 1.78 | 2.67 | 4.01 | 7.9 |
| Peso de suelo seco | g | 46.8 | 36.31 | 35.01 | 52.1 |
| Contenido de agua | % | 3.8 | 7.4 | 11.5 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.800** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.50** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-10 18% NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12066 | | 12410 | | 12740 | | 13190 | | 12114 | | 12436 | |
| Peso de molde (g) | 8015 | | 8015 | | 8804 | | 8804 | | 8414 | | 8414 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4051 | | 4395 | | 3936 | | 4386 | | 3700 | | 4022 | |
| Volumen del molde (cc) | 2005 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.010 | | 2.181 | | 1.864 | | 2.077 | | 1.744 | | 1.895 | |
| % de humedad | 11.80 | | 20.45 | | 12.44 | | 24.06 | | 12.43 | | 21.27 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.798 | | 1.811 | | 1.657 | | 1.674 | | 1.551 | | 1.563 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 289.6 | 289.6 | 4395 | 4395 | 213.5 | 213.5 | 4386 | 4386 | 136.5 | 136.5 | 4022.0 | 4022.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 262.0 | 262.0 | 4051 | 4051 | 195.0 | 195.0 | 3936 | 3936 | 124.5 | 124.5 | 3700.0 | 3700.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 27.6 | 27.6 | 344.0 | 344.0 | 18.5 | 18.5 | 450.0 | 450.0 | 12.0 | 12.0 | 322.0 | 322.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 233.8 | 233.8 | 3979.4 | 3979.4 | 148.7 | 148.7 | 3871.8 | 3871.8 | 96.5 | 96.5 | 3643.5 | 3643.5 |
| % de humedad | 11.80 | 11.80 | 20.45 | 20.45 | 12.44 | 12.44 | 24.06 | 24.06 | 12.43 | 12.43 | 21.27 | 21.27 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.80 | | 20.45 | | 12.44 | | 24.06 | | 12.43 | | 21.27 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | |
| 27/11/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 28/11/2023 | 14.3 | 24 | 0.2 | 0.005 | | 0.21 | 0.005 | | 0.28 | 0.007 | | |
| 29/11/2023 | 14.3 | 48 | 0.28 | 0.007 | | 0.39 | 0.010 | | 0.39 | 0.010 | | |
| 30/11/2023 | 14.3 | 72 | 0.37 | 0.009 | | 0.42 | 0.011 | | 0.46 | 0.012 | | |
| 01/12/2023 | 14.3 | 96 | 0.49 | 0.012 | | 0.5 | 0.013 | | 0.58 | 0.015 | | |
| | | | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.32 | |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 8 | 22 | | | 6 | 17 | | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 23 | 58 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 27 | 68 | | | 19 | 49 | | | 16 | 41 | | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 56 | 144 | 147.8 | 14.8 | 34 | 85 | 86.0 | 8.6 | 21 | 54 | 53.7 | 5.4 | |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 104 | 266 | | | 52 | 129 | | | 32 | 80 | | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 112 | 276 | 287.1 | 19.1 | 69 | 171 | 159.7 | 10.6 | 42 | 105 | 109.8 | 7.3 | |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 136 | 334 | | | 75 | 185 | | | 56 | 139 | | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 168 | 412 | | | 86 | 212 | | | 68 | 168 | | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 195 | 466 | | | 95 | 234 | | | 76 | 193 | | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 101 | 249 | | | 86 | 212 | | | |

Henry Fernando Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emision : Chiclayo, Diciembre 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***

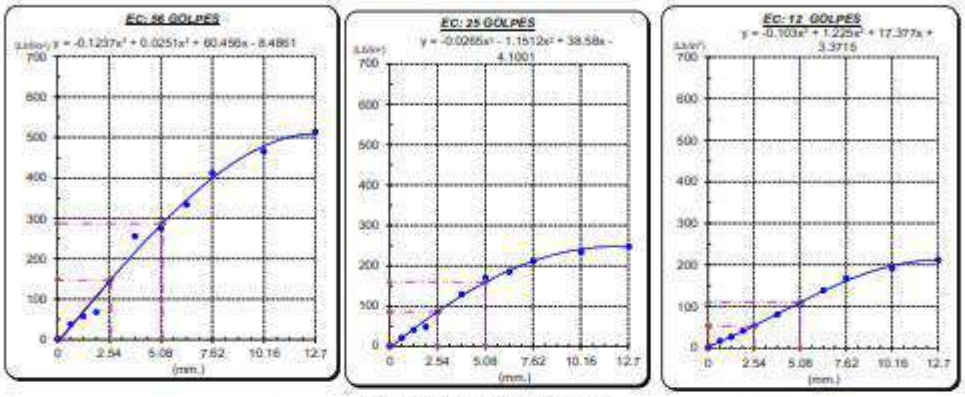



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

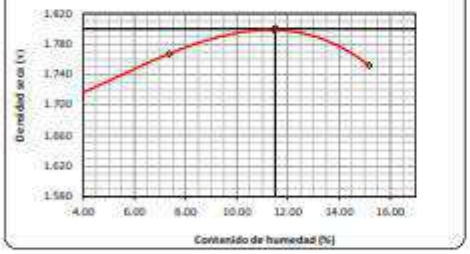
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.800 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.710 g./cm³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.50 % |

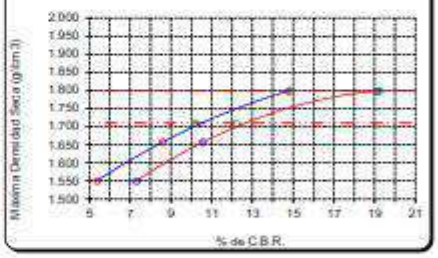
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 15 | % | 19 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 10 | % | 12 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Ruderico Ojeda Obitos
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-10 23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

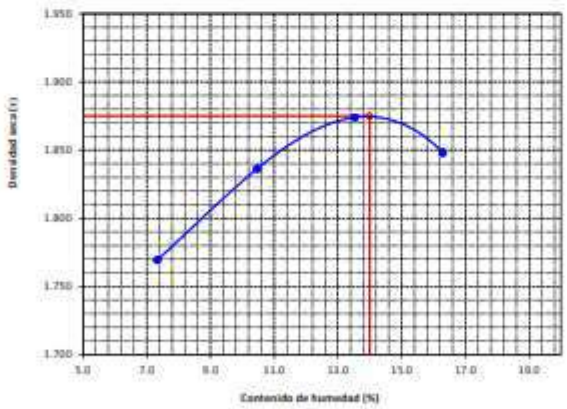
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5570 | 5688 | 5778 | 5798 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1732 | 1850 | 1940 | 1960 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.899 | 2.029 | 2.127 | 2.149 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 75.58 | 122.88 | 154.08 | 160.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.63 | 113.91 | 139.08 | 143.00 |
| Peso de tara | g | 17.81 | 28.26 | 28.20 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.95 | 8.97 | 15 | 17.5 |
| Peso de suelo seco | g | 53.82 | 85.65 | 110.88 | 107.4 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.769 | 1.836 | 1.874 | 1.848 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.875** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **14.00** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-10 23% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12302 | | 12616 | | 12790 | | 13100 | | 11912 | | 12110 | |
| Peso de molde (g) | 7802 | | 7802 | | 8804 | | 8804 | | 8214 | | 8214 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4500 | | 4814 | | 3986 | | 4376 | | 3698 | | 3896 | |
| Volumen del molde (cc) | 2096 | | 2096 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.145 | | 2.296 | | 1.887 | | 2.072 | | 1.743 | | 1.836 | |
| % de humedad | 14.24 | | 21.35 | | 14.92 | | 24.86 | | 14.85 | | 20.09 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.877 | | 1.891 | | 1.642 | | 1.659 | | 1.520 | | 1.529 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 156.5 | 156.5 | 4814 | 4814 | 196.5 | 196.5 | 4376 | 4376 | 163.5 | 163.5 | 3896.0 | 3896.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 140.5 | 140.5 | 4500 | 4500 | 177.0 | 177.0 | 3986 | 3986 | 157.0 | 157.0 | 3698.0 | 3698.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 16.0 | 16.0 | 314.0 | 314.0 | 19.5 | 19.5 | 390.0 | 390.0 | 6.5 | 6.5 | 198.0 | 198.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 112.3 | 112.3 | 4417.1 | 4417.1 | 130.7 | 130.7 | 3921.6 | 3921.6 | 26.8 | 129.0 | 3642.6 | 3642.6 |
| % de humedad | 14.24 | 14.24 | 21.35 | 21.35 | 14.92 | 14.92 | 24.86 | 24.86 | 24.26 | 5.04 | 20.09 | 20.09 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.24 | | 21.35 | | 14.92 | | 24.86 | | 14.85 | | 20.09 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 30/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.27 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.29 | 0.007 | | 0.36 | 0.009 | | 0.48 | 0.012 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.32 | 0.008 | | 0.48 | 0.012 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.42 | 0.011 | | 0.52 | 0.013 | | 0.59 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.32 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 19 | 49 | | | 10 | 27 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 26 | 68 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 59 | 146 | | | 37 | 93 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 89 | 219 | 260.3 | 26.0 | 59 | 146 | 123.6 | 12.4 | 42 | 105 | 104.0 | 10.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 164 | 402 | | | 86 | 212 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 210 | 515 | 500.7 | 33.4 | 95 | 234 | 257.8 | 17.2 | 76 | 188 | 183.1 | 12.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 236 | 578 | | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 280 | 685 | | | 176 | 432 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 312 | 763 | | | 190 | 466 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 336 | 822 | | | 210 | 515 | | | 112 | 276 | | |

Henry Ruaderico Cubas Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

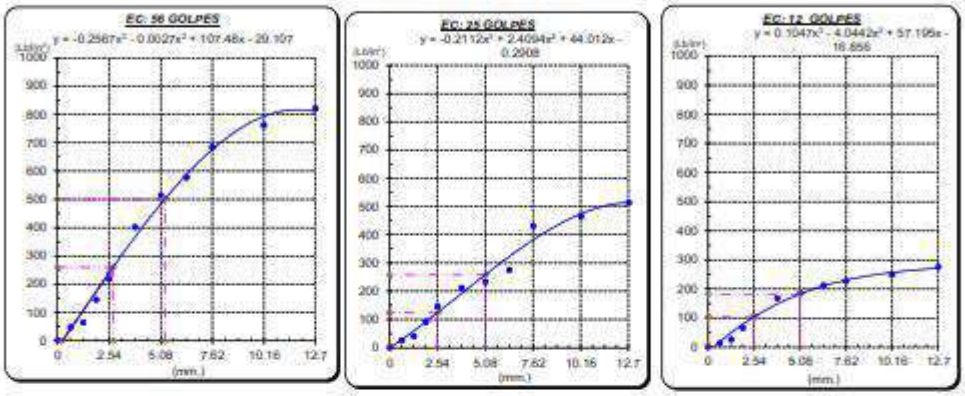



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.875 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.781 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 14.00 % | |

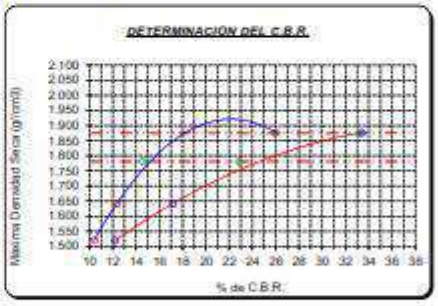
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 26 | % | 33 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 15 | % | 23 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-10 27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

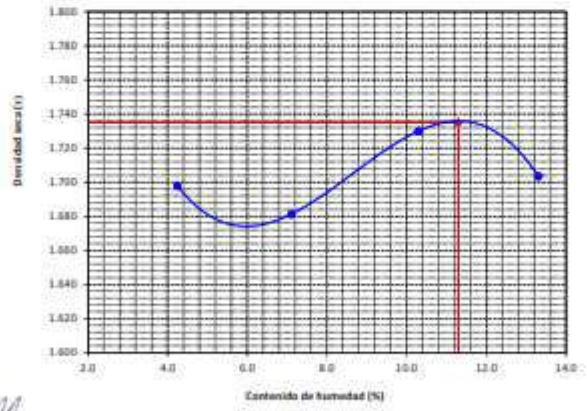
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-10 27% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12082 | | 12350 | | 12720 | | 13090 | | 12175 | | 12430 | |
| Peso de molde (g) | 8752 | | 8752 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3330 | | 3598 | | 3916 | | 4286 | | 3461 | | 3716 | |
| Volumen del molde (cc) | 1719 | | 1719 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.937 | | 2.093 | | 1.854 | | 2.029 | | 1.631 | | 1.751 | |
| % de humedad | 11.44 | | 19.63 | | 12.72 | | 22.32 | | 11.61 | | 19.09 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.738 | | 1.750 | | 1.645 | | 1.659 | | 1.461 | | 1.470 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 123.6 | 123.6 | 3598 | 3598 | 156.2 | 156.2 | 4286 | 4286 | 142.6 | 142.6 | 3716.0 | 3716.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 113.6 | 113.6 | 3330 | 3330 | 143.6 | 143.6 | 3916 | 3916 | 137.6 | 137.6 | 3461.0 | 3461.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.8 | 9.8 | 268.0 | 268.0 | 12.4 | 12.4 | 370.0 | 370.0 | 5.0 | 5.0 | 255.0 | 255.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 85.6 | 85.6 | 3273.1 | 3273.1 | 97.5 | 97.5 | 3852.6 | 3852.6 | 26.8 | 109.6 | 3411.2 | 3411.2 |
| % de humedad | 11.44 | 11.44 | 19.63 | 19.63 | 12.72 | 12.72 | 22.32 | 22.32 | 18.66 | 4.56 | 19.09 | 19.09 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.44 | | 19.63 | | 12.72 | | 22.32 | | 11.61 | | 19.09 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.004 | | 0.14 | 0.004 | | 0.28 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.24 | 0.006 | | 0.2 | 0.005 | | 0.34 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.26 | 0.007 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.012 | | 0.56 | 0.014 | |
| | | | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.31 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 23 | 58 | | | 18 | 46 | | | 11 | 29 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 23 | 58 | | | 18 | 46 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 144 | | | 34 | 85 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 82 | 202 | 153.5 | 15.3 | 62 | 154 | 141.5 | 14.2 | 36 | 90 | 90.4 | 9.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 96 | 237 | | | 86 | 212 | | | 50 | 124 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 115 | 283 | 296.0 | 19.7 | 95 | 234 | 240.7 | 16.0 | 66 | 168 | 180.8 | 12.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 175 | 429 | | | 115 | 283 | | | 78 | 193 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 180 | 441 | | | 124 | 305 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 515 | | | 136 | 334 | | | 95 | 234 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 278 | 680 | | | 152 | 373 | | | 104 | 256 | | |

Henry Fernando Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

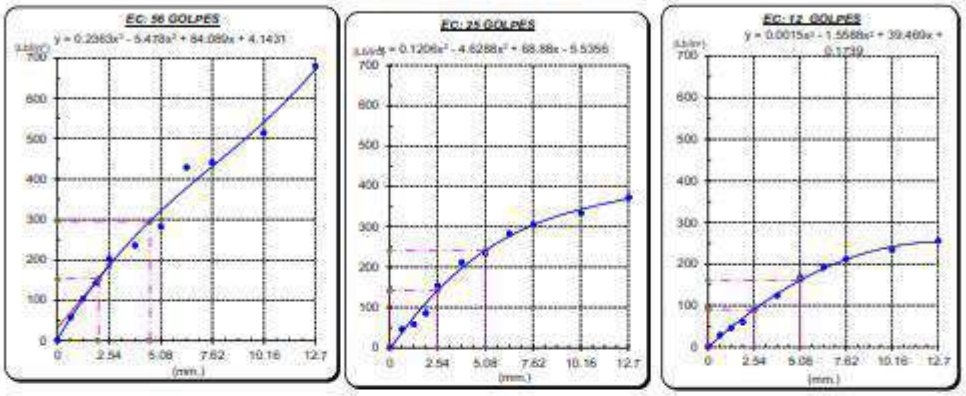



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.735 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.648 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.30 % |

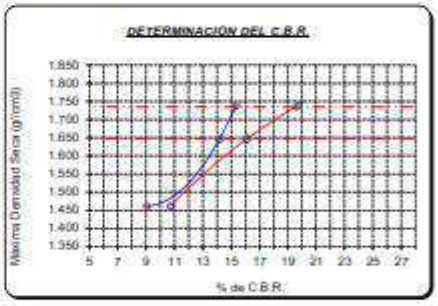
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 15 | % | 20 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-10 32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

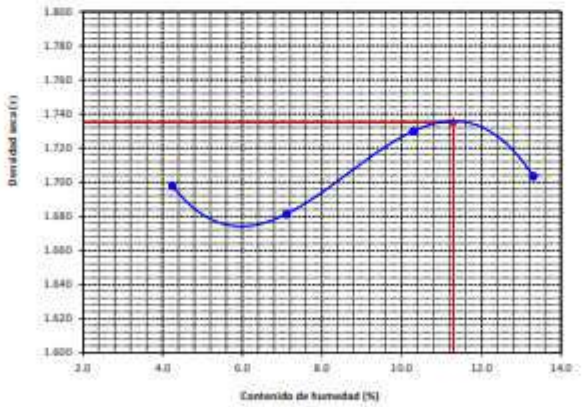
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5452 | 5480 | 5578 | 5598 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1614 | 1642 | 1740 | 1760 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.770 | 1.801 | 1.908 | 1.930 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 90.99 | 75.04 | 99.42 | 123.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 88.32 | 71.84 | 92.73 | 114.00 |
| Peso de tara | g | 25.47 | 26.79 | 27.76 | 42.60 |
| Peso de agua | g | 2.67 | 3.2 | 6.69 | 9.5 |
| Peso de suelo seco | g | 62.85 | 45.05 | 64.97 | 71.4 |
| Contenido de agua | % | 4.2 | 7.1 | 10.3 | 13.3 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.698 | 1.681 | 1.730 | 1.703 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.735 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 11.30 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-01
MUESTRA: M-10 32% NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-5 | | | | A-2 | | | | A-7 | | | |
| 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 | 12826 | | 13182 | | 12780 | | 13090 | | 11540 | | 11790 | |
| Peso de molde (g) | 8738 | | 8738 | | 8804 | | 8804 | | 7855 | | 7855 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4088 | | 4444 | | 3976 | | 4276 | | 3685 | | 3935 | |
| Volumen del molde (cc) | 2125 | | 2125 | | 2112 | | 2112 | | 2117 | | 2117 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.924 | | 2.091 | | 1.883 | | 2.025 | | 1.741 | | 1.859 | |
| % de humedad | 11.03 | | 19.89 | | 12.16 | | 19.84 | | 12.70 | | 19.59 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.733 | | 1.744 | | 1.678 | | 1.689 | | 1.545 | | 1.554 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 95.6 | 95.6 | 4444 | 4444 | 125.6 | 125.6 | 4276 | 4276 | 146.5 | 146.5 | 3935.0 | 3935.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 88.9 | 88.9 | 4088 | 4088 | 117.0 | 117.0 | 3976 | 3976 | 141.0 | 141.0 | 3685.0 | 3685.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.7 | 6.7 | 356.0 | 356.0 | 8.6 | 8.6 | 300.0 | 300.0 | 5.5 | 5.5 | 250.0 | 250.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.16 | 28.16 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.98 | 27.98 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 60.7 | 60.7 | 4018.4 | 4018.4 | 70.7 | 70.7 | 3910.4 | 3910.4 | 26.8 | 113.0 | 3628.9 | 3628.9 |
| % de humedad | 11.03 | 11.03 | 19.89 | 19.89 | 12.16 | 12.16 | 19.84 | 19.84 | 20.53 | 4.87 | 19.59 | 19.59 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.03 | | 19.89 | | 12.16 | | 19.84 | | 12.70 | | 19.59 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.004 | | 0.21 | 0.005 | | 0.26 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.24 | 0.006 | | 0.26 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.34 | 0.009 | | 0.35 | 0.010 | | 0.36 | 0.009 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.4 | 0.010 | | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.011 | |
| | | | 4.57 | total | 0.22 | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.25 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-5 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-7 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 15 | 39 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 32 | 80 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 65 | 161 | | | 46 | 115 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 90 | 222 | 228.5 | 22.9 | 75 | 185 | 184.4 | 18.4 | 38 | 95 | 101.1 | 10.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 92 | 227 | | | 69 | 171 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 186 | 456 | 459.9 | 30.7 | 128 | 315 | 329.6 | 22.0 | 86 | 212 | 210.2 | 14.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 234 | 573 | | | 175 | 429 | | | 104 | 256 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 268 | 656 | | | 198 | 485 | | | 126 | 310 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 315 | 770 | | | 224 | 549 | | | 158 | 339 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 324 | 792 | | | 246 | 602 | | | 140 | 344 | | |

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

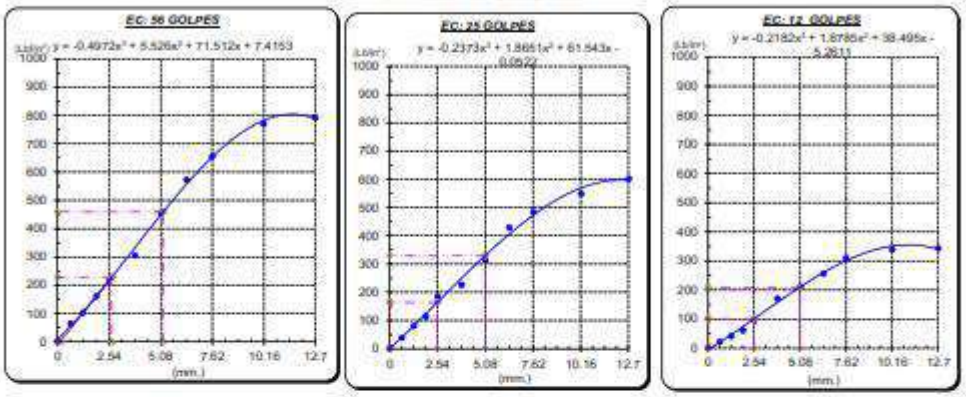



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.735 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.648 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.30 % | |

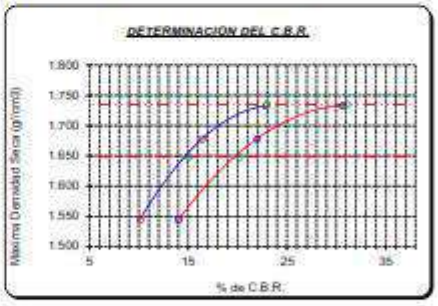
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 23 % | 31 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 15 % | 20 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Riva Herrera Obiñas
Ing. Laboratorista USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-1 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

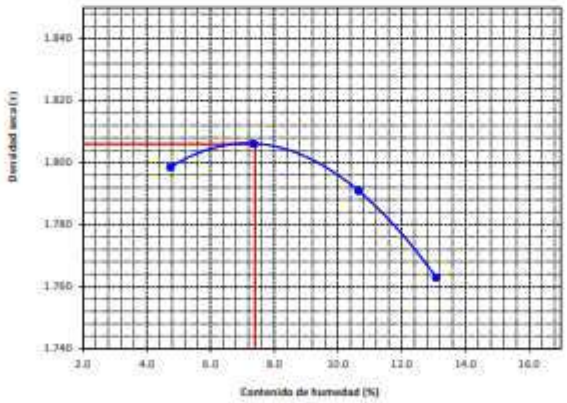
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ordinas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-1 18%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12290 | | 12612 | | 12790 | | 13120 | | 12300 | | 12752 | |
| Peso de molde (g) | 8040 | | 8040 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4250 | | 4572 | | 3986 | | 4316 | | 3394 | | 3846 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.009 | | 2.161 | | 1.887 | | 2.044 | | 1.598 | | 1.811 | |
| % de humedad | 11.10 | | 18.82 | | 10.57 | | 18.99 | | 6.41 | | 19.93 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.808 | | 1.818 | | 1.707 | | 1.717 | | 1.502 | | 1.510 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 86.6 | 86.6 | 4572 | 4572 | 256.6 | 256.6 | 4316 | 4316 | 42.8 | 42.8 | 3846.0 | 3846.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 81.6 | 81.6 | 4250 | 4250 | 236.5 | 236.5 | 3986 | 3986 | 41.1 | 41.1 | 3394.0 | 3394.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.1 | 5.1 | 322.0 | 322.0 | 20.1 | 20.1 | 330.0 | 330.0 | 1.7 | 1.7 | 452.0 | 452.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.89 | 35.89 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 15.1 | 15.1 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 45.7 | 45.7 | 4174.5 | 4174.5 | 190.2 | 190.2 | 3919.1 | 3919.1 | 26.0 | 26.0 | 3343.8 | 3343.8 |
| % de humedad | 11.10 | 11.10 | 18.82 | 18.82 | 10.57 | 10.57 | 18.99 | 18.99 | 6.41 | 6.41 | 19.93 | 19.93 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.10 | | 18.82 | | 10.57 | | 18.99 | | 6.41 | | 19.93 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 5 | 15 | | | 12 | 32 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 19 | 49 | | | 17 | 44 | | | 18 | 46 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 44 | 110 | | | 32 | 80 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 73 | 180 | 246.7 | 24.7 | 46 | 115 | 141.0 | 14.1 | 35 | 88 | 88.7 | 8.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 140 | 344 | | | 95 | 234 | | | 51 | 127 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 197 | 483 | 458.7 | 30.6 | 132 | 324 | 299.7 | 19.9 | 66 | 163 | 164.3 | 11.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 232 | 568 | | | 154 | 378 | | | 81 | 200 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 232 | 568 | | | 178 | 437 | | | 94 | 232 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 232 | 568 | | | 189 | 463 | | | 108 | 266 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 232 | 568 | | | 201 | 493 | | | 123 | 302 | | |

Henry Rivadeneyra Dalitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

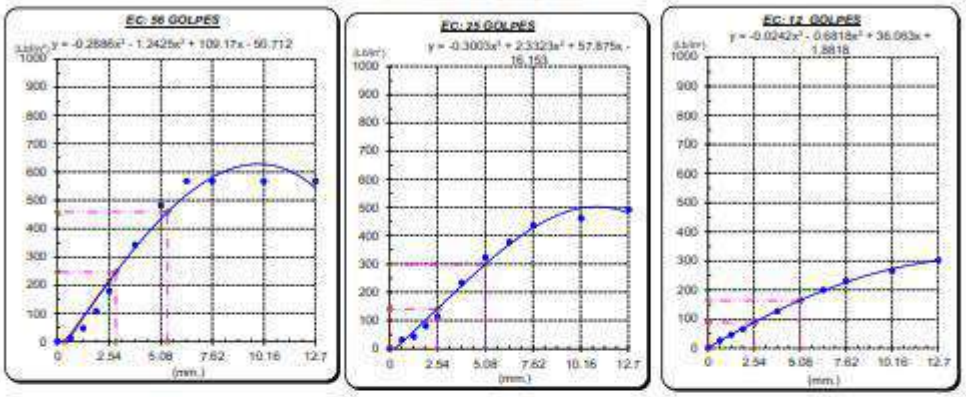



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

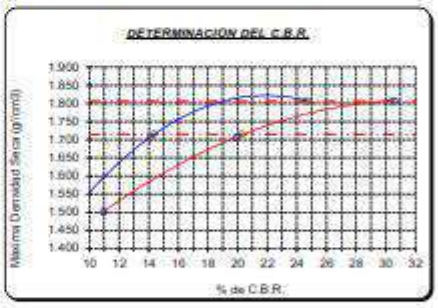
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.806 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.716 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 7.40 % | |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 25 % | 30 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 % | 20 % |




Henry Rivadeneyra Obregón
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-1 2s%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

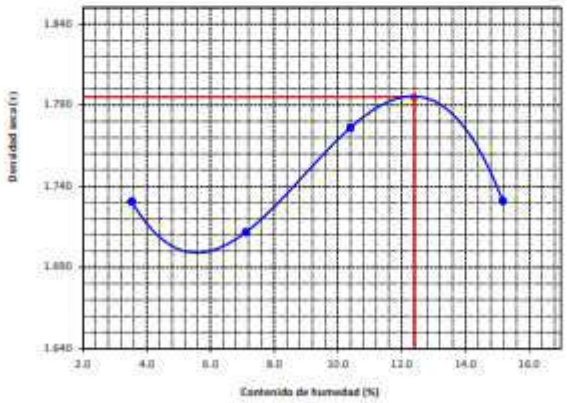
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.795** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **12.40** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-1 2s%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12004 | | 12448 | | 12290 | | 12898 | | 12370 | | 12836 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3844 | | 4288 | | 3486 | | 4086 | | 3464 | | 3930 | |
| Volumen del molde (cc) | 2015 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.908 | | 2.128 | | 1.651 | | 1.935 | | 1.631 | | 1.850 | |
| % de humedad | 5.28 | | 17.04 | | 6.75 | | 24.23 | | 7.19 | | 20.85 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.812 | | 1.818 | | 1.546 | | 1.557 | | 1.521 | | 1.531 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 86.5 | 86.5 | 4288 | 4288 | 315.0 | 315.0 | 4086 | 4086 | 76.1 | 76.1 | 3930.0 | 3930.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 83.6 | 83.6 | 3844 | 3844 | 296.0 | 296.0 | 3486 | 3486 | 72.7 | 72.7 | 3464.0 | 3464.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.0 | 3.0 | 444.0 | 444.0 | 17.0 | 17.0 | 600.0 | 600.0 | 3.4 | 3.4 | 466.0 | 466.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 27.75 | 27.75 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 25.56 | 25.56 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 55.8 | 55.8 | 3775.6 | 3775.6 | 251.7 | 251.7 | 3432.9 | 3432.9 | 47.1 | 47.1 | 3412.1 | 3412.1 |
| % de humedad | 5.26 | 5.26 | 17.04 | 17.04 | 6.75 | 6.75 | 24.23 | 24.23 | 7.19 | 7.19 | 20.85 | 20.85 |
| Promedio de Humedad (%) | 5.28 | | 17.04 | | 6.75 | | 24.23 | | 7.19 | | 20.85 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 13 | 34 | | | 12 | 32 | | | 11 | 29 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 27 | 68 | | | 25 | 63 | | | 23 | 58 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 44 | 110 | | | 43 | 107 | | | 40 | 100 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 62 | 154 | 181.0 | 18.1 | 60 | 149 | 162.8 | 16.3 | 59 | 146 | 160.7 | 16.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 97 | 239 | | | 101 | 249 | | | 104 | 256 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 157 | 385 | 373.7 | 24.9 | 132 | 324 | 317.5 | 21.2 | 125 | 310 | 292.5 | 19.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 210 | 515 | | | 165 | 409 | | | 143 | 351 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 250 | 612 | | | 180 | 441 | | | 154 | 378 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 250 | 612 | | | 192 | 471 | | | 172 | 439 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 250 | 612 | | | 210 | 515 | | | 203 | 512 | | |

Henry Fernández Obiñas
Jefe Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

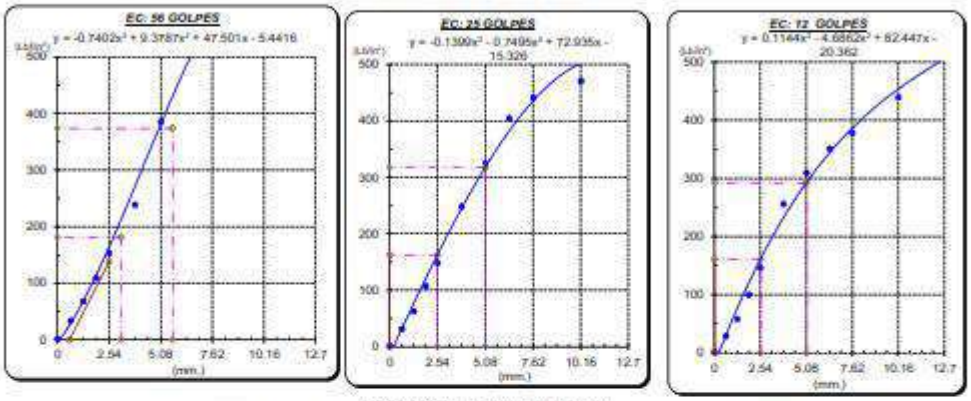



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.795 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.705 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 12.40 % | |

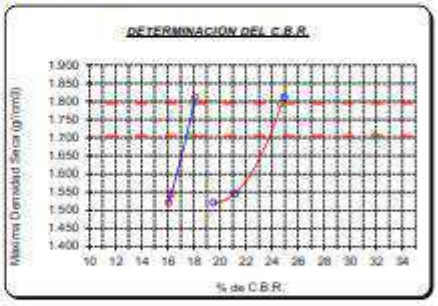
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 18 | % | 25 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 18 | % | 32 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***








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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-1 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

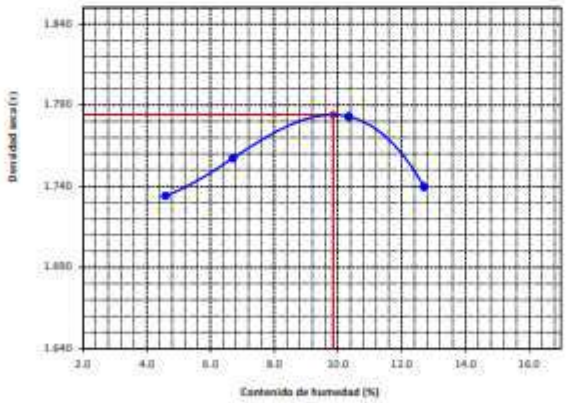
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : C-02
MUESTRA : M-1 27%NRL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12178 | | 12610 | | 12580 | | 13240 | | 12278 | | 12932 | |
| Peso de molde (g) | 8380 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4018 | | 4450 | | 3776 | | 4436 | | 3372 | | 3916 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.954 | | 2.164 | | 1.788 | | 2.100 | | 1.588 | | 1.844 | |
| % de humedad | 9.30 | | 20.24 | | 9.31 | | 27.08 | | 9.32 | | 25.69 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.788 | | 1.800 | | 1.636 | | 1.653 | | 1.452 | | 1.467 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 56.4 | 56.4 | 4450 | 4450 | 263.5 | 263.5 | 4436 | 4436 | 56.6 | 56.6 | 3916.0 | 3916.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 53.1 | 53.1 | 4018 | 4018 | 245.0 | 245.0 | 3776 | 3776 | 53.3 | 53.3 | 3372.0 | 3372.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.3 | 3.3 | 432.0 | 432.0 | 18.5 | 18.5 | 660.0 | 660.0 | 3.3 | 3.3 | 544.0 | 544.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 18.05 | 18.05 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 18.07 | 18.07 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 35.1 | 35.1 | 3947.4 | 3947.4 | 198.7 | 198.7 | 3715.2 | 3715.2 | 35.2 | 35.2 | 3323.7 | 3323.7 |
| % de humedad | 9.30 | 9.30 | 20.24 | 20.24 | 9.31 | 9.31 | 27.08 | 27.08 | 9.32 | 9.32 | 25.69 | 25.69 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.30 | | 20.24 | | 9.31 | | 27.08 | | 9.32 | | 25.69 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 17 | 44 | | | 12 | 32 | | | 11 | 29 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 35 | 88 | | | 25 | 66 | | | 23 | 58 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 139 | | | 50 | 124 | | | 46 | 115 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 70 | 173 | 167.1 | 16.7 | 68 | 168 | 172.6 | 17.3 | 65 | 161 | 182.3 | 18.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 101 | 249 | | | 96 | 237 | | | 130 | 319 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 160 | 393 | 314.8 | 21.0 | 142 | 349 | 307.8 | 20.5 | 125 | 307 | 310.5 | 20.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 140 | 344 | | | 141 | 348 | | | 140 | 344 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 182 | 448 | | | 163 | 400 | | | 151 | 371 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 193 | 449 | | | 172 | 422 | | | 159 | 390 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 195 | 478 | | | 186 | 456 | | | 168 | 412 | | |

Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

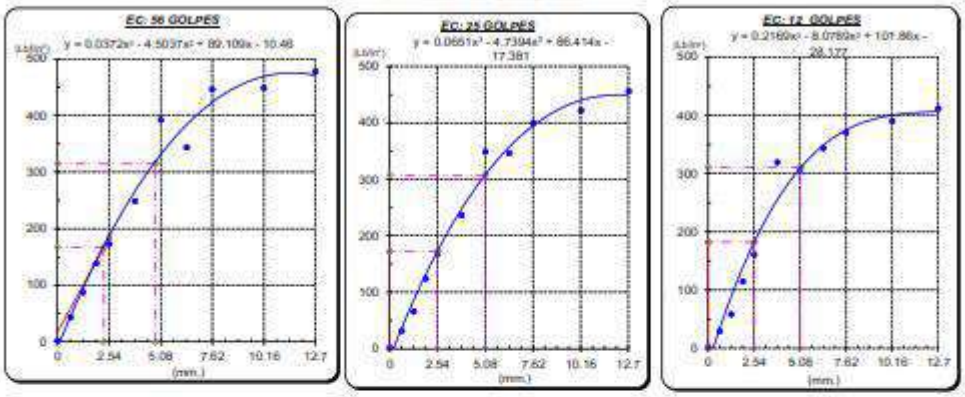



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.784 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.695 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 9.85 % | |

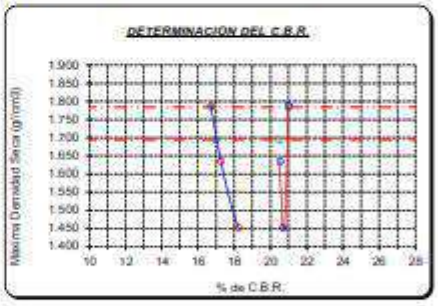
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 17 % | 21 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 17 % | 20 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***








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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-1 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

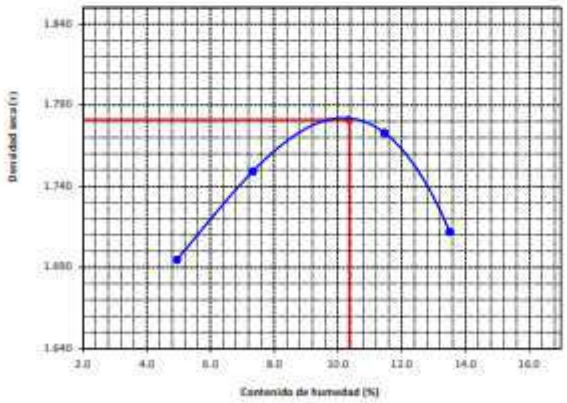
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5550 | 5640 | 5610 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1712 | 1802 | 1772 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.877 | 1.976 | 1.943 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 73.63 | 91.53 | 28.48 | 28.48 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.97 | 87.19 | 27.21 | 27.01 |
| Peso de tara | g | 38.45 | 28.00 | 16.13 | 16.13 |
| Peso de agua | g | 1.66 | 4.34 | 1.27 | 1.47 |
| Peso de suelo seco | g | 33.52 | 59.19 | 11.08 | 10.88 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.3 | 11.5 | 13.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.695 | 1.749 | 1.773 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.781** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.35** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**






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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-1 32%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12174 | | 12548 | | 12530 | | 12990 | | 12328 | | 12760 | |
| Peso de molde (g) | 8700 | | 8700 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3474 | | 3848 | | 3726 | | 4186 | | 3422 | | 3874 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.904 | | 2.107 | | 1.764 | | 1.982 | | 1.611 | | 1.824 | |
| % de humedad | 6.13 | | 17.03 | | 6.09 | | 18.65 | | 6.42 | | 19.83 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.794 | | 1.801 | | 1.663 | | 1.671 | | 1.514 | | 1.522 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 40.6 | 40.6 | 3846 | 3846 | 246.5 | 246.5 | 4186 | 4186 | 38.8 | 38.8 | 3874.0 | 3874.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 39.8 | 39.8 | 3474 | 3474 | 235.0 | 235.0 | 3726 | 3726 | 37.6 | 37.6 | 3422.0 | 3422.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 0.9 | 0.9 | 372.0 | 372.0 | 11.5 | 11.5 | 460.0 | 460.0 | 1.3 | 1.3 | 452.0 | 452.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.88 | 25.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 13.9 | 13.9 | 3412.8 | 3412.8 | 188.7 | 188.7 | 3865.1 | 3865.1 | 19.8 | 19.8 | 3371.0 | 3371.0 |
| % de humedad | 6.13 | 6.13 | 17.03 | 17.03 | 6.09 | 6.09 | 18.65 | 18.65 | 6.42 | 6.42 | 19.83 | 19.83 |
| Promedio de Humedad (%) | 6.13 | | 17.03 | | 6.09 | | 18.65 | | 6.42 | | 19.83 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 12 | 32 | | | 12 | 32 | | | 12 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 24 | 61 | | | 23 | 58 | | | 22 | 56 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 37 | 93 | | | 36 | 90 | | | 35 | 88 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 55 | 137 | 153.5 | 15.3 | 52 | 129 | 143.3 | 14.3 | 50 | 124 | 132.9 | 13.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 90 | 222 | | | 86 | 212 | | | 83 | 206 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 130 | 319 | 321.6 | 21.4 | 124 | 305 | 289.7 | 19.2 | 115 | 285 | 277.8 | 18.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 169 | 415 | | | 141 | 348 | | | 148 | 368 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 203 | 497 | | | 175 | 429 | | | 169 | 415 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 261 | 639 | | | 196 | 480 | | | 195 | 485 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 308 | 753 | | | 238 | 583 | | | 226 | 554 | | |

Henry Rondoy Cruz Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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*

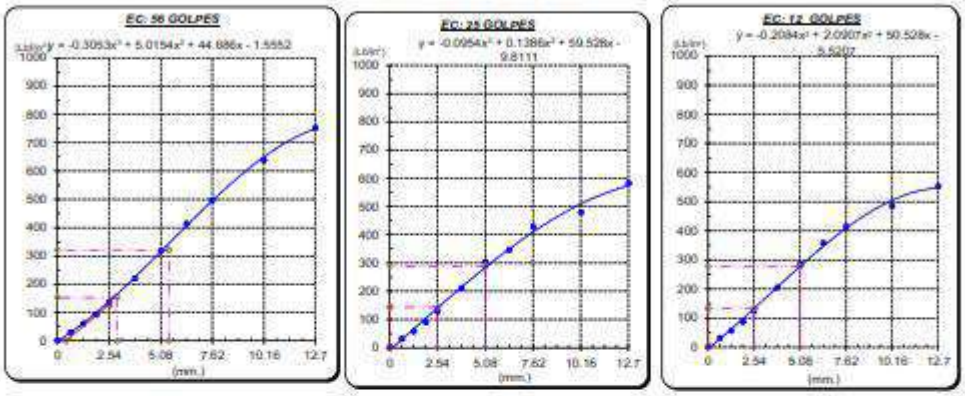



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.781 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.692 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.35 % | |

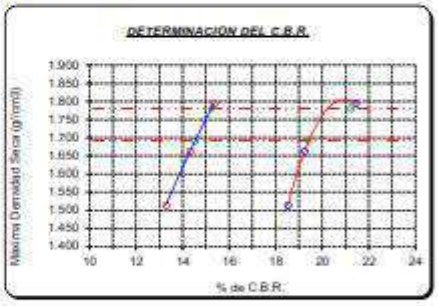
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 15 | % | 21 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 | % | 19 | % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACION DEL C.B.R.*




Henry Ricardo Oblitas
Jefe Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-2 18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

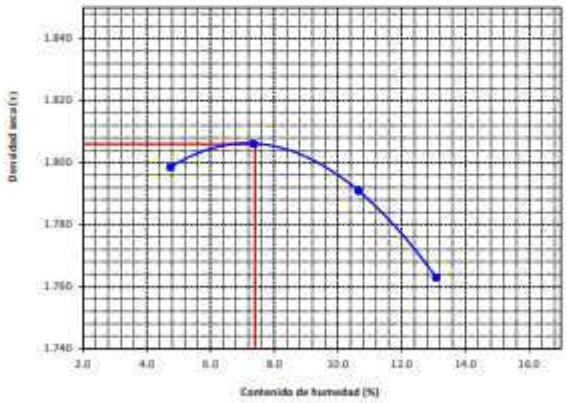
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-2 18% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12090 | | 12502 | | 12690 | | 12898 | | 12280 | | 12766 | |
| Peso de molde (g) | 8560 | | 8560 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3530 | | 3942 | | 3886 | | 4086 | | 3374 | | 3860 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.934 | | 2.160 | | 1.840 | | 1.935 | | 1.589 | | 1.817 | |
| % de humedad | 7.12 | | 19.00 | | 7.52 | | 12.75 | | 5.56 | | 20.18 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.806 | | 1.815 | | 1.711 | | 1.716 | | 1.505 | | 1.512 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 97.8 | 97.8 | 3942 | 3942 | 246.5 | 246.5 | 4086 | 4086 | 97.0 | 97.0 | 3860.0 | 3860.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 93.2 | 93.2 | 3530 | 3530 | 232.5 | 232.5 | 3886 | 3886 | 93.4 | 93.4 | 3374.0 | 3374.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 4.6 | 4.6 | 412.0 | 412.0 | 14.0 | 14.0 | 200.0 | 200.0 | 3.6 | 3.6 | 486.0 | 486.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 64.9 | 64.9 | 3467.4 | 3467.4 | 186.2 | 186.2 | 3820.6 | 3820.6 | 64.8 | 64.8 | 3324.0 | 3324.0 |
| % de humedad | 7.12 | 7.12 | 19.00 | 19.00 | 7.52 | 7.52 | 12.75 | 12.75 | 5.56 | 5.56 | 20.18 | 20.18 |
| Promedio de Humedad (%) | 7.12 | | 19.00 | | 7.52 | | 12.75 | | 5.56 | | 20.18 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 11 | 29 | | | 10 | 27 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 23 | 58 | | | 22 | 56 | | | 19 | 49 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 38 | 95 | | | 34 | 85 | | | 30 | 76 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 56 | 139 | 188.9 | 18.9 | 50 | 124 | 140.8 | 14.1 | 43 | 107 | 114.0 | 11.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 99 | 244 | | | 92 | 227 | | | 71 | 176 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 147 | 361 | 395.4 | 26.4 | 125 | 307 | 312.1 | 20.8 | 101 | 249 | 241.1 | 16.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 190 | 466 | | | 175 | 429 | | | 126 | 310 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 225 | 551 | | | 196 | 480 | | | 149 | 366 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 268 | 656 | | | 215 | 527 | | | 175 | 429 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 279 | 683 | | | 242 | 593 | | | 202 | 495 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

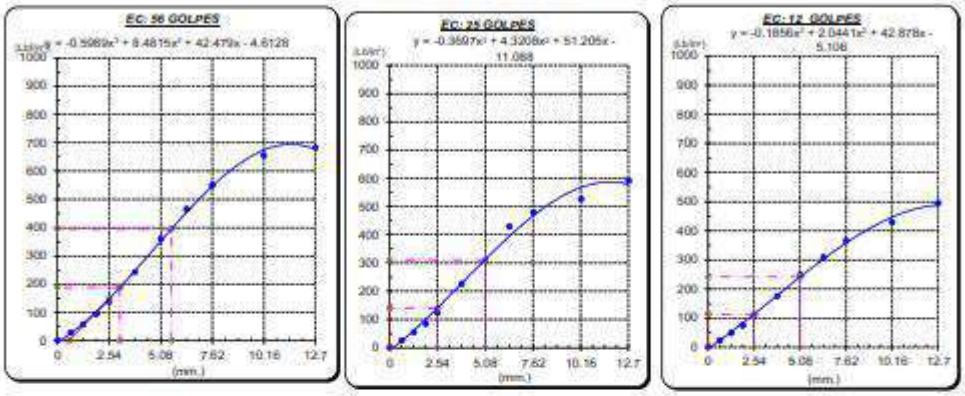



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.806 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.716 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 7.40 % |

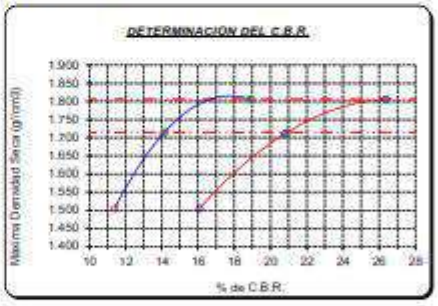
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 19 | % | 26 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 | % | 21 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Gallas
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-2 23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

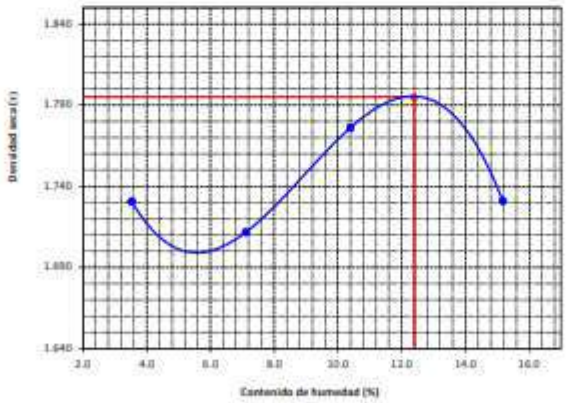
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.795** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **12.40** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruedencurra Dolores
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-2 23% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12106 | | 12496 | | 12590 | | 13190 | | 12254 | | 12728 | |
| Peso de molde (g) | 8500 | | 8600 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3606 | | 3896 | | 3786 | | 4386 | | 3348 | | 3822 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.921 | | 2.136 | | 1.793 | | 2.077 | | 1.576 | | 1.799 | |
| % de humedad | 5.41 | | 16.73 | | 6.14 | | 22.26 | | 6.90 | | 21.27 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.823 | | 1.829 | | 1.689 | | 1.699 | | 1.475 | | 1.484 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 91.9 | 91.9 | 3896 | 3896 | 210.5 | 210.5 | 4386 | 4386 | 79.3 | 79.3 | 3822.0 | 3822.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 88.6 | 88.6 | 3506 | 3506 | 201.0 | 201.0 | 3786 | 3786 | 76.0 | 76.0 | 3348.0 | 3348.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.3 | 3.3 | 390.0 | 390.0 | 9.5 | 9.5 | 600.0 | 600.0 | 3.3 | 3.3 | 474.0 | 474.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 60.3 | 60.3 | 3443.2 | 3443.2 | 154.7 | 154.7 | 3723.1 | 3723.1 | 47.4 | 47.4 | 3299.3 | 3299.3 |
| % de humedad | 5.41 | 5.41 | 16.73 | 16.73 | 6.14 | 6.14 | 22.26 | 22.26 | 6.90 | 6.90 | 21.27 | 21.27 |
| Promedio de Humedad (%) | 5.41 | | 16.73 | | 6.14 | | 22.26 | | 6.90 | | 21.27 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/05/2023** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-11 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-11 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 19 | 49 | | | 18 | 46 | | | 15 | 39 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 41 | 102 | | | 36 | 90 | | | 28 | 71 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 69 | 171 | | | 60 | 149 | | | 46 | 115 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 106 | 246 | 271.7 | 27.2 | 86 | 212 | 213.6 | 21.4 | 66 | 163 | 174.4 | 17.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 160 | 393 | | | 121 | 298 | | | 106 | 261 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 215 | 527 | 516.3 | 34.4 | 175 | 429 | 399.3 | 26.6 | 140 | 344 | 319.4 | 21.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 258 | 632 | | | 198 | 485 | | | 157 | 385 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 285 | 697 | | | 215 | 527 | | | 170 | 417 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 290 | 710 | | | 236 | 578 | | | 198 | 485 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 290 | 710 | | | 242 | 593 | | | 225 | 551 | | |

Henry Alvadenyra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

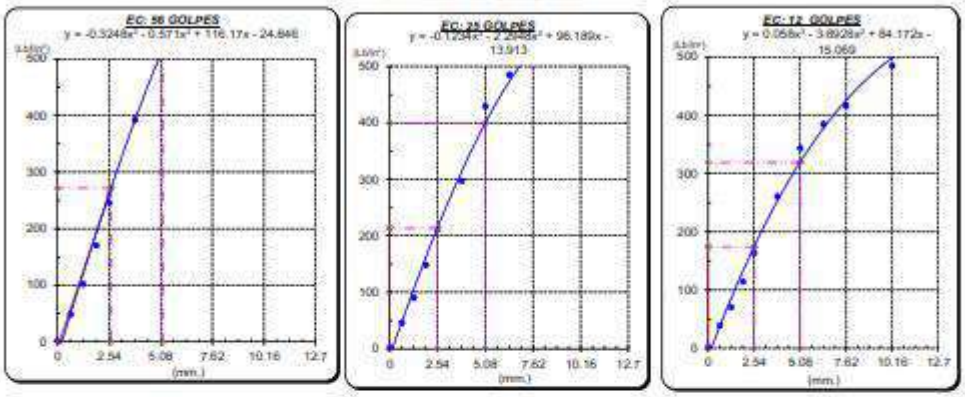



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.795 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.705 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 12.40 % | |

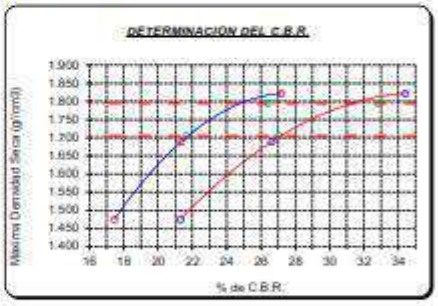
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 28 | % | 33 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 22 | % | 27 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruidenyra Dolias
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-2 27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

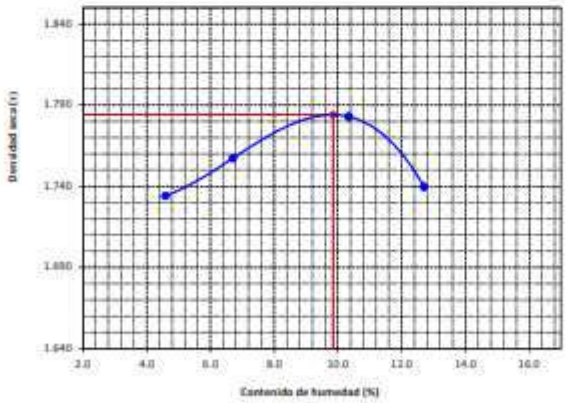
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Olivos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-2 27% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12094 | | 12516 | | 12590 | | 13000 | | 12274 | | 12732 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3934 | | 4356 | | 3786 | | 4276 | | 3368 | | 3826 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.913 | | 2.119 | | 1.793 | | 2.025 | | 1.586 | | 1.801 | |
| % de humedad | 5.04 | | 15.96 | | 5.98 | | 19.14 | | 5.78 | | 19.58 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.822 | | 1.827 | | 1.692 | | 1.699 | | 1.499 | | 1.506 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 72.5 | 72.5 | 4356 | 4356 | 145.6 | 145.6 | 4276 | 4276 | 80.0 | 80.0 | 3826.0 | 3826.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 70.4 | 70.4 | 3934 | 3934 | 140.0 | 140.0 | 3786 | 3786 | 77.2 | 77.2 | 3368.0 | 3368.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 2.1 | 2.1 | 422.0 | 422.0 | 5.6 | 5.6 | 490.0 | 490.0 | 2.8 | 2.8 | 458.0 | 458.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 42.1 | 42.1 | 3863.8 | 3863.8 | 93.7 | 93.7 | 3723.0 | 3723.0 | 48.6 | 48.6 | 3318.3 | 3318.3 |
| % de humedad | 5.04 | 5.04 | 15.96 | 15.96 | 5.98 | 5.98 | 19.14 | 19.14 | 5.78 | 5.78 | 19.58 | 19.58 |
| Promedio de Humedad (%) | 5.04 | | 15.96 | | 5.98 | | 19.14 | | 5.78 | | 19.58 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 23 | 56 | | | 19 | 40 | | | 17 | 44 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 51 | 127 | | | 46 | 115 | | | 35 | 88 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 85 | 210 | | | 66 | 168 | | | 54 | 134 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 124 | 305 | 315.5 | 31.6 | 96 | 237 | 229.0 | 22.5 | 75 | 185 | 185.6 | 18.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 194 | 476 | | | 124 | 305 | | | 106 | 261 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 251 | 614 | 588.0 | 39.1 | 163 | 400 | 391.5 | 26.1 | 131 | 322 | 313.5 | 20.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 296 | 729 | | | 180 | 441 | | | 148 | 363 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 310 | 758 | | | 213 | 522 | | | 160 | 393 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 310 | 758 | | | 221 | 541 | | | 177 | 434 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 310 | 758 | | | 236 | 578 | | | 200 | 490 | | |

Henry Bruderwerth Ortiz Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

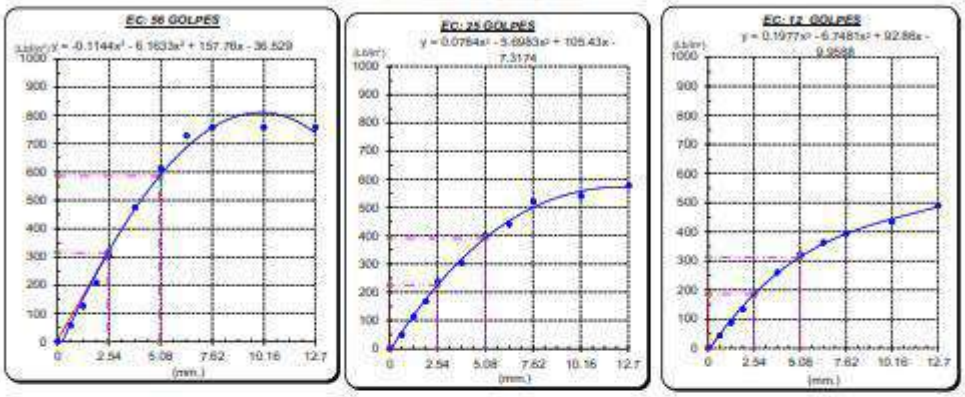



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

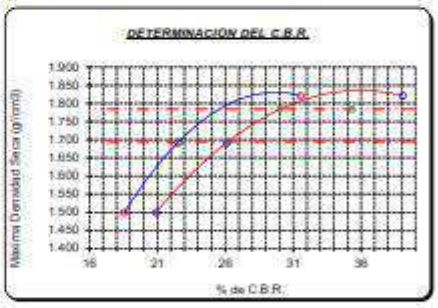
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.784 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.695 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 9.85 % | |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 30 % | 35 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 23 % | 26 % |




Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-2 32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

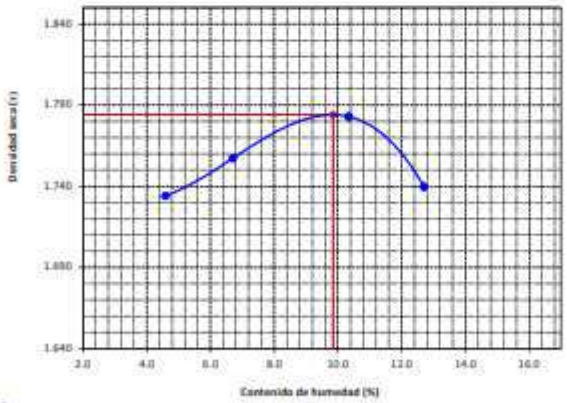
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.784 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 9.85 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Jefe - Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-2 32% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12164 | | 12556 | | 12590 | | 13196 | | 12282 | | 12752 | |
| Peso de molde (g) | 8360 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4004 | | 4396 | | 3786 | | 4386 | | 3376 | | 3846 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.947 | | 2.138 | | 1.793 | | 2.077 | | 1.589 | | 1.811 | |
| % de humedad | 5.72 | | 15.69 | | 5.98 | | 22.09 | | 6.44 | | 20.57 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.842 | | 1.848 | | 1.692 | | 1.701 | | 1.493 | | 1.502 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 72.1 | 72.1 | 4396 | 4396 | 145.6 | 145.6 | 4386 | 4386 | 65.3 | 65.3 | 3846.0 | 3846.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 69.7 | 69.7 | 4004 | 4004 | 140.0 | 140.0 | 3786 | 3786 | 63.1 | 63.1 | 3376.0 | 3376.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 2.4 | 2.4 | 392.0 | 392.0 | 5.6 | 5.6 | 600.0 | 600.0 | 2.2 | 2.2 | 470.0 | 470.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 41.4 | 41.4 | 3931.6 | 3931.6 | 93.7 | 93.7 | 3723.0 | 3723.0 | 34.5 | 34.5 | 3326.3 | 3326.3 |
| % de humedad | 5.72 | 5.72 | 15.69 | 15.69 | 5.98 | 5.98 | 22.09 | 22.09 | 6.44 | 6.44 | 20.57 | 20.57 |
| Promedio de Humedad (%) | 5.72 | | 15.69 | | 5.98 | | 22.09 | | 6.44 | | 20.57 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-11 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-11 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 6 | 17 | | | 6 | 17 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 16 | 41 | | | 14 | 36 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 29 | 73 | | | 27 | 68 | | | 25 | 63 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 48 | 119 | 147.3 | 14.7 | 41 | 102 | 114.6 | 11.5 | 40 | 100 | 106.1 | 10.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 103 | 254 | | | 78 | 193 | | | 69 | 171 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 142 | 349 | 304.3 | 20.3 | 105 | 258 | 292.9 | 19.5 | 95 | 234 | 219.7 | 14.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 200 | 490 | | | 175 | 429 | | | 115 | 283 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 253 | 619 | | | 198 | 485 | | | 130 | 319 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 326 | 797 | | | 250 | 615 | | | 155 | 380 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 380 | 929 | | | 236 | 578 | | | 190 | 466 | | |

Henry Rivadeneyra Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

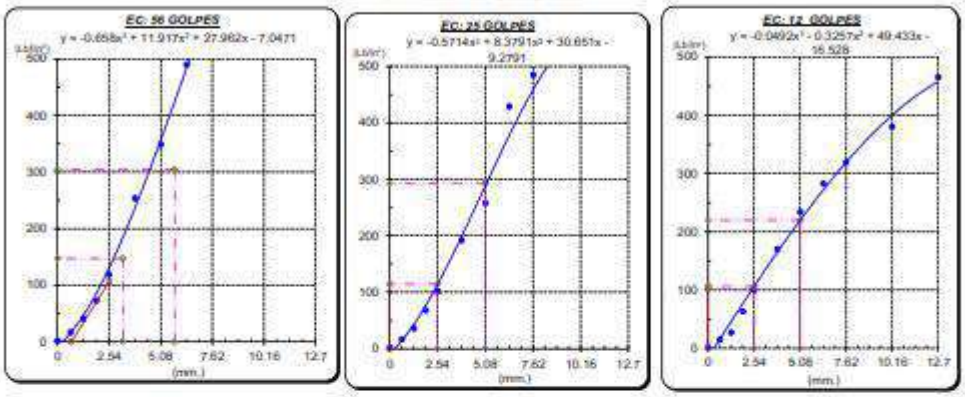



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.784 g./cm³ |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.695 g./cm³ |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 9.85 % |

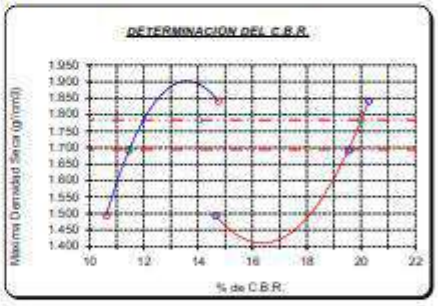
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 14 | % | 20 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 11 | % | 20 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Dávila
Ing. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-3 18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

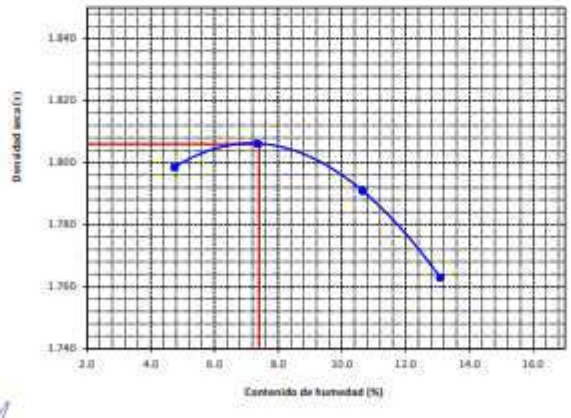
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-3 18% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12176 | | 12564 | | 12790 | | 13120 | | 12342 | | 12794 | |
| Peso de molde (g) | 8040 | | 8040 | | 8804 | | 8804 | | 8006 | | 8006 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4136 | | 4524 | | 3986 | | 4316 | | 3436 | | 3888 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.955 | | 2.138 | | 1.887 | | 2.044 | | 1.618 | | 1.831 | |
| % de humedad | 7.37 | | 16.92 | | 10.57 | | 18.99 | | 6.37 | | 19.72 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.820 | | 1.829 | | 1.707 | | 1.717 | | 1.521 | | 1.529 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 99.7 | 99.7 | 4524 | 4524 | 256.6 | 256.6 | 4316 | 4316 | 85.4 | 85.4 | 3888.0 | 3888.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 94.8 | 94.8 | 4136 | 4136 | 236.5 | 236.5 | 3986 | 3986 | 82.0 | 82.0 | 3436.0 | 3436.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 4.9 | 4.9 | 388.0 | 388.0 | 20.1 | 20.1 | 330.0 | 330.0 | 3.4 | 3.4 | 452.0 | 452.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 66.5 | 66.5 | 4062.1 | 4062.1 | 190.2 | 190.2 | 3919.1 | 3919.1 | 53.4 | 53.4 | 3384.5 | 3384.5 |
| % de humedad | 7.37 | 7.37 | 16.92 | 16.92 | 10.57 | 10.57 | 18.99 | 18.99 | 6.37 | 6.37 | 19.72 | 19.72 |
| Promedio de Humedad (%) | 7.37 | | 16.92 | | 10.57 | | 18.99 | | 6.37 | | 19.72 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | A-3 DIAL | A-3 EXPANSIÓN Pulg | A-3 EXPANSIÓN % | A-4 DIAL | A-4 EXPANSIÓN Pulg | A-4 EXPANSIÓN % | A-11 DIAL | A-11 EXPANSIÓN Pulg | A-11 EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/11/2024 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 19/11/2024 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 20/11/2024 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 21/11/2024 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-11 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-11 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 7 | 19 | | | 9 | 24 | | | 11 | 29 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 27 | 68 | | | 22 | 56 | | | 20 | 51 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 31 | 78 | | | 32 | 80 | | | 34 | 85 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 55 | 137 | 209.9 | 21.0 | 52 | 129 | 144.7 | 14.5 | 50 | 124 | 130.3 | 13.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 110 | 271 | | | 96 | 237 | | | 80 | 198 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 163 | 400 | 432.2 | 28.8 | 132 | 324 | 300.8 | 20.1 | 109 | 268 | 255.6 | 17.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 210 | 515 | | | 154 | 378 | | | 130 | 319 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 245 | 600 | | | 178 | 437 | | | 146 | 358 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 275 | 673 | | | 210 | 515 | | | 170 | 417 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 300 | 734 | | | 242 | 593 | | | 193 | 473 | | |

Henry Ruedas Olivas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

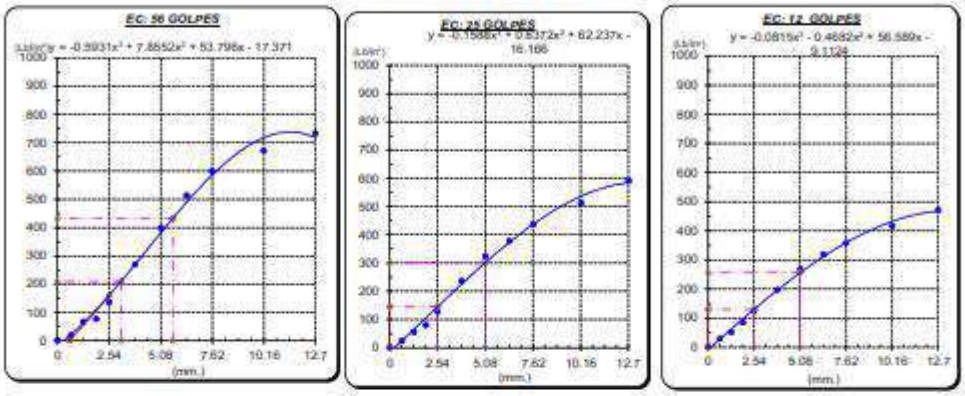



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.806 g./cm³ |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.716 g./cm³ |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 7.40 % |

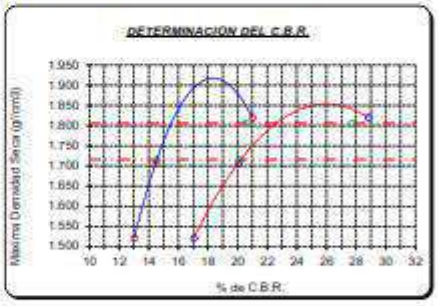
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 21 | % | 28 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 15 | % | 20 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Dávila
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-3 23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

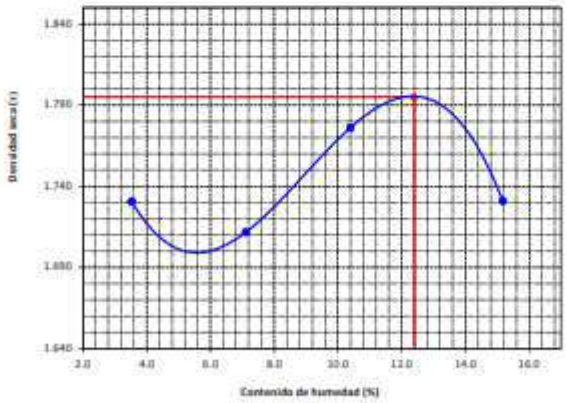
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.795 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 12.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-3 23% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12146 | | 12463 | | 12590 | | 13196 | | 12319 | | 12997 | |
| Peso de molde (g) | 8600 | | 8600 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3546 | | 3863 | | 3786 | | 4386 | | 3413 | | 4091 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.943 | | 2.117 | | 1.793 | | 2.077 | | 1.607 | | 1.926 | |
| % de humedad | 8.16 | | 17.26 | | 5.46 | | 21.58 | | 4.31 | | 24.48 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.796 | | 1.806 | | 1.700 | | 1.708 | | 1.540 | | 1.547 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 66.2 | 66.2 | 3863 | 3863 | 210.5 | 210.5 | 4386 | 4386 | 66.8 | 66.8 | 4091.0 | 4091.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 63.4 | 63.4 | 3546 | 3546 | 202.0 | 202.0 | 3786 | 3786 | 65.3 | 65.3 | 3413.0 | 3413.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 2.9 | 2.9 | 317.0 | 317.0 | 8.5 | 8.5 | 600.0 | 600.0 | 1.6 | 1.6 | 678.0 | 678.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 35.0 | 35.0 | 3483.4 | 3483.4 | 155.7 | 155.7 | 3722.7 | 3722.7 | 36.7 | 36.7 | 3361.2 | 3361.2 |
| % de humedad | 8.16 | 8.16 | 17.26 | 17.26 | 5.46 | 5.46 | 21.58 | 21.58 | 4.31 | 4.31 | 24.48 | 24.48 |
| Promedio de Humedad (%) | 8.16 | | 17.26 | | 5.46 | | 21.58 | | 4.31 | | 24.48 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **30/11/2024** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-11 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-11 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 12 | 32 | | | 11 | 29 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 29 | 73 | | | 26 | 66 | | | 24 | 61 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 53 | 132 | | | 48 | 119 | | | 45 | 112 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 89 | 219 | 272.4 | 27.2 | 65 | 161 | 203.5 | 20.3 | 60 | 149 | 174.4 | 17.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 160 | 393 | | | 124 | 305 | | | 109 | 268 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 230 | 563 | 501.8 | 33.5 | 201 | 493 | 435.5 | 29.0 | 153 | 376 | 356.8 | 23.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 279 | 681 | | | 241 | 590 | | | 196 | 481 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 280 | 685 | | | 253 | 619 | | | 213 | 522 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 304 | 744 | | | 280 | 685 | | | 228 | 439 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 450 | 1099 | | | 355 | 770 | | | 259 | 612 | | |

Henry Riveros Cajusol
Ops. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

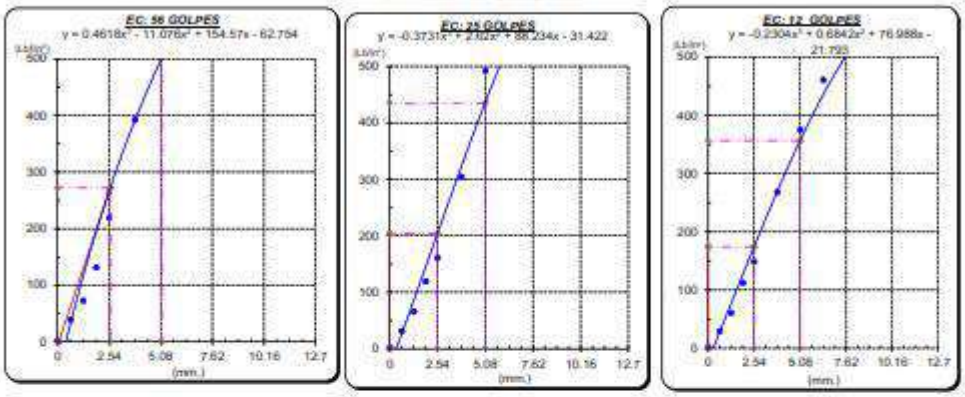



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.795 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.705 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 12.40 % | |

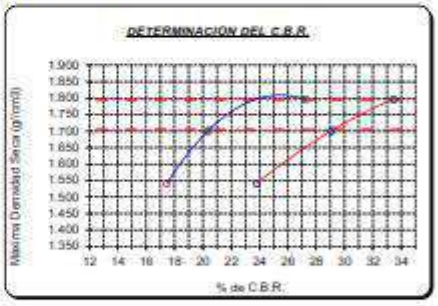
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 27 % | 33 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 20 % | 29 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Riveros Ochoa
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-3 27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

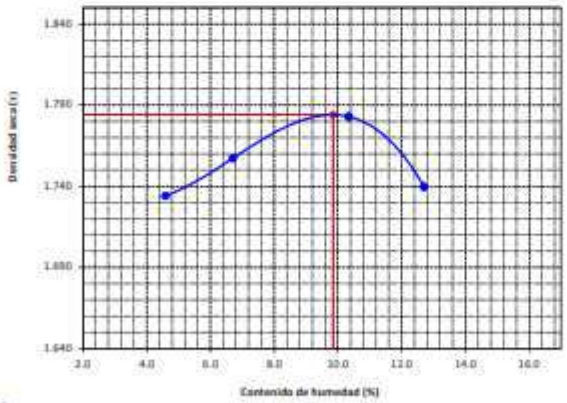
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.784 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 9.85 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Jefe Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-3 27% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12056 | | 12522 | | 12590 | | 13000 | | 12118 | | 12666 | |
| Peso de molde (g) | 8360 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3696 | | 4362 | | 3786 | | 4276 | | 3212 | | 3760 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.896 | | 2.122 | | 1.793 | | 2.025 | | 1.512 | | 1.770 | |
| % de humedad | 6.09 | | 18.20 | | 5.98 | | 19.14 | | 7.03 | | 24.34 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.787 | | 1.795 | | 1.692 | | 1.699 | | 1.413 | | 1.424 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 74.7 | 74.7 | 4362 | 4362 | 145.6 | 145.6 | 4276 | 4276 | 98.6 | 98.6 | 3760.0 | 3760.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 72.0 | 72.6 | 3696 | 3696 | 140.0 | 140.0 | 3786 | 3786 | 94.0 | 94.0 | 3212.0 | 3212.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 2.7 | 2.7 | 464.0 | 464.0 | 5.6 | 5.6 | 490.0 | 490.0 | 4.6 | 4.6 | 548.0 | 548.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 43.7 | 43.7 | 3829.6 | 3829.6 | 93.7 | 93.7 | 3723.0 | 3723.0 | 65.4 | 65.4 | 3167.3 | 3167.3 |
| % de humedad | 6.09 | 6.09 | 18.20 | 18.20 | 5.98 | 5.98 | 19.14 | 19.14 | 7.03 | 7.03 | 24.34 | 24.34 |
| Promedio de Humedad (%) | 6.09 | | 18.20 | | 5.98 | | 19.14 | | 7.03 | | 24.34 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 5 | 15 | | | 3 | 15 | | | 4 | 12 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 10 | 49 | | | 10 | 27 | | | 6 | 17 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 35 | 88 | | | 21 | 54 | | | 12 | 32 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 62 | 154 | 223.9 | 22.4 | 36 | 90 | 105.9 | 10.6 | 19 | 49 | 33.1 | 5.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 125 | 307 | | | 85 | 210 | | | 36 | 90 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 175 | 429 | 424.2 | 28.3 | 96 | 237 | 285.1 | 19.0 | 58 | 144 | 140.1 | 9.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 211 | 517 | | | 180 | 441 | | | 80 | 198 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 227 | 556 | | | 195 | 478 | | | 97 | 239 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 204 | 500 | | | 122 | 300 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 220 | 539 | | | 212 | 519 | | | 143 | 351 | | |

Henry Rivadeneyra Ohlitas
Téc. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

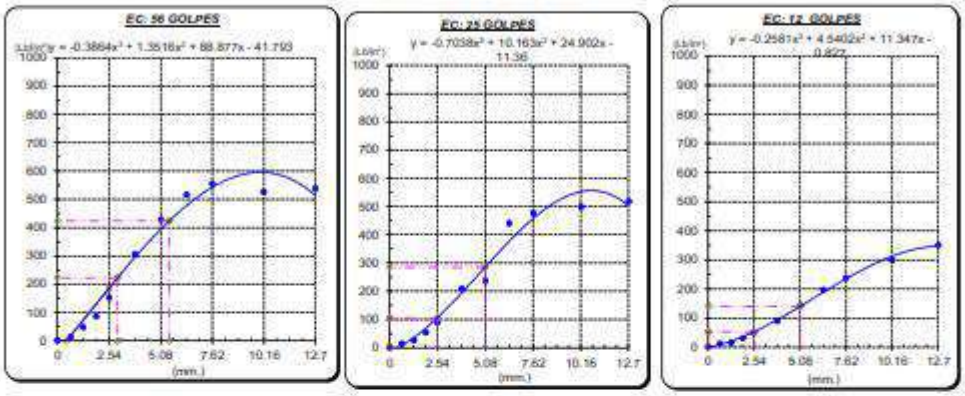



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.784 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.695 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 9.85 % | |

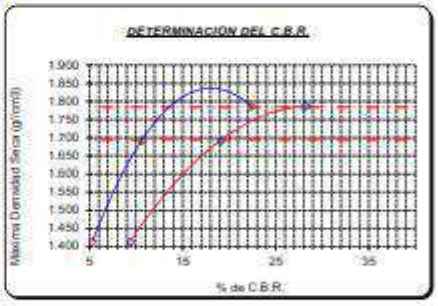
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 22 | % | 28 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 11 | % | 19 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Dolores
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-3 32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

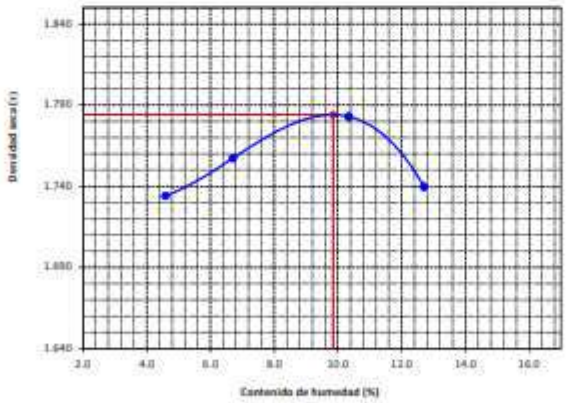
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Roadercigra Obilias
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-3 32% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-9 | | | | A-4 | | | | A-17 | | | |
| 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 | 12208 | | 12672 | | 12590 | | 13196 | | 11250 | | 11726 | |
| Peso de molde (g) | 8360 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 7788 | | 7788 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4048 | | 4512 | | 3786 | | 4386 | | 3462 | | 3938 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2115 | | 2115 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.969 | | 2.196 | | 1.793 | | 2.077 | | 1.637 | | 1.862 | |
| % de humedad | 9.33 | | 21.00 | | 8.29 | | 24.40 | | 7.47 | | 21.43 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.801 | | 1.814 | | 1.655 | | 1.669 | | 1.523 | | 1.533 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 95.7 | 95.7 | 4512 | 4512 | 145.6 | 145.6 | 4386 | 4386 | 88.7 | 88.7 | 3938.0 | 3938.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 89.9 | 89.9 | 4048 | 4048 | 138.0 | 138.0 | 3786 | 3786 | 84.6 | 84.6 | 3462.0 | 3462.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.8 | 5.8 | 464.0 | 464.0 | 7.6 | 7.6 | 600.0 | 600.0 | 4.2 | 4.2 | 476.0 | 476.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 61.6 | 61.6 | 3978.4 | 3978.4 | 91.7 | 91.7 | 3724.3 | 3724.3 | 56.0 | 56.0 | 3410.1 | 3410.1 |
| % de humedad | 9.33 | 9.33 | 21.00 | 21.00 | 8.29 | 8.29 | 24.40 | 24.40 | 7.47 | 7.47 | 21.43 | 21.43 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.33 | | 21.00 | | 8.29 | | 24.40 | | 7.47 | | 21.43 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.25 | 0.006 | | 0.38 | 0.010 | | 0.5 | 0.013 | |
| | | | 4.57 | total | 0.14 | 4.57 | total | 0.21 | 4.57 | total | 0.27 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-9 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-17 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 6 | 17 | | | 6 | 17 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 20 | 51 | | | 15 | 39 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 42 | 105 | | | 27 | 68 | | | 17 | 44 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 69 | 171 | 238.6 | 23.9 | 41 | 102 | 121.1 | 12.1 | 26 | 66 | 72.2 | 7.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 130 | 319 | | | 86 | 212 | | | 52 | 129 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 185 | 454 | 475.4 | 31.7 | 124 | 305 | 313.9 | 20.9 | 84 | 207 | 198.5 | 13.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 239 | 583 | | | 166 | 406 | | | 109 | 268 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 262 | 641 | | | 215 | 527 | | | 135 | 330 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 292 | 714 | | | 245 | 600 | | | 181 | 444 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 311 | 761 | | | 280 | 685 | | | 198 | 485 | | |

Henry Riveros Cajusol
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

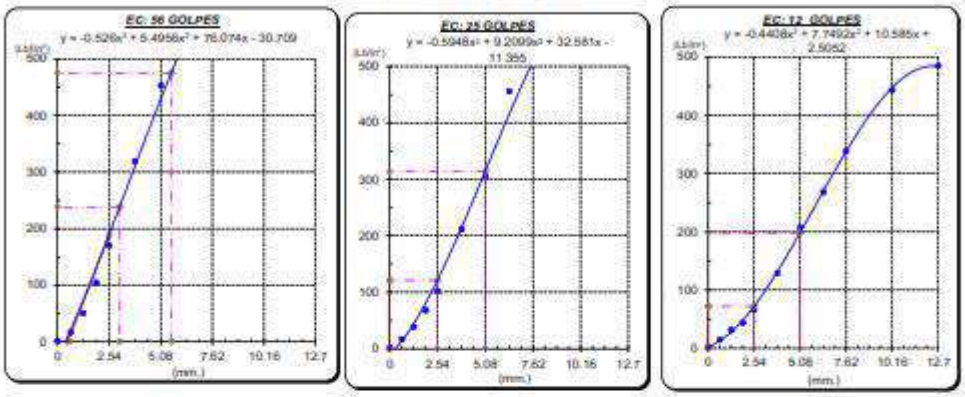



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.784 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.695 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 9.85 % | |

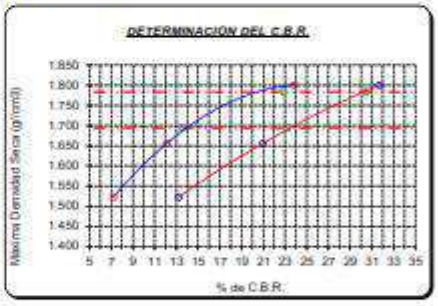
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 23 | % | 30 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 | % | 23 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ordinas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-4 18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

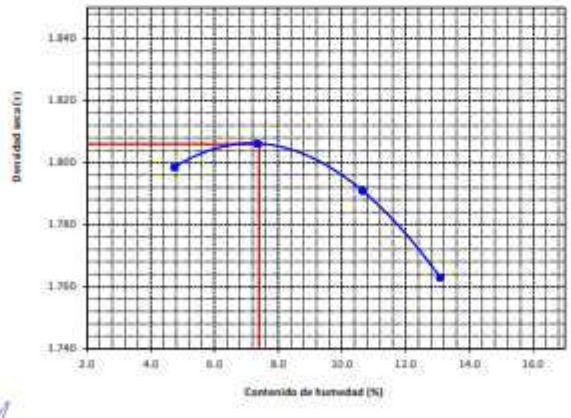
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-4 18% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12130 | | 12722 | | 12690 | | 13275 | | 12300 | | 12752 | |
| Peso de molde (g) | 8040 | | 8040 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4090 | | 4682 | | 3886 | | 4466 | | 3394 | | 3846 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.933 | | 2.213 | | 1.840 | | 2.115 | | 1.598 | | 1.811 | |
| % de humedad | 7.00 | | 21.73 | | 7.60 | | 22.78 | | 7.32 | | 20.84 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.807 | | 1.818 | | 1.710 | | 1.722 | | 1.489 | | 1.498 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 98.6 | 98.6 | 4682 | 4682 | 125.6 | 125.6 | 4466 | 4466 | 86.9 | 86.9 | 3846.0 | 3846.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 94.5 | 94.5 | 4090 | 4090 | 120.0 | 120.0 | 3886 | 3886 | 82.0 | 82.0 | 3394.0 | 3394.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 4.1 | 4.1 | 592.0 | 592.0 | 5.6 | 5.6 | 580.0 | 580.0 | 4.9 | 4.9 | 452.0 | 452.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.89 | 35.89 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 15.1 | 15.1 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 58.6 | 58.6 | 4017.4 | 4017.4 | 73.7 | 73.7 | 3820.7 | 3820.7 | 68.9 | 68.9 | 3344.2 | 3344.2 |
| % de humedad | 7.00 | 7.00 | 21.73 | 21.73 | 7.60 | 7.60 | 22.78 | 22.78 | 7.32 | 7.32 | 20.84 | 20.84 |
| Promedio de Humedad (%) | 7.00 | | 21.73 | | 7.60 | | 22.78 | | 7.32 | | 20.84 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.38 | 0.009 | | 0.28 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.41 | 0.010 | | 0.36 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.44 | 0.011 | | 0.48 | 0.012 | | 0.56 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.5 | 0.013 | | 0.56 | 0.014 | | 0.6 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.33 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 18 | 46 | | | 15 | 39 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 26 | 68 | | | 21 | 54 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 49 | 122 | | | 36 | 90 | | | 23 | 56 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 263.2 | 26.3 | 56 | 144 | 169.9 | 17.0 | 48 | 119 | 117.3 | 11.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 165 | 405 | | | 112 | 276 | | | 75 | 185 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 224 | 549 | 495.8 | 33.1 | 163 | 400 | 359.7 | 24.0 | 89 | 219 | 204.9 | 13.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 236 | 578 | | | 188 | 458 | | | 97 | 239 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 259 | 634 | | | 210 | 515 | | | 105 | 258 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 290 | 710 | | | 226 | 554 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 305 | 746 | | | 234 | 573 | | | 136 | 334 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

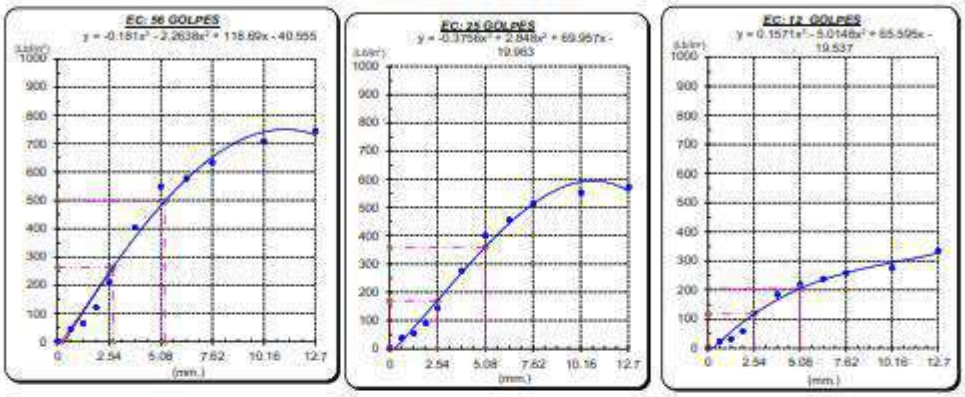



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.806 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.716 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 7.40 % |

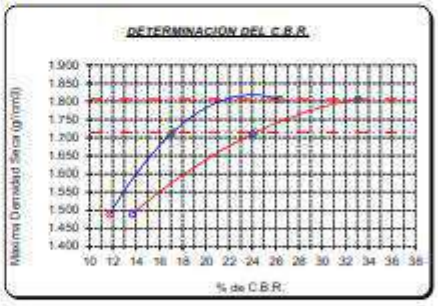
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 26 | % | 33 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 17 | % | 24 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-4 23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

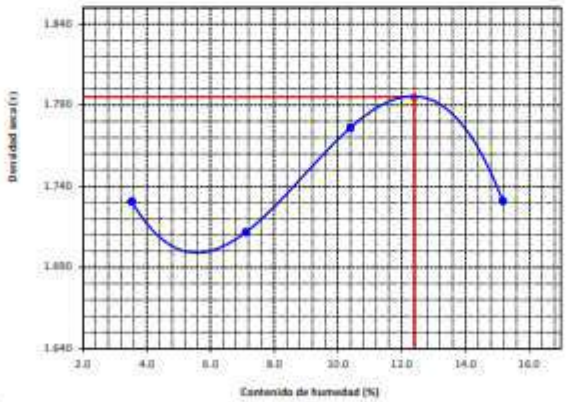
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.795 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 12.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-4 23% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12204 | | 12548 | | 12520 | | 13196 | | 12570 | | 12836 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4044 | | 4388 | | 4016 | | 4386 | | 3664 | | 3930 | |
| Volumen del molde (cc) | 2015 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.007 | | 2.178 | | 1.902 | | 2.077 | | 1.725 | | 1.850 | |
| % de humedad | 12.15 | | 20.81 | | 12.61 | | 21.98 | | 13.88 | | 21.25 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.790 | | 1.803 | | 1.689 | | 1.703 | | 1.515 | | 1.526 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 125.6 | 125.6 | 4388 | 4388 | 216.0 | 216.0 | 4386 | 4386 | 124.0 | 124.0 | 3930.0 | 3930.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 115.0 | 115.0 | 4044 | 4044 | 197.0 | 197.0 | 4016 | 4016 | 112.0 | 112.0 | 3664.0 | 3664.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 10.6 | 10.6 | 344.0 | 344.0 | 19.0 | 19.0 | 370.0 | 370.0 | 12.0 | 12.0 | 266.0 | 266.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 27.75 | 27.75 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 25.56 | 25.56 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 87.3 | 87.3 | 3972.9 | 3972.9 | 150.7 | 150.7 | 3949.3 | 3949.3 | 86.4 | 86.4 | 3809.3 | 3809.3 |
| % de humedad | 12.15 | 12.15 | 20.81 | 20.81 | 12.61 | 12.61 | 21.98 | 21.98 | 13.88 | 13.88 | 21.25 | 21.25 |
| Promedio de Humedad (%) | 12.15 | | 20.81 | | 12.61 | | 21.98 | | 13.88 | | 21.25 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.008 | | 0.29 | 0.007 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.35 | 0.009 | | 0.48 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.012 | | 0.56 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.52 | 0.013 | | 0.56 | 0.014 | | 0.6 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.33 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 18 | 46 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 38 | 95 | | | 25 | 63 | | | 20 | 51 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 68 | 168 | | | 53 | 132 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 237 | 204.8 | 20.5 | 78 | 188 | 164.9 | 16.5 | 45 | 112 | 120.8 | 12.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 105 | 258 | | | 92 | 227 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 179 | 439 | 391.0 | 26.1 | 112 | 276 | 275.1 | 18.3 | 98 | 241 | 219.4 | 14.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 205 | 502 | | | 124 | 305 | | | 105 | 258 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 216 | 529 | | | 139 | 341 | | | 116 | 285 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 236 | 578 | | | 165 | 405 | | | 125 | 310 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 245 | 600 | | | 180 | 441 | | | 132 | 324 | | |

Henry Rivadeneyra Dávilas
Tec. Laboratorio USAT

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

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

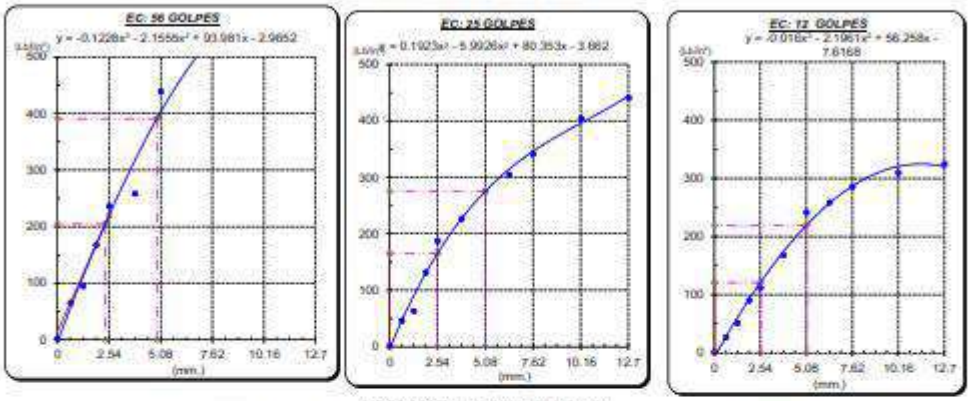



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.795 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.705 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 12.40 % |

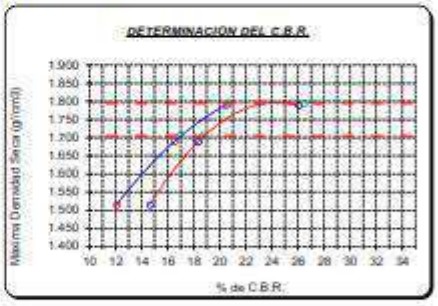
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 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 % | 19 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruddercyn Dañas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-02
MUESTRA: M-4 27% NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

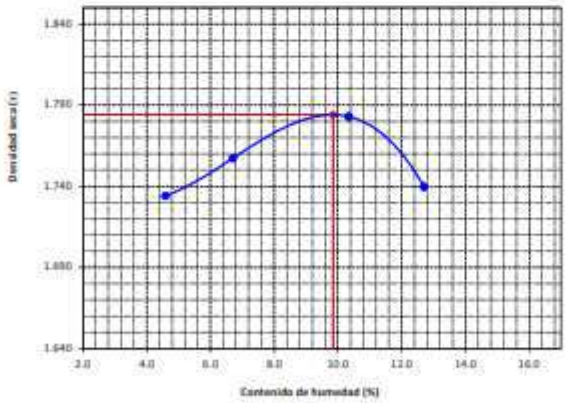
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.784 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 9.85 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Bravo Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-4 27% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12208 | | 12610 | | 12640 | | 13040 | | 12528 | | 12922 | |
| Peso de molde (g) | 8300 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4048 | | 4450 | | 3836 | | 4236 | | 3622 | | 4016 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.969 | | 2.164 | | 1.816 | | 2.006 | | 1.705 | | 1.891 | |
| % de humedad | 9.89 | | 20.00 | | 9.49 | | 20.09 | | 9.87 | | 20.72 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.792 | | 1.804 | | 1.659 | | 1.670 | | 1.555 | | 1.566 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 112.5 | 112.5 | 4450 | 4450 | 123.6 | 123.6 | 4236 | 4236 | 98.6 | 98.6 | 4016.0 | 4016.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 104.0 | 104.0 | 4048 | 4048 | 116.9 | 116.9 | 3836 | 3836 | 91.5 | 91.5 | 3622.0 | 3622.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.5 | 8.5 | 402.0 | 402.0 | 6.7 | 6.7 | 400.0 | 400.0 | 7.1 | 7.1 | 394.0 | 394.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 18.05 | 18.05 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 18.07 | 18.07 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 86.0 | 86.0 | 3976.7 | 3976.7 | 70.6 | 70.6 | 3773.4 | 3773.4 | 73.4 | 73.4 | 3568.5 | 3568.5 |
| % de humedad | 9.89 | 9.89 | 20.00 | 20.00 | 9.49 | 9.49 | 20.09 | 20.09 | 9.87 | 9.87 | 20.72 | 20.72 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.89 | | 20.00 | | 9.49 | | 20.09 | | 9.87 | | 20.72 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.008 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.3 | 0.008 | | 0.36 | 0.009 | | 0.4 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.34 | 0.009 | | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.46 | 0.012 | | 0.51 | 0.013 | | 0.56 | 0.014 | |
| | | | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.31 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 22 | 56 | | | 18 | 46 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 32 | 80 | | | 26 | 66 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 73 | 180 | | | 59 | 146 | | | 42 | 105 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 241 | 213.3 | 21.3 | 84 | 207 | 185.7 | 18.6 | 73 | 180 | 153.5 | 15.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 121 | 298 | | | 105 | 258 | | | 86 | 212 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 186 | 456 | 399.6 | 26.6 | 126 | 310 | 329.6 | 22.0 | 105 | 258 | 253.4 | 16.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 201 | 493 | | | 162 | 398 | | | 112 | 276 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 215 | 527 | | | 178 | 437 | | | 124 | 305 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 224 | 549 | | | 198 | 485 | | | 136 | 334 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 232 | 568 | | | 210 | 515 | | | 141 | 346 | | |

Henry Rivadeneyra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

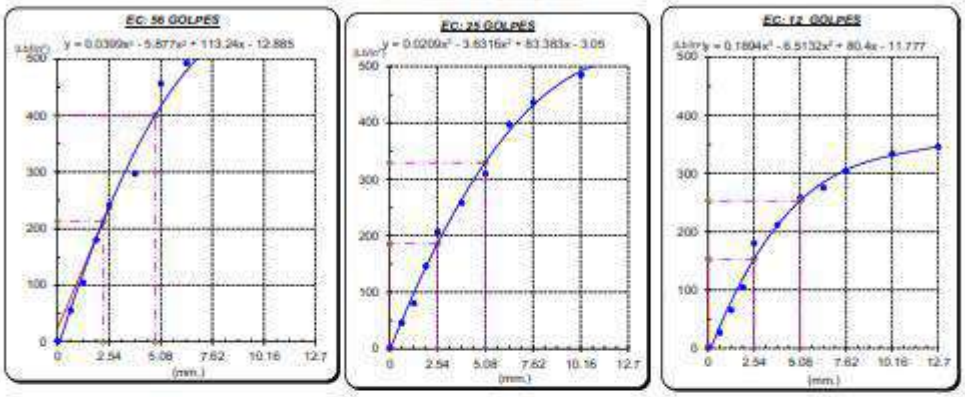



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

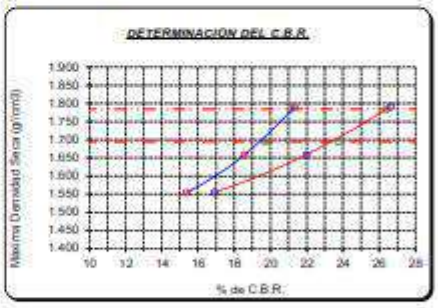
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.784 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.695 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 9.85 % | |

**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. | 20 % | 24 % |




Henry Rivadeneyra Gallas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-4 32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

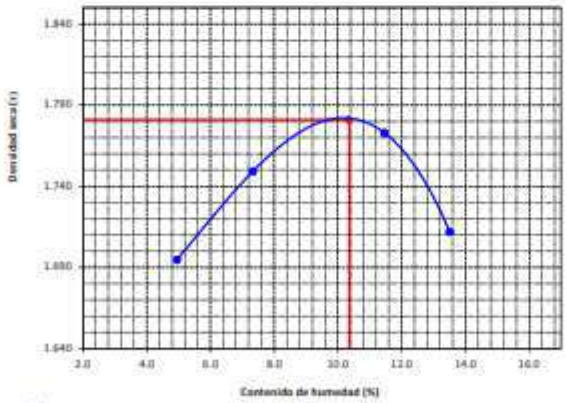
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5550 | 5640 | 5610 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1712 | 1802 | 1772 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.877 | 1.976 | 1.943 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 73.63 | 91.53 | 28.48 | 28.48 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.97 | 87.19 | 27.21 | 27.01 |
| Peso de tara | g | 38.45 | 28.00 | 16.13 | 16.13 |
| Peso de agua | g | 1.66 | 4.34 | 1.27 | 1.47 |
| Peso de suelo seco | g | 33.52 | 59.19 | 11.08 | 10.88 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.3 | 11.5 | 13.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.695 | 1.749 | 1.773 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.781 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.35 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Ortiz
Ing. Asesorado USAT

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-4 32% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12344 | | 12686 | | 12690 | | 13196 | | 12598 | | 12960 | |
| Peso de molde (g) | 8700 | | 8700 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3644 | | 3986 | | 3886 | | 4386 | | 3692 | | 4074 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.997 | | 2.184 | | 1.840 | | 2.077 | | 1.738 | | 1.918 | |
| % de humedad | 11.88 | | 21.43 | | 11.62 | | 24.70 | | 11.49 | | 22.00 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.785 | | 1.799 | | 1.648 | | 1.665 | | 1.559 | | 1.572 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 96.5 | 96.5 | 3986 | 3986 | 102.0 | 102.0 | 4386 | 4386 | 78.9 | 78.9 | 4074.0 | 4074.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 89.0 | 89.0 | 3644 | 3644 | 96.2 | 96.2 | 3886 | 3886 | 72.6 | 72.6 | 3692.0 | 3692.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.5 | 7.5 | 342.0 | 342.0 | 5.8 | 5.8 | 500.0 | 500.0 | 6.3 | 6.3 | 382.0 | 382.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.88 | 25.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 63.1 | 63.1 | 3580.1 | 3580.1 | 49.9 | 49.9 | 3823.0 | 3823.0 | 54.8 | 54.8 | 3635.3 | 3635.3 |
| % de humedad | 11.88 | 11.88 | 21.43 | 21.43 | 11.62 | 11.62 | 24.70 | 24.70 | 11.49 | 11.49 | 22.00 | 22.00 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.88 | | 21.43 | | 11.62 | | 24.70 | | 11.49 | | 22.00 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.008 | | 0.1 | 0.003 | | 0.32 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.32 | 0.008 | | 0.36 | 0.009 | | 0.48 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.48 | 0.012 | | 0.56 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.53 | 0.013 | | 0.58 | 0.014 | | 0.6 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.29 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.33 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-11 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 26 | 66 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 139 | | | 42 | 105 | | | 34 | 85 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 79 | 195 | 191.8 | 19.2 | 61 | 151 | 140.4 | 14.0 | 49 | 122 | 122.5 | 12.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 96 | 237 | | | 79 | 195 | | | 76 | 188 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 165 | 405 | 378.6 | 25.2 | 95 | 234 | 239.6 | 16.0 | 82 | 202 | 205.3 | 13.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 189 | 463 | | | 115 | 283 | | | 92 | 227 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 226 | 554 | | | 124 | 305 | | | 101 | 249 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 245 | 600 | | | 142 | 349 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 263 | 644 | | | 156 | 383 | | | 124 | 305 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Resp. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

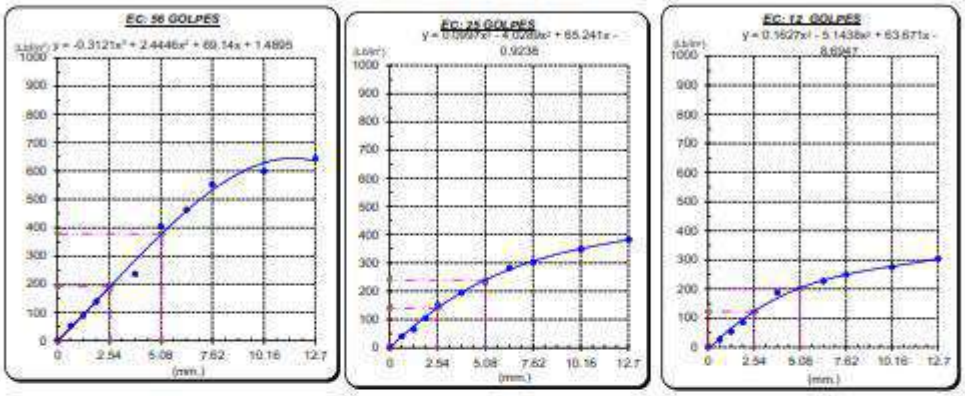



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

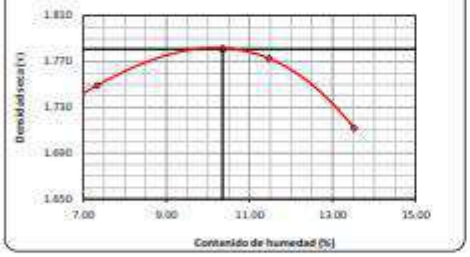
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.781 g./cm³ |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.692 g./cm³ |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.35 % |

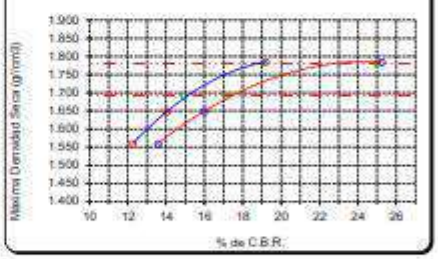
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 19 | % | 25 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 15 | % | 17 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruidenyra Dolias
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-5 18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

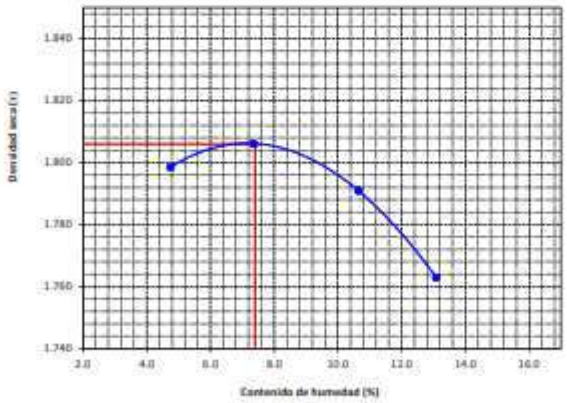
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-5 18% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12209 | | 12792 | | 12760 | | 13310 | | 12310 | | 12752 | |
| Peso de molde (g) | 8040 | | 8040 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4169 | | 4752 | | 3956 | | 4506 | | 3404 | | 3846 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.970 | | 2.246 | | 1.873 | | 2.134 | | 1.603 | | 1.811 | |
| % de humedad | 8.07 | | 22.31 | | 8.70 | | 22.85 | | 9.15 | | 22.33 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.823 | | 1.836 | | 1.723 | | 1.737 | | 1.468 | | 1.480 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 125.6 | 125.6 | 4752 | 4752 | 115.0 | 115.0 | 4506 | 4506 | 116.5 | 116.5 | 3846.0 | 3846.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 118.9 | 118.9 | 4169 | 4169 | 109.5 | 109.5 | 3956 | 3956 | 106.0 | 106.0 | 3404.0 | 3404.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.7 | 6.7 | 583.0 | 583.0 | 5.5 | 5.5 | 550.0 | 550.0 | 8.5 | 8.5 | 442.0 | 442.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.89 | 35.89 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 15.1 | 15.1 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 83.0 | 83.0 | 4094.4 | 4094.4 | 63.2 | 63.2 | 3889.0 | 3889.0 | 92.9 | 92.9 | 3354.7 | 3354.7 |
| % de humedad | 8.07 | 8.07 | 22.31 | 22.31 | 8.70 | 8.70 | 22.85 | 22.85 | 9.15 | 9.15 | 22.33 | 22.33 |
| Promedio de Humedad (%) | 8.07 | | 22.31 | | 8.70 | | 22.85 | | 9.15 | | 22.33 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.36 | 0.009 | | 0.27 | 0.006 | | 0.29 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.36 | 0.010 | | 0.34 | 0.009 | | 0.36 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.41 | 0.010 | | 0.42 | 0.011 | | 0.41 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.49 | 0.012 | | 0.52 | 0.013 | | 0.59 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.26 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.32 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 22 | 56 | | | 14 | 36 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 29 | 73 | | | 19 | 49 | | | 13 | 34 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 51 | 127 | | | 39 | 97 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 93 | 229 | 212.5 | 21.3 | 71 | 176 | 156.1 | 15.6 | 36 | 90 | 89.5 | 8.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 158 | 388 | | | 96 | 237 | | | 52 | 129 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 169 | 415 | 392.0 | 26.1 | 119 | 293 | 314.5 | 21.0 | 69 | 171 | 171.5 | 11.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 168 | 412 | | | 78 | 193 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 210 | 515 | | | 186 | 456 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 221 | 541 | | | 192 | 471 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 235 | 575 | | | 201 | 493 | | | 101 | 249 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

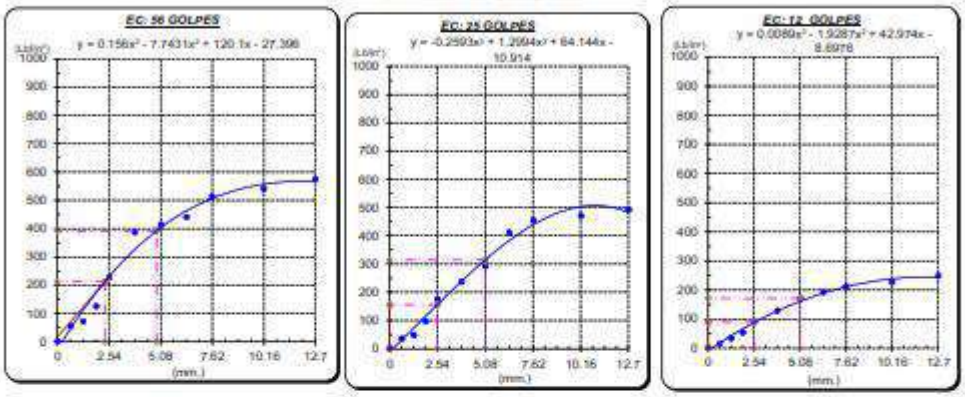



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.806 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.716 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 7.40 % | |

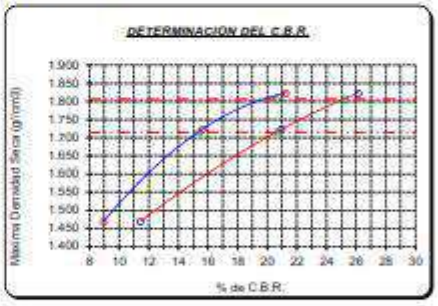
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 21 % | 25 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 % | 21 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ordinas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-5 23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

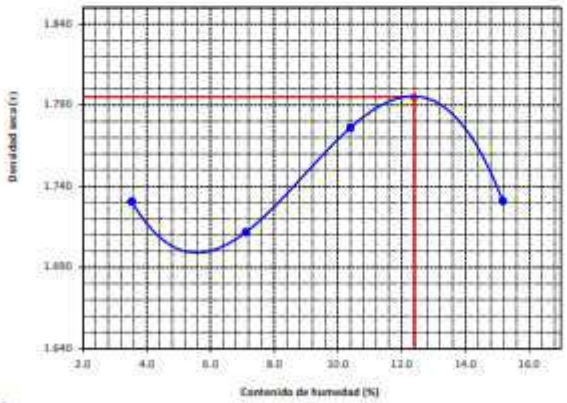
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.795 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 12.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Jefe - Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-5 23% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12294 | | 12615 | | 12810 | | 13190 | | 12510 | | 12836 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4134 | | 4455 | | 4006 | | 4386 | | 3604 | | 3930 | |
| Volumen del molde (cc) | 2015 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.052 | | 2.212 | | 1.897 | | 2.077 | | 1.697 | | 1.850 | |
| % de humedad | 12.41 | | 20.39 | | 12.79 | | 22.44 | | 12.66 | | 21.84 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.825 | | 1.838 | | 1.682 | | 1.696 | | 1.506 | | 1.519 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 96.6 | 96.6 | 4456 | 4458 | 156.5 | 156.5 | 4386 | 4386 | 163.5 | 163.5 | 3930.0 | 3930.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 89.0 | 89.0 | 4134 | 4134 | 144.0 | 144.0 | 4006 | 4006 | 148.0 | 148.0 | 3604.0 | 3604.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.6 | 7.6 | 324.0 | 324.0 | 12.5 | 12.5 | 380.0 | 380.0 | 15.5 | 15.5 | 326.0 | 326.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 27.75 | 27.75 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 25.56 | 25.56 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 61.3 | 61.3 | 4059.9 | 4059.9 | 97.7 | 97.7 | 3939.7 | 3939.7 | 122.4 | 122.4 | 3550.5 | 3550.5 |
| % de humedad | 12.41 | 12.41 | 20.39 | 20.39 | 12.79 | 12.79 | 22.44 | 22.44 | 12.66 | 12.66 | 21.84 | 21.84 |
| Promedio de Humedad (%) | 12.41 | | 20.39 | | 12.79 | | 22.44 | | 12.66 | | 21.84 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.29 | 0.007 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.012 | | 0.56 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.52 | 0.013 | | 0.55 | 0.014 | | 0.6 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.33 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 37 | 93 | | | 31 | 84 | | | 12 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 55 | 137 | | | 36 | 90 | | | 28 | 71 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 86 | 212 | | | 66 | 168 | | | 43 | 107 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 112 | 276 | 196.4 | 19.6 | 86 | 212 | 184.3 | 18.4 | 53 | 132 | 139.4 | 13.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 95 | 234 | | | 76 | 188 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 176 | 432 | 379.8 | 25.3 | 112 | 276 | 291.1 | 19.4 | 109 | 268 | 244.2 | 16.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 186 | 456 | | | 126 | 310 | | | 113 | 278 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 221 | 541 | | | 148 | 363 | | | 127 | 312 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 246 | 602 | | | 163 | 400 | | | 139 | 341 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 253 | 619 | | | 175 | 429 | | | 145 | 356 | | |

Henry Rivadeneyra Collins
Tec. Laboratorio USAT

USAT

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

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

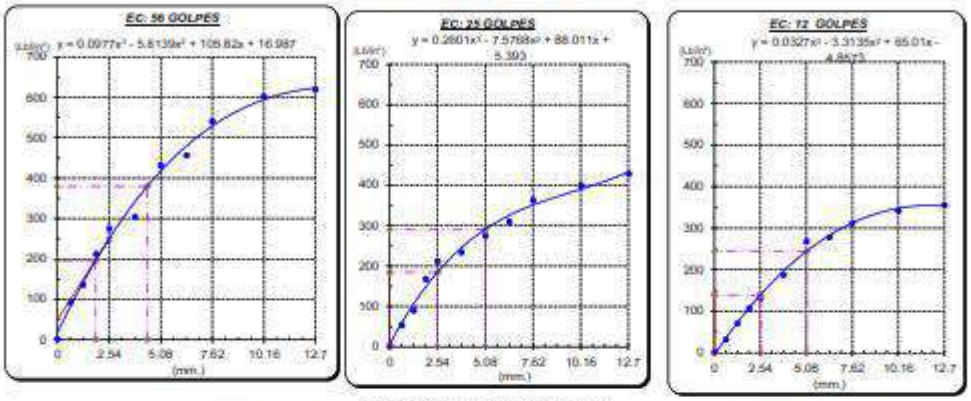



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.795 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.705 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 12.40 % | |

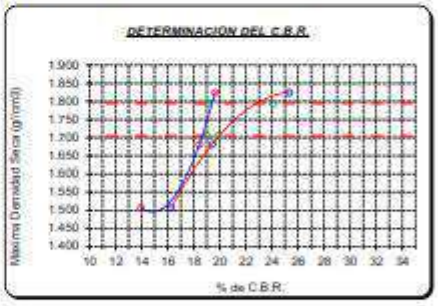
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 19 % | 24 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 19 % | 20 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Remy Rivadeneyra Quintas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-5 27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

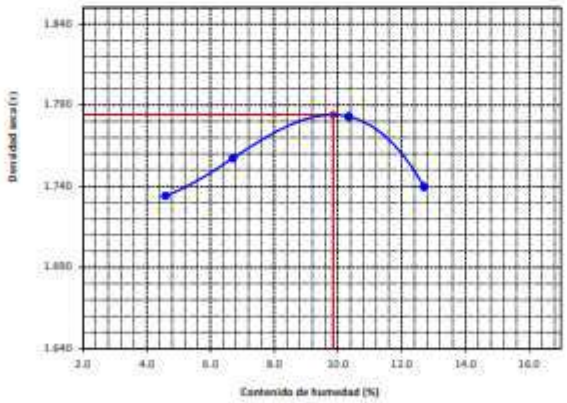
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Nevry Rivadeneyra Ochoa
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-5 27% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12198 | | 12710 | | 12710 | | 13130 | | 12418 | | 12912 | |
| Peso de molde (g) | 8360 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4038 | | 4550 | | 3906 | | 4326 | | 3512 | | 3906 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.964 | | 2.213 | | 1.849 | | 2.048 | | 1.653 | | 1.839 | |
| % de humedad | 9.89 | | 22.80 | | 9.49 | | 20.42 | | 9.87 | | 21.06 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.787 | | 1.802 | | 1.689 | | 1.701 | | 1.504 | | 1.519 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 112.5 | 112.5 | 4550 | 4550 | 123.6 | 123.6 | 4326 | 4326 | 98.6 | 98.6 | 3906.0 | 3906.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 104.0 | 104.0 | 4038 | 4038 | 116.9 | 116.9 | 3906 | 3906 | 91.5 | 91.5 | 3512.0 | 3512.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.5 | 8.5 | 512.0 | 512.0 | 6.7 | 6.7 | 420.0 | 420.0 | 7.1 | 7.1 | 394.0 | 394.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 18.05 | 18.05 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 18.07 | 18.07 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 86.0 | 86.0 | 3967.1 | 3967.1 | 70.6 | 70.6 | 3841.1 | 3841.1 | 73.4 | 73.4 | 3459.8 | 3459.8 |
| % de humedad | 9.89 | 9.89 | 22.80 | 22.80 | 9.49 | 9.49 | 20.42 | 20.42 | 9.87 | 9.87 | 21.06 | 21.06 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.89 | | 22.80 | | 9.49 | | 20.42 | | 9.87 | | 21.06 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | | 0.42 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.012 | | 0.5 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.51 | 0.013 | | 0.52 | 0.013 | | 0.6 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.33 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-11 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-11 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 16 | 41 | | | 12 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 50 | 146 | | | 36 | 90 | | | 37 | 93 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 86 | 212 | | | 62 | 154 | | | 49 | 122 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 103 | 268 | 204.3 | 20.4 | 89 | 219 | 185.9 | 18.6 | 62 | 154 | 149.2 | 14.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 134 | 329 | | | 96 | 237 | | | 77 | 190 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 176 | 432 | 389.0 | 25.9 | 115 | 283 | 288.5 | 19.2 | 96 | 241 | 234.8 | 15.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 198 | 485 | | | 123 | 302 | | | 101 | 249 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 206 | 505 | | | 139 | 341 | | | 116 | 285 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 149 | 366 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 229 | 561 | | | 156 | 383 | | | 136 | 334 | | |

Henry Rivadeneyra Dávilas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

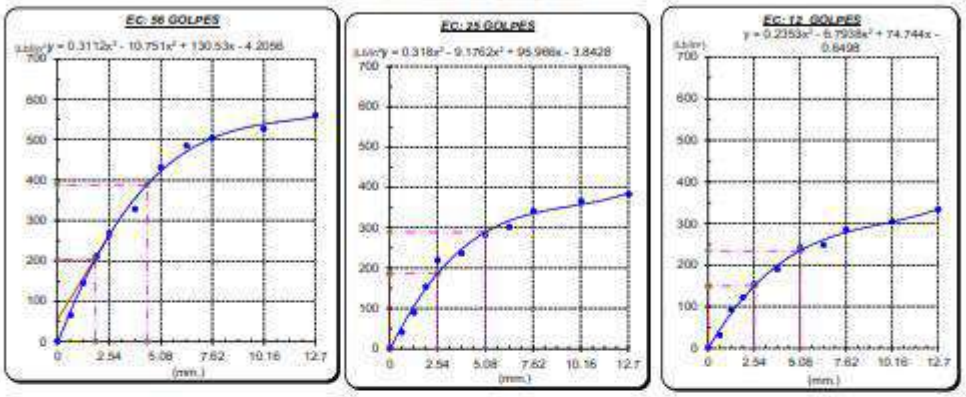



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.784 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.695 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 9.85 % |

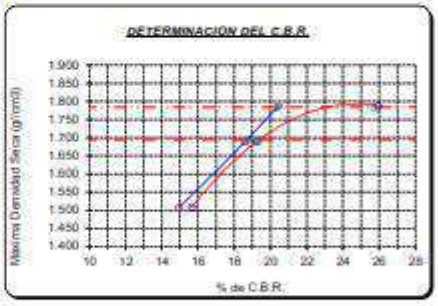
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 20 | % | 26 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 19 | % | 19 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-5 32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

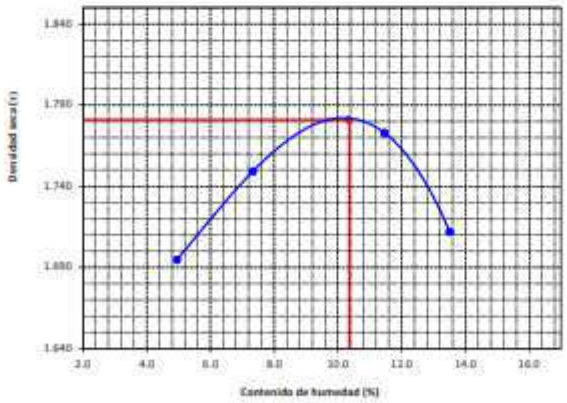
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5550 | 5640 | 5610 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1712 | 1802 | 1772 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.877 | 1.976 | 1.943 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 73.63 | 91.53 | 28.48 | 28.48 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.97 | 87.19 | 27.21 | 27.01 |
| Peso de tara | g | 38.45 | 28.00 | 16.13 | 16.13 |
| Peso de agua | g | 1.66 | 4.34 | 1.27 | 1.47 |
| Peso de suelo seco | g | 33.52 | 59.19 | 11.08 | 10.88 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.3 | 11.5 | 13.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.695 | 1.749 | 1.773 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.781** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.35** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-5 32% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12264 | | 12686 | | 12790 | | 13290 | | 12498 | | 12890 | |
| Peso de molde (g) | 8700 | | 8700 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3564 | | 3986 | | 3986 | | 4486 | | 3592 | | 3984 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.953 | | 2.184 | | 1.887 | | 2.124 | | 1.691 | | 1.876 | |
| % de humedad | 10.16 | | 22.21 | | 10.05 | | 22.81 | | 10.67 | | 21.75 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.773 | | 1.787 | | 1.715 | | 1.730 | | 1.528 | | 1.541 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 112.6 | 112.6 | 3986 | 3986 | 112.0 | 112.0 | 4486 | 4486 | 96.6 | 96.6 | 3984.0 | 3984.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 104.6 | 104.6 | 3564 | 3564 | 106.0 | 106.0 | 3986 | 3986 | 89.0 | 89.0 | 3592.0 | 3592.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.0 | 8.0 | 422.0 | 422.0 | 6.0 | 6.0 | 500.0 | 500.0 | 7.6 | 7.6 | 392.0 | 392.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.88 | 25.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 78.7 | 78.7 | 3501.9 | 3501.9 | 59.7 | 59.7 | 3918.8 | 3918.8 | 71.2 | 71.2 | 3537.9 | 3537.9 |
| % de humedad | 10.16 | 10.16 | 22.21 | 22.21 | 10.05 | 10.05 | 22.81 | 22.81 | 10.67 | 10.67 | 21.75 | 21.75 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.16 | | 22.21 | | 10.05 | | 22.81 | | 10.67 | | 21.75 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.008 | | 0.1 | 0.003 | | 0.32 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.32 | 0.008 | | 0.36 | 0.009 | | 0.48 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.46 | 0.012 | | 0.51 | 0.013 | | 0.54 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.59 | 0.015 | | 0.61 | 0.015 | | 0.62 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.33 | 4.57 | total | 0.34 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 13 | 34 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 24 | 61 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 69 | 171 | | | 51 | 127 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 95 | 234 | 173.8 | 17.4 | 75 | 188 | 160.0 | 16.0 | 43 | 107 | 104.8 | 10.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 109 | 268 | | | 86 | 212 | | | 56 | 139 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 142 | 349 | 332.8 | 22.2 | 101 | 249 | 251.4 | 16.8 | 72 | 178 | 178.2 | 11.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 175 | 429 | | | 111 | 273 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 189 | 463 | | | 119 | 293 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 132 | 324 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 236 | 578 | | | 146 | 358 | | | 112 | 276 | | |

Henry Riveros Cueva
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

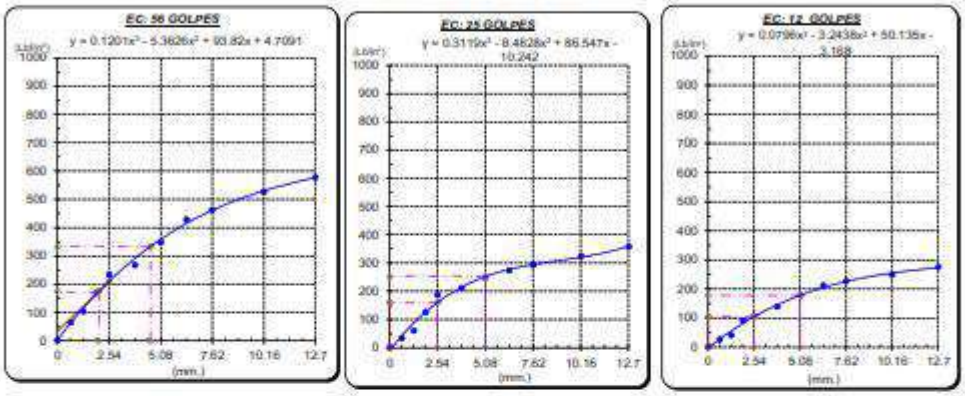



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

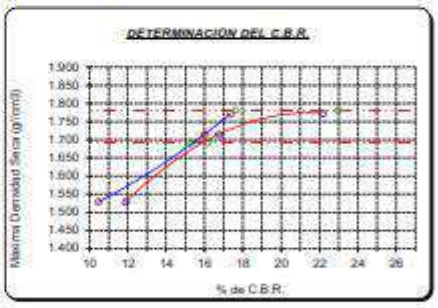
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.781 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.692 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.35 % |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 % | 23 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 % | 18 % |




Henry Riveros Ochoa
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-6 18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

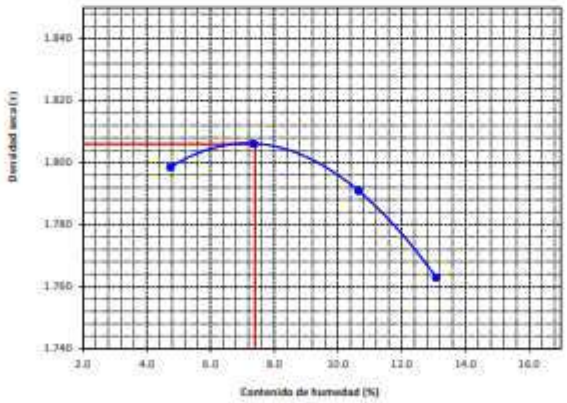
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortizas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-6 18% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12110 | | 12562 | | 12720 | | 13196 | | 12280 | | 12766 | |
| Peso de molde (g) | 8560 | | 8560 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3550 | | 4002 | | 3916 | | 4386 | | 3374 | | 3860 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.945 | | 2.193 | | 1.854 | | 2.077 | | 1.589 | | 1.817 | |
| % de humedad | 7.06 | | 20.03 | | 8.46 | | 20.66 | | 9.04 | | 23.65 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.817 | | 1.827 | | 1.710 | | 1.721 | | 1.457 | | 1.470 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 105.6 | 105.6 | 4002 | 4002 | 156.6 | 156.6 | 4386 | 4386 | 101.0 | 101.0 | 3860.0 | 3860.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 100.5 | 100.5 | 3550 | 3550 | 148.0 | 148.0 | 3916 | 3916 | 95.0 | 95.0 | 3374.0 | 3374.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.1 | 5.1 | 452.0 | 452.0 | 8.6 | 8.6 | 470.0 | 470.0 | 6.0 | 6.0 | 486.0 | 486.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 72.2 | 72.2 | 3486.7 | 3486.7 | 101.7 | 101.7 | 3850.2 | 3850.2 | 66.4 | 66.4 | 3325.6 | 3325.6 |
| % de humedad | 7.06 | 7.06 | 20.03 | 20.03 | 8.46 | 8.46 | 20.66 | 20.66 | 9.04 | 9.04 | 23.65 | 23.65 |
| Promedio de Humedad (%) | 7.06 | | 20.03 | | 8.46 | | 20.66 | | 9.04 | | 23.65 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.21 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.3 | 0.008 | | 0.3 | 0.008 | | 0.36 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.34 | 0.009 | | 0.32 | 0.010 | | 0.48 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.42 | 0.011 | | 0.46 | 0.012 | | 0.56 | 0.014 | |
| | | | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.31 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 18 | 46 | | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 26 | 68 | | | 21 | 54 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 42 | 106 | | | 36 | 90 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 76 | 188 | 151.5 | 15.2 | 48 | 119 | 129.9 | 12.6 | 38 | 95 | 91.6 | 9.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 102 | 251 | | | 75 | 185 | | | 52 | 129 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 116 | 285 | 284.9 | 19.0 | 98 | 241 | 231.6 | 15.4 | 76 | 188 | 178.2 | 11.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 145 | 356 | | | 112 | 276 | | | 89 | 219 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 162 | 398 | | | 126 | 310 | | | 101 | 249 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 175 | 429 | | | 136 | 334 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 205 | 502 | | | 142 | 349 | | | 119 | 293 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

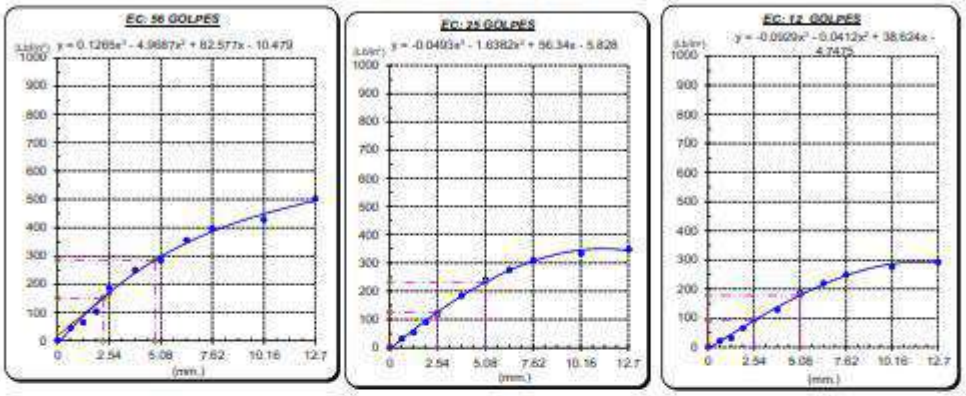



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.806 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.716 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 7.40 % | |

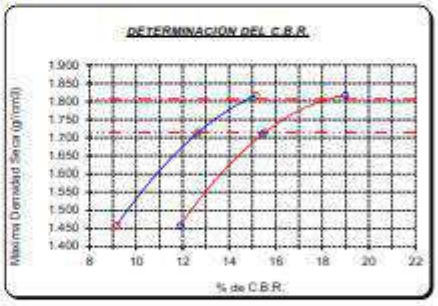
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 15 | % | 19 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 13 | % | 16 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Neiry Rivadeneyra Dávila
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-6 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

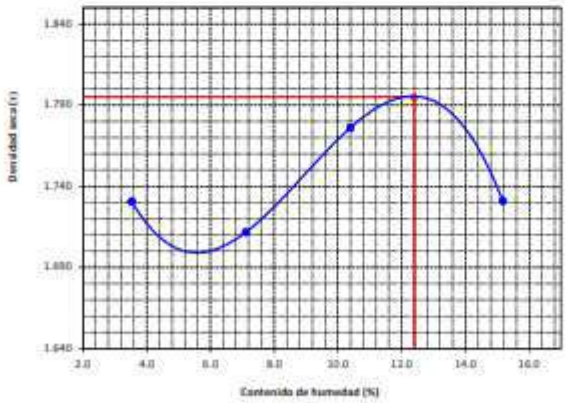
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.795** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **12.40** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-6 23%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12156 | | 12596 | | 12720 | | 13190 | | 12364 | | 12788 | |
| Peso de molde (g) | 8500 | | 8600 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3656 | | 3996 | | 3916 | | 4386 | | 3458 | | 3882 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.948 | | 2.190 | | 1.854 | | 2.077 | | 1.628 | | 1.828 | |
| % de humedad | 8.11 | | 20.71 | | 8.82 | | 21.03 | | 8.74 | | 21.19 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.802 | | 1.814 | | 1.704 | | 1.716 | | 1.497 | | 1.508 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 112.3 | 112.3 | 3996 | 3996 | 163.5 | 163.5 | 4386 | 4386 | 196.5 | 196.5 | 3882.0 | 3882.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 106.0 | 106.0 | 3556 | 3556 | 154.0 | 154.0 | 3916 | 3916 | 183.0 | 183.0 | 3456.0 | 3456.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.3 | 6.3 | 440.0 | 440.0 | 9.5 | 9.5 | 470.0 | 470.0 | 13.5 | 13.5 | 424.0 | 424.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 77.7 | 77.7 | 3493.0 | 3493.0 | 107.7 | 107.7 | 3850.4 | 3850.4 | 154.4 | 154.4 | 3407.0 | 3407.0 |
| % de humedad | 8.11 | 8.11 | 20.71 | 20.71 | 8.82 | 8.82 | 21.03 | 21.03 | 8.74 | 8.74 | 21.19 | 21.19 |
| Promedio de Humedad (%) | 8.11 | | 20.71 | | 8.82 | | 21.03 | | 8.74 | | 21.19 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.008 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.3 | 0.008 | | 0.25 | 0.006 | | 0.42 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.34 | 0.009 | | 0.42 | 0.011 | | 0.49 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.42 | 0.011 | | 0.51 | 0.013 | | 0.59 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.32 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 23 | 56 | | | 14 | 36 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 31 | 78 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 57 | 141 | | | 45 | 112 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 241 | 175.9 | 17.6 | 75 | 188 | 162.0 | 16.2 | 45 | 112 | 124.8 | 12.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 115 | 283 | | | 98 | 241 | | | 75 | 185 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 146 | 358 | 332.9 | 22.2 | 123 | 302 | 306.4 | 20.4 | 95 | 234 | 217.8 | 14.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 163 | 400 | | | 142 | 349 | | | 101 | 249 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 180 | 441 | | | 176 | 432 | | | 112 | 276 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 210 | 515 | | | 210 | 515 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 215 | 527 | | | 221 | 541 | | | 136 | 334 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

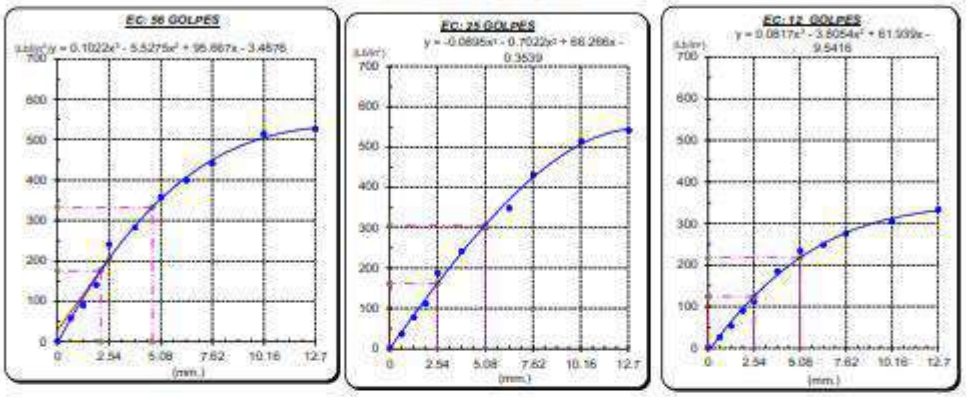



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.795 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.705 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 12.40 % | |

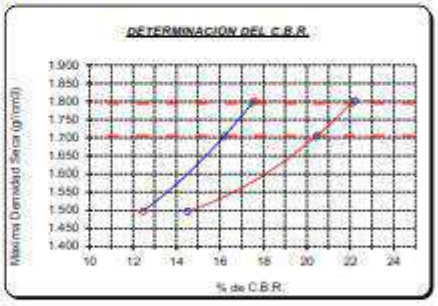
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 17 | % | 22 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 | % | 20 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-6 27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

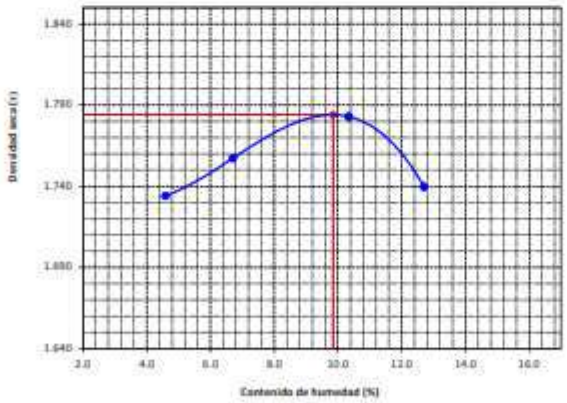
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Obiñes
Jefe Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-6 27% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12214 | | 13626 | | 12720 | | 13196 | | 12374 | | 12732 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4054 | | 4466 | | 3916 | | 4386 | | 3468 | | 3826 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.972 | | 2.172 | | 1.854 | | 2.077 | | 1.633 | | 1.801 | |
| % de humedad | 9.25 | | 19.60 | | 9.81 | | 22.01 | | 9.82 | | 20.29 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.805 | | 1.816 | | 1.689 | | 1.702 | | 1.487 | | 1.497 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 95.6 | 95.6 | 4466 | 4466 | 196.6 | 198.6 | 4386 | 4386 | 112.5 | 112.5 | 3826.0 | 3826.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 89.9 | 89.9 | 4054 | 4054 | 185.0 | 185.0 | 3916 | 3916 | 105.0 | 105.0 | 3466.0 | 3466.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.7 | 5.7 | 412.0 | 412.0 | 13.6 | 13.6 | 470.0 | 470.0 | 7.5 | 7.5 | 358.0 | 358.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 61.6 | 61.6 | 3982.1 | 3982.1 | 138.7 | 138.7 | 3851.0 | 3851.0 | 76.4 | 76.4 | 3417.2 | 3417.2 |
| % de humedad | 9.25 | 9.25 | 19.60 | 19.60 | 9.81 | 9.81 | 22.01 | 22.01 | 9.82 | 9.82 | 20.29 | 20.29 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.25 | | 19.60 | | 9.81 | | 22.01 | | 9.82 | | 20.29 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.26 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.41 | 0.010 | | 0.49 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.5 | 0.013 | | 0.53 | 0.013 | | 0.57 | 0.014 | |
| | | | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.29 | 4.57 | total | 0.31 |

| PENETRACIÓN | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 20 | 51 | | | 15 | 39 | | | 12 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 27 | 68 | | | 20 | 51 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 65 | 161 | | | 42 | 105 | | | 34 | 85 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 95 | 234 | 199.0 | 19.9 | 78 | 193 | 154.8 | 15.5 | 53 | 132 | 118.6 | 11.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 165 | 405 | 374.5 | 25.0 | 105 | 258 | 254.8 | 17.0 | 76 | 188 | 189.2 | 12.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 190 | 466 | | | 112 | 276 | | | 82 | 202 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 210 | 515 | | | 126 | 310 | | | 93 | 229 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 160 | 393 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 231 | 566 | | | 180 | 441 | | | 112 | 276 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

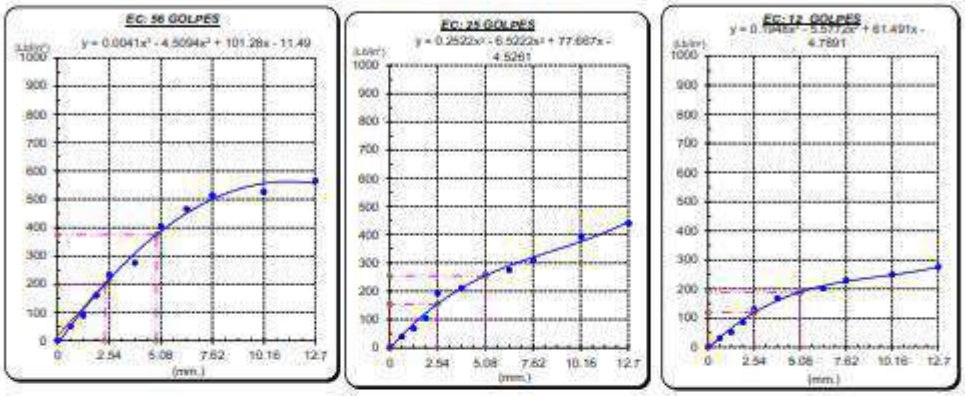



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.784 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.695 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 9.85 % | |

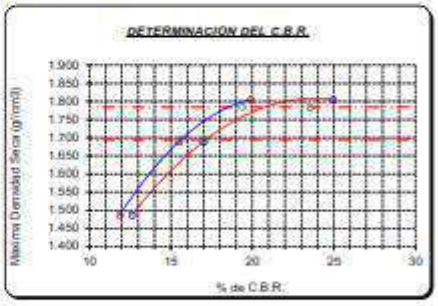
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 19 | % | 24 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 | % | 17 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Reany Ruadcingra Dávilas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-6 32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

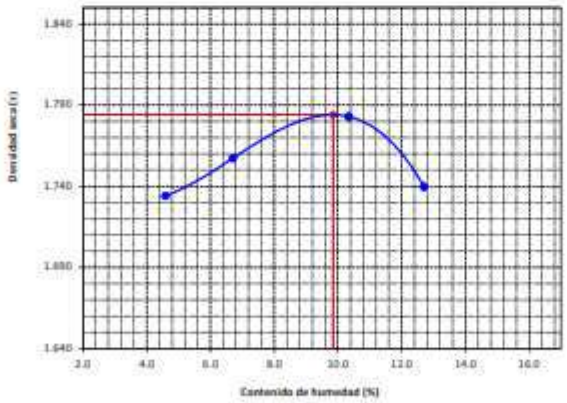
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-6 32% NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12214 | | 12656 | | 12720 | | 13196 | | 12312 | | 12722 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4054 | | 4496 | | 3916 | | 4386 | | 3406 | | 3816 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.972 | | 2.187 | | 1.854 | | 2.077 | | 1.604 | | 1.797 | |
| % de humedad | 9.51 | | 20.61 | | 9.46 | | 21.67 | | 9.72 | | 21.93 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.801 | | 1.813 | | 1.694 | | 1.707 | | 1.462 | | 1.473 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 121.6 | 121.6 | 4496 | 4496 | 121.5 | 121.5 | 4386 | 4386 | 142.6 | 142.6 | 3816.0 | 3816.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 113.5 | 113.5 | 4054 | 4054 | 115.0 | 115.0 | 3916 | 3916 | 132.5 | 132.5 | 3406.0 | 3406.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.1 | 8.1 | 442.0 | 442.0 | 6.5 | 6.5 | 470.0 | 470.0 | 10.1 | 10.1 | 410.0 | 410.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 85.2 | 85.2 | 3982.3 | 3982.3 | 68.7 | 68.7 | 3850.8 | 3850.8 | 103.9 | 103.9 | 3356.9 | 3356.9 |
| % de humedad | 9.51 | 9.51 | 20.61 | 20.61 | 9.46 | 9.46 | 21.67 | 21.67 | 9.72 | 9.72 | 21.93 | 21.93 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.51 | | 20.61 | | 9.46 | | 21.67 | | 9.72 | | 21.93 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.32 | 0.008 | | 0.45 | 0.012 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.36 | 0.010 | | 0.52 | 0.013 | | 0.56 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.43 | 0.011 | | 0.59 | 0.015 | | 0.62 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.34 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 29 | 73 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 69 | 171 | | | 42 | 105 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 237 | 171.9 | 17.2 | 63 | 156 | 147.2 | 14.7 | 43 | 107 | 100.2 | 10.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | | 58 | 144 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 146 | 358 | 327.7 | 21.8 | 98 | 241 | 245.5 | 16.4 | 79 | 195 | 179.9 | 12.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 169 | 415 | | | 112 | 276 | | | 85 | 210 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 175 | 429 | | | 124 | 305 | | | 94 | 232 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 195 | 454 | | | 136 | 334 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 198 | 480 | | | 142 | 349 | | | 124 | 305 | | |

Henry Riveros Quispe
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

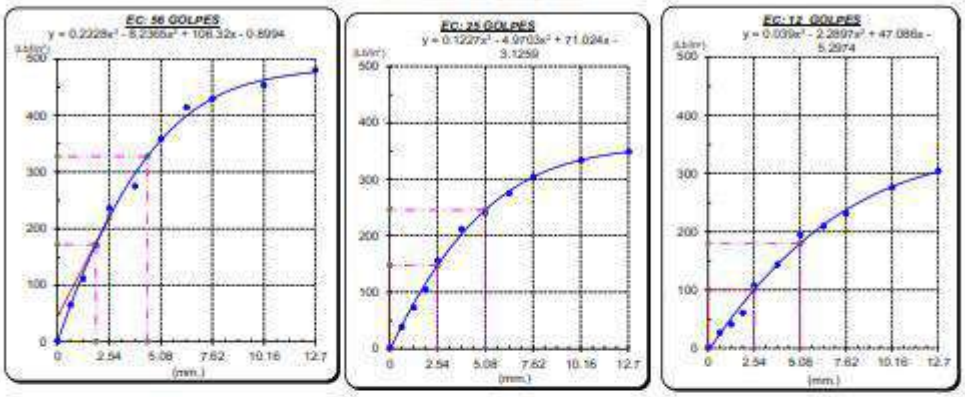



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.784 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.695 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 9.85 % |

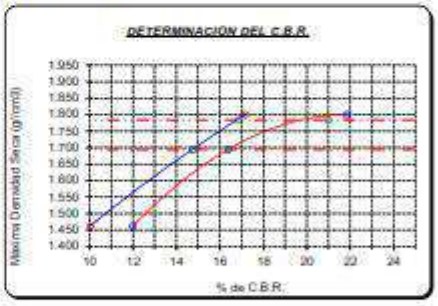
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 17 | % | 21 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-7 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

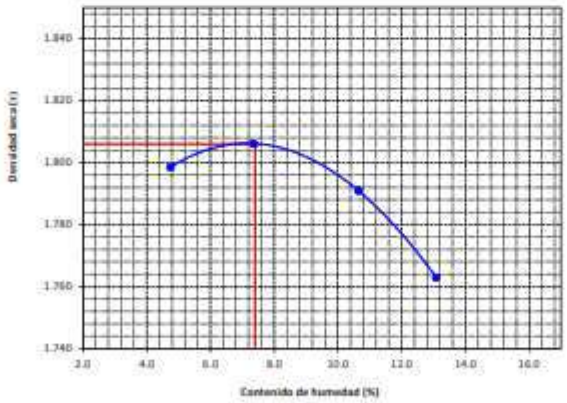
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruddercindo Obiñas Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-7 18%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12180 | | 13622 | | 12790 | | 13260 | | 12310 | | 12666 | |
| Peso de molde (g) | 8560 | | 8560 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3620 | | 4062 | | 3986 | | 4456 | | 3404 | | 3760 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.984 | | 2.226 | | 1.887 | | 2.110 | | 1.603 | | 1.770 | |
| % de humedad | 8.72 | | 21.15 | | 9.24 | | 21.24 | | 9.40 | | 20.60 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.824 | | 1.837 | | 1.728 | | 1.740 | | 1.465 | | 1.476 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.6 | 115.6 | 4062 | 4062 | 145.6 | 145.6 | 4456 | 4456 | 198.6 | 198.6 | 3780.0 | 3780.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 108.6 | 108.6 | 3620 | 3620 | 137.2 | 137.2 | 3986 | 3986 | 184.0 | 184.0 | 3404.0 | 3404.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.0 | 7.0 | 442.0 | 442.0 | 8.4 | 8.4 | 470.0 | 470.0 | 14.6 | 14.6 | 376.0 | 376.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 80.3 | 80.3 | 3595.1 | 3595.1 | 90.9 | 90.9 | 3918.3 | 3918.3 | 155.4 | 155.4 | 3354.9 | 3354.9 |
| % de humedad | 8.72 | 8.72 | 21.15 | 21.15 | 9.24 | 9.24 | 21.24 | 21.24 | 9.40 | 9.40 | 20.60 | 20.60 |
| Promedio de Humedad (%) | 8.72 | | 21.15 | | 9.24 | | 21.24 | | 9.40 | | 20.60 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.2 | 0.005 | | 0.15 | 0.004 | | 0.22 | 0.006 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | | 0.41 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.46 | 0.012 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.46 | 0.012 | | 0.52 | 0.013 | | 0.59 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.32 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 29 | 73 | | | 18 | 46 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 68 | 168 | | | 56 | 139 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 95 | 234 | 171.3 | 17.1 | 69 | 171 | 163.8 | 16.4 | 42 | 105 | 113.5 | 11.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 115 | 283 | | | 89 | 219 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 135 | 332 | 324.2 | 21.6 | 104 | 256 | 274.6 | 18.3 | 89 | 219 | 206.9 | 13.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 165 | 405 | | | 136 | 334 | | | 95 | 234 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 175 | 429 | | | 142 | 349 | | | 114 | 280 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 190 | 441 | | | 150 | 368 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 185 | 454 | | | 168 | 412 | | | 136 | 334 | | |

Henry Riveros Dávila
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

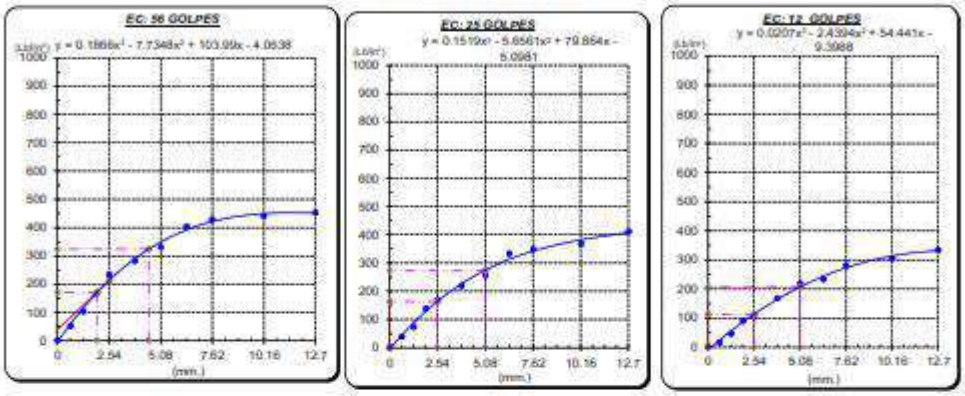



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.806 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.716 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 7.40 % |

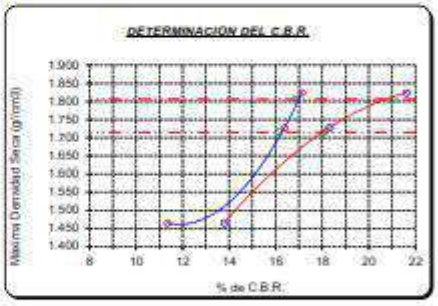
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 17 | % | 21 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 16 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Gallas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-7 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

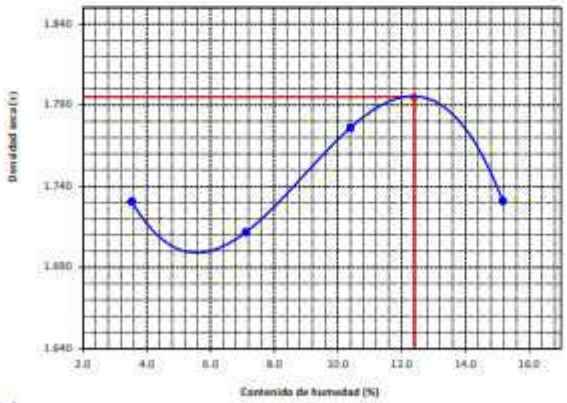
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.795 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 12.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-7 23%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12286 | | 12626 | | 12850 | | 13190 | | 12484 | | 12768 | |
| Peso de molde (g) | 8500 | | 8600 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3686 | | 4026 | | 4046 | | 4386 | | 3578 | | 3862 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.020 | | 2.206 | | 1.916 | | 2.077 | | 1.685 | | 1.818 | |
| % de humedad | 12.41 | | 21.80 | | 12.90 | | 21.44 | | 13.21 | | 21.83 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.797 | | 1.811 | | 1.697 | | 1.710 | | 1.488 | | 1.500 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 121.6 | 121.6 | 4026 | 4026 | 142.6 | 142.6 | 4386 | 4386 | 142.6 | 142.6 | 3862.0 | 3862.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 111.3 | 111.3 | 3686 | 3686 | 131.6 | 131.6 | 4046 | 4046 | 129.3 | 129.3 | 3578.0 | 3578.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 10.3 | 10.3 | 340.0 | 340.0 | 11.0 | 11.0 | 340.0 | 340.0 | 13.3 | 13.3 | 304.0 | 304.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 83.0 | 83.0 | 3620.9 | 3620.9 | 85.3 | 85.3 | 3978.5 | 3978.5 | 100.7 | 100.7 | 3525.5 | 3525.5 |
| % de humedad | 12.41 | 12.41 | 21.80 | 21.80 | 12.90 | 12.90 | 21.44 | 21.44 | 13.21 | 13.21 | 21.83 | 21.83 |
| Promedio de Humedad (%) | 12.41 | | 21.80 | | 12.90 | | 21.44 | | 13.21 | | 21.83 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.23 | 0.006 | | 0.12 | 0.003 | | 0.32 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.32 | 0.008 | | 0.48 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.44 | 0.011 | | 0.45 | 0.012 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.56 | 0.014 | | 0.59 | 0.015 | | 0.62 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.34 |

| PENETRACIÓN | | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 31 | 78 | | | 33 | 58 | | | 12 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 46 | 119 | | | 37 | 93 | | | 26 | 86 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 69 | 171 | | | 52 | 129 | | | 42 | 105 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 115 | 283 | 187.6 | 18.8 | 75 | 185 | 166.3 | 16.6 | 62 | 154 | 151.5 | 15.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 134 | 329 | | | 86 | 212 | | | 89 | 219 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 156 | 383 | 358.7 | 23.9 | 105 | 258 | 278.0 | 18.5 | 105 | 258 | 242.2 | 16.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 178 | 437 | | | 137 | 337 | | | 105 | 258 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 186 | 456 | | | 146 | 358 | | | 112 | 276 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 195 | 466 | | | 156 | 383 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 192 | 471 | | | 167 | 410 | | | 132 | 324 | | |

Henry Riveros Cayetano Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

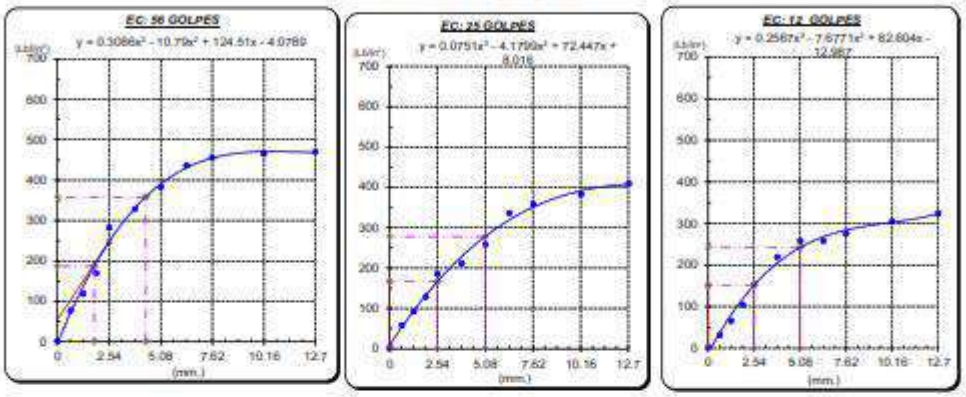



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.795 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.705 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 12.40 % | |

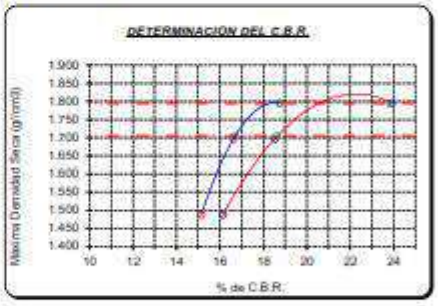
**VALOR DEL C.B.R.**

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

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruidenyra Dolias
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-7 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

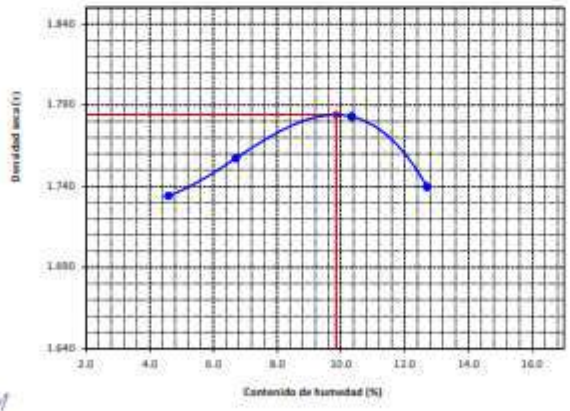
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-02
MUESTRA: M-7 27%NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12184 | | 12686 | | 12690 | | 13196 | | 12424 | | 12882 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4024 | | 4526 | | 3886 | | 4386 | | 3518 | | 3976 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.957 | | 2.201 | | 1.840 | | 2.077 | | 1.656 | | 1.872 | |
| % de humedad | 9.41 | | 22.11 | | 9.79 | | 22.87 | | 9.76 | | 22.98 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.789 | | 1.803 | | 1.676 | | 1.690 | | 1.509 | | 1.522 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.5 | 115.5 | 4526 | 4526 | 186.5 | 186.5 | 4386 | 4386 | 175.9 | 175.9 | 3976.0 | 3976.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 108.0 | 108.0 | 4024 | 4024 | 174.0 | 174.0 | 3886 | 3886 | 162.8 | 162.8 | 3516.0 | 3516.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.5 | 7.5 | 502.0 | 502.0 | 12.5 | 12.5 | 500.0 | 500.0 | 13.1 | 13.1 | 458.0 | 458.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 79.7 | 79.7 | 3953.3 | 3953.3 | 127.7 | 127.7 | 3821.9 | 3821.9 | 134.2 | 134.2 | 3465.7 | 3465.7 |
| % de humedad | 9.41 | 9.41 | 22.11 | 22.11 | 9.79 | 9.79 | 22.87 | 22.87 | 9.76 | 9.76 | 22.98 | 22.98 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.41 | | 22.11 | | 9.79 | | 22.87 | | 9.76 | | 22.98 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.12 | 0.003 | | 0.19 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.29 | 0.007 | | 0.36 | 0.009 | | 0.36 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.36 | 0.010 | | 0.48 | 0.012 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.43 | 0.011 | | 0.56 | 0.014 | | 0.6 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.33 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 66 | | | 12 | 32 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 48 | 119 | | | 37 | 93 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 76 | 188 | | | 54 | 134 | | | 41 | 102 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 116 | 285 | 214.5 | 21.4 | 89 | 219 | 182.2 | 18.2 | 62 | 154 | 133.5 | 13.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 128 | 315 | | | 96 | 237 | | | 76 | 188 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 176 | 432 | 402.8 | 26.9 | 112 | 276 | 284.2 | 18.9 | 89 | 219 | 216.1 | 14.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 215 | 515 | | | 124 | 305 | | | 92 | 227 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 215 | 527 | | | 136 | 334 | | | 105 | 258 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 536 | | | 142 | 349 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 223 | 546 | | | 150 | 368 | | | 135 | 332 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

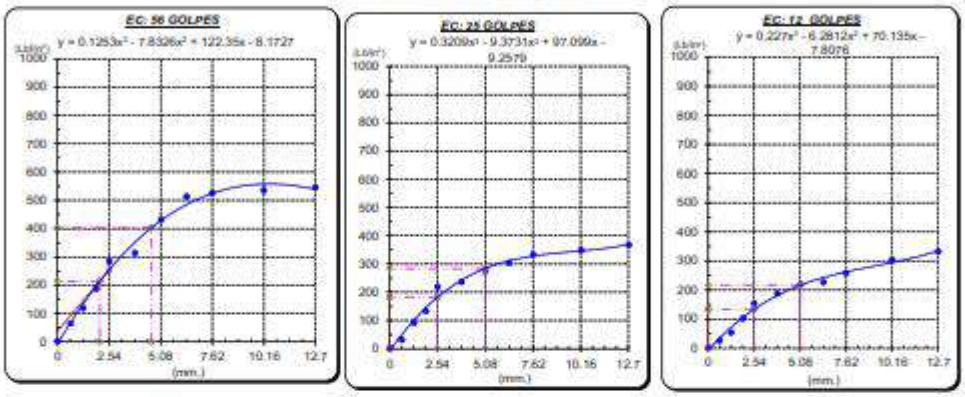



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.784 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.695 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 9.85 % | |

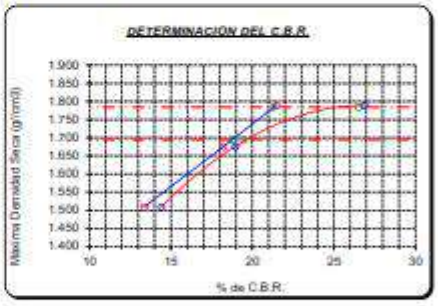
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 21 % | 27 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 19 % | 19 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-7 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

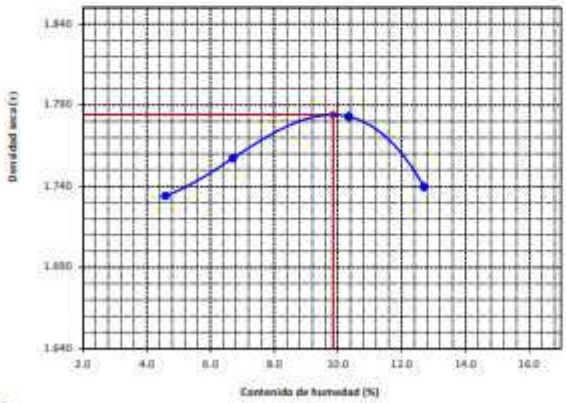
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.784 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 9.85 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Jefe - Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-7 32%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12244 | | 12756 | | 12020 | | 13390 | | 12412 | | 12922 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4084 | | 4596 | | 4116 | | 4586 | | 3506 | | 3916 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.986 | | 2.235 | | 1.949 | | 2.171 | | 1.651 | | 1.844 | |
| % de humedad | 9.51 | | 22.27 | | 9.46 | | 21.08 | | 9.72 | | 21.59 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.814 | | 1.828 | | 1.780 | | 1.793 | | 1.504 | | 1.516 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 121.6 | 121.6 | 4596 | 4596 | 121.5 | 121.5 | 4586 | 4586 | 142.6 | 142.6 | 3916.0 | 3916.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 113.5 | 113.5 | 4084 | 4084 | 115.0 | 115.0 | 4116 | 4116 | 132.5 | 132.5 | 3506.0 | 3506.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.1 | 8.1 | 512.0 | 512.0 | 6.5 | 6.5 | 470.0 | 470.0 | 10.1 | 10.1 | 410.0 | 410.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 85.2 | 85.2 | 4011.2 | 4011.2 | 68.7 | 68.7 | 4044.0 | 4044.0 | 103.9 | 103.9 | 3454.0 | 3454.0 |
| % de humedad | 9.51 | 9.51 | 22.27 | 22.27 | 9.46 | 9.46 | 21.08 | 21.08 | 9.72 | 9.72 | 21.59 | 21.59 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.51 | | 22.27 | | 9.46 | | 21.08 | | 9.72 | | 21.59 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.008 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.32 | 0.008 | | 0.45 | 0.012 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.36 | 0.010 | | 0.52 | 0.013 | | 0.56 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.45 | 0.011 | | 0.59 | 0.015 | | 0.62 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.34 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 32 | 80 | | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 59 | 146 | | | 36 | 90 | | | 23 | 58 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 86 | 212 | | | 52 | 129 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 115 | 283 | 174.2 | 17.4 | 86 | 212 | 177.4 | 17.7 | 52 | 129 | 124.0 | 12.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 121 | 298 | | | 92 | 227 | | | 69 | 171 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 156 | 388 | 348.5 | 23.1 | 110 | 271 | 272.6 | 18.2 | 85 | 210 | 207.4 | 13.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 172 | 422 | | | 116 | 285 | | | 96 | 237 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 186 | 456 | | | 132 | 324 | | | 105 | 258 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 192 | 471 | | | 142 | 349 | | | 102 | 266 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 205 | 502 | | | 156 | 383 | | | 111 | 273 | | |

Henry Rivadeneyra Obitos
Téc. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

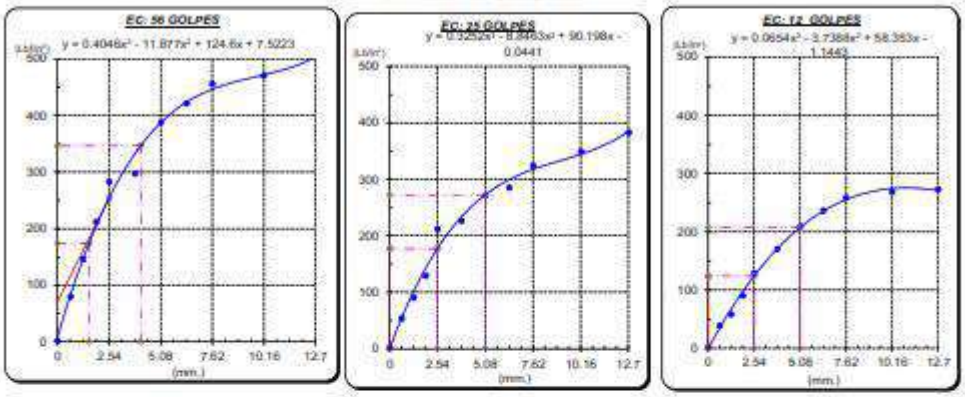



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

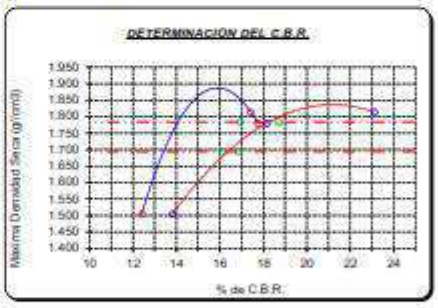
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.784 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.695 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 9.85 % |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 17 | % | 19 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 16 | % | 17 | % |




Henry Rivadeneyra Dávila
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-8 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

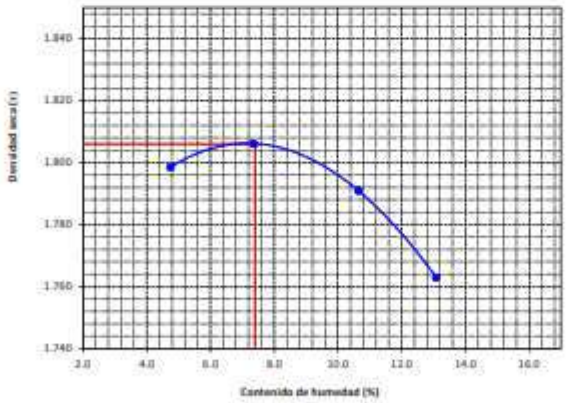
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Braulio Ortiz Chilón
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-02
MUESTRA: M-8 18%NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12256 | | 12764 | | 12750 | | 13260 | | 12242 | | 12724 | |
| Peso de molde (g) | 8040 | | 8040 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4216 | | 4724 | | 3946 | | 4456 | | 3336 | | 3818 | |
| Volumen del molde (cc) | 2336 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.992 | | 2.233 | | 1.868 | | 2.110 | | 1.571 | | 1.798 | |
| % de humedad | 9.70 | | 21.96 | | 8.75 | | 21.90 | | 7.10 | | 21.76 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.816 | | 1.830 | | 1.718 | | 1.731 | | 1.467 | | 1.476 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 125.6 | 125.6 | 4724 | 4724 | 124.6 | 124.6 | 4456 | 4456 | 96.5 | 96.5 | 3818.0 | 3818.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 117.0 | 117.0 | 4216 | 4216 | 116.3 | 116.3 | 3946 | 3946 | 92.0 | 92.0 | 3336.0 | 3336.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.6 | 8.6 | 508.0 | 508.0 | 8.3 | 8.3 | 510.0 | 510.0 | 4.5 | 4.5 | 482.0 | 482.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 88.7 | 88.7 | 4140.8 | 4140.8 | 72.0 | 72.0 | 3879.4 | 3879.4 | 63.4 | 63.4 | 3287.8 | 3287.8 |
| % de humedad | 9.70 | 9.70 | 21.96 | 21.96 | 8.75 | 8.75 | 21.90 | 21.90 | 7.10 | 7.10 | 21.76 | 21.76 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.70 | | 21.96 | | 8.75 | | 21.90 | | 7.10 | | 21.76 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 17/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/11/2024 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.008 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 19/11/2024 | 14.3 | 48 | 0.32 | 0.008 | | 0.36 | 0.009 | | 0.42 | 0.011 | |
| 20/11/2024 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.012 | | 0.56 | 0.014 | |
| 21/11/2024 | 14.3 | 96 | 0.56 | 0.014 | | 0.6 | 0.015 | | 0.62 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.33 | 4.57 | total | 0.34 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 18 | 46 | | | 10 | 27 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 60 | 171 | | | 36 | 90 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 89 | 219 | | | 45 | 112 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 105 | 258 | 158.9 | 15.9 | 63 | 156 | 140.8 | 14.1 | 42 | 105 | 97.7 | 9.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 112 | 276 | | | 75 | 185 | | | 59 | 146 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 119 | 293 | 326.6 | 21.8 | 80 | 198 | 215.0 | 14.3 | 66 | 168 | 186.0 | 31.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 129 | 317 | | | 90 | 237 | | | 72 | 178 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 136 | 334 | | | 102 | 251 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 140 | 344 | | | 112 | 276 | | | 90 | 222 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 145 | 356 | | | 123 | 302 | | | 92 | 227 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Téc. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

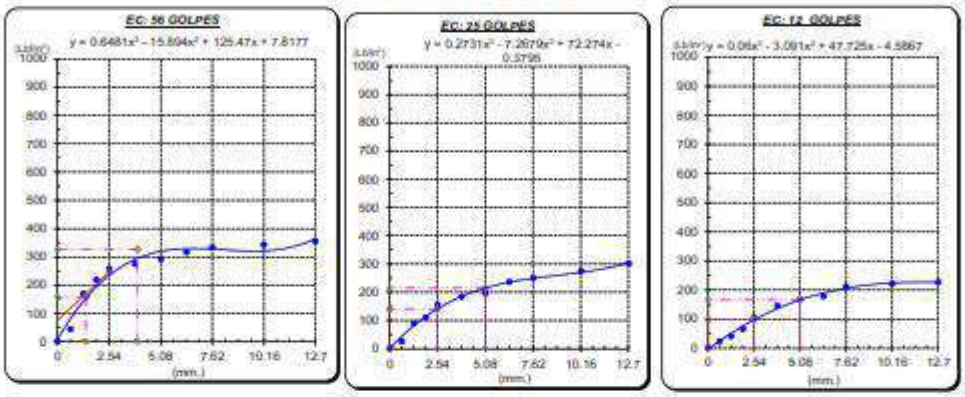



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.806 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.716 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 7.40 % | |

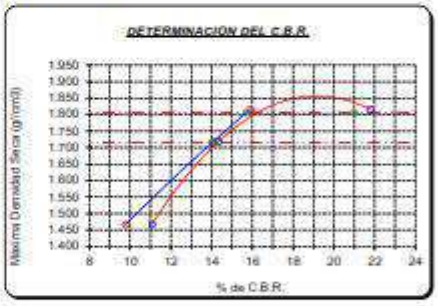
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 16 | % | 21 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 14 | % | 14 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-8 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

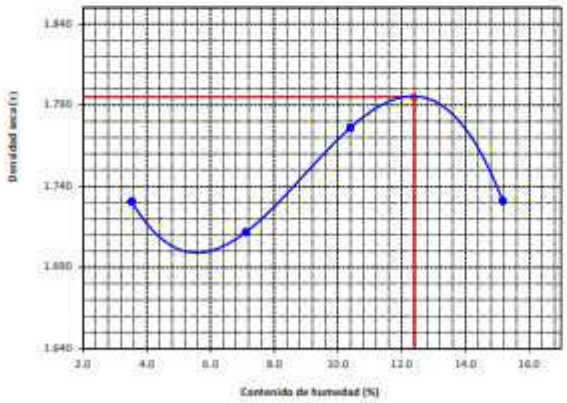
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.795** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **12.40** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-8 23%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12246 | | 12563 | | 12780 | | 13196 | | 12419 | | 12997 | |
| Peso de molde (g) | 8600 | | 8600 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3646 | | 3963 | | 3976 | | 4386 | | 3513 | | 4091 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.998 | | 2.172 | | 1.883 | | 2.077 | | 1.654 | | 1.926 | |
| % de humedad | 11.23 | | 20.08 | | 11.47 | | 21.95 | | 12.27 | | 28.97 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.796 | | 1.808 | | 1.689 | | 1.703 | | 1.473 | | 1.493 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 121.4 | 121.4 | 3963 | 3963 | 105.8 | 105.8 | 4386 | 4386 | 115.5 | 115.5 | 4091.0 | 4091.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 112.0 | 112.0 | 3646 | 3646 | 99.5 | 99.5 | 3976 | 3976 | 106.0 | 106.0 | 3513.0 | 3513.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.4 | 9.4 | 317.0 | 317.0 | 6.1 | 6.1 | 410.0 | 410.0 | 9.5 | 9.5 | 578.0 | 578.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 83.7 | 83.7 | 3581.7 | 3581.7 | 53.2 | 53.2 | 3910.0 | 3910.0 | 77.4 | 77.4 | 3462.0 | 3462.0 |
| % de humedad | 11.23 | 11.23 | 20.08 | 20.08 | 11.47 | 11.47 | 21.95 | 21.95 | 12.27 | 12.27 | 28.97 | 28.97 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.23 | | 20.08 | | 11.47 | | 21.95 | | 12.27 | | 28.97 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **30/11/2024** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.39 | 0.010 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.32 | 0.008 | | 0.49 | 0.012 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.44 | 0.011 | | 0.42 | 0.011 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.52 | 0.013 | | 0.58 | 0.015 | | 0.63 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.34 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-11 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-11 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 32 | 80 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 62 | 154 | | | 46 | 115 | | | 32 | 80 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 241 | 190.7 | 19.1 | 66 | 168 | 160.0 | 16.0 | 46 | 115 | 108.8 | 10.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 96 | 237 | | | 66 | 166 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 156 | 383 | 358.2 | 23.9 | 101 | 249 | 256.1 | 17.1 | 82 | 202 | 215.2 | 14.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 112 | 276 | | | 112 | 276 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 190 | 466 | | | 124 | 305 | | | 124 | 305 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 210 | 515 | | | 136 | 334 | | | 136 | 334 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 215 | 527 | | | 142 | 349 | | | 142 | 349 | | |

Henry Rivadeneyra Dávilas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

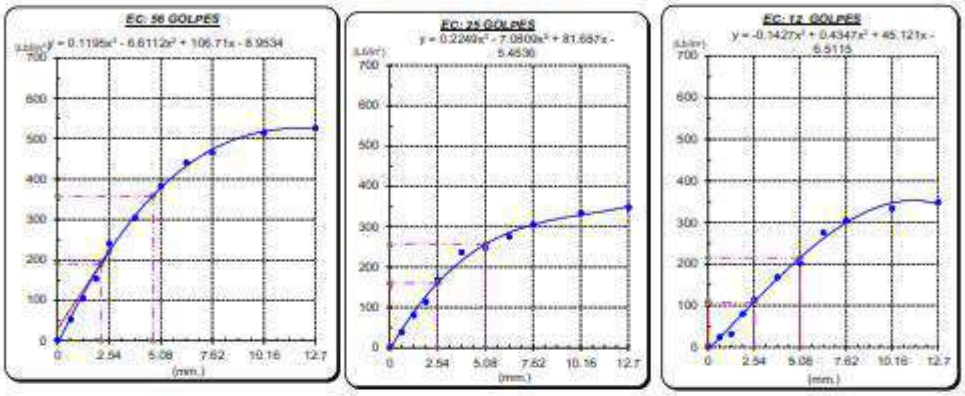



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.795 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.705 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 12.40 % | |

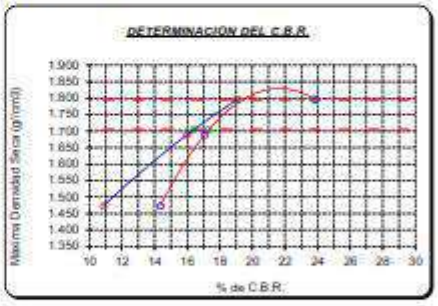
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 19 % | 24 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 % | 17 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-8 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

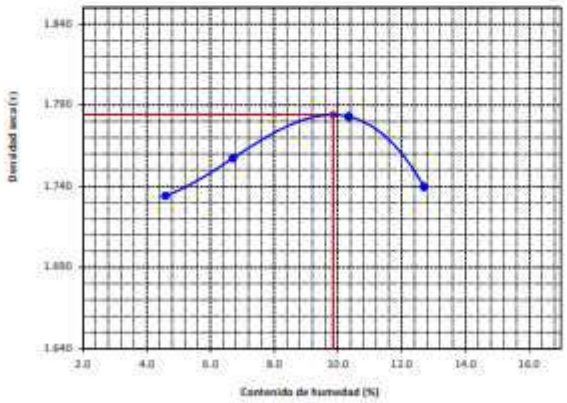
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruaden Yuri Cubas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-8 27%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12156 | | 12592 | | 12790 | | 13090 | | 12418 | | 12666 | |
| Peso de molde (g) | 8360 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3996 | | 4432 | | 3986 | | 4276 | | 3512 | | 3760 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.945 | | 2.156 | | 1.887 | | 2.025 | | 1.653 | | 1.770 | |
| % de humedad | 9.07 | | 20.12 | | 14.56 | | 21.95 | | 15.59 | | 22.75 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.783 | | 1.795 | | 1.647 | | 1.660 | | 1.430 | | 1.442 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 142.5 | 142.5 | 4432 | 4432 | 125.0 | 125.0 | 4276 | 4276 | 114.6 | 114.6 | 3760.0 | 3760.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 133.0 | 133.0 | 3996 | 3996 | 115.0 | 115.0 | 3986 | 3986 | 103.0 | 103.0 | 3512.0 | 3512.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.5 | 9.5 | 434.0 | 434.0 | 10.0 | 10.0 | 290.0 | 290.0 | 11.6 | 11.6 | 248.0 | 248.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.8 | 28.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 104.7 | 104.7 | 3928.0 | 3928.0 | 68.7 | 68.7 | 3921.4 | 3921.4 | 74.4 | 74.4 | 3462.5 | 3462.5 |
| % de humedad | 9.07 | 9.07 | 20.12 | 20.12 | 14.56 | 14.56 | 21.95 | 21.95 | 15.59 | 15.59 | 22.75 | 22.75 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.07 | | 20.12 | | 14.56 | | 21.95 | | 15.59 | | 22.75 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.12 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.32 | 0.008 | | 0.26 | 0.007 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.44 | 0.011 | | 0.42 | 0.011 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.52 | 0.013 | | 0.56 | 0.014 | | 0.62 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.34 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 15 | 39 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 28 | 66 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 86 | 212 | | | 38 | 95 | | | 18 | 46 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 105 | 258 | 213.2 | 21.3 | 75 | 188 | 162.0 | 16.2 | 41 | 102 | 98.3 | 9.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 142 | 349 | | | 98 | 237 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 180 | 441 | 399.0 | 26.6 | 108 | 266 | 266.9 | 17.8 | 76 | 188 | 187.0 | 12.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 198 | 485 | | | 121 | 298 | | | 89 | 219 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 205 | 502 | | | 132 | 324 | | | 105 | 258 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 216 | 529 | | | 142 | 349 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 220 | 539 | | | 156 | 383 | | | 121 | 298 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

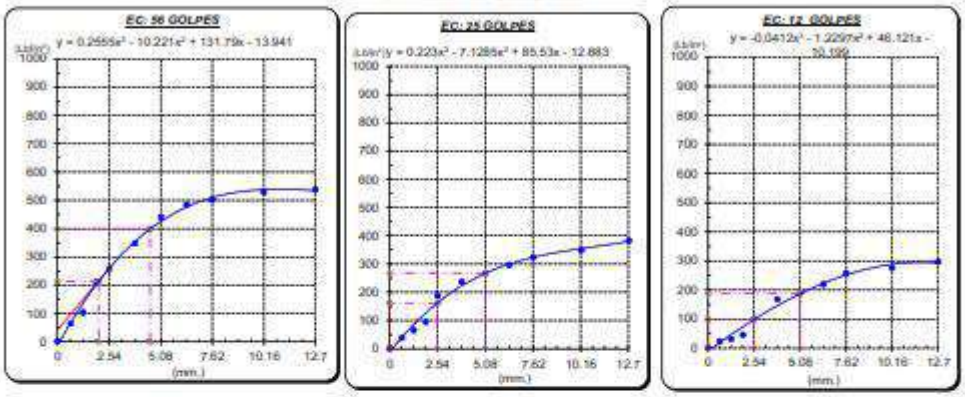



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.784 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.695 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 9.85 % | |

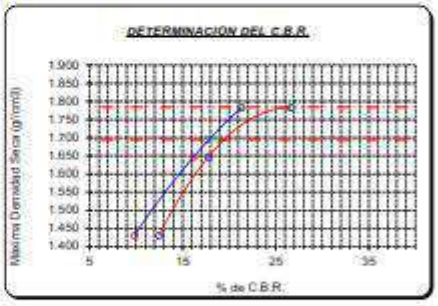
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 21 % | 27 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 18 % | 19 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-8 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

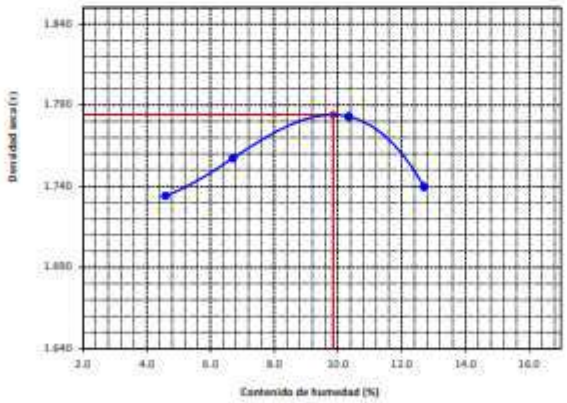
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-8 32%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-9 | | | | A-4 | | | | A-17 | | | |
| 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 | 12178 | | 12672 | | 12620 | | 13190 | | 11250 | | 11726 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 7788 | | 7788 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4018 | | 4512 | | 3816 | | 4386 | | 3462 | | 3938 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2115 | | 2115 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.954 | | 2.196 | | 1.807 | | 2.077 | | 1.637 | | 1.862 | |
| % de humedad | 9.33 | | 21.85 | | 8.29 | | 23.47 | | 7.47 | | 21.43 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.787 | | 1.801 | | 1.669 | | 1.682 | | 1.523 | | 1.533 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 95.7 | 95.7 | 4512 | 4512 | 145.6 | 145.6 | 4386 | 4386 | 88.7 | 88.7 | 3938.0 | 3938.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 89.9 | 89.9 | 4016 | 4016 | 136.0 | 136.0 | 3816 | 3816 | 84.6 | 84.6 | 3462.0 | 3462.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.8 | 5.8 | 494.0 | 494.0 | 7.6 | 7.6 | 570.0 | 570.0 | 4.2 | 4.2 | 476.0 | 476.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.31 | 28.31 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.6 | 28.6 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 61.6 | 61.6 | 3947.4 | 3947.4 | 91.7 | 91.7 | 3753.4 | 3753.4 | 56.0 | 56.0 | 3410.1 | 3410.1 |
| % de humedad | 9.33 | 9.33 | 21.85 | 21.85 | 8.29 | 8.29 | 23.47 | 23.47 | 7.47 | 7.47 | 21.43 | 21.43 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.33 | | 21.88 | | 8.29 | | 23.47 | | 7.47 | | 21.43 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.1 | 0.003 | | 0.38 | 0.010 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.26 | 0.007 | | 0.36 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.32 | 0.008 | | 0.42 | 0.011 | | 0.5 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.42 | 0.011 | | 0.56 | 0.014 | | 0.62 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.23 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.34 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-9 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-17 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 32 | 80 | | | 26 | 66 | | | 19 | 49 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 66 | 168 | | | 42 | 105 | | | 33 | 86 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 197.3 | 19.7 | 66 | 168 | 164.0 | 16.4 | 36 | 90 | 98.4 | 9.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 121 | 298 | | | 92 | 227 | | | 62 | 154 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 166 | 412 | 388.7 | 24.4 | 110 | 271 | 281.9 | 18.8 | 92 | 227 | 213.3 | 14.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 124 | 305 | | | 112 | 276 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 190 | 466 | | | 136 | 334 | | | 124 | 305 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 515 | | | 180 | 441 | | | 140 | 344 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 215 | 527 | | | 190 | 466 | | | 132 | 324 | | |

Henry Riveros Dávila
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

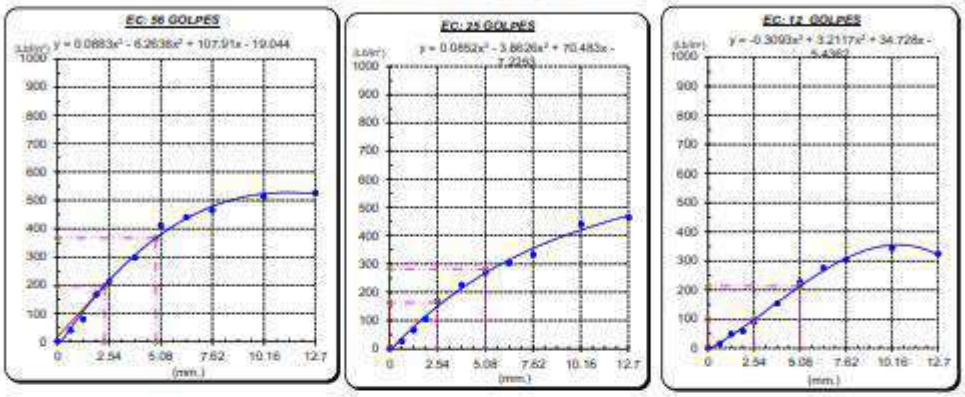



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.784 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.695 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 9.85 % | |

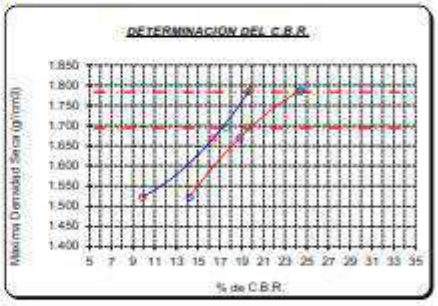
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 20 | % | 24 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 18 | % | 20 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Alexander Cotrina Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-9 18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

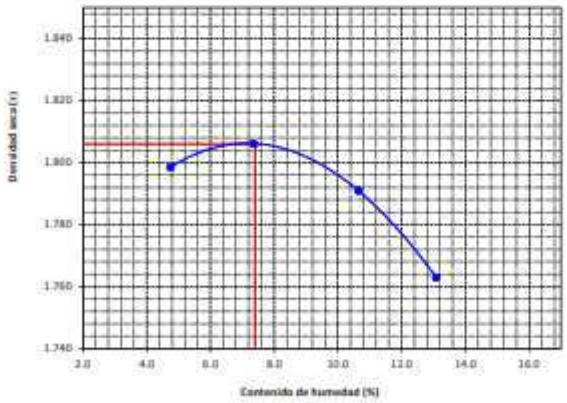
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Nery Rivadeneyra Dávilas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-9 18% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12190 | | 12722 | | 12720 | | 13210 | | 12510 | | 12982 | |
| Peso de molde (g) | 8040 | | 8040 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4150 | | 4682 | | 3916 | | 4406 | | 3604 | | 4076 | |
| Volumen del molde (cc) | 2336 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.961 | | 2.213 | | 1.854 | | 2.086 | | 1.697 | | 1.919 | |
| % de humedad | 7.94 | | 21.00 | | 8.90 | | 21.62 | | 8.85 | | 22.15 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.817 | | 1.829 | | 1.703 | | 1.715 | | 1.559 | | 1.571 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 121.5 | 121.5 | 4682 | 4682 | 112.4 | 112.4 | 4406 | 4406 | 156.5 | 156.5 | 4076.0 | 4076.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 115.2 | 115.2 | 4150 | 4150 | 107.0 | 107.0 | 3916 | 3916 | 145.0 | 145.0 | 3604.0 | 3604.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.3 | 6.3 | 532.0 | 532.0 | 5.4 | 5.4 | 490.0 | 490.0 | 11.5 | 11.5 | 472.0 | 472.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.89 | 35.89 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 15.1 | 15.1 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 79.3 | 79.3 | 4075.9 | 4075.9 | 60.7 | 60.7 | 3850.4 | 3850.4 | 129.9 | 129.9 | 3548.7 | 3548.7 |
| % de humedad | 7.94 | 7.94 | 21.00 | 21.00 | 8.90 | 8.90 | 21.62 | 21.62 | 8.85 | 8.85 | 22.15 | 22.15 |
| Promedio de Humedad (%) | 7.94 | | 21.00 | | 8.90 | | 21.62 | | 8.85 | | 22.15 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.21 | 0.005 | | 0.32 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.39 | 0.010 | | 0.42 | 0.011 | | 0.48 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.48 | 0.012 | | 0.52 | 0.013 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.56 | 0.014 | | 0.62 | 0.016 | | 0.68 | 0.017 | |
| | | | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.37 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 38 | 95 | | | 26 | 66 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 62 | 154 | | | 39 | 97 | | | 16 | 41 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 241 | 225.3 | 22.5 | 62 | 154 | 139.1 | 13.9 | 26 | 66 | 74.7 | 7.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 142 | 349 | | | 79 | 195 | | | 45 | 112 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 190 | 466 | 420.8 | 28.1 | 96 | 237 | 238.9 | 15.9 | 67 | 166 | 150.8 | 10.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 210 | 515 | | | 112 | 276 | | | 79 | 195 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 221 | 541 | | | 124 | 305 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 235 | 575 | | | 136 | 334 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 236 | 578 | | | 145 | 356 | | | 101 | 249 | | |

Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

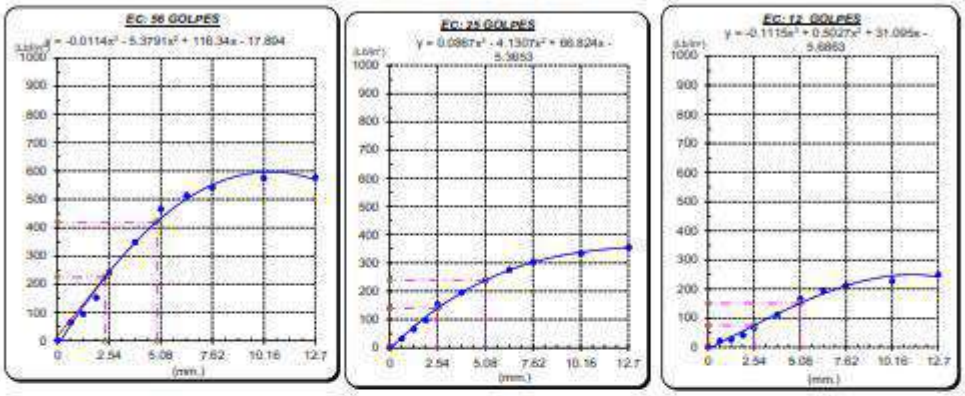



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

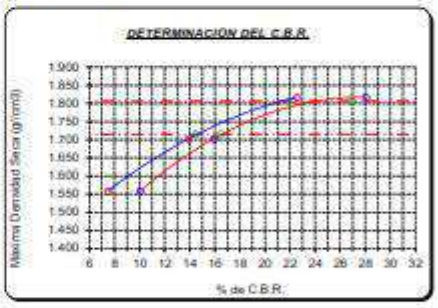
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.806 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.716 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 7.40 % |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 22 | % | 27 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 | % | 18 | % |




Revisado por: Ruth Ríos Díaz, Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-9 23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

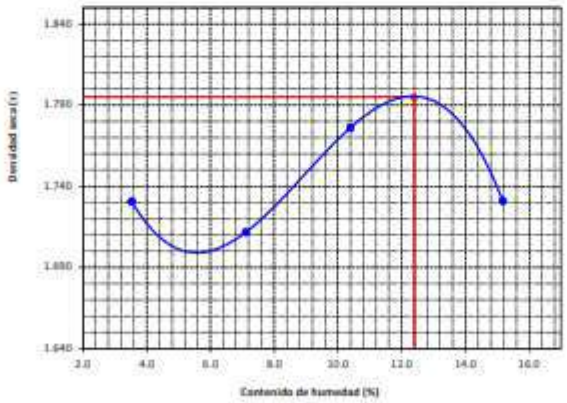
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.795** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **12.40** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-9 23% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12198 | | 12548 | | 12850 | | 13198 | | 12510 | | 12836 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4038 | | 4388 | | 4046 | | 4386 | | 3604 | | 3930 | |
| Volumen del molde (cc) | 2015 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.004 | | 2.178 | | 1.916 | | 2.077 | | 1.697 | | 1.850 | |
| % de humedad | 11.28 | | 20.10 | | 11.47 | | 20.02 | | 11.61 | | 20.79 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.801 | | 1.813 | | 1.719 | | 1.730 | | 1.520 | | 1.532 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 112.6 | 112.6 | 4388 | 4388 | 143.5 | 143.5 | 4386 | 4386 | 119.8 | 119.8 | 3930.0 | 3930.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 104.0 | 104.0 | 4038 | 4038 | 133.5 | 133.5 | 4046 | 4046 | 110.0 | 110.0 | 3604.0 | 3604.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.6 | 8.6 | 350.0 | 350.0 | 10.0 | 10.0 | 340.0 | 340.0 | 9.8 | 9.8 | 326.0 | 326.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 27.75 | 27.75 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 25.56 | 25.56 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 76.3 | 76.3 | 3988.6 | 3988.6 | 87.2 | 87.2 | 3977.6 | 3977.6 | 84.4 | 84.4 | 3550.0 | 3550.0 |
| % de humedad | 11.28 | 11.28 | 20.10 | 20.10 | 11.47 | 11.47 | 20.02 | 20.02 | 11.61 | 11.61 | 20.79 | 20.79 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.28 | | 20.10 | | 11.47 | | 20.02 | | 11.61 | | 20.79 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.10 | 0.004 | | 0.15 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.20 | 0.007 | | 0.25 | 0.007 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.26 | 0.010 | | 0.32 | 0.010 | | 0.54 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.56 | 0.014 | | 0.61 | 0.015 | | 0.65 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.33 | 4.57 | total | 0.36 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 32 | 80 | | | 26 | 66 | | | 16 | 41 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 37 | 93 | | | 24 | 61 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 82 | 202 | | | 69 | 171 | | | 42 | 105 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 115 | 283 | 215.9 | 21.6 | 87 | 215 | 191.5 | 19.2 | 63 | 156 | 137.0 | 13.7 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 123 | 302 | | | 98 | 241 | | | 75 | 185 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 186 | 456 | 409.4 | 27.3 | 112 | 276 | 294.9 | 19.7 | 86 | 212 | 214.8 | 14.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 215 | 527 | | | 134 | 329 | | | 92 | 227 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 223 | 548 | | | 142 | 349 | | | 104 | 256 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 243 | 595 | | | 156 | 383 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 256 | 627 | | | 168 | 412 | | | 119 | 293 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

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

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

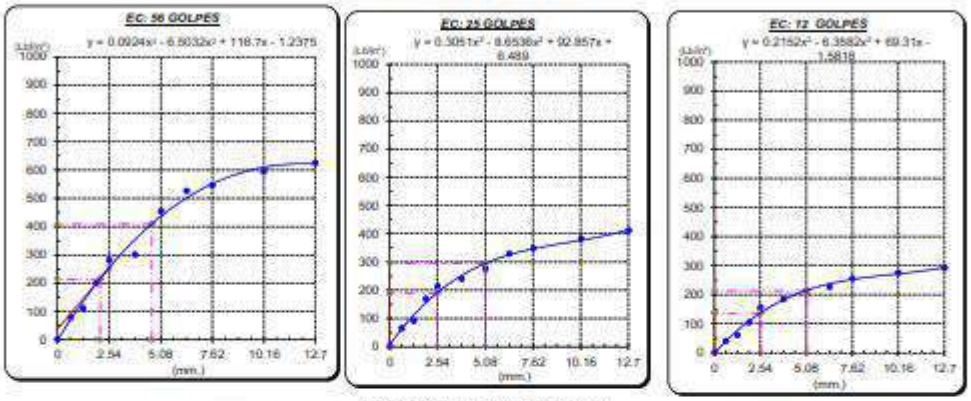



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.795 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.705 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 12.40 % | |

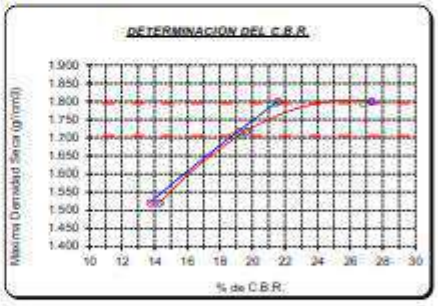
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 21 % | 27 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 19 % | 19 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-9 27% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

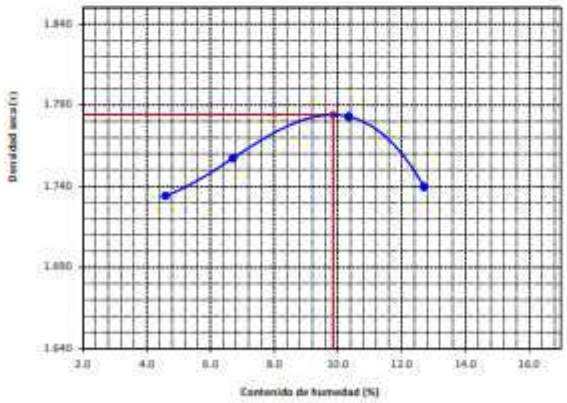
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Riveros Obregón
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-9 27% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12195 | | 12710 | | 12720 | | 13220 | | 12528 | | 12992 | |
| Peso de molde (g) | 8380 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4035 | | 4550 | | 3916 | | 4416 | | 3622 | | 4086 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.963 | | 2.213 | | 1.854 | | 2.091 | | 1.705 | | 1.924 | |
| % de humedad | 9.32 | | 22.31 | | 9.66 | | 22.64 | | 9.85 | | 22.86 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.795 | | 1.809 | | 1.691 | | 1.705 | | 1.552 | | 1.566 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 123.6 | 123.6 | 4550 | 4550 | 165.5 | 165.5 | 4416 | 4416 | 196.5 | 196.5 | 4086.0 | 4086.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 114.6 | 114.6 | 4035 | 4035 | 155.0 | 155.0 | 3916 | 3916 | 180.5 | 180.5 | 3622.0 | 3622.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.0 | 9.0 | 515.0 | 515.0 | 10.5 | 10.5 | 500.0 | 500.0 | 16.0 | 16.0 | 464.0 | 464.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 18.05 | 18.05 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 18.07 | 18.07 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 96.6 | 96.6 | 3963.8 | 3963.8 | 108.7 | 108.7 | 3850.9 | 3850.9 | 162.4 | 162.4 | 3566.8 | 3566.8 |
| % de humedad | 9.32 | 9.32 | 22.31 | 22.31 | 9.66 | 9.66 | 22.64 | 22.64 | 9.85 | 9.85 | 22.86 | 22.86 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.32 | | 22.31 | | 9.66 | | 22.64 | | 9.85 | | 22.86 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/05/2023** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.12 | 0.003 | | 0.1 | 0.003 | | 0.15 | 0.004 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.32 | 0.008 | | 0.24 | 0.006 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.46 | 0.012 | | 0.46 | 0.012 | | 0.36 | 0.009 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.56 | 0.014 | | 0.58 | 0.015 | | 0.62 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.34 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-11 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-11 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-11 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 31 | 78 | | | 21 | 54 | | | 12 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 52 | 129 | | | 29 | 73 | | | 19 | 49 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 76 | 193 | | | 45 | 112 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 105 | 258 | 183.9 | 18.4 | 66 | 168 | 154.2 | 15.4 | 46 | 115 | 134.4 | 11.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 126 | 310 | | | 85 | 210 | | | 69 | 171 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 165 | 405 | 354.3 | 23.6 | 92 | 227 | 244.2 | 16.3 | 75 | 193 | 185.9 | 12.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 175 | 429 | | | 101 | 249 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 186 | 456 | | | 112 | 276 | | | 90 | 222 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 192 | 471 | | | 134 | 329 | | | 95 | 234 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 201 | 493 | | | 142 | 349 | | | 112 | 276 | | |

Henry Rivadeneyra Odicio
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

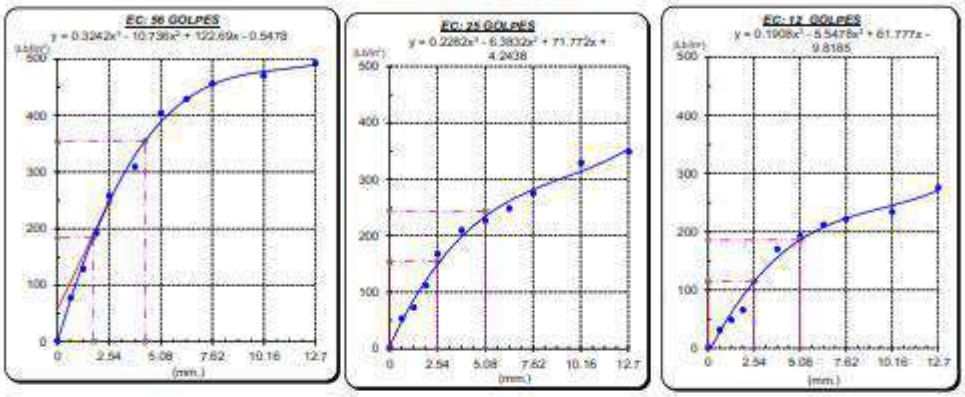



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.784 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.695 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 9.85 % | |

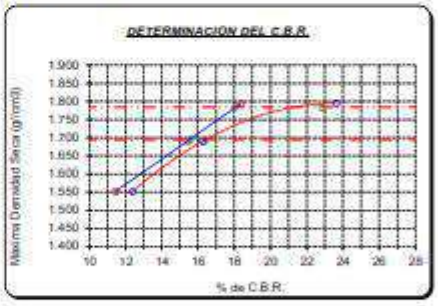
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 18 | % | 23 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 | % | 16 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Gallas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-9 32% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

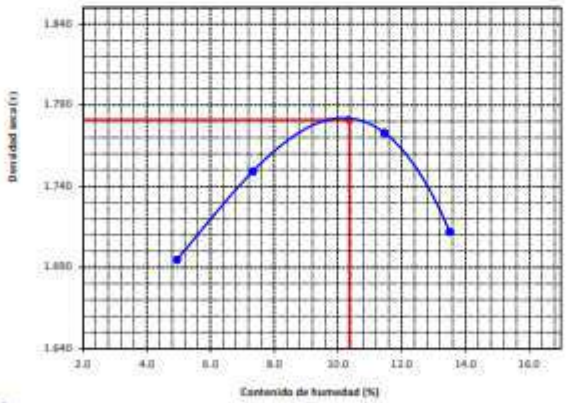
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5550 | 5640 | 5610 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1712 | 1802 | 1772 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.877 | 1.976 | 1.943 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 73.63 | 91.53 | 28.48 | 28.48 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.97 | 87.19 | 27.21 | 27.01 |
| Peso de tara | g | 38.45 | 28.00 | 16.13 | 16.13 |
| Peso de agua | g | 1.66 | 4.34 | 1.27 | 1.47 |
| Peso de suelo seco | g | 33.52 | 59.19 | 11.08 | 10.88 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.3 | 11.5 | 13.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.695 | 1.749 | 1.773 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.781** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.35** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Jefe - Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-02
MUESTRA: M-9 32% NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12324 | | 12686 | | 12860 | | 13196 | | 12598 | | 12960 | |
| Peso de molde (g) | 8700 | | 8700 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3624 | | 3986 | | 4056 | | 4386 | | 3692 | | 4074 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.986 | | 2.184 | | 1.920 | | 2.077 | | 1.738 | | 1.918 | |
| % de humedad | 10.88 | | 21.01 | | 11.26 | | 19.54 | | 11.83 | | 22.34 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.791 | | 1.806 | | 1.726 | | 1.737 | | 1.554 | | 1.568 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 105.6 | 105.6 | 3986 | 3986 | 112.5 | 112.5 | 4386 | 4386 | 89.6 | 89.6 | 4074.0 | 4074.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 97.8 | 97.8 | 3624 | 3624 | 105.6 | 105.6 | 4056 | 4056 | 82.0 | 82.0 | 3692.0 | 3692.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.8 | 7.8 | 362.0 | 362.0 | 6.7 | 6.7 | 330.0 | 330.0 | 7.6 | 7.6 | 382.0 | 382.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.88 | 25.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 71.9 | 71.9 | 3560.2 | 3560.2 | 59.5 | 59.5 | 3987.2 | 3987.2 | 64.2 | 64.2 | 3635.5 | 3635.5 |
| % de humedad | 10.85 | 10.85 | 21.01 | 21.01 | 11.26 | 11.26 | 19.54 | 19.54 | 11.83 | 11.83 | 22.34 | 22.34 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.88 | | 21.01 | | 11.26 | | 19.54 | | 11.83 | | 22.34 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.005 | | 0.18 | 0.004 | | 0.2 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.007 | | 0.25 | 0.007 | | 0.35 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.36 | 0.010 | | 0.35 | 0.009 | | 0.42 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.43 | 0.011 | | 0.5 | 0.013 | | 0.58 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.25 | 4.57 | total | 0.27 | 4.57 | total | 0.32 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 35 | 88 | | | 36 | 86 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 52 | 129 | | | 42 | 105 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 89 | 219 | | | 53 | 132 | | | 32 | 80 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 101 | 249 | 195.7 | 19.6 | 69 | 171 | 170.1 | 17.0 | 46 | 115 | 105.3 | 10.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | | 59 | 146 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 136 | 334 | 384.4 | 25.6 | 90 | 222 | 263.5 | 17.6 | 67 | 166 | 170.5 | 11.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 156 | 386 | | | 105 | 258 | | | 76 | 186 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 176 | 432 | | | 115 | 283 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 189 | 463 | | | 132 | 324 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 143 | 351 | | | 98 | 241 | | |

Henry Riveros Cayo Ollanta
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

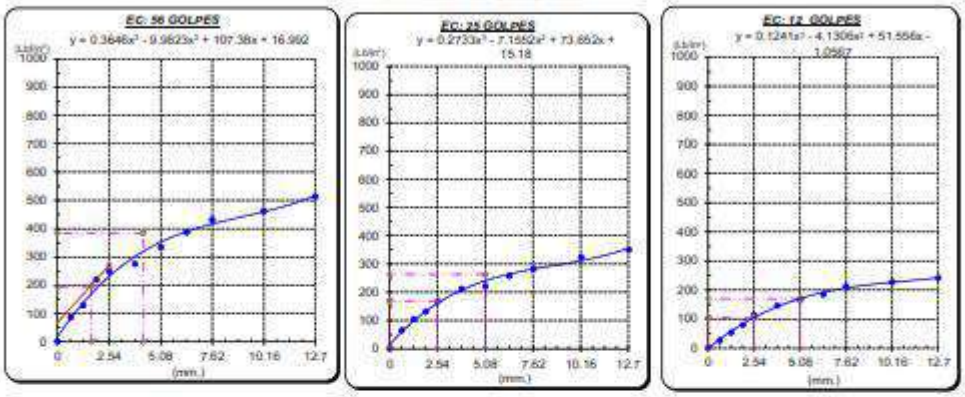



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.781 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.692 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.35 % | |

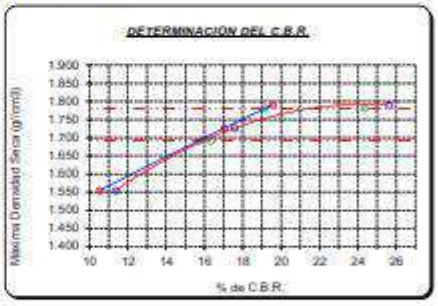
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 19 % | 24 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 % | 16 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruedenyam Dolas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-10 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

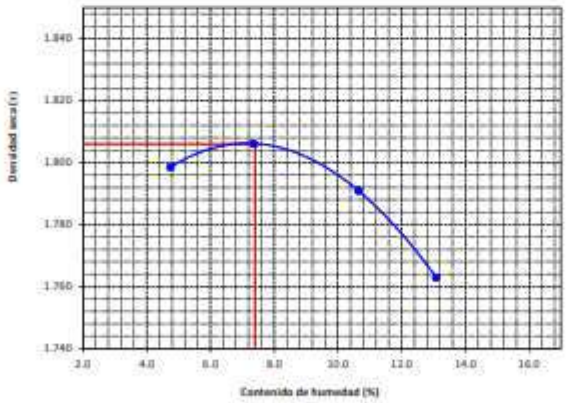
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5556 | 5606 | 5645 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1718 | 1768 | 1807 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.884 | 1.939 | 1.982 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 50.60 | 61.50 | 47.26 | 102.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 49.11 | 58.59 | 44.46 | 94.50 |
| Peso de tara | g | 17.74 | 18.96 | 18.15 | 32.60 |
| Peso de agua | g | 1.49 | 2.91 | 2.8 | 8.1 |
| Peso de suelo seco | g | 31.37 | 39.63 | 26.31 | 61.9 |
| Contenido de agua | % | 4.7 | 7.3 | 10.6 | 13.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.799 | 1.806 | 1.791 | 1.763 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.806 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 7.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-10 18%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12150 | | 12722 | | 12710 | | 13240 | | 12390 | | 12922 | |
| Peso de molde (g) | 8040 | | 8040 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4110 | | 4682 | | 3906 | | 4436 | | 3484 | | 4016 | |
| Volumen del molde (cc) | 2336 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.942 | | 2.213 | | 1.849 | | 2.100 | | 1.640 | | 1.891 | |
| % de humedad | 7.56 | | 21.72 | | 7.71 | | 21.51 | | 8.85 | | 24.35 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.806 | | 1.818 | | 1.717 | | 1.729 | | 1.507 | | 1.520 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.6 | 115.6 | 4682 | 4682 | 186.0 | 186.0 | 4436 | 4436 | 156.5 | 156.5 | 4016.0 | 4016.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 110.0 | 110.0 | 4110 | 4110 | 176.0 | 176.0 | 3906 | 3906 | 145.0 | 145.0 | 3484.0 | 3484.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.6 | 5.6 | 572.0 | 572.0 | 10.0 | 10.0 | 530.0 | 530.0 | 11.5 | 11.5 | 532.0 | 532.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 35.89 | 35.89 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 15.1 | 15.1 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 74.1 | 74.1 | 4037.1 | 4037.1 | 129.7 | 129.7 | 3840.1 | 3840.1 | 129.9 | 129.9 | 3432.3 | 3432.3 |
| % de humedad | 7.56 | 7.56 | 21.72 | 21.72 | 7.71 | 7.71 | 21.51 | 21.51 | 8.85 | 8.85 | 24.35 | 24.35 |
| Promedio de Humedad (%) | 7.56 | | 21.72 | | 7.71 | | 21.51 | | 8.85 | | 24.35 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.18 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.25 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.46 | 0.012 | | 0.45 | 0.012 | | 0.45 | 0.011 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.52 | 0.013 | | 0.59 | 0.015 | | 0.68 | 0.017 | |
| | | | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.37 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 10 | 27 | | | 9 | 24 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 22 | 56 | | | 14 | 36 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 59 | 146 | | | 32 | 80 | | | 15 | 39 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 241 | 180.7 | 18.1 | 56 | 144 | 130.4 | 13.0 | 26 | 66 | 58.8 | 5.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 156 | 393 | | | 78 | 195 | | | 32 | 80 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 175 | 429 | 318.8 | 21.3 | 96 | 237 | 225.5 | 15.0 | 49 | 122 | 124.1 | 8.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 205 | 502 | | | 105 | 258 | | | 68 | 168 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 214 | 524 | | | 112 | 276 | | | 75 | 185 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 221 | 541 | | | 124 | 305 | | | 86 | 212 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 235 | 575 | | | 136 | 334 | | | 92 | 227 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinas
Tec. Laboratorio USAT

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

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

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

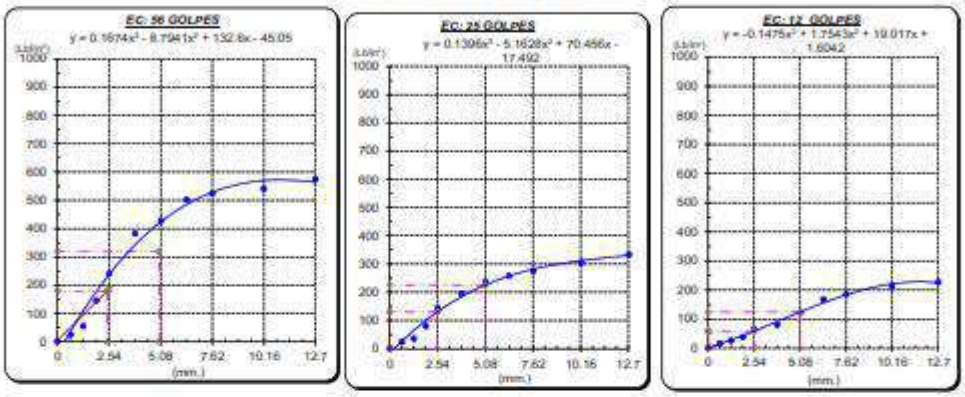



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.806 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.716 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 7.40 % | |

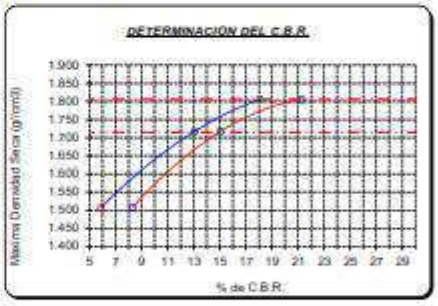
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 18 | % | 21 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 13 | % | 15 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-10 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

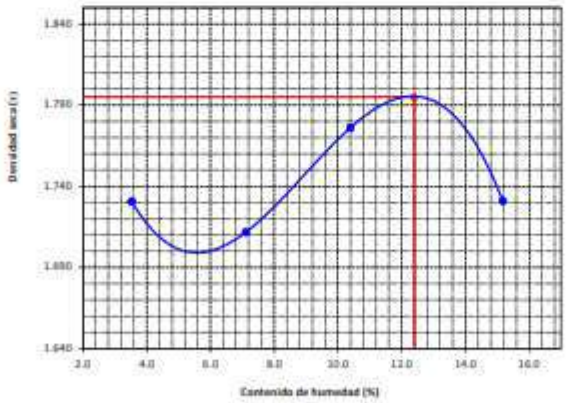
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5472 | 5510 | 5626 | 5656 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1634 | 1672 | 1788 | 1818 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.792 | 1.834 | 1.961 | 1.994 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 124.15 | 72.23 | 86.51 | 95.00 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 120.87 | 68.64 | 81.02 | 86.20 |
| Peso de tara | g | 28.05 | 18.18 | 28.21 | 28.21 |
| Peso de agua | g | 3.28 | 3.59 | 5.49 | 8.8 |
| Peso de suelo seco | g | 92.82 | 50.46 | 52.81 | 57.99 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.4 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.731 | 1.712 | 1.776 | 1.731 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.795 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 12.40 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-10 23%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12214 | | 12648 | | 12890 | | 13290 | | 12370 | | 12696 | |
| Peso de molde (g) | 8360 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4054 | | 4488 | | 4086 | | 4486 | | 3464 | | 3790 | |
| Volumen del molde (cc) | 2005 | | 2015 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.012 | | 2.227 | | 1.935 | | 2.124 | | 1.631 | | 1.784 | |
| % de humedad | 12.29 | | 23.19 | | 13.85 | | 23.81 | | 14.98 | | 24.53 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.792 | | 1.808 | | 1.699 | | 1.716 | | 1.418 | | 1.433 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 124.6 | 124.6 | 4456 | 4456 | 215.6 | 215.6 | 4486 | 4486 | 121.5 | 121.5 | 3790.0 | 3790.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 114.0 | 114.0 | 4054 | 4054 | 195.0 | 195.0 | 4086 | 4086 | 109.0 | 109.0 | 3464.0 | 3464.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 10.6 | 10.6 | 434.0 | 434.0 | 20.6 | 20.6 | 400.0 | 400.0 | 12.5 | 12.5 | 326.0 | 326.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 27.75 | 27.75 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 25.56 | 25.56 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 86.3 | 86.3 | 3982.6 | 3982.6 | 148.7 | 148.7 | 4017.7 | 4017.7 | 83.4 | 83.4 | 3415.6 | 3415.6 |
| % de humedad | 12.29 | 12.29 | 23.19 | 23.19 | 13.85 | 13.85 | 23.81 | 23.81 | 14.98 | 14.98 | 24.53 | 24.53 |
| Promedio de Humedad (%) | 12.29 | | 23.19 | | 13.85 | | 23.81 | | 14.98 | | 24.53 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.19 | 0.005 | | 0.21 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.36 | 0.009 | | 0.25 | 0.006 | | 0.46 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.32 | 0.010 | | 0.51 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.58 | 0.015 | | 0.62 | 0.016 | | 0.68 | 0.017 | |
| | | | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.37 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 10 | 46 | | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 29 | 73 | | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 139 | | | 36 | 90 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 186.0 | 18.6 | 72 | 178 | 154.5 | 15.4 | 42 | 105 | 105.4 | 10.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 105 | 258 | | | 98 | 241 | | | 65 | 161 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 146 | 358 | 395.8 | 23.7 | 101 | 249 | 258.3 | 17.2 | 86 | 212 | 196.0 | 13.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 114 | 280 | | | 96 | 237 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 205 | 502 | | | 135 | 332 | | | 105 | 258 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 142 | 349 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 228 | 554 | | | 162 | 398 | | | 121 | 298 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Resp. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

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

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

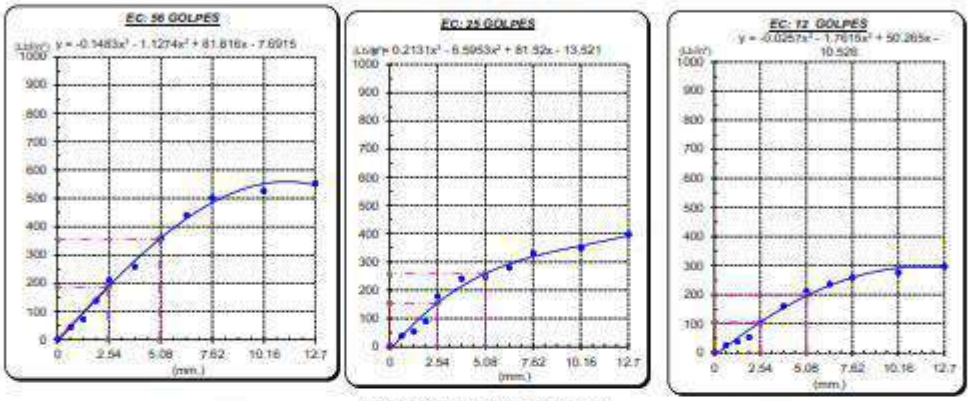



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.795 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.705 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 12.40 % |

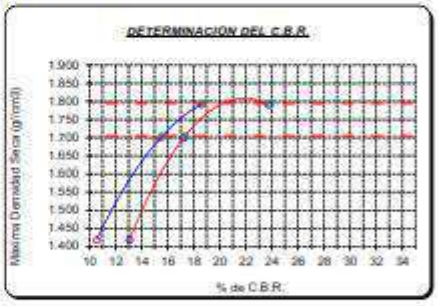
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 19 % | 24 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 16 % | 17 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Chilcas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-10 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

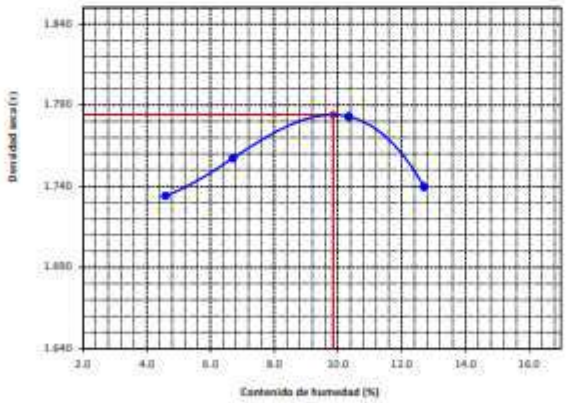
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5492 | 5548 | 5632 | 5626 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1654 | 1710 | 1794 | 1788 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.814 | 1.875 | 1.967 | 1.961 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 100.86 | 74.40 | 72.75 | 98.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 97.62 | 70.84 | 68.33 | 91.50 |
| Peso de tara | g | 27.05 | 17.79 | 25.60 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 3.24 | 3.56 | 4.42 | 7.1 |
| Peso de suelo seco | g | 70.57 | 53.05 | 42.73 | 55.9 |
| Contenido de agua | % | 4.6 | 6.7 | 10.3 | 12.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.734 | 1.757 | 1.783 | 1.740 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.784** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **9.85** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Nevry Rivadeneyra Ochoa
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

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

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

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

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

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-02
MUESTRA: M-10 27%NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12178 | | 12680 | | 12680 | | 13210 | | 12578 | | 13122 | |
| Peso de molde (g) | 8160 | | 8160 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4018 | | 4520 | | 3876 | | 4406 | | 3672 | | 4216 | |
| Volumen del molde (cc) | 2056 | | 2056 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.954 | | 2.198 | | 1.835 | | 2.086 | | 1.729 | | 1.985 | |
| % de humedad | 9.30 | | 22.01 | | 9.31 | | 23.21 | | 9.32 | | 24.37 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.788 | | 1.802 | | 1.679 | | 1.693 | | 1.581 | | 1.596 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 56.4 | 56.4 | 4520 | 4520 | 263.5 | 263.5 | 4406 | 4406 | 56.6 | 56.6 | 4216.0 | 4216.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 53.1 | 53.1 | 4016 | 4016 | 245.0 | 245.0 | 3576 | 3576 | 53.3 | 53.3 | 3672.0 | 3672.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.3 | 3.3 | 502.0 | 502.0 | 18.5 | 18.5 | 530.0 | 530.0 | 3.3 | 3.3 | 544.0 | 544.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 18.05 | 18.05 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 18.07 | 18.07 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 35.1 | 35.1 | 3947.4 | 3947.4 | 198.7 | 198.7 | 3812.0 | 3812.0 | 35.2 | 35.2 | 3614.8 | 3614.8 |
| % de humedad | 9.30 | 9.30 | 22.01 | 22.01 | 9.31 | 9.31 | 23.21 | 23.21 | 9.32 | 9.32 | 24.37 | 24.37 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.30 | | 22.01 | | 9.31 | | 23.21 | | 9.32 | | 24.37 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.1 | 0.003 | | 0.2 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.31 | 0.008 | | 0.42 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.42 | 0.011 | | 0.35 | 0.010 | | 0.52 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.51 | 0.013 | | 0.56 | 0.014 | | 0.61 | 0.015 | |
| | | | 4.57 | total | 0.28 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.33 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-11 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 17 | 44 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 76 | 193 | | | 31 | 78 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 93 | 237 | | | 42 | 105 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 115 | 283 | 169.4 | 16.9 | 59 | 146 | 133.1 | 13.3 | 38 | 95 | 80.4 | 8.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 67 | 168 | | | 46 | 116 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 136 | 334 | 361.1 | 24.1 | 86 | 212 | 210.1 | 14.0 | 52 | 129 | 141.4 | 9.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 145 | 356 | | | 99 | 254 | | | 69 | 171 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 159 | 390 | | | 101 | 249 | | | 75 | 185 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 165 | 405 | | | 115 | 283 | | | 86 | 212 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 172 | 422 | | | 121 | 298 | | | 92 | 227 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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*

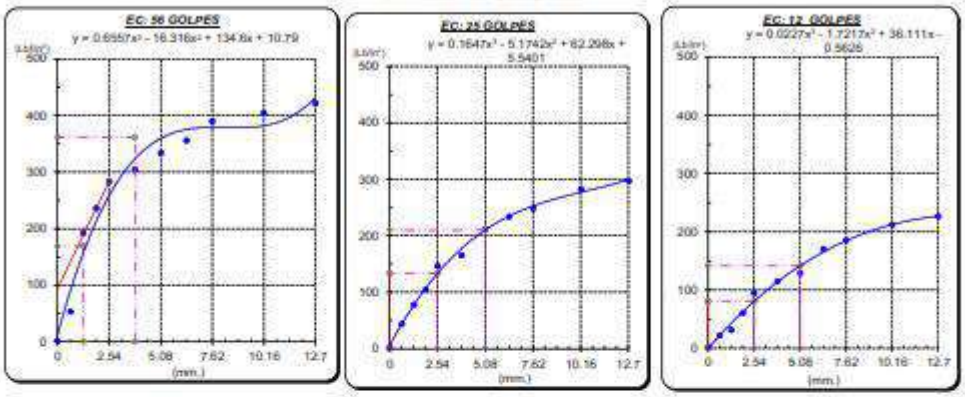



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.784 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.695 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 9.85 % | |

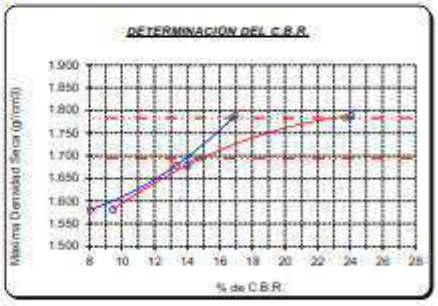
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 17 % | 24 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 % | 15 % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACION DEL C.B.R.*




Henry Bienvenido Quiñas
Ing. Asistente USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-02**
MUESTRA: **M-10 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

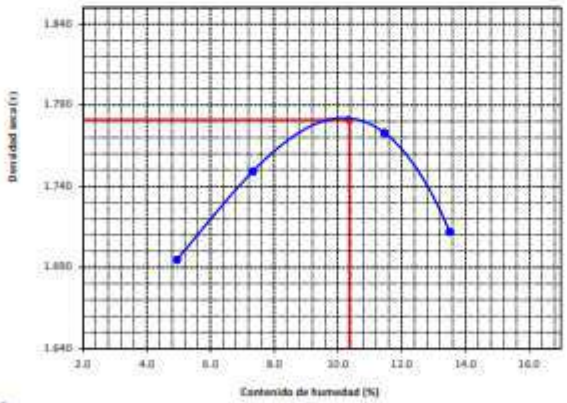
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5550 | 5640 | 5610 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1712 | 1802 | 1772 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.877 | 1.976 | 1.943 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 73.63 | 91.53 | 28.48 | 28.48 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 71.97 | 87.19 | 27.21 | 27.01 |
| Peso de tara | g | 38.45 | 28.00 | 16.13 | 16.13 |
| Peso de agua | g | 1.66 | 4.34 | 1.27 | 1.47 |
| Peso de suelo seco | g | 33.52 | 59.19 | 11.08 | 10.88 |
| Contenido de agua | % | 5.0 | 7.3 | 11.5 | 13.5 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.695 | 1.749 | 1.773 | 1.712 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.781** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **10.35** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Ing. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-02**
MUESTRA : **M-10 32%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-3 | | | | A-4 | | | | A-11 | | | |
| Nº Capa | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | | | 25 | | | | 12 | | | |
| CONDICION DE LA MUESTRA | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | | Sin Saturado | | Saturado | |
| Peso molde + Suelo húmedo | 12294 | | 12726 | | 12590 | | 13196 | | 12528 | | 12960 | |
| Peso de molde (g) | 8700 | | 8700 | | 8804 | | 8804 | | 8906 | | 8906 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3594 | | 4026 | | 3786 | | 4386 | | 3622 | | 4074 | |
| Volumen del molde (cc) | 1825 | | 1825 | | 2112 | | 2112 | | 2124 | | 2124 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 1.969 | | 2.206 | | 1.793 | | 2.077 | | 1.705 | | 1.918 | |
| % de humedad | 10.60 | | 22.84 | | 10.75 | | 26.85 | | 11.92 | | 24.59 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.781 | | 1.796 | | 1.619 | | 1.637 | | 1.524 | | 1.540 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.6 | 115.6 | 4026 | 4026 | 124.6 | 124.6 | 4386 | 4386 | 168.0 | 168.0 | 4074.0 | 4074.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 107.0 | 107.0 | 3594 | 3594 | 117.0 | 117.0 | 3786 | 3786 | 152.0 | 152.0 | 3622.0 | 3622.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.6 | 8.6 | 432.0 | 432.0 | 7.6 | 7.6 | 600.0 | 600.0 | 16.0 | 16.0 | 452.0 | 452.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.88 | 25.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 81.1 | 81.1 | 3531.1 | 3531.1 | 70.7 | 70.7 | 3725.7 | 3725.7 | 134.2 | 134.2 | 3567.6 | 3567.6 |
| % de humedad | 10.60 | 10.60 | 22.84 | 22.84 | 10.75 | 10.75 | 26.85 | 26.85 | 11.92 | 11.92 | 24.59 | 24.59 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.60 | | 22.84 | | 10.75 | | 26.85 | | 11.92 | | 24.59 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.18 | 0.006 | | 0.25 | 0.006 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.26 | 0.007 | | 0.36 | 0.009 | | 0.35 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.32 | 0.008 | | 0.45 | 0.011 | | 0.48 | 0.012 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.48 | 0.012 | | 0.58 | 0.015 | | 0.65 | 0.016 | |
| | | | 4.57 | total | 0.26 | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.36 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | MOLDE Nº A-11 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 34 | 85 | | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 48 | 119 | | | 32 | 80 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 78 | 193 | 153.0 | 15.3 | 46 | 115 | 115.8 | 11.6 | 36 | 90 | 101.3 | 10.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 105 | 258 | | | 68 | 168 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 124 | 305 | 295.5 | 19.7 | 86 | 212 | 202.5 | 13.5 | 75 | 185 | 180.3 | 12.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 136 | 334 | | | 92 | 227 | | | 89 | 219 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 186 | 456 | | | 110 | 271 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 195 | 478 | | | 121 | 298 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 134 | 329 | | | 114 | 280 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinola
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

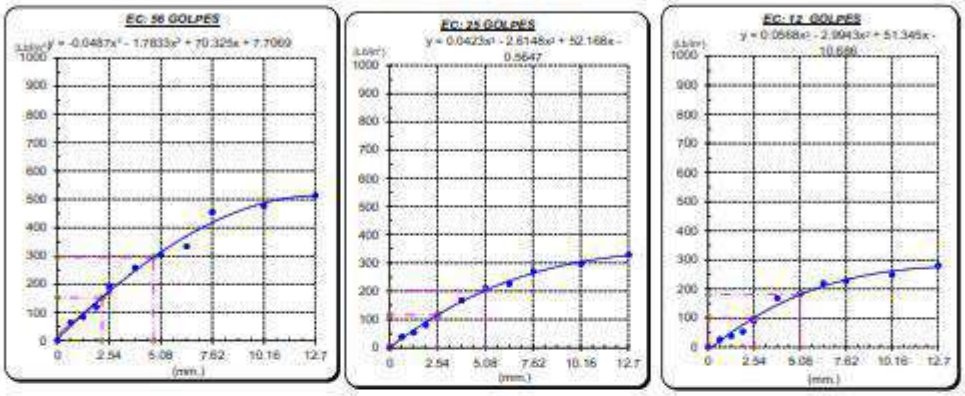



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.781 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.692 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.35 % | |

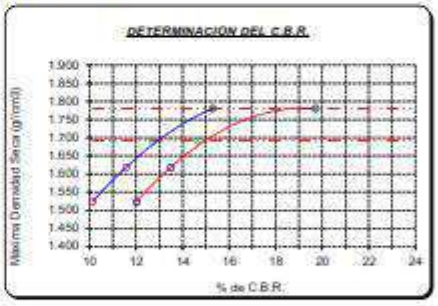
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 15 | % | 20 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 13 | % | 15 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-1 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

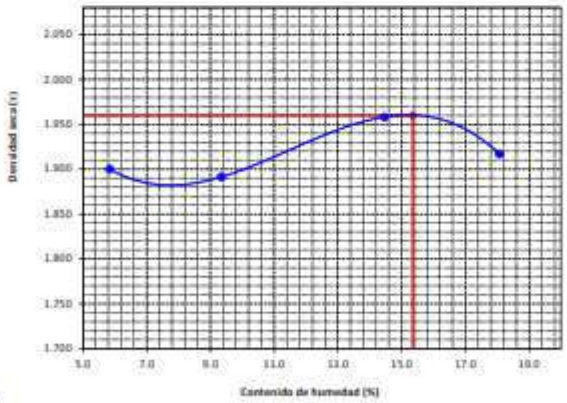
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 86.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 8.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 16.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.960 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 15.35 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-1 18%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-6 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 13080 | | 13480 | | 12890 | | 13190 | | 12570 | | 12928 | |
| Peso de molde (g) | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4386 | | 4786 | | 4086 | | 4386 | | 3856 | | 4114 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.171 | | 2.369 | | 1.935 | | 2.077 | | 1.817 | | 1.939 | |
| % de humedad | 10.94 | | 20.23 | | 12.59 | | 20.06 | | 11.72 | | 18.51 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.957 | | 1.971 | | 1.718 | | 1.730 | | 1.627 | | 1.636 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 26.1 | 26.1 | 4786 | 4786 | 256.5 | 256.5 | 4386 | 4386 | 75.8 | 75.8 | 4114.0 | 4114.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 24.3 | 24.3 | 4386 | 4386 | 233.0 | 233.0 | 4086 | 4086 | 72.8 | 72.8 | 3856.0 | 3856.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 1.9 | 1.9 | 400.0 | 400.0 | 23.5 | 23.5 | 300.0 | 300.0 | 4.0 | 4.0 | 258.0 | 258.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 7.15 | 7.15 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 38.36 | 38.36 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 17.1 | 17.1 | 4301.8 | 4301.8 | 186.7 | 186.7 | 4017.0 | 4017.0 | 34.4 | 34.4 | 3794.3 | 3794.3 |
| % de humedad | 10.94 | 10.94 | 20.23 | 20.23 | 12.59 | 12.59 | 20.06 | 20.06 | 11.72 | 11.72 | 18.51 | 18.51 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.94 | | 20.23 | | 12.59 | | 20.06 | | 11.72 | | 18.51 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.38 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.25 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.009 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.48 | 0.014 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.45 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-6 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 7 | 19 | | | 6 | 17 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 26 | 68 | | | 20 | 51 | | | 18 | 46 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 144 | | | 43 | 107 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 162.6 | 16.3 | 64 | 158 | 132.3 | 13.2 | 51 | 127 | 116.3 | 11.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 115 | 283 | | | 73 | 180 | | | 67 | 166 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 124 | 305 | 298.5 | 19.9 | 96 | 237 | 241.3 | 16.1 | 73 | 180 | 182.7 | 12.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 135 | 332 | | | 112 | 276 | | | 80 | 198 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 158 | 388 | | | 134 | 329 | | | 84 | 207 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 162 | 398 | | | 147 | 361 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 173 | 424 | | | 152 | 373 | | | 101 | 249 | | |

Henry Rivadeneyra Obiticus
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

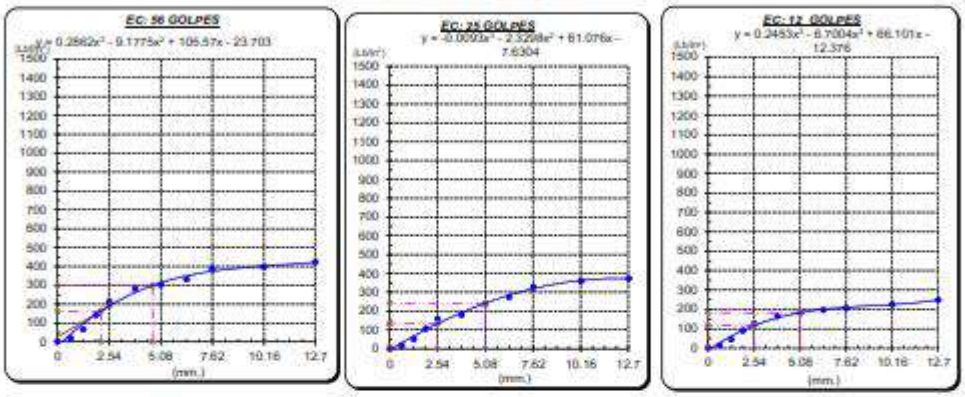



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.960 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.862 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 15.35 % | |

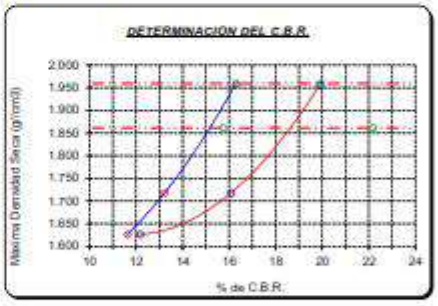
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 16 | % | 20 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 | % | 22 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruddenclaw Obiticos
Téc. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-1 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

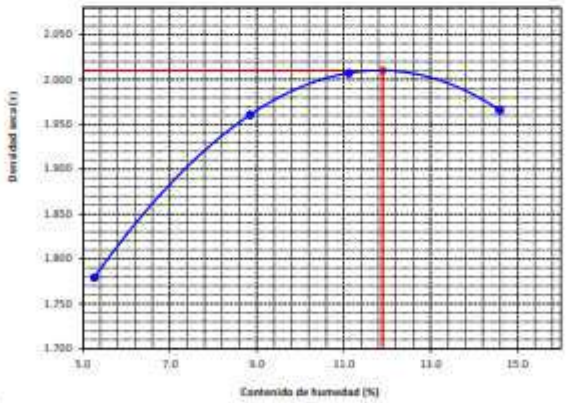
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Téc. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-1 23%N/RL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12844 | | 13050 | | 13110 | | 13410 | | 12458 | | 12790 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4550 | | 4756 | | 4306 | | 4606 | | 3744 | | 4076 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.252 | | 2.354 | | 2.039 | | 2.181 | | 1.764 | | 1.921 | |
| % de humedad | 9.48 | | 14.10 | | 9.73 | | 16.83 | | 8.37 | | 17.38 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.057 | | 2.063 | | 1.858 | | 1.867 | | 1.628 | | 1.636 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 71.0 | 71.0 | 4756 | 4756 | 136.5 | 136.5 | 4606 | 4606 | 64.5 | 64.5 | 4076.0 | 4076.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 66.4 | 66.4 | 4550 | 4550 | 128.5 | 128.5 | 4306 | 4306 | 61.6 | 61.6 | 3744.0 | 3744.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 4.6 | 4.6 | 206.0 | 206.0 | 8.0 | 8.0 | 300.0 | 300.0 | 2.9 | 2.9 | 332.0 | 332.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 17.88 | 17.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.08 | 27.08 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 48.5 | 48.5 | 4458.3 | 4458.3 | 82.2 | 82.2 | 4227.5 | 4227.5 | 34.5 | 34.5 | 3684.0 | 3684.0 |
| % de humedad | 9.48 | 9.48 | 14.10 | 14.10 | 9.73 | 9.73 | 16.83 | 16.83 | 8.37 | 8.37 | 17.38 | 17.38 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.48 | | 14.10 | | 9.73 | | 16.83 | | 8.37 | | 17.38 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.3 | 0.008 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.4 | 0.010 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.5 | 0.023 | | 0.92 | 0.023 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.50 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 18 | 46 | | | 10 | 27 | | | 2 | 7 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 23 | 58 | | | 5 | 15 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 144 | | | 42 | 105 | | | 10 | 27 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 78 | 193 | 179.9 | 18.0 | 68 | 168 | 141.8 | 14.2 | 24 | 61 | 76.1 | 7.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 117 | 288 | | | 96 | 237 | | | 58 | 144 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 140 | 366 | 351.5 | 23.4 | 102 | 251 | 284.9 | 19.0 | 83 | 205 | 183.1 | 12.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 138 | 334 | | | 106 | 246 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 213 | 522 | | | 176 | 432 | | | 114 | 280 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 290 | 710 | | | 215 | 527 | | | 141 | 346 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 375 | 919 | | | 236 | 578 | | | 168 | 412 | | |

Henry Rivadeneyra Ojeda
Ing. Laboratorista USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

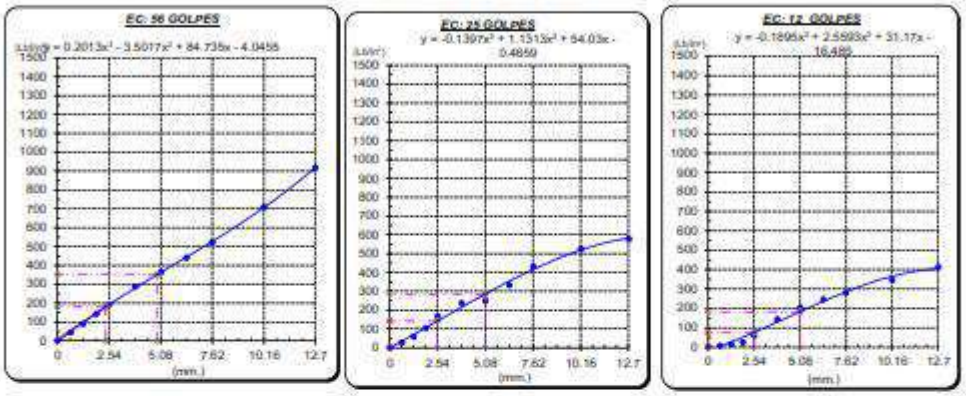
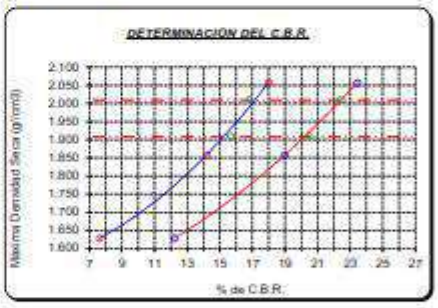



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

| DATOS DEL PROCTOR | | VALOR DEL C.B.R. | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.010 g./cm³ | | | | | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.910 g./cm³ | C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 17 | % | 22 | % |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.90 % | C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 16 | % | 21 | % |




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-1 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

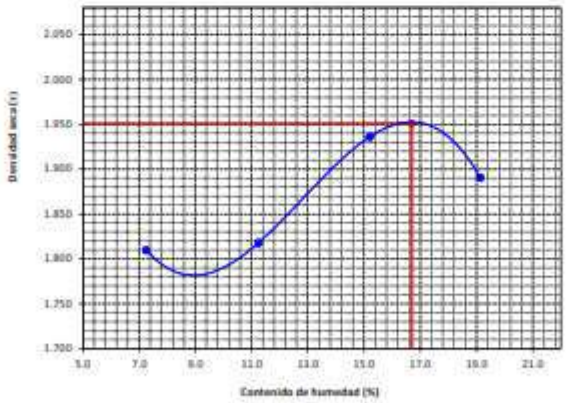
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-1 27%N/RL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12652 | | 12932 | | 12690 | | 13596 | | 12416 | | 12778 | |
| Peso de molde (g) | 8354 | | 8354 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4298 | | 4578 | | 4086 | | 4786 | | 3702 | | 4064 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.128 | | 2.266 | | 1.935 | | 2.266 | | 1.745 | | 1.915 | |
| % de humedad | 8.82 | | 15.47 | | 12.59 | | 30.01 | | 7.82 | | 17.75 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.956 | | 1.963 | | 1.719 | | 1.743 | | 1.618 | | 1.626 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 91.4 | 91.4 | 4578 | 4578 | 256.5 | 256.5 | 4786 | 4786 | 70.2 | 70.2 | 4064.0 | 4064.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 86.1 | 86.1 | 4295 | 4295 | 233.0 | 233.0 | 4086 | 4086 | 66.4 | 66.4 | 3702.0 | 3702.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 5.3 | 5.3 | 280.0 | 280.0 | 23.5 | 23.5 | 700.0 | 700.0 | 3.8 | 3.8 | 362.0 | 362.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.91 | 25.91 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 60.2 | 60.2 | 4215.6 | 4215.6 | 186.7 | 186.7 | 4017.0 | 4017.0 | 48.6 | 48.6 | 3643.1 | 3643.1 |
| % de humedad | 8.82 | 8.82 | 15.47 | 15.47 | 12.59 | 12.59 | 30.01 | 30.01 | 7.82 | 7.82 | 17.75 | 17.75 |
| Promedio de Humedad (%) | 8.82 | | 15.47 | | 12.59 | | 30.01 | | 7.82 | | 17.75 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.25 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.45 | 0.011 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.8 | 0.020 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.45 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 7 | 19 | | | 6 | 17 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 25 | 63 | | | 20 | 51 | | | 19 | 49 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 40 | 100 | | | 39 | 97 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 71 | 176 | 218.2 | 21.8 | 62 | 154 | 151.3 | 15.1 | 59 | 146 | 136.4 | 13.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 130 | 319 | | | 105 | 258 | | | 90 | 222 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 173 | 424 | 431.7 | 28.8 | 135 | 332 | 339.6 | 22.6 | 100 | 246 | 253.3 | 16.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 200 | 490 | | | 180 | 441 | | | 120 | 295 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 250 | 612 | | | 210 | 515 | | | 141 | 346 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 287 | 702 | | | 252 | 617 | | | 168 | 412 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 330 | 807 | | | 268 | 656 | | | 192 | 471 | | |

Henry Rondoy Cayo Obiñas
Téc. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

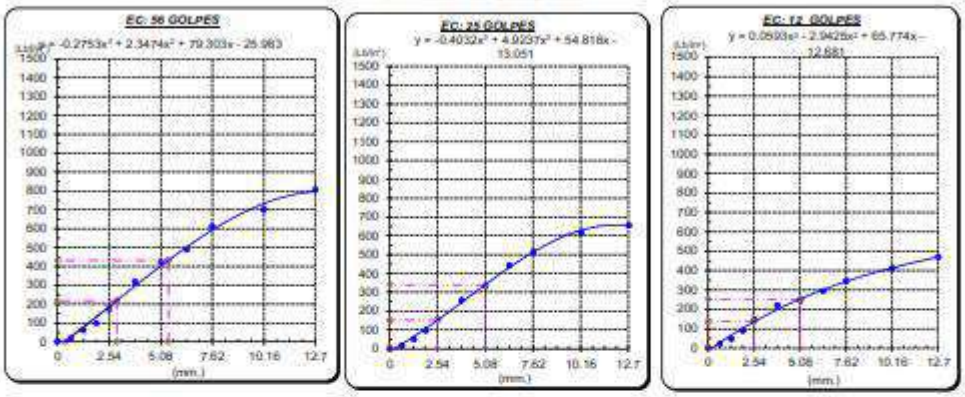



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

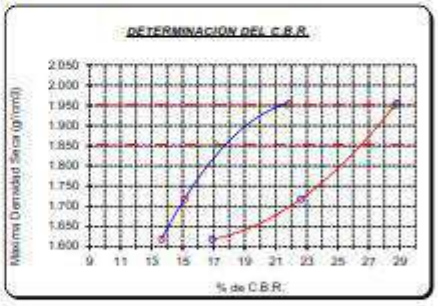
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 22 | % | 29 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 17 | % | 30 | % |




Henry Ruadeneyra Ojeda
Ing. Geógrafo
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-1 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

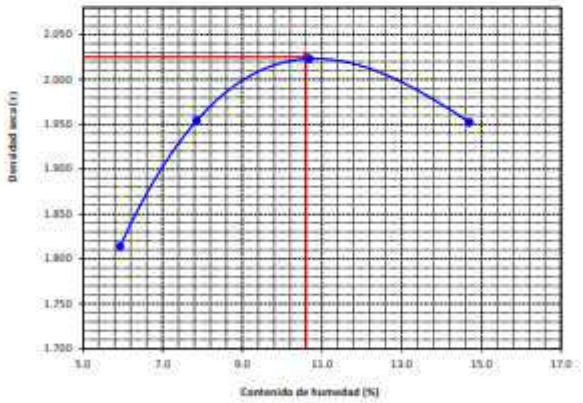
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5590 | 5760 | 5880 | 5880 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1752 | 1922 | 2042 | 2042 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.921 | 2.108 | 2.239 | 2.239 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 30.54 | 30.62 | 26.31 | 26.31 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 29.74 | 29.56 | 24.48 | 23.88 |
| Peso de tara | g | 16.25 | 16.07 | 7.35 | 7.35 |
| Peso de agua | g | 0.8 | 1.06 | 1.83 | 2.43 |
| Peso de suelo seco | g | 13.49 | 13.49 | 17.13 | 16.53 |
| Contenido de agua | % | 5.9 | 7.9 | 10.7 | 14.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.814 | 1.954 | 2.023 | 1.952 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 2.025 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.60 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-1 32%N/RL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-5 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12744 | | 13032 | | 12990 | | 13290 | | 12506 | | 12806 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4450 | | 4738 | | 4186 | | 4486 | | 3792 | | 4092 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.203 | | 2.346 | | 1.982 | | 2.124 | | 1.787 | | 1.928 | |
| % de humedad | 7.82 | | 14.42 | | 10.03 | | 17.33 | | 10.77 | | 18.81 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.043 | | 2.050 | | 1.801 | | 1.810 | | 1.613 | | 1.623 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 45.4 | 45.4 | 4738 | 4738 | 185.6 | 185.6 | 4486 | 4486 | 59.1 | 59.1 | 4092.0 | 4092.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 44.0 | 44.0 | 4450 | 4450 | 172.9 | 172.9 | 4186 | 4186 | 56.0 | 56.0 | 3792.0 | 3792.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 1.4 | 1.4 | 288.0 | 288.0 | 12.7 | 12.7 | 300.0 | 300.0 | 3.0 | 3.0 | 300.0 | 300.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.58 | 25.58 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.8 | 27.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 18.4 | 18.4 | 4360.9 | 4360.9 | 126.8 | 126.8 | 4111.9 | 4111.9 | 28.2 | 28.2 | 3731.8 | 3731.8 |
| % de humedad | 7.82 | 7.82 | 14.42 | 14.42 | 10.03 | 10.03 | 17.33 | 17.33 | 10.77 | 10.77 | 18.81 | 18.81 |
| Promedio de Humedad (%) | 7.82 | | 14.42 | | 10.03 | | 17.33 | | 10.77 | | 18.81 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.009 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.48 | 0.014 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.45 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-5 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-5 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-5 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-5 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 14 | 36 | | | 12 | 32 | | | 31 | 84 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 36 | 95 | | | 42 | 105 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 66 | 163 | | | 64 | 158 | | | 60 | 149 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 101 | 249 | 250.3 | 25.0 | 86 | 212 | 217.5 | 21.7 | 78 | 193 | 187.5 | 18.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 160 | 393 | | | 124 | 305 | | | 105 | 258 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 203 | 497 | 470.7 | 31.4 | 186 | 456 | 419.5 | 28.0 | 130 | 319 | 323.1 | 21.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 233 | 571 | | | 215 | 527 | | | 153 | 376 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 259 | 634 | | | 223 | 546 | | | 175 | 429 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 310 | 758 | | | 275 | 673 | | | 213 | 522 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 370 | 904 | | | 290 | 710 | | | 259 | 612 | | |

Revisado Obligas Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

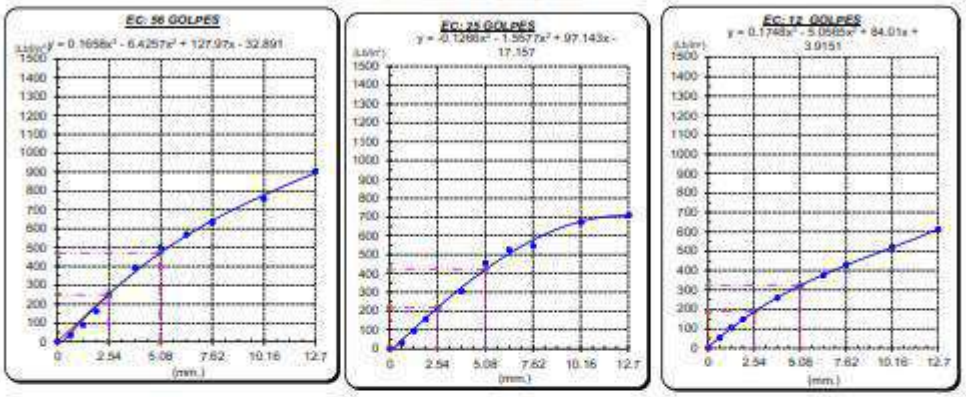



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 2.025 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.924 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.60 % | |

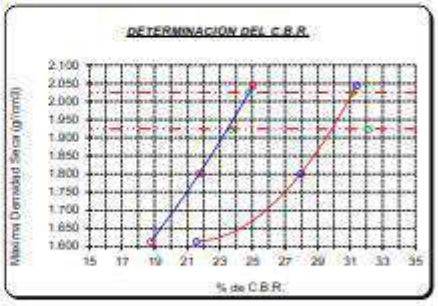
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 25 | % | 31 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 24 | % | 32 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-2 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

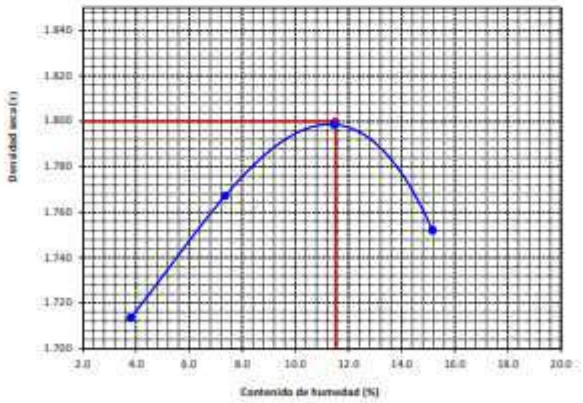
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5568 | 5666 | 5678 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1730 | 1828 | 1840 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.897 | 2.005 | 2.018 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 66.68 | 56.85 | 57.05 | 95.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.90 | 54.18 | 53.04 | 87.70 |
| Peso de tara | g | 18.10 | 17.87 | 18.03 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 1.78 | 2.67 | 4.01 | 7.9 |
| Peso de suelo seco | g | 46.8 | 36.31 | 35.01 | 52.1 |
| Contenido de agua | % | 3.8 | 7.4 | 11.5 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.800** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.50** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-01**
MUESTRA: **M-2 18%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12808 | | 13126 | | 12820 | | 13190 | | 12710 | | 12842 | |
| Peso de molde (g) | 8552 | | 8552 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4256 | | 4574 | | 4016 | | 4386 | | 3996 | | 4128 | |
| Volumen del molde (cc) | 2122 | | 2112 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.015 | | 2.166 | | 1.902 | | 2.077 | | 1.883 | | 1.945 | |
| % de humedad | 11.44 | | 19.05 | | 10.53 | | 19.90 | | 13.89 | | 17.24 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.808 | | 1.819 | | 1.720 | | 1.732 | | 1.654 | | 1.659 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 110.4 | 110.4 | 4574 | 4574 | 156.5 | 156.5 | 4386 | 4386 | 76.9 | 76.9 | 4128.0 | 4128.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 102.0 | 102.0 | 4256 | 4256 | 146.0 | 146.0 | 4016 | 4016 | 71.0 | 71.0 | 3996.0 | 3996.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.4 | 8.4 | 318.0 | 318.0 | 10.5 | 10.5 | 370.0 | 370.0 | 5.9 | 5.9 | 132.0 | 132.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 73.6 | 73.6 | 4180.4 | 4180.4 | 99.7 | 99.7 | 3948.1 | 3948.1 | 42.6 | 42.6 | 3931.0 | 3931.0 |
| % de humedad | 11.44 | 11.44 | 19.05 | 19.05 | 10.53 | 10.53 | 19.90 | 19.90 | 13.89 | 13.89 | 17.24 | 17.24 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.44 | | 19.05 | | 10.53 | | 19.90 | | 13.89 | | 17.24 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.1 | 0.003 | | 0.15 | 0.004 | | 0.38 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.15 | 0.004 | | 0.25 | 0.007 | | 0.37 | 0.009 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.18 | 0.004 | | 0.3 | 0.008 | | 0.38 | 0.010 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.2 | 0.005 | | 0.35 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | |
| | | | 4.57 | total | 0.11 | 4.57 | total | 0.19 | 4.57 | total | 0.21 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 17 | 44 | | | 12 | 32 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 76 | 193 | | | 43 | 107 | | | 23 | 58 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 115 | 283 | | | 63 | 156 | | | 37 | 93 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 146 | 358 | 249.9 | 25.0 | 84 | 207 | 188.0 | 18.8 | 48 | 119 | 134.3 | 11.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 162 | 398 | | | 97 | 239 | | | 59 | 146 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 179 | 439 | 482.4 | 32.2 | 102 | 251 | 298.6 | 19.9 | 75 | 185 | 186.0 | 12.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 184 | 451 | | | 115 | 283 | | | 88 | 216 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 191 | 468 | | | 126 | 310 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 204 | 500 | | | 139 | 341 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 212 | 519 | | | 142 | 349 | | | 115 | 283 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emision : Chiclayo, Diciembre 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***

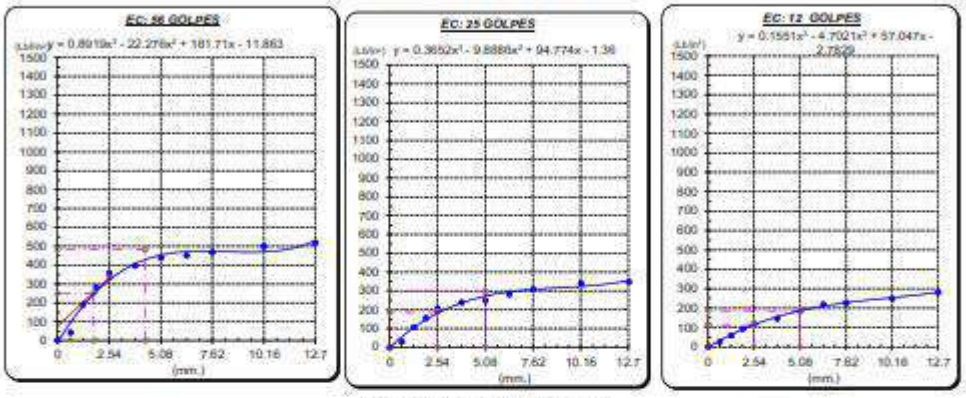



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.800 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.710 g./cm³ | |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.50 % | |

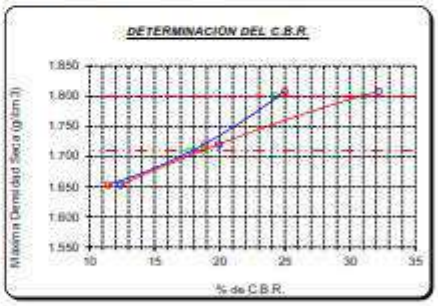
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 24 | % | 31 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 18 | % | 19 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Ruaderos Obtcus
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-2 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

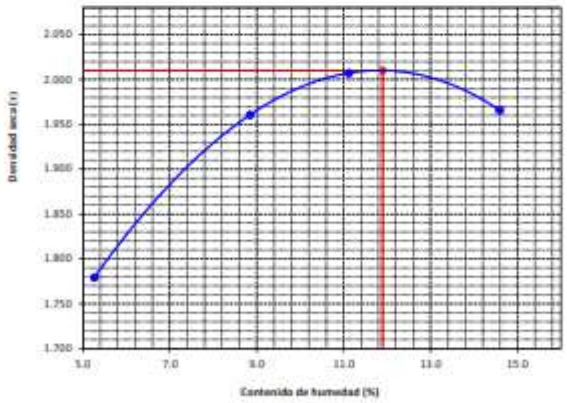
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-2 23%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-6 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12826 | | 12972 | | 13290 | | 13598 | | 12364 | | 12734 | |
| Peso de molde (g) | 7964 | | 7964 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4862 | | 5008 | | 4486 | | 4786 | | 3650 | | 4020 | |
| Volumen del molde (cc) | 2145 | | 2145 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.267 | | 2.335 | | 2.124 | | 2.266 | | 1.720 | | 1.894 | |
| % de humedad | 12.24 | | 15.31 | | 12.20 | | 19.02 | | 11.19 | | 21.48 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.019 | | 2.025 | | 1.893 | | 1.904 | | 1.547 | | 1.559 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 88.2 | 88.2 | 5008 | 5008 | 126.3 | 126.3 | 4786 | 4786 | 81.4 | 81.4 | 4020.0 | 4020.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 81.7 | 81.7 | 4662 | 4662 | 117.6 | 117.6 | 4486 | 4486 | 76.1 | 76.1 | 3650.0 | 3650.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 6.5 | 6.5 | 146.0 | 146.0 | 8.7 | 8.7 | 300.0 | 300.0 | 5.3 | 5.3 | 370.0 | 370.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 53.3 | 53.3 | 4765.8 | 4765.8 | 71.3 | 71.3 | 4402.7 | 4402.7 | 47.7 | 47.7 | 3594.4 | 3594.4 |
| % de humedad | 12.24 | 12.24 | 15.31 | 15.31 | 12.20 | 12.20 | 19.02 | 19.02 | 11.19 | 11.19 | 21.48 | 21.48 |
| Promedio de Humedad (%) | 12.24 | | 15.31 | | 12.20 | | 19.02 | | 11.19 | | 21.48 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.25 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.42 | 0.011 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.56 | 0.014 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.82 | 0.021 | | 0.96 | 0.024 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.45 | 4.57 | total | 0.53 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-6 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 20 | 51 | | | 15 | 39 | | | 12 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 51 | 127 | | | 36 | 90 | | | 23 | 58 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 95 | 234 | | | 75 | 185 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 145 | 356 | 389.3 | 38.9 | 105 | 258 | 282.6 | 28.3 | 46 | 115 | 111.3 | 11.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 240 | 588 | | | 176 | 432 | | | 61 | 151 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 315 | 770 | 737.6 | 49.2 | 243 | 595 | 556.8 | 37.1 | 75 | 185 | 186.9 | 12.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 364 | 890 | | | 286 | 700 | | | 88 | 217 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 404 | 987 | | | 312 | 763 | | | 98 | 241 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 469 | 1146 | | | 346 | 846 | | | 119 | 293 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 534 | 1304 | | | 389 | 951 | | | 142 | 349 | | |

Henry Rivadeneyra Ojeda
Ing. Laboratorista
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

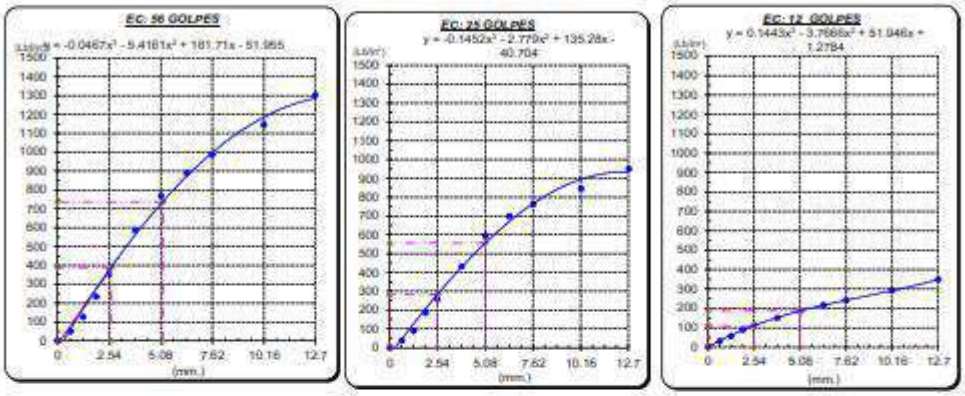



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.010 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.910 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.90 % |

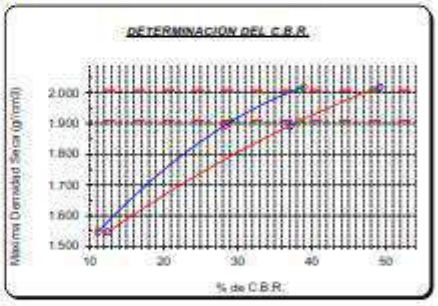
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 38 % | 48 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 29 % | 38 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-2 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

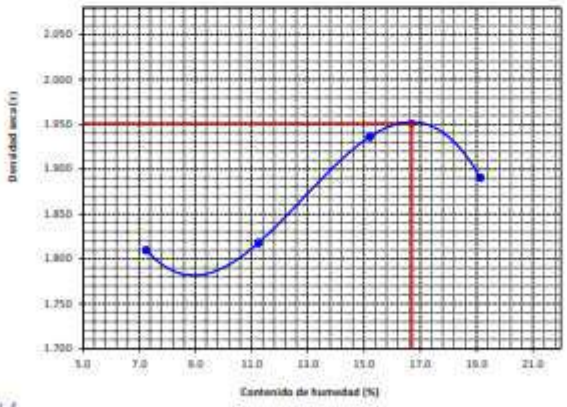
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rinaldo Cerna Chilón
Téc. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-2 27%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12646 | | 12916 | | 13010 | | 13196 | | 12254 | | 12710 | |
| Peso de molde (g) | 8034 | | 8034 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4612 | | 4882 | | 4206 | | 4386 | | 3540 | | 3996 | |
| Volumen del molde (cc) | 2140 | | 2140 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.155 | | 2.281 | | 1.991 | | 2.077 | | 1.668 | | 1.883 | |
| % de humedad | 10.17 | | 16.14 | | 10.37 | | 14.72 | | 8.15 | | 21.23 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.956 | | 1.964 | | 1.804 | | 1.810 | | 1.543 | | 1.553 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 66.3 | 66.3 | 4882 | 4882 | 176.2 | 176.2 | 4386 | 4386 | 72.6 | 72.6 | 3996.0 | 3996.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 62.8 | 62.8 | 4612 | 4612 | 164.0 | 164.0 | 4206 | 4206 | 69.3 | 69.3 | 3540.0 | 3540.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.5 | 3.5 | 270.0 | 270.0 | 12.2 | 12.2 | 180.0 | 180.0 | 3.3 | 3.3 | 456.0 | 456.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 34.4 | 34.4 | 4623.5 | 4623.5 | 117.7 | 117.7 | 4131.5 | 4131.5 | 40.9 | 40.9 | 3486.2 | 3486.2 |
| % de humedad | 10.17 | 10.17 | 16.14 | 16.14 | 10.37 | 10.37 | 14.72 | 14.72 | 8.15 | 8.15 | 21.23 | 21.23 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.17 | | 16.14 | | 10.37 | | 14.72 | | 8.15 | | 21.23 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.25 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.009 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.56 | 0.014 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.45 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 5 | 15 | | | 8 | 22 | | | 3 | 10 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 11 | 29 | | | 10 | 27 | | | 8 | 22 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 29 | 73 | | | 18 | 46 | | | 13 | 34 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 56 | 144 | 217.3 | 21.7 | 56 | 139 | 114.0 | 11.4 | 20 | 51 | 53.4 | 5.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 126 | 310 | | | 78 | 193 | | | 33 | 85 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 176 | 432 | 427.2 | 28.5 | 93 | 229 | 226.6 | 15.8 | 44 | 110 | 104.8 | 7.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 209 | 512 | | | 124 | 305 | | | 53 | 132 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 230 | 563 | | | 140 | 344 | | | 60 | 149 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 279 | 683 | | | 168 | 412 | | | 76 | 188 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 340 | 831 | | | 196 | 480 | | | 95 | 234 | | |

Henry Rosadenciaro Cribillas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

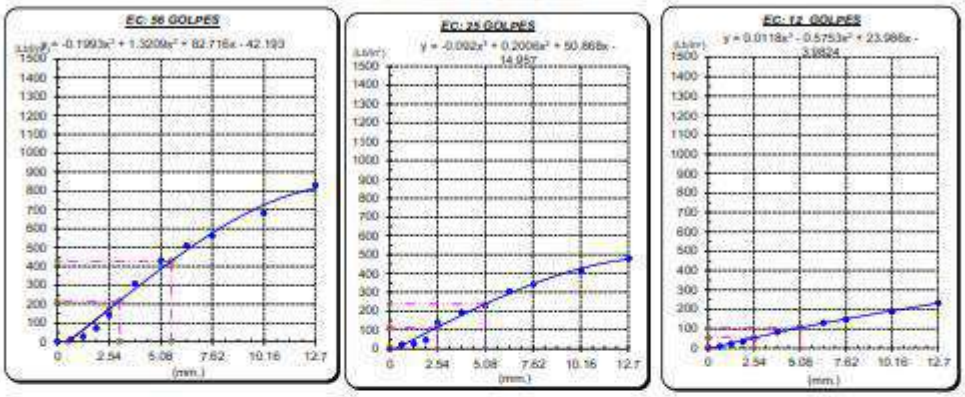



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % | |

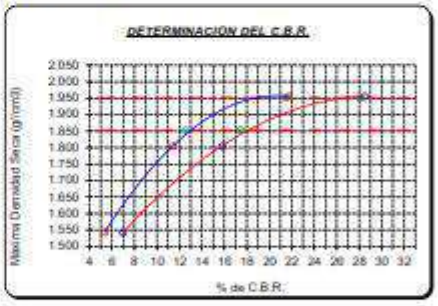
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 22 | % | 28 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 13 | % | 17 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Obiria
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-2 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

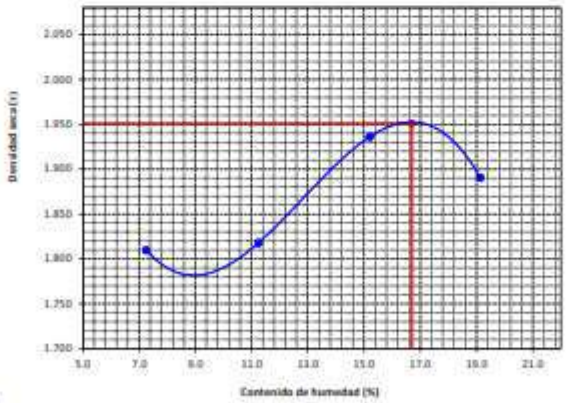
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ordinola
Ing. Laboratorista USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-2 27%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12384 | | 12652 | | 12890 | | 13190 | | 12202 | | 12666 | |
| Peso de molde (g) | 7994 | | 7994 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4390 | | 4658 | | 4086 | | 4386 | | 3488 | | 3952 | |
| Volumen del molde (cc) | 2121 | | 2121 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.070 | | 2.290 | | 1.936 | | 2.077 | | 1.644 | | 1.862 | |
| % de humedad | 7.00 | | 17.86 | | 7.16 | | 14.63 | | 7.13 | | 20.84 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.934 | | 1.943 | | 1.806 | | 1.812 | | 1.534 | | 1.544 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 75.7 | 75.7 | 4656 | 4658 | 152.6 | 152.6 | 4386 | 4386 | 93.6 | 93.6 | 3952.0 | 3952.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 72.6 | 72.6 | 4300 | 4300 | 145.5 | 145.5 | 4086 | 4086 | 89.2 | 89.2 | 3488.0 | 3488.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.1 | 3.1 | 468.0 | 468.0 | 7.1 | 7.1 | 300.0 | 300.0 | 4.3 | 4.3 | 464.0 | 464.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 44.2 | 44.2 | 4306.7 | 4306.7 | 99.2 | 99.2 | 4013.5 | 4013.5 | 60.8 | 60.8 | 3435.3 | 3435.3 |
| % de humedad | 7.00 | 7.00 | 17.86 | 17.86 | 7.16 | 7.16 | 14.63 | 14.63 | 7.13 | 7.13 | 20.84 | 20.84 |
| Promedio de Humedad (%) | 7.00 | | 17.86 | | 7.16 | | 14.63 | | 7.13 | | 20.84 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.45 | 0.011 | | 0.26 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.56 | 0.014 | | 0.45 | 0.012 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.68 | 0.017 | | 0.78 | 0.020 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.37 | 4.57 | total | 0.43 | 4.57 | total | 0.45 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 4 | 12 | | | 2 | 7 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 12 | 32 | | | 9 | 24 | | | 7 | 19 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 19 | 49 | | | 17 | 44 | | | 15 | 39 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 32 | 80 | 73.0 | 7.3 | 27 | 68 | 63.4 | 6.3 | 25 | 63 | 60.1 | 6.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 46 | 115 | | | 39 | 97 | | | 36 | 90 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 60 | 149 | 137.8 | 9.2 | 52 | 129 | 123.4 | 8.2 | 49 | 122 | 116.2 | 7.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 67 | 166 | | | 60 | 149 | | | 58 | 144 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 78 | 193 | | | 68 | 168 | | | 66 | 163 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 93 | 229 | | | 91 | 224 | | | 82 | 202 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 115 | 283 | | | 105 | 258 | | | 99 | 244 | | |

Heriy Ruadencyne Obiizas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

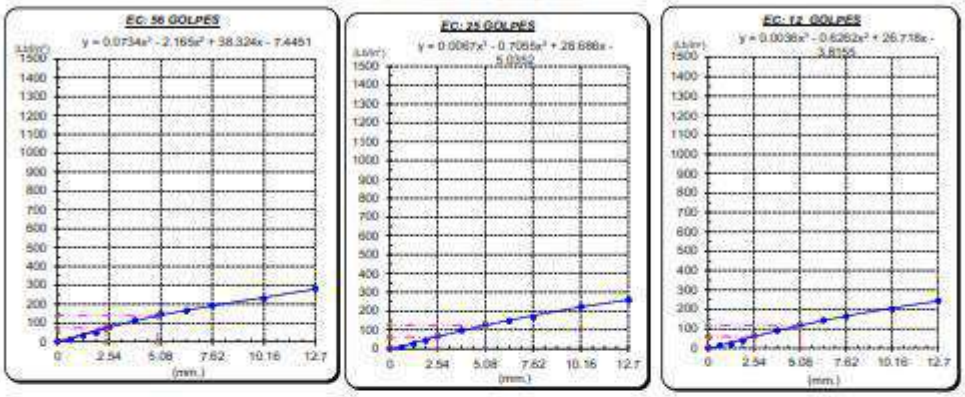



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

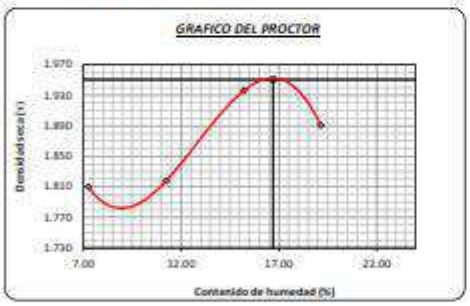
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % |

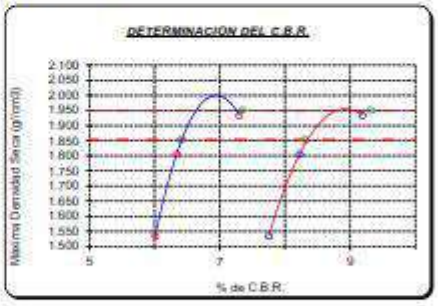
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 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 % | 8 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-3 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

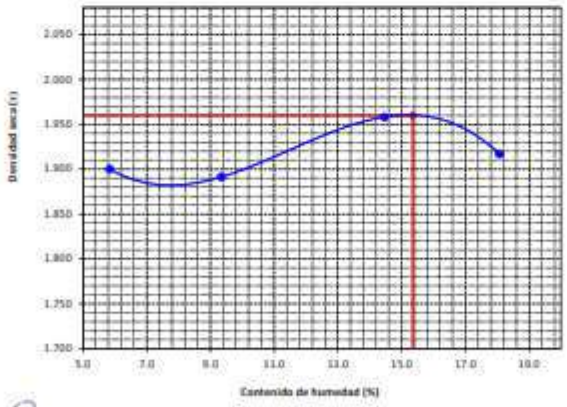
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 85.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 9.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 18.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.960** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **15.35** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Jefe Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-3 18%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 13256 | | 13510 | | 13350 | | 13598 | | 12384 | | 12622 | |
| Peso de molde (g) | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4452 | | 4816 | | 4546 | | 4786 | | 3670 | | 3908 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.256 | | 2.384 | | 2.152 | | 2.266 | | 1.730 | | 1.842 | |
| % de humedad | 15.05 | | 20.73 | | 15.69 | | 21.06 | | 15.87 | | 22.45 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.960 | | 1.975 | | 1.861 | | 1.872 | | 1.493 | | 1.504 | |

| HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 82.7 | 82.7 | 4816 | 4816 | 256.5 | 256.5 | 4786 | 4786 | 75.8 | 75.8 | 3908.0 | 3908.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 75.6 | 75.6 | 4562 | 4562 | 228.0 | 228.0 | 4546 | 4546 | 70.2 | 70.2 | 3670.0 | 3670.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.1 | 7.1 | 254.0 | 254.0 | 28.5 | 28.5 | 240.0 | 240.0 | 5.6 | 5.6 | 238.0 | 238.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 47.2 | 47.2 | 4474.2 | 4474.2 | 181.7 | 181.7 | 4463.0 | 4463.0 | 41.8 | 41.8 | 3616.0 | 3616.0 |
| % de humedad | 15.05 | 15.05 | 20.73 | 20.73 | 15.69 | 15.69 | 21.06 | 21.06 | 15.87 | 15.87 | 22.45 | 22.45 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.05 | | 20.73 | | 15.69 | | 21.06 | | 15.87 | | 22.45 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 17/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/11/2024 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 19/11/2024 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 20/11/2024 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.009 | | 0.75 | 0.019 | |
| 21/11/2024 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.56 | 0.014 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.45 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 7 | 19 | | | 5 | 15 | | | 4 | 12 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 22 | 56 | | | 18 | 46 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 63 | 156 | | | 35 | 88 | | | 23 | 58 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 95 | 234 | 171.4 | 17.1 | 75 | 188 | 149.2 | 14.9 | 48 | 119 | 106.3 | 10.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 101 | 249 | | | 92 | 227 | | | 69 | 171 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 136 | 334 | 319.3 | 21.3 | 101 | 249 | 261.1 | 17.4 | 72 | 178 | 184.9 | 12.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 146 | 358 | | | 121 | 298 | | | 88 | 219 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 178 | 437 | | | 136 | 334 | | | 93 | 229 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 198 | 485 | | | 147 | 361 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 160 | 393 | | | 115 | 283 | | |

Revisó: Bachiller Obiza Leandro USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

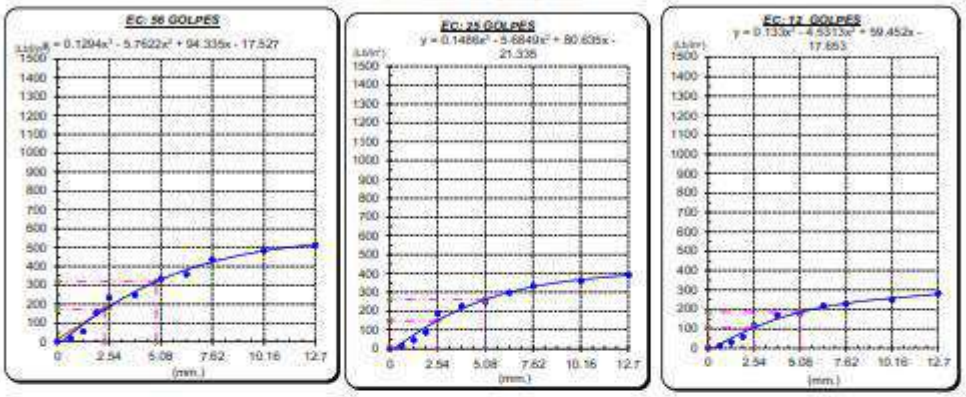



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.960 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.862 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.35 % | |

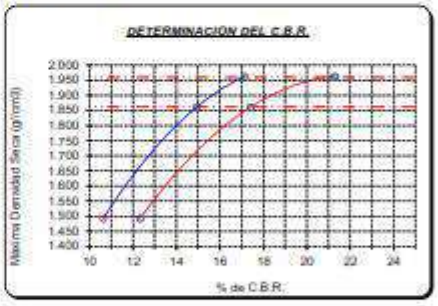
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 17 % | 21 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 % | 17 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-3 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

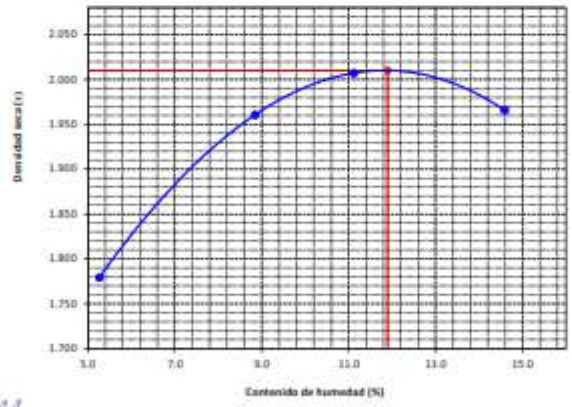
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruadeveyra Olivera
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-3 23%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12746 | | 12983 | | 13290 | | 13598 | | 12525 | | 12784 | |
| Peso de molde (g) | 7964 | | 7964 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4782 | | 5019 | | 4486 | | 4786 | | 3811 | | 4070 | |
| Volumen del molde (cc) | 2145 | | 2145 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.229 | | 2.340 | | 2.124 | | 2.266 | | 1.796 | | 1.918 | |
| % de humedad | 9.55 | | 14.60 | | 12.20 | | 19.02 | | 10.35 | | 17.25 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.036 | | 2.042 | | 1.893 | | 1.904 | | 1.628 | | 1.636 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 69.0 | 69.0 | 5019 | 5019 | 126.3 | 126.3 | 4786 | 4786 | 70.6 | 70.6 | 4070.0 | 4070.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 65.5 | 65.5 | 4782 | 4782 | 117.6 | 117.6 | 4486 | 4486 | 66.7 | 66.7 | 3811.0 | 3811.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.5 | 3.5 | 237.0 | 237.0 | 8.7 | 8.7 | 300.0 | 300.0 | 4.0 | 4.0 | 259.0 | 259.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 37.1 | 37.1 | 4688.6 | 4688.6 | 71.3 | 71.3 | 4402.7 | 4402.7 | 38.3 | 38.3 | 3750.0 | 3750.0 |
| % de humedad | 9.55 | 9.55 | 14.60 | 14.60 | 12.20 | 12.20 | 19.02 | 19.02 | 10.35 | 10.35 | 17.25 | 17.25 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.55 | | 14.60 | | 12.20 | | 19.02 | | 10.35 | | 17.25 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 30/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.25 | 0.006 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.42 | 0.011 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.56 | 0.014 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.82 | 0.021 | | 0.96 | 0.024 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.45 | 4.57 | total | 0.53 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 27 | 68 | | | 21 | 54 | | | 13 | 34 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 50 | 124 | | | 36 | 90 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 75 | 185 | 260.1 | 26.0 | 62 | 154 | 162.6 | 16.3 | 38 | 95 | 111.3 | 11.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 145 | 356 | | | 98 | 241 | | | 79 | 195 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 215 | 527 | 521.8 | 34.8 | 142 | 349 | 330.2 | 22.0 | 118 | 290 | 186.9 | 12.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 265 | 649 | | | 180 | 441 | | | 148 | 363 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 278 | 680 | | | 196 | 480 | | | 171 | 419 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 335 | 868 | | | 215 | 527 | | | 205 | 502 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 395 | 965 | | | 268 | 656 | | | 235 | 575 | | |

Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

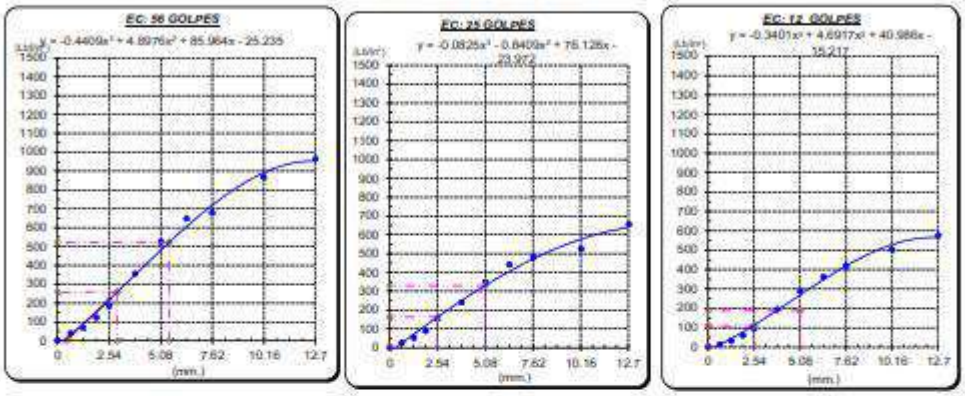



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.010 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.910 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.90 % |

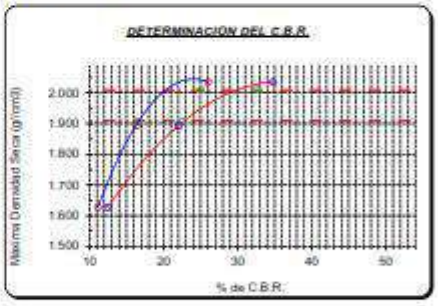
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 25 % | 33 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 17 % | 23 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-3 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

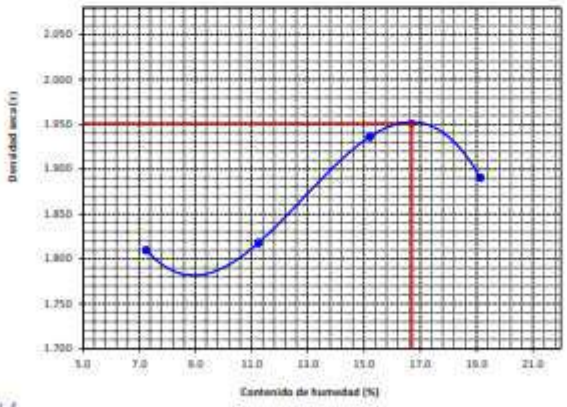
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rinaldo Cerna Chilón
Téc. Laboratorio USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-3 27%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12576 | | 12944 | | 13010 | | 13196 | | 12250 | | 12694 | |
| Peso de molde (g) | 8034 | | 8034 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4542 | | 4910 | | 4206 | | 4386 | | 3536 | | 3980 | |
| Volumen del molde (cc) | 2140 | | 2140 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.122 | | 2.294 | | 1.991 | | 2.077 | | 1.666 | | 1.876 | |
| % de humedad | 6.30 | | 14.56 | | 10.37 | | 14.72 | | 9.40 | | 22.15 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.997 | | 2.003 | | 1.804 | | 1.810 | | 1.523 | | 1.536 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 80.7 | 80.7 | 4910 | 4910 | 176.2 | 176.2 | 4386 | 4386 | 84.7 | 84.7 | 3980.0 | 3980.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 77.6 | 77.6 | 4542 | 4542 | 164.0 | 164.0 | 4206 | 4206 | 79.9 | 79.9 | 3536.0 | 3536.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 3.1 | 3.1 | 368.0 | 368.0 | 12.2 | 12.2 | 180.0 | 180.0 | 4.8 | 4.8 | 444.0 | 444.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 49.2 | 49.2 | 4453.1 | 4453.1 | 117.7 | 117.7 | 4131.5 | 4131.5 | 51.5 | 51.5 | 3482.9 | 3482.9 |
| % de humedad | 6.30 | 6.30 | 14.56 | 14.56 | 10.37 | 10.37 | 14.72 | 14.72 | 9.40 | 9.40 | 22.15 | 22.15 |
| Promedio de Humedad (%) | 6.30 | | 14.56 | | 10.37 | | 14.72 | | 9.40 | | 22.15 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | A-8 DIAL | A-8 EXPANSIÓN Pulg | A-8 EXPANSIÓN % | A-3 DIAL | A-3 EXPANSIÓN Pulg | A-3 EXPANSIÓN % | A-4 DIAL | A-4 EXPANSIÓN Pulg | A-4 EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.38 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.009 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.55 | 0.014 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.31 | 4.57 | total | 0.45 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-8 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 4 | 12 | | | 8 | 22 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 7 | 19 | | | 10 | 27 | | | 8 | 22 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 14 | 36 | | | 18 | 46 | | | 12 | 32 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 25 | 63 | 217.3 | 21.7 | 56 | 139 | 114.0 | 11.4 | 18 | 46 | 33.4 | 5.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 60 | 149 | | | 75 | 193 | | | 31 | 78 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 91 | 224 | 427.2 | 28.5 | 93 | 229 | 236.6 | 15.8 | 42 | 105 | 104.8 | 7.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 124 | 305 | | | 124 | 305 | | | 51 | 127 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 153 | 376 | | | 140 | 344 | | | 59 | 146 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 205 | 502 | | | 168 | 412 | | | 75 | 185 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 240 | 588 | | | 196 | 480 | | | 89 | 219 | | |

Henry Rinaldo Cruzado Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

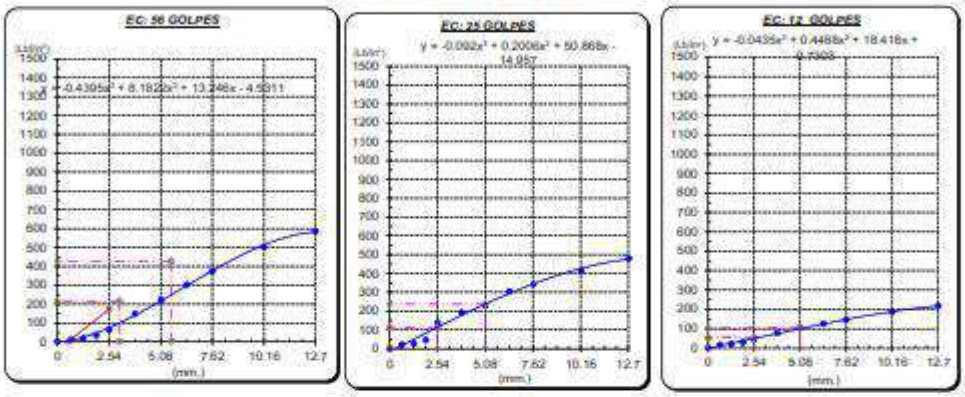



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.951 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.853 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 16.70 % | |

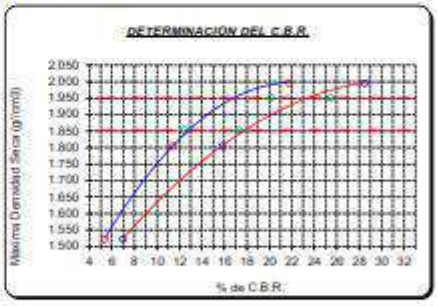
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 20 % | 25 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 12 % | 17 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-3 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

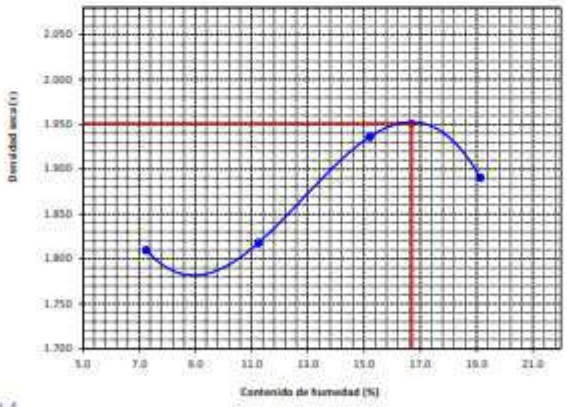
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-3 32%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-12 | | | | A-3 | | | | A-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 | 13646 | | 13758 | | 13390 | | 13498 | | 12454 | | 12526 | |
| Peso de molde (g) | 8806 | | 8806 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4840 | | 4952 | | 4586 | | 4694 | | 3650 | | 3722 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2112 | | 2112 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.286 | | 2.339 | | 2.171 | | 2.219 | | 1.728 | | 1.762 | |
| % de humedad | 16.51 | | 16.87 | | 17.03 | | 19.25 | | 17.09 | | 19.09 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.961 | | 1.967 | | 1.855 | | 1.861 | | 1.476 | | 1.480 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 162.5 | 162.5 | 4952 | 4952 | 169.9 | 169.9 | 4686 | 4686 | 156.5 | 156.5 | 3722.0 | 3722.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 143.5 | 143.5 | 4640 | 4640 | 169.0 | 169.0 | 4586 | 4586 | 137.8 | 137.8 | 3650.0 | 3650.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 19.0 | 19.0 | 112.0 | 112.0 | 20.9 | 20.9 | 100.0 | 100.0 | 18.7 | 18.7 | 72.0 | 72.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 115.1 | 115.1 | 4746.9 | 4746.9 | 122.7 | 122.7 | 4502.5 | 4502.5 | 109.4 | 109.4 | 3596.9 | 3596.9 |
| % de humedad | 16.51 | 16.51 | 18.87 | 18.87 | 17.03 | 17.03 | 19.25 | 19.25 | 17.09 | 17.09 | 19.09 | 19.09 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.51 | | 18.87 | | 17.03 | | 19.25 | | 17.09 | | 19.09 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/05/2023** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.45 | 0.011 | | 0.26 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.56 | 0.014 | | 0.45 | 0.012 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.68 | 0.017 | | 0.78 | 0.020 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.37 | 4.57 | total | 0.43 | 4.57 | total | 0.45 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-12 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-2 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 27 | 68 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 41 | 102 | | | 32 | 80 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 150.0 | 15.0 | 51 | 127 | 120.2 | 12.0 | 38 | 95 | 84.3 | 8.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 95 | 234 | | | 68 | 168 | | | 49 | 122 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 116 | 285 | 287.9 | 19.2 | 87 | 215 | 209.0 | 13.9 | 62 | 154 | 153.1 | 10.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 142 | 349 | | | 98 | 237 | | | 71 | 176 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 168 | 412 | | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 196 | 480 | | | 124 | 305 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 136 | 334 | | | 101 | 249 | | |

Henry Ruedencura Chilcas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

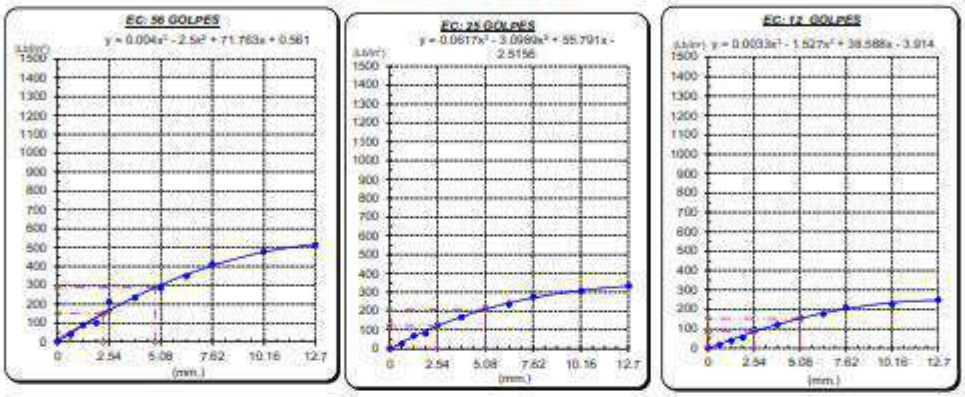



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % |

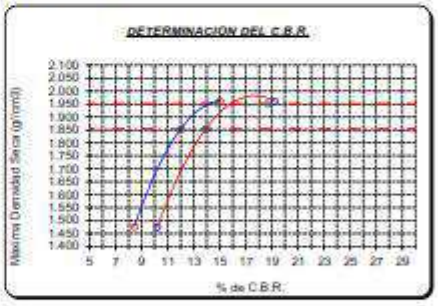
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 15 | % | 19 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 12 | % | 14 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-4 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

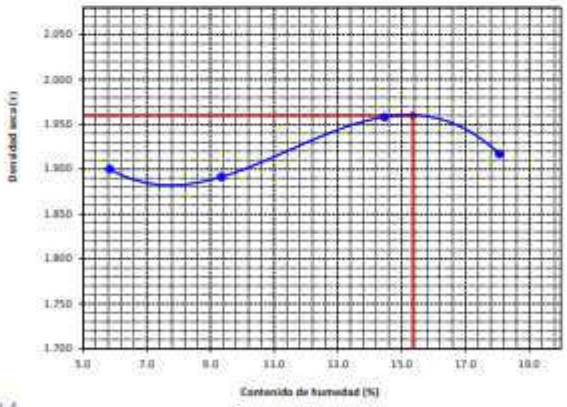
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 86.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 8.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 16.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.960 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 15.35 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rinaldo Cerna Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-4 18%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 13210 | | 13460 | | 13310 | | 13590 | | 12670 | | 12920 | |
| Peso de molde (g) | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4516 | | 4766 | | 4506 | | 4786 | | 3956 | | 4114 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.236 | | 2.359 | | 2.134 | | 2.266 | | 1.864 | | 1.939 | |
| % de humedad | 14.03 | | 19.67 | | 14.71 | | 21.04 | | 14.11 | | 18.17 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.961 | | 1.972 | | 1.860 | | 1.872 | | 1.634 | | 1.641 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 92.5 | 92.5 | 4766 | 4766 | 178.9 | 178.9 | 4786 | 4786 | 126.5 | 126.5 | 4114.0 | 4114.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 82.0 | 82.0 | 4516 | 4516 | 161.9 | 161.9 | 4506 | 4506 | 115.6 | 115.6 | 3956.0 | 3956.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 10.5 | 10.5 | 250.0 | 250.0 | 17.0 | 17.0 | 280.0 | 280.0 | 10.9 | 10.9 | 158.0 | 158.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 7.15 | 7.15 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 38.36 | 38.36 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 74.9 | 74.9 | 4429.2 | 4429.2 | 115.6 | 115.6 | 4423.7 | 4423.7 | 77.2 | 77.2 | 3892.4 | 3892.4 |
| % de humedad | 14.03 | 14.03 | 19.67 | 19.67 | 14.71 | 14.71 | 21.04 | 21.04 | 14.11 | 14.11 | 18.17 | 18.17 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.03 | | 19.67 | | 14.71 | | 21.04 | | 14.11 | | 18.17 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.20 | 0.007 | | 0.15 | 0.004 | | 0.26 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.45 | 0.011 | | 0.35 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.56 | 0.014 | | 0.45 | 0.012 | | 0.86 | 0.022 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.68 | 0.017 | | 0.75 | 0.019 | | 0.91 | 0.023 | |
| | | | 4.57 | total | 0.37 | 4.57 | total | 0.42 | 4.57 | total | 0.50 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 24 | 61 | | | 16 | 41 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 52 | 129 | | | 29 | 73 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 76 | 188 | | | 42 | 105 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 114 | 280 | 276.4 | 27.6 | 86 | 212 | 188.2 | 18.8 | 57 | 141 | 120.5 | 12.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 176 | 432 | | | 98 | 241 | | | 79 | 195 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 236 | 578 | 538.2 | 35.9 | 124 | 305 | 335.8 | 22.4 | 84 | 207 | 216.3 | 14.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 249 | 610 | | | 136 | 334 | | | 101 | 249 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 315 | 770 | | | 142 | 349 | | | 116 | 285 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 415 | 1014 | | | 169 | 415 | | | 132 | 324 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 513 | 1253 | | | 198 | 485 | | | 148 | 358 | | |

Henry Rivadeneyra Ojeda
Soc. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

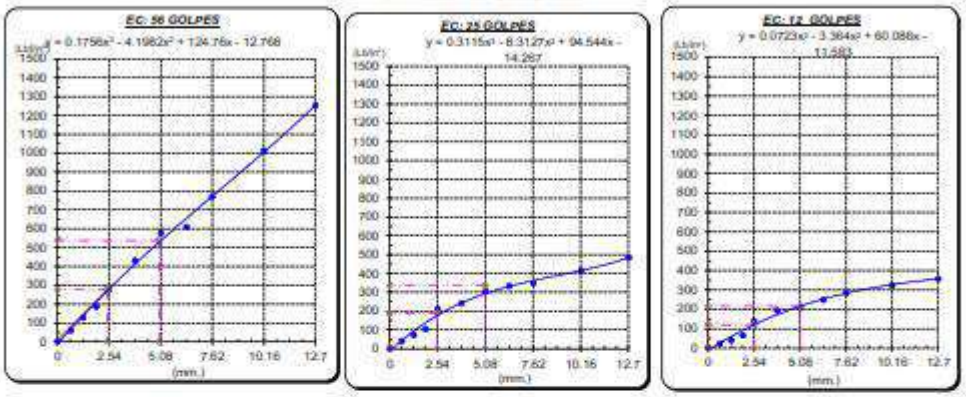



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.960 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.862 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.35 % | |

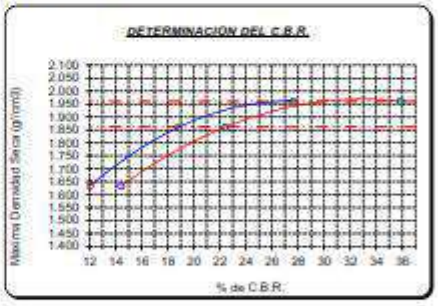
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 28 % | 36 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 19 % | 22 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruadenquin Obiticas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-4 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

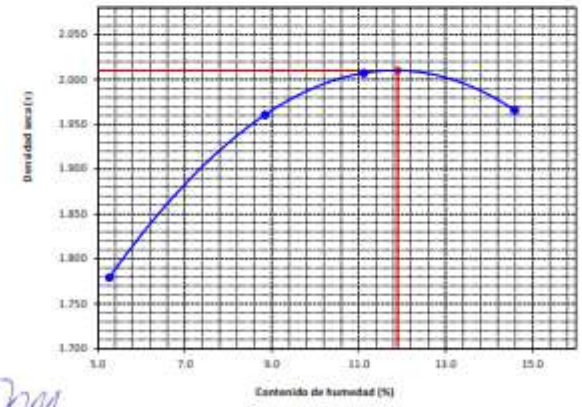
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Ing. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-4 23%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12814 | | 13210 | | 13260 | | 13710 | | 12458 | | 12790 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4520 | | 4916 | | 4456 | | 4906 | | 3744 | | 4076 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.238 | | 2.434 | | 2.110 | | 2.323 | | 1.764 | | 1.921 | |
| % de humedad | 11.31 | | 20.25 | | 11.86 | | 22.15 | | 12.36 | | 21.36 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.010 | | 2.024 | | 1.886 | | 1.902 | | 1.570 | | 1.583 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 96.6 | 96.6 | 4916 | 4916 | 101.0 | 101.0 | 4906 | 4906 | 98.0 | 98.0 | 4076.0 | 4076.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 88.6 | 88.6 | 4520 | 4520 | 95.2 | 95.2 | 4456 | 4456 | 90.2 | 90.2 | 3744.0 | 3744.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 8.0 | 8.0 | 396.0 | 396.0 | 5.8 | 5.8 | 450.0 | 450.0 | 7.8 | 7.8 | 332.0 | 332.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 17.88 | 17.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.08 | 27.08 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 70.7 | 70.7 | 4430.9 | 4430.9 | 48.9 | 48.9 | 4373.5 | 4373.5 | 63.1 | 63.1 | 3686.1 | 3686.1 |
| % de humedad | 11.31 | 11.31 | 20.25 | 20.25 | 11.86 | 11.86 | 22.15 | 22.15 | 12.36 | 12.36 | 21.36 | 21.36 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.31 | | 20.25 | | 11.86 | | 22.15 | | 12.36 | | 21.36 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.26 | 0.007 | | 0.23 | 0.006 | | 0.26 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.39 | 0.010 | | 0.45 | 0.012 | | 0.42 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.44 | 0.011 | | 0.58 | 0.015 | | 0.53 | 0.013 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.63 | 0.016 | | 0.75 | 0.019 | | 0.79 | 0.020 | |
| | | | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.41 | 4.57 | total | 0.43 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CARGA | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 46 | | | 10 | 27 | | | 2 | 7 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 23 | 58 | | | 6 | 15 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 144 | | | 42 | 105 | | | 10 | 27 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 78 | 193 | 179.9 | 18.0 | 66 | 168 | 141.8 | 14.2 | 24 | 61 | 76.1 | 7.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 117 | 288 | | | 96 | 237 | | | 56 | 144 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 142 | 366 | 351.5 | 23.4 | 102 | 251 | 284.9 | 19.0 | 83 | 205 | 183.1 | 12.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 136 | 334 | | | 100 | 246 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 213 | 522 | | | 176 | 432 | | | 114 | 280 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 290 | 710 | | | 215 | 527 | | | 141 | 346 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 375 | 919 | | | 236 | 578 | | | 168 | 412 | | |

Henry Rosadenzuro Cóndor
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

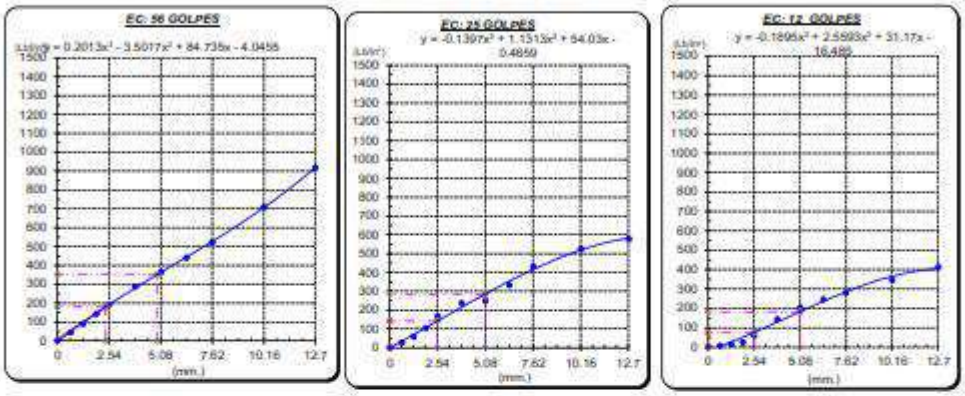



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.010 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.910 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.90 % |

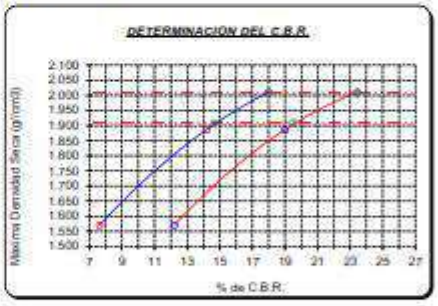
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 | % | 23 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 | % | 19 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Ruiderías Obinas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-4 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

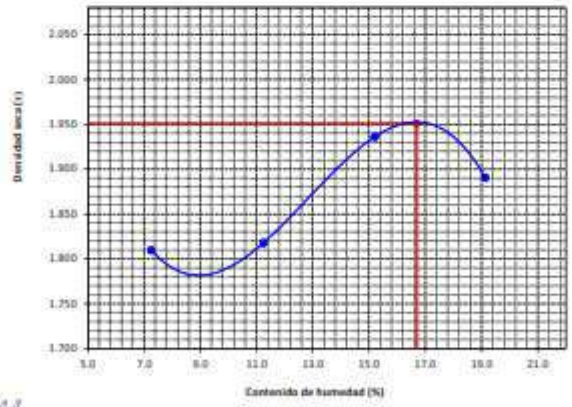
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Ruiz Cabrera
Tec. Laboratorio USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : C-03
MUESTRA : M-4 27%NRL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-6 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12962 | | 13232 | | 13310 | | 13640 | | 12410 | | 12648 | |
| Peso de molde (g) | 8354 | | 8354 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4608 | | 4878 | | 4506 | | 4836 | | 3702 | | 3934 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.281 | | 2.415 | | 2.134 | | 2.290 | | 1.745 | | 1.854 | |
| % de humedad | 16.30 | | 22.27 | | 16.16 | | 23.62 | | 16.76 | | 23.12 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.961 | | 1.975 | | 1.837 | | 1.852 | | 1.494 | | 1.506 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 136.5 | 136.5 | 4878 | 4878 | 165.6 | 165.6 | 4836 | 4836 | 98.6 | 98.6 | 3934.0 | 3934.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 121.0 | 121.0 | 4606 | 4606 | 149.0 | 149.0 | 4506 | 4506 | 87.0 | 87.0 | 3702.0 | 3702.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 15.5 | 15.5 | 270.0 | 270.0 | 16.6 | 16.6 | 330.0 | 330.0 | 11.6 | 11.6 | 232.0 | 232.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.91 | 25.91 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 95.1 | 95.1 | 4519.4 | 4519.4 | 102.7 | 102.7 | 4424.7 | 4424.7 | 69.2 | 69.2 | 3647.5 | 3647.5 |
| % de humedad | 16.30 | 16.30 | 22.27 | 22.27 | 16.16 | 16.16 | 23.62 | 23.62 | 16.76 | 16.76 | 23.12 | 23.12 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.30 | | 22.27 | | 16.16 | | 23.62 | | 16.76 | | 23.12 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.25 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.45 | 0.011 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.8 | 0.020 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.45 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-6 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 7 | 19 | | | 6 | 17 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 25 | 63 | | | 20 | 51 | | | 19 | 49 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 40 | 100 | | | 39 | 97 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 71 | 176 | 190.3 | 19.0 | 62 | 154 | 151.3 | 15.1 | 59 | 146 | 136.4 | 13.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 130 | 319 | | | 105 | 258 | | | 90 | 222 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 172 | 424 | 375.5 | 25.0 | 135 | 332 | 339.6 | 22.6 | 100 | 246 | 253.3 | 16.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 200 | 490 | | | 180 | 441 | | | 120 | 295 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 250 | 612 | | | 210 | 515 | | | 141 | 346 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 287 | 702 | | | 252 | 617 | | | 168 | 412 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 330 | 807 | | | 268 | 656 | | | 192 | 471 | | |

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

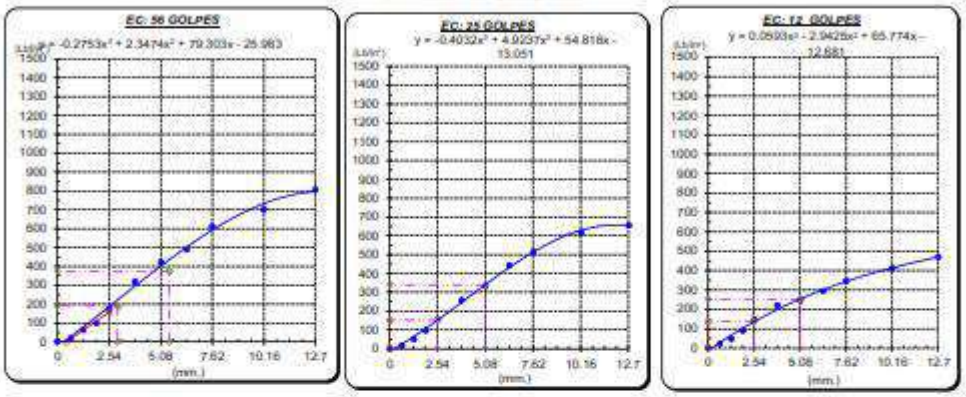



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

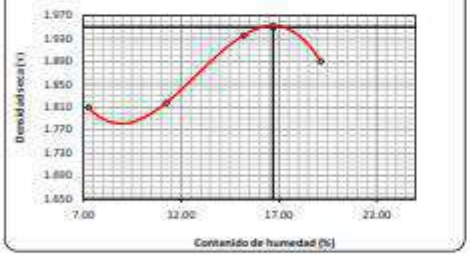
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.951 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.853 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 16.70 % | |

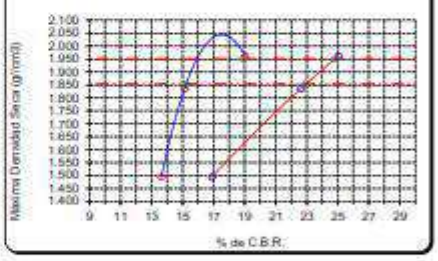
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 19 % | 25 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 15 % | 23 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-4 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

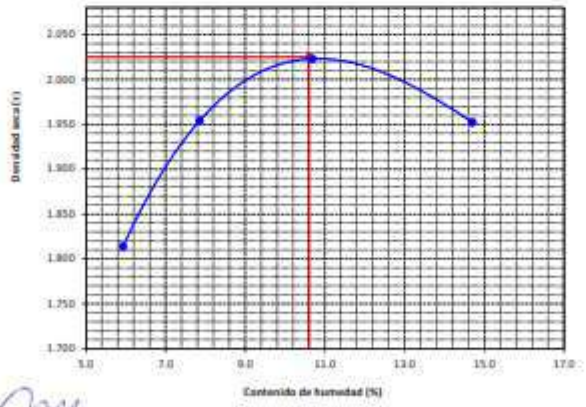
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5590 | 5760 | 5880 | 5880 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1752 | 1922 | 2042 | 2042 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.921 | 2.108 | 2.239 | 2.239 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 30.54 | 30.62 | 26.31 | 26.31 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 29.74 | 29.56 | 24.48 | 23.88 |
| Peso de tara | g | 16.25 | 16.07 | 7.35 | 7.35 |
| Peso de agua | g | 0.8 | 1.06 | 1.83 | 2.43 |
| Peso de suelo seco | g | 13.49 | 13.49 | 17.13 | 16.53 |
| Contenido de agua | % | 5.9 | 7.9 | 10.7 | 14.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.814 | 1.954 | 2.023 | 1.952 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 2.025 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.60 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-4 32%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12824 | | 13282 | | 13290 | | 13796 | | 12486 | | 12986 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4530 | | 4988 | | 4486 | | 4986 | | 3752 | | 4092 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.243 | | 2.469 | | 2.124 | | 2.361 | | 1.768 | | 1.928 | |
| % de humedad | 10.77 | | 21.09 | | 10.79 | | 22.15 | | 12.01 | | 21.22 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.026 | | 2.039 | | 1.917 | | 1.933 | | 1.578 | | 1.591 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 98.6 | 98.6 | 4956 | 4956 | 112.0 | 112.0 | 4986 | 4986 | 106.0 | 108.0 | 4092.0 | 4092.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 91.5 | 91.5 | 4530 | 4530 | 105.6 | 105.6 | 4486 | 4486 | 99.4 | 99.4 | 3752.0 | 3752.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 7.1 | 7.1 | 458.0 | 458.0 | 6.4 | 6.4 | 500.0 | 500.0 | 6.6 | 8.6 | 340.0 | 340.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.58 | 25.58 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.8 | 27.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 65.9 | 65.9 | 4440.1 | 4440.1 | 59.3 | 59.3 | 4401.6 | 4401.6 | 71.6 | 71.6 | 3693.7 | 3693.7 |
| % de humedad | 10.77 | 10.77 | 21.09 | 21.09 | 10.79 | 10.79 | 22.15 | 22.15 | 12.01 | 12.01 | 21.22 | 21.22 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.77 | | 21.09 | | 10.79 | | 22.15 | | 12.01 | | 21.22 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.23 | 0.006 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.45 | 0.011 | | 0.32 | 0.008 | | 0.45 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.69 | 0.017 | | 0.45 | 0.011 | | 0.56 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.78 | 0.019 | | 0.78 | 0.020 | | 0.81 | 0.020 | |
| | | | 4.57 | total | 0.41 | 4.57 | total | 0.43 | 4.57 | total | 0.44 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 66 | | | 14 | 36 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 29 | 73 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 76 | 193 | | | 53 | 132 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 237 | 186.2 | 18.6 | 78 | 193 | 162.9 | 16.3 | 45 | 112 | 111.5 | 11.2 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 121 | 298 | | | 86 | 212 | | | 62 | 154 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 156 | 388 | 354.2 | 23.6 | 104 | 256 | 262.8 | 17.5 | 76 | 188 | 189.3 | 12.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 179 | 439 | | | 116 | 285 | | | 89 | 219 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 196 | 480 | | | 134 | 329 | | | 101 | 249 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 148 | 363 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 234 | 573 | | | 167 | 410 | | | 132 | 324 | | |

Henry Ruadenigth Obilas
Ing. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

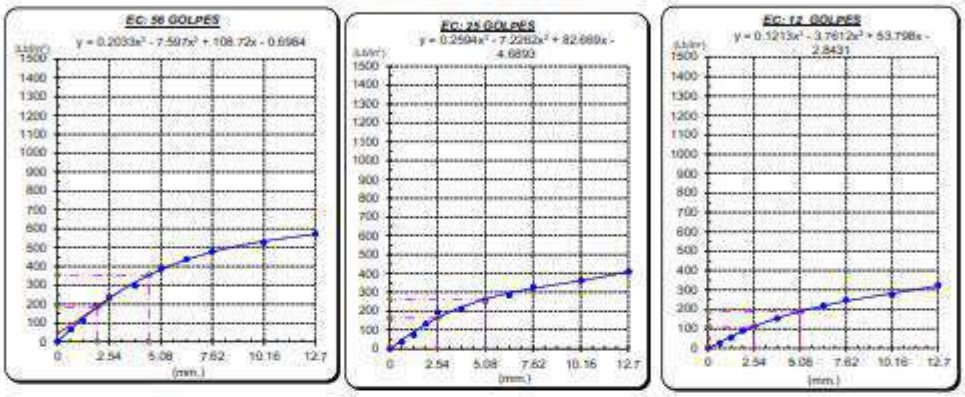



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 2.025 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.924 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 10.60 % | |

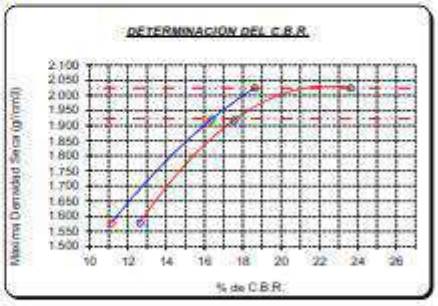
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 19 % | 24 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 16 % | 18 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-5 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

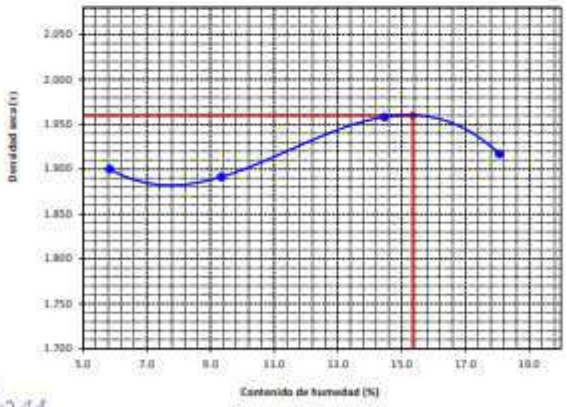
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 86.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 8.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 16.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.960** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **15.35** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-5 18%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 13350 | | 13660 | | 13410 | | 13750 | | 12780 | | 13068 | |
| Peso de molde (g) | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4656 | | 4966 | | 4606 | | 4946 | | 4066 | | 4354 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.305 | | 2.458 | | 2.181 | | 2.342 | | 1.916 | | 2.052 | |
| % de humedad | 15.20 | | 21.99 | | 15.44 | | 22.97 | | 15.73 | | 22.93 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.001 | | 2.015 | | 1.889 | | 1.904 | | 1.656 | | 1.669 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 112.5 | 112.5 | 4966 | 4966 | 165.9 | 165.9 | 4946 | 4946 | 176.9 | 176.9 | 4354.0 | 4354.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 98.6 | 98.6 | 4656 | 4656 | 149.9 | 149.9 | 4606 | 4606 | 159.8 | 159.8 | 4066.0 | 4066.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 13.9 | 13.9 | 310.0 | 310.0 | 16.0 | 16.0 | 340.0 | 340.0 | 19.1 | 19.1 | 288.0 | 288.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 7.15 | 7.15 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 38.36 | 38.36 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 91.5 | 91.5 | 4564.7 | 4564.7 | 103.6 | 103.6 | 4520.6 | 4520.6 | 121.4 | 121.4 | 3999.8 | 3999.8 |
| % de humedad | 15.20 | 15.20 | 21.99 | 21.99 | 15.44 | 15.44 | 22.97 | 22.97 | 15.73 | 15.73 | 22.93 | 22.93 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.20 | | 21.99 | | 15.44 | | 22.97 | | 15.73 | | 22.93 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.21 | 0.005 | | 0.15 | 0.004 | | 0.26 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.36 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.64 | 0.016 | | 0.45 | 0.011 | | 0.68 | 0.017 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.75 | 0.019 | | 0.8 | 0.020 | | 0.9 | 0.023 | |
| | | | 4.57 | total | 0.41 | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.49 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-8 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 22 | 56 | | | 12 | 32 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 90 | | | 23 | 58 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 62 | 154 | | | 45 | 112 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 96 | 241 | 194.9 | 19.5 | 62 | 154 | 143.4 | 14.3 | 49 | 122 | 108.3 | 10.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 87 | 215 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 148 | 363 | 384.2 | 25.6 | 95 | 234 | 244.7 | 16.3 | 75 | 185 | 183.7 | 12.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 173 | 424 | | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 245 | 600 | | | 127 | 312 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 269 | 658 | | | 146 | 358 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 280 | 685 | | | 159 | 390 | | | 124 | 305 | | |

Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

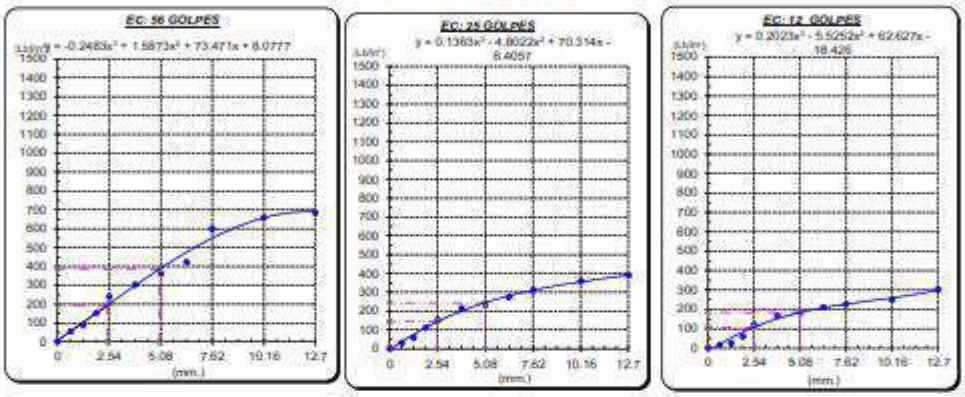



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.960 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.862 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.35 % | |

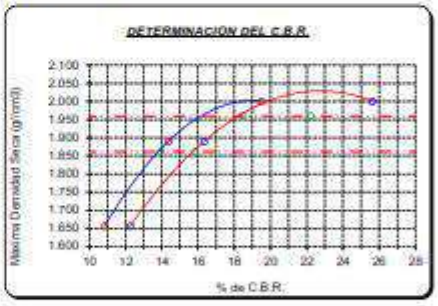
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 | % | 22 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 14 | % | 16 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-5 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

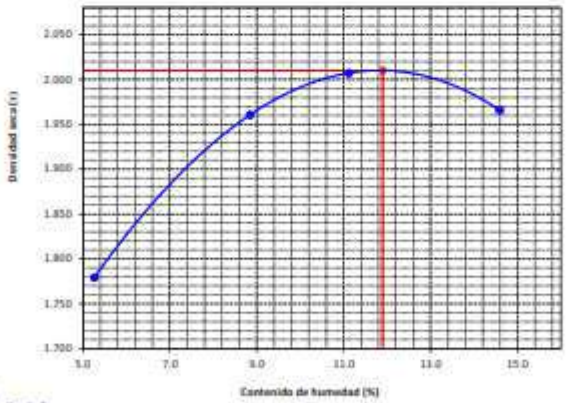
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-5 23%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-6 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12864 | | 13210 | | 13320 | | 13710 | | 12428 | | 12790 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4570 | | 4916 | | 4516 | | 4906 | | 3714 | | 4076 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.262 | | 2.434 | | 2.138 | | 2.323 | | 1.750 | | 1.921 | |
| % de humedad | 11.80 | | 19.53 | | 12.27 | | 21.07 | | 12.39 | | 22.29 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.024 | | 2.036 | | 1.905 | | 1.919 | | 1.557 | | 1.571 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 112.6 | 112.6 | 4916 | 4916 | 136.9 | 136.9 | 4906 | 4906 | 159.5 | 159.5 | 4076.0 | 4076.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 102.6 | 102.6 | 4570 | 4570 | 127.0 | 127.0 | 4516 | 4516 | 144.9 | 144.9 | 3714.0 | 3714.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 10.0 | 10.0 | 346.0 | 346.0 | 9.9 | 9.9 | 390.0 | 390.0 | 14.6 | 14.6 | 362.0 | 362.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 17.88 | 17.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.08 | 27.08 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 84.7 | 84.7 | 4479.4 | 4479.4 | 80.7 | 80.7 | 4431.6 | 4431.6 | 117.8 | 117.8 | 3657.1 | 3657.1 |
| % de humedad | 11.80 | 11.80 | 19.53 | 19.53 | 12.27 | 12.27 | 21.07 | 21.07 | 12.39 | 12.39 | 22.29 | 22.29 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.80 | | 19.53 | | 12.27 | | 21.07 | | 12.39 | | 22.29 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.005 | | 0.2 | 0.005 | | 0.28 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.006 | | 0.35 | 0.009 | | 0.38 | 0.010 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.36 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | | 0.56 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.58 | 0.015 | | 0.62 | 0.016 | | 0.76 | 0.019 | |
| | | | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.42 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-6 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 66 | | | 15 | 39 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 56 | 139 | | | 28 | 66 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 89 | 219 | | | 56 | 144 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 139 | 341 | 190.8 | 19.1 | 72 | 178 | 157.7 | 15.8 | 36 | 90 | 84.5 | 8.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 148 | 363 | | | 86 | 212 | | | 49 | 122 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 156 | 388 | 380.4 | 25.4 | 81 | 200 | 245.9 | 16.4 | 57 | 141 | 151.2 | 10.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 179 | 439 | | | 94 | 232 | | | 76 | 188 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 198 | 485 | | | 101 | 249 | | | 82 | 202 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 210 | 515 | | | 112 | 276 | | | 91 | 224 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 245 | 600 | | | 119 | 293 | | | 101 | 249 | | |

Heiner Ruadencyro Obiticos
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

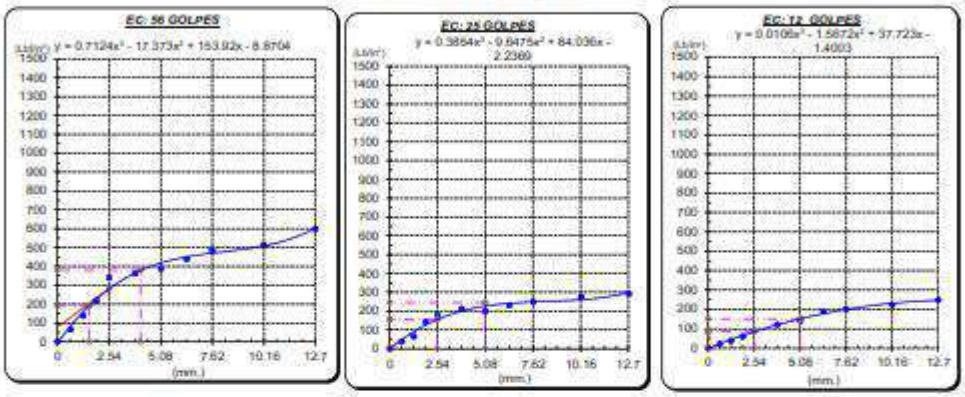



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.010 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.910 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.90 % |

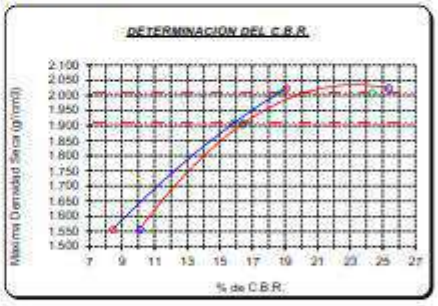
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 19 | % | 24 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 16 | % | 16 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***








UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-5 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

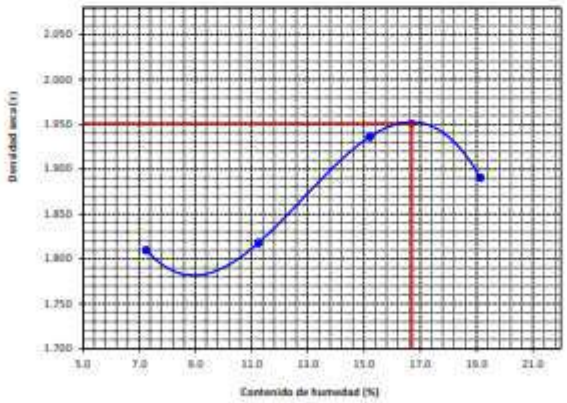
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Bustamante Cabrera
Tec. Laboratorio USAT
USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-5 27%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-6 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12992 | | 13392 | | 13410 | | 13760 | | 12596 | | 12848 | |
| Peso de molde (g) | 8354 | | 8354 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4638 | | 5038 | | 4606 | | 4956 | | 3882 | | 4134 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.296 | | 2.494 | | 2.181 | | 2.347 | | 1.829 | | 1.948 | |
| % de humedad | 16.77 | | 25.57 | | 16.90 | | 24.64 | | 17.94 | | 24.53 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.966 | | 1.986 | | 1.866 | | 1.883 | | 1.551 | | 1.564 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 189.5 | 189.5 | 5038 | 5038 | 145.9 | 145.9 | 4956 | 4956 | 160.0 | 160.0 | 4134.0 | 4134.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 166.0 | 166.0 | 4638 | 4638 | 131.5 | 131.5 | 4606 | 4606 | 146.0 | 146.0 | 3882.0 | 3882.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 23.5 | 23.5 | 400.0 | 400.0 | 14.4 | 14.4 | 350.0 | 350.0 | 23.0 | 23.0 | 252.0 | 252.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.91 | 25.91 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 140.1 | 140.1 | 4548.6 | 4548.6 | 85.2 | 85.2 | 4521.6 | 4521.6 | 128.2 | 128.2 | 3822.7 | 3822.7 |
| % de humedad | 16.77 | 16.77 | 25.57 | 25.57 | 16.90 | 16.90 | 24.64 | 24.64 | 17.94 | 17.94 | 24.53 | 24.53 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.77 | | 25.57 | | 16.90 | | 24.64 | | 17.94 | | 24.53 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.010 | | 0.15 | 0.004 | | 0.36 | 0.009 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.9 | 0.023 | | 0.35 | 0.007 | | 0.62 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.9 | 0.023 | | 0.45 | 0.011 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.9 | 0.023 | | 0.8 | 0.020 | | 0.82 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.45 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-6 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 11 | 29 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 65 | 161 | | | 34 | 85 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 89 | 219 | | | 51 | 127 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 104 | 256 | 238.1 | 23.8 | 86 | 212 | 196.9 | 19.7 | 48 | 119 | 95.2 | 9.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 126 | 310 | | | 112 | 276 | | | 53 | 132 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 190 | 466 | 457.1 | 30.5 | 162 | 398 | 398.6 | 26.6 | 66 | 168 | 166.7 | 11.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 245 | 600 | | | 215 | 527 | | | 75 | 185 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 263 | 644 | | | 229 | 561 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 279 | 683 | | | 246 | 602 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 290 | 710 | | | 251 | 614 | | | 121 | 298 | | |

Henry Rinderviego Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

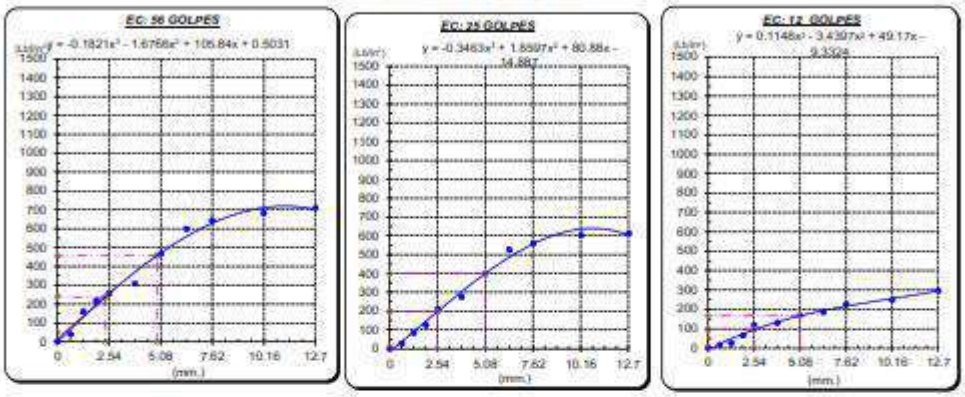



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

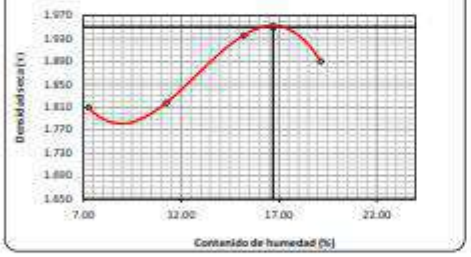
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.951 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.853 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 16.70 % | |

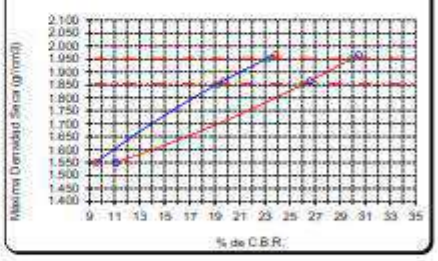
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 23 | % | 30 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 19 | % | 26 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-5 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

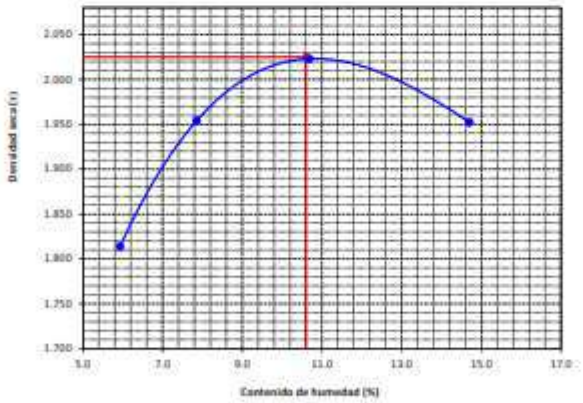
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5590 | 5760 | 5880 | 5880 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1752 | 1922 | 2042 | 2042 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.921 | 2.108 | 2.239 | 2.239 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 30.54 | 30.62 | 26.31 | 26.31 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 29.74 | 29.56 | 24.48 | 23.88 |
| Peso de tara | g | 16.25 | 16.07 | 7.35 | 7.35 |
| Peso de agua | g | 0.8 | 1.06 | 1.83 | 2.43 |
| Peso de suelo seco | g | 13.49 | 13.49 | 17.13 | 16.53 |
| Contenido de agua | % | 5.9 | 7.9 | 10.7 | 14.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.814 | 1.954 | 2.023 | 1.952 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 2.025 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.60 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Obtinas
Tec. Laboratorio USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-5 32%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12754 | | 13302 | | 13320 | | 13960 | | 12166 | | 12596 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4460 | | 5008 | | 4516 | | 5156 | | 3452 | | 3882 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.208 | | 2.524 | | 2.138 | | 2.441 | | 1.627 | | 1.829 | |
| % de humedad | 9.96 | | 24.56 | | 10.69 | | 25.13 | | 11.19 | | 23.83 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.008 | | 2.026 | | 1.932 | | 1.951 | | 1.463 | | 1.477 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 156.9 | 156.9 | 5098 | 5098 | 196.5 | 196.5 | 5156 | 5156 | 165.9 | 165.9 | 3882.0 | 3882.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 145.0 | 145.0 | 4460 | 4460 | 182.0 | 182.0 | 4516 | 4516 | 152.0 | 152.0 | 3452.0 | 3452.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 11.9 | 11.9 | 638.0 | 638.0 | 14.5 | 14.5 | 640.0 | 640.0 | 13.9 | 13.9 | 430.0 | 430.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.58 | 25.58 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.8 | 27.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 119.4 | 119.4 | 4372.2 | 4372.2 | 135.7 | 135.7 | 4430.4 | 4430.4 | 124.2 | 124.2 | 3402.2 | 3402.2 |
| % de humedad | 9.96 | 9.96 | 24.56 | 24.56 | 10.69 | 10.69 | 25.13 | 25.13 | 11.19 | 11.19 | 23.83 | 23.83 |
| Promedio de Humedad (%) | 9.96 | | 24.56 | | 10.69 | | 25.13 | | 11.19 | | 23.83 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.005 | | 0.21 | 0.005 | | 0.26 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.56 | 0.014 | | 0.45 | 0.012 | | 0.59 | 0.015 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.76 | 0.019 | | 0.82 | 0.017 | | 0.86 | 0.022 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.8 | 0.020 | | 0.86 | 0.022 | | 0.95 | 0.024 | |
| | | | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.47 | 4.57 | total | 0.52 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 20 | 51 | | | 16 | 41 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 56 | 139 | | | 25 | 63 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 86 | 212 | | | 66 | 168 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 105 | 258 | 196.9 | 19.7 | 86 | 212 | 180.8 | 18.1 | 39 | 97 | 92.8 | 9.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 112 | 276 | | | 92 | 227 | | | 58 | 144 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 146 | 358 | 381.3 | 25.4 | 112 | 276 | 284.9 | 19.0 | 64 | 158 | 162.5 | 10.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 162 | 398 | | | 123 | 302 | | | 75 | 185 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 178 | 437 | | | 146 | 358 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 190 | 441 | | | 152 | 373 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 176 | 432 | | | 101 | 249 | | |

Henry Fernández Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

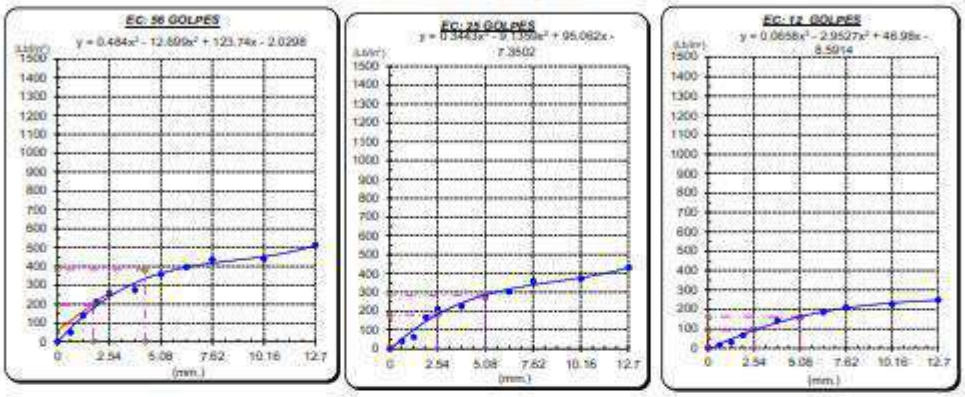



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

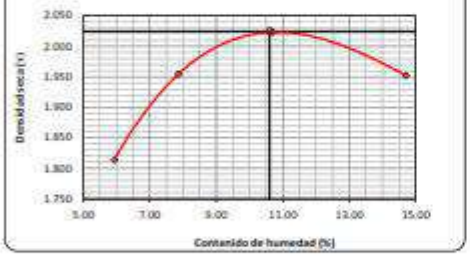
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.025 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.924 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.60 % |

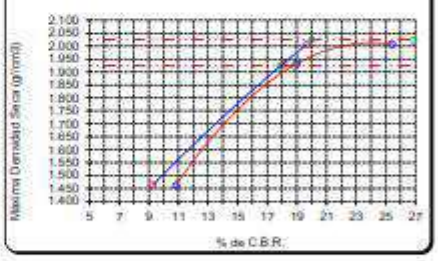
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 20 % | 27 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 18 % | 19 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-6 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

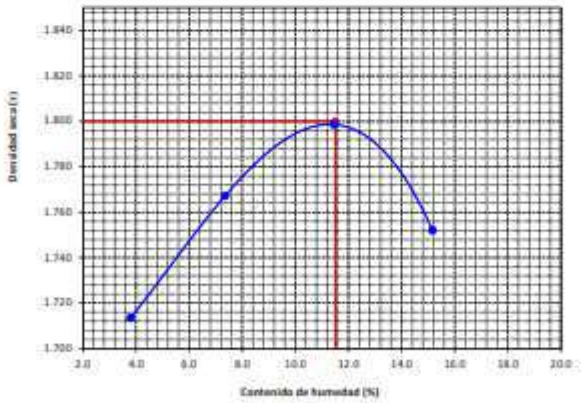
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5460 | 5568 | 5666 | 5678 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1622 | 1730 | 1828 | 1840 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.779 | 1.897 | 2.005 | 2.018 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 66.68 | 56.85 | 57.05 | 95.60 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 64.90 | 54.18 | 53.04 | 87.70 |
| Peso de tara | g | 18.10 | 17.87 | 18.03 | 35.60 |
| Peso de agua | g | 1.78 | 2.67 | 4.01 | 7.9 |
| Peso de suelo seco | g | 46.8 | 36.31 | 35.01 | 52.1 |
| Contenido de agua | % | 3.8 | 7.4 | 11.5 | 15.2 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.714 | 1.767 | 1.799 | 1.752 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.800** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.50** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rhoderyn Ojeda Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-6 18%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-1 | | | | A-2 | | | | A-13 | | | |
| 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 | 12868 | | 13316 | | 12860 | | 13310 | | 12420 | | 12842 | |
| Peso de molde (g) | 8552 | | 8552 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4316 | | 4764 | | 4056 | | 4506 | | 3706 | | 4128 | |
| Volumen del molde (cc) | 2122 | | 2112 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.044 | | 2.256 | | 1.920 | | 2.134 | | 1.746 | | 1.945 | |
| % de humedad | 11.09 | | 21.66 | | 12.01 | | 23.30 | | 12.33 | | 23.90 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.840 | | 1.854 | | 1.714 | | 1.730 | | 1.555 | | 1.570 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 124.6 | 124.6 | 4764 | 4764 | 175.9 | 175.9 | 4506 | 4506 | 165.0 | 165.0 | 4128.0 | 4128.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 115.0 | 115.0 | 4316 | 4316 | 162.0 | 162.0 | 4056 | 4056 | 150.0 | 150.0 | 3706.0 | 3706.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.6 | 9.6 | 448.0 | 448.0 | 13.9 | 13.9 | 450.0 | 450.0 | 15.0 | 15.0 | 422.0 | 422.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 86.6 | 86.6 | 4238.0 | 4238.0 | 115.7 | 115.7 | 3987.6 | 3987.6 | 121.6 | 121.6 | 3640.3 | 3649.3 |
| % de humedad | 11.09 | 11.09 | 21.66 | 21.66 | 12.01 | 12.01 | 23.30 | 23.30 | 12.33 | 12.33 | 23.90 | 23.90 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.09 | | 21.66 | | 12.01 | | 23.30 | | 12.33 | | 23.90 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.15 | 0.004 | | 0.27 | 0.006 | | 0.2 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.3 | 0.008 | | 0.45 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.44 | 0.011 | | 0.52 | 0.013 | | 0.56 | 0.014 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.53 | 0.015 | | 0.64 | 0.016 | | 0.7 | 0.018 | |
| | | | 4.57 | total | 0.32 | 4.57 | total | 0.35 | 4.57 | total | 0.38 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-1 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | | MOLDE Nº A-13 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 22 | 56 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 60 | 161 | | | 35 | 88 | | | 26 | 71 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 105 | 258 | | | 66 | 168 | | | 45 | 112 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 134 | 329 | 314.5 | 31.5 | 86 | 212 | 191.4 | 19.1 | 62 | 154 | 140.7 | 14.1 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 235 | 564 | | | 105 | 258 | | | 79 | 195 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 248 | 607 | 581.3 | 38.8 | 124 | 305 | 319.5 | 21.3 | 85 | 210 | 217.1 | 14.5 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 280 | 686 | | | 145 | 356 | | | 92 | 227 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 310 | 758 | | | 168 | 412 | | | 104 | 256 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 325 | 795 | | | 190 | 466 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 350 | 856 | | | 210 | 515 | | | 124 | 305 | | |

Henry Rinaldo Cerna Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cinta Baja, Distrito Pacora, Provicia y Region Lambayeque
Fecha de emision : Chiclayo, Diciembre 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***

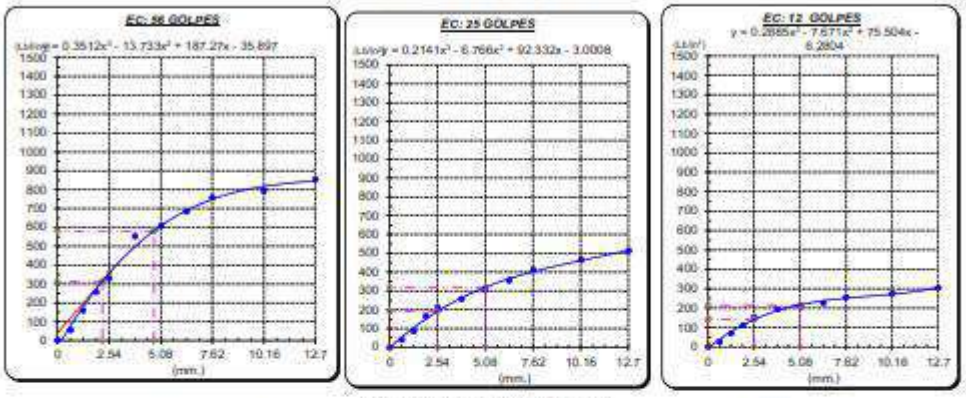



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

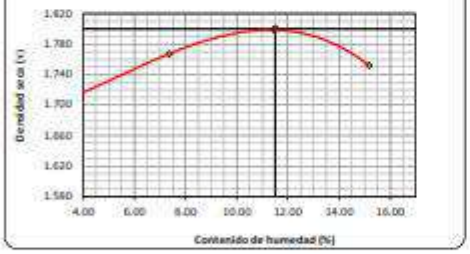
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.800 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.710 g./cm³ |
| OPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.50 % |

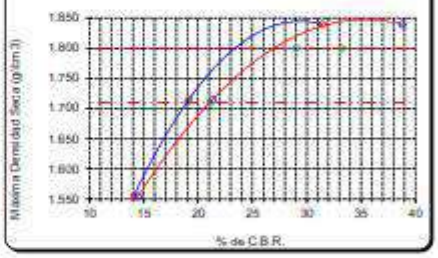
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 29 | % | 33 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 19 | % | 21 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Hecho Revisado y Observado
Tec. Laboratorio USAT
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-6 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

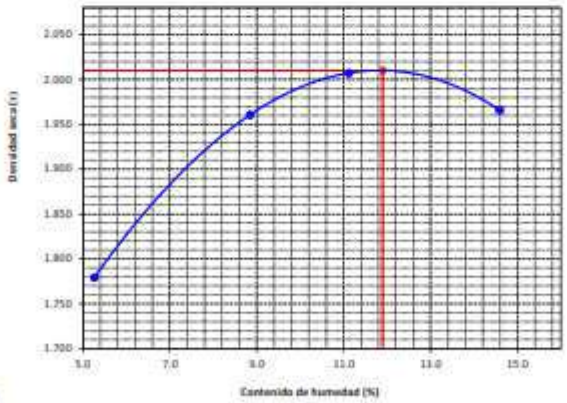
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruedenquiz Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-6 23%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12786 | | 13272 | | 13390 | | 13090 | | 12664 | | 13174 | |
| Peso de molde (g) | 7964 | | 7964 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4822 | | 5308 | | 4586 | | 5186 | | 3950 | | 4460 | |
| Volumen del molde (cc) | 2145 | | 2145 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.248 | | 2.475 | | 2.171 | | 2.455 | | 1.861 | | 2.102 | |
| % de humedad | 11.94 | | 22.22 | | 12.06 | | 25.39 | | 12.54 | | 25.67 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.008 | | 2.025 | | 1.938 | | 1.958 | | 1.654 | | 1.672 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 115.6 | 115.6 | 5308 | 5308 | 156.9 | 156.9 | 5186 | 5186 | 149.5 | 149.5 | 4460.0 | 4460.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 106.3 | 106.3 | 4822 | 4822 | 145.0 | 145.0 | 4586 | 4586 | 136.0 | 136.0 | 3950.0 | 3950.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.3 | 9.3 | 486.0 | 486.0 | 11.9 | 11.9 | 600.0 | 600.0 | 13.5 | 13.5 | 510.0 | 510.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 77.9 | 77.9 | 4727.1 | 4727.1 | 98.7 | 98.7 | 4498.8 | 4498.8 | 107.6 | 107.6 | 3885.7 | 3885.7 |
| % de humedad | 11.94 | 11.94 | 22.22 | 22.22 | 12.06 | 12.06 | 25.39 | 25.39 | 12.54 | 12.54 | 25.67 | 25.67 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.94 | | 22.22 | | 12.06 | | 25.39 | | 12.54 | | 25.67 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.004 | | 0.3 | 0.006 | | 0.35 | 0.006 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.45 | 0.011 | | 0.36 | 0.009 | | 0.46 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.56 | 0.015 | | 0.82 | 0.016 | | 0.75 | 0.019 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.75 | 0.019 | | 0.8 | 0.020 | | 0.89 | 0.022 | |
| | | | 4.57 | total | 0.41 | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.49 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 68 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 75 | 185 | | | 42 | 105 | | | 31 | 78 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 105 | 258 | | | 86 | 212 | | | 46 | 115 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 135 | 332 | 253.7 | 25.4 | 96 | 237 | 226.1 | 22.6 | 69 | 171 | 160.4 | 16.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 168 | 412 | | | 112 | 276 | | | 96 | 237 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 210 | 515 | 483.9 | 32.3 | 124 | 305 | 372.2 | 24.8 | 105 | 258 | 267.2 | 17.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 245 | 600 | | | 136 | 334 | | | 121 | 298 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 269 | 658 | | | 142 | 349 | | | 135 | 334 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 315 | 770 | | | 176 | 432 | | | 148 | 363 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 345 | 844 | | | 180 | 441 | | | 162 | 398 | | |

Henry Rinaldo Obiticos Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

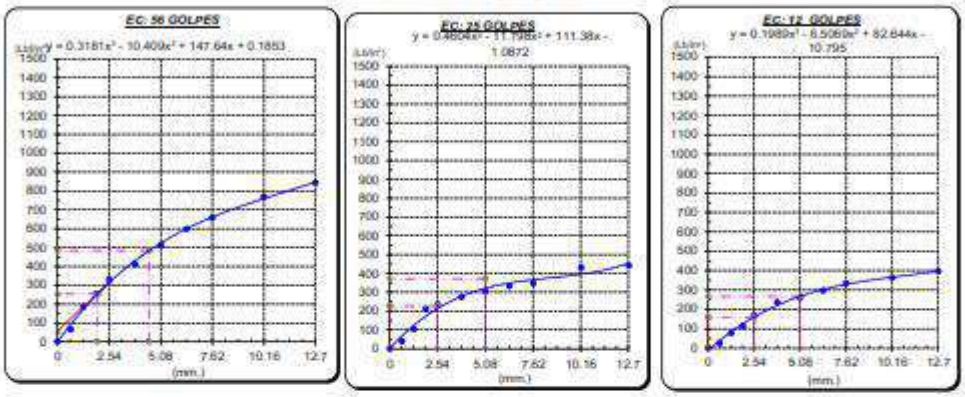



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 2.010 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.910 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 11.90 % | |

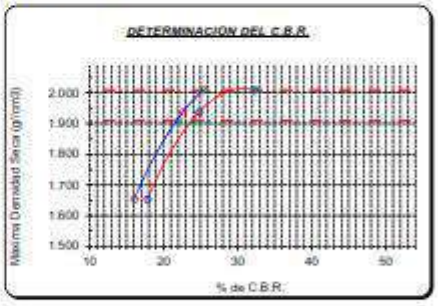
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 25 | % | 32 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 22 | % | 24 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Fernández Obiñas
Jefe Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-6 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

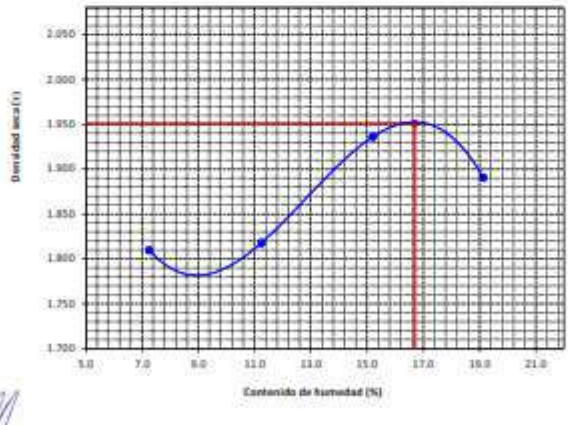
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-6 27%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12886 | | 13210 | | 13290 | | 13690 | | 12854 | | 13310 | |
| Peso de molde (g) | 8034 | | 8034 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4852 | | 5182 | | 4486 | | 4886 | | 4140 | | 4596 | |
| Volumen del molde (cc) | 2140 | | 2140 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.268 | | 2.421 | | 2.124 | | 2.313 | | 1.951 | | 2.166 | |
| % de humedad | 14.67 | | 22.05 | | 15.15 | | 24.23 | | 15.64 | | 26.84 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.969 | | 1.984 | | 1.845 | | 1.862 | | 1.687 | | 1.708 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 196.5 | 196.5 | 5182 | 5182 | 156.5 | 156.5 | 4886 | 4886 | 124.5 | 124.5 | 4596.0 | 4596.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 175.0 | 175.0 | 4632 | 4632 | 142.0 | 142.0 | 4486 | 4486 | 111.5 | 111.5 | 4140.0 | 4140.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 21.5 | 21.5 | 350.0 | 350.0 | 14.5 | 14.5 | 400.0 | 400.0 | 13.0 | 13.0 | 456.0 | 456.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 146.6 | 146.6 | 4738.7 | 4738.7 | 95.7 | 95.7 | 4404.8 | 4404.8 | 83.1 | 83.1 | 4071.3 | 4071.3 |
| % de humedad | 14.67 | 14.67 | 22.05 | 22.05 | 15.15 | 15.15 | 24.23 | 24.23 | 15.64 | 15.64 | 26.84 | 26.84 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.67 | | 22.05 | | 15.15 | | 24.23 | | 15.64 | | 26.84 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/05/2023** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.21 | 0.005 | | 0.1 | 0.003 | | 0.19 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.36 | 0.009 | | 0.45 | 0.011 | | 0.76 | 0.019 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.48 | 0.012 | | 0.69 | 0.017 | | 0.8 | 0.020 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.65 | 0.016 | | 0.75 | 0.019 | | 0.95 | 0.024 | |
| | | | 4.57 | total | 0.36 | 4.57 | total | 0.41 | 4.57 | total | 0.52 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 19 | 49 | | | 12 | 32 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 25 | 63 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 46 | 115 | | | 32 | 80 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 89 | 219 | 241.4 | 24.1 | 69 | 171 | 149.1 | 14.9 | 35 | 88 | 88.2 | 8.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 136 | 334 | | | 95 | 234 | | | 56 | 139 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 195 | 478 | 484.9 | 31.0 | 105 | 258 | 253.9 | 16.9 | 76 | 188 | 170.7 | 11.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 236 | 578 | | | 116 | 285 | | | 80 | 198 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 256 | 627 | | | 124 | 305 | | | 96 | 237 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 280 | 685 | | | 136 | 334 | | | 112 | 276 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 310 | 758 | | | 145 | 356 | | | 123 | 302 | | |

Henry Rivadeneyra Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

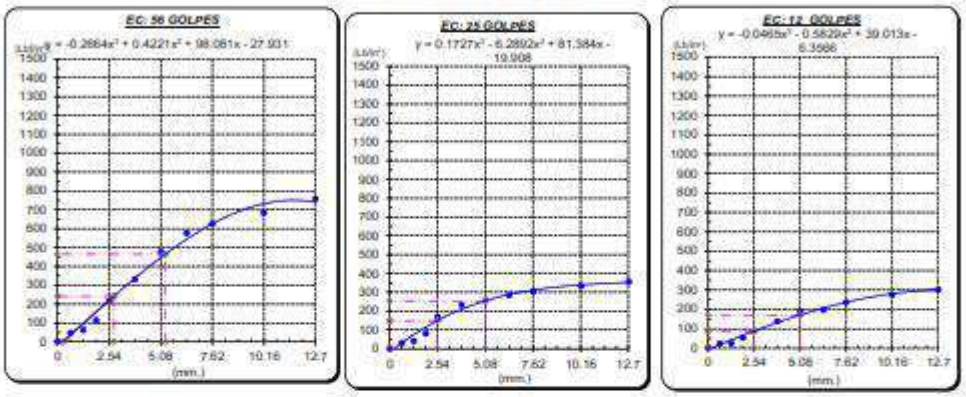



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

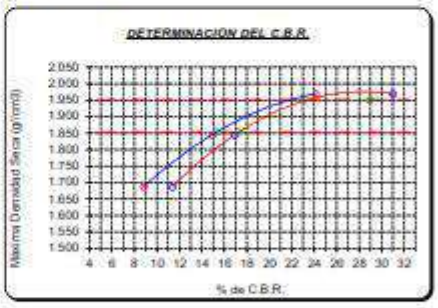
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % | |

**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 95 % M.D.S. | 15 % | 17 % |









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-6 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

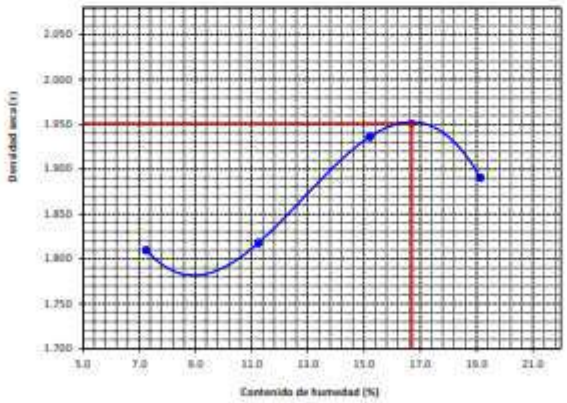
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rondoy Cabrera
Tec. Laboratorio USAT
USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-6 32%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12694 | | 13052 | | 13290 | | 13696 | | 12302 | | 12616 | |
| Peso de molde (g) | 7994 | | 7994 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4700 | | 5058 | | 4486 | | 4886 | | 3588 | | 3902 | |
| Volumen del molde (cc) | 2121 | | 2121 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.216 | | 2.385 | | 2.124 | | 2.313 | | 1.691 | | 1.839 | |
| % de humedad | 14.27 | | 22.03 | | 15.24 | | 24.32 | | 15.60 | | 24.48 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.939 | | 1.954 | | 1.843 | | 1.861 | | 1.463 | | 1.477 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 112.5 | 112.5 | 5056 | 5058 | 163.5 | 163.5 | 4886 | 4886 | 165.5 | 165.5 | 3902.0 | 3902.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 102.0 | 102.0 | 4700 | 4700 | 146.0 | 146.0 | 4486 | 4486 | 147.0 | 147.0 | 3586.0 | 3586.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 10.5 | 10.5 | 358.0 | 358.0 | 15.5 | 15.5 | 400.0 | 400.0 | 18.5 | 18.5 | 314.0 | 314.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 73.6 | 73.6 | 4610.6 | 4610.6 | 101.7 | 101.7 | 4404.8 | 4404.8 | 118.6 | 118.6 | 3536.3 | 3536.3 |
| % de humedad | 14.27 | 14.27 | 22.03 | 22.03 | 15.24 | 15.24 | 24.32 | 24.32 | 15.60 | 15.60 | 24.48 | 24.48 |
| Promedio de Humedad (%) | 14.27 | | 22.03 | | 15.24 | | 24.32 | | 15.60 | | 24.48 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.004 | | 0.21 | 0.005 | | 0.28 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.25 | 0.007 | | 0.35 | 0.009 | | 0.46 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.46 | 0.012 | | 0.52 | 0.013 | | 0.65 | 0.016 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.68 | 0.017 | | 0.88 | 0.022 | | 0.96 | 0.024 | |
| | | | 4.57 | total | 0.37 | 4.57 | total | 0.47 | 4.57 | total | 0.53 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 12 | 32 | | | 10 | 27 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 26 | 68 | | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 46 | 119 | | | 35 | 90 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 75 | 185 | 143.2 | 14.3 | 54 | 134 | 118.8 | 11.9 | 36 | 90 | 82.6 | 8.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 98 | 241 | | | 69 | 171 | | | 45 | 112 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 115 | 283 | 266.9 | 17.8 | 86 | 212 | 205.2 | 13.7 | 62 | 154 | 153.7 | 10.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 124 | 305 | | | 92 | 227 | | | 75 | 185 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 145 | 356 | | | 104 | 256 | | | 89 | 219 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 156 | 388 | | | 126 | 310 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 169 | 415 | | | 134 | 329 | | | 105 | 258 | | |

Henry Ruadencyna Ollitas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

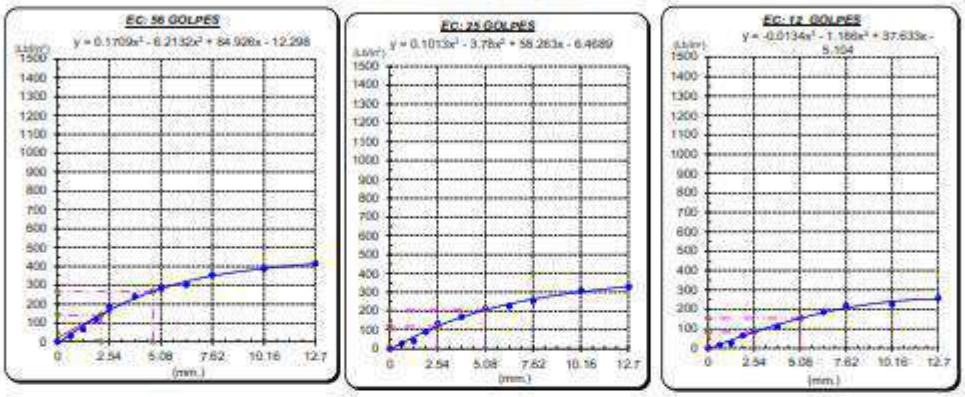



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % | |

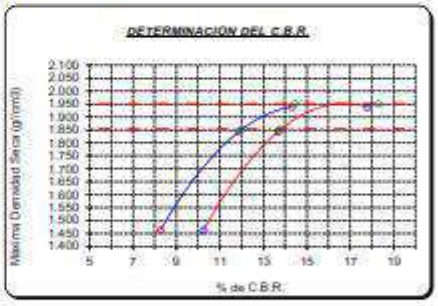
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 | % | 18 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 12 | % | 14 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruaderopho Obregon
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-7 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

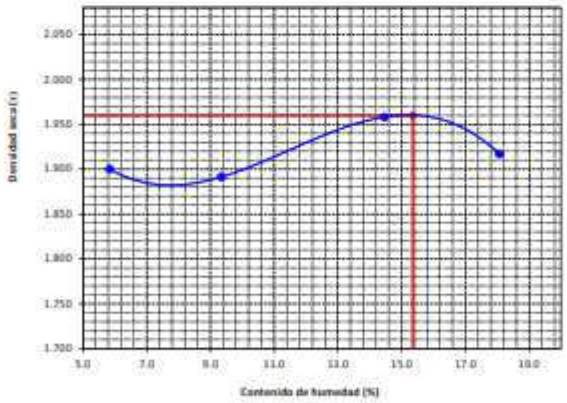
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 86.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 8.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 16.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.960 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 15.35 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruedenzgrui Obiñas
Ing. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-03
MUESTRA: M-7 18%NRL PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 13196 | | 13520 | | 13120 | | 13590 | | 12184 | | 12582 | |
| Peso de molde (g) | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4402 | | 4826 | | 4316 | | 4786 | | 3470 | | 3868 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.220 | | 2.389 | | 2.044 | | 2.266 | | 1.635 | | 1.823 | |
| % de humedad | 13.28 | | 20.62 | | 13.70 | | 24.78 | | 14.23 | | 25.86 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.961 | | 1.981 | | 1.797 | | 1.816 | | 1.432 | | 1.448 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 126.5 | 126.5 | 4626 | 4626 | 142.6 | 142.6 | 4786 | 4786 | 145.6 | 145.6 | 3868.0 | 3868.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 115.0 | 115.0 | 4502 | 4502 | 131.0 | 131.0 | 4316 | 4316 | 131.0 | 131.0 | 3470.0 | 3470.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 11.5 | 11.5 | 324.0 | 324.0 | 11.6 | 11.6 | 470.0 | 470.0 | 14.6 | 14.6 | 398.0 | 398.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 86.6 | 86.6 | 4415.1 | 4415.1 | 84.7 | 84.7 | 4239.8 | 4239.8 | 102.6 | 102.6 | 3421.0 | 3421.0 |
| % de humedad | 13.28 | 13.28 | 20.62 | 20.62 | 13.70 | 13.70 | 24.78 | 24.78 | 14.23 | 14.23 | 25.86 | 25.86 |
| Promedio de Humedad (%) | 13.28 | | 20.62 | | 13.70 | | 24.78 | | 14.23 | | 25.86 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 17/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/11/2024 | 14.3 | 24 | 0.23 | 0.006 | | 0.26 | 0.007 | | 0.34 | 0.009 | |
| 19/11/2024 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.42 | 0.011 | | 0.51 | 0.013 | |
| 20/11/2024 | 14.3 | 72 | 0.44 | 0.011 | | 0.49 | 0.012 | | 0.66 | 0.017 | |
| 21/11/2024 | 14.3 | 96 | 0.65 | 0.016 | | 0.7 | 0.018 | | 0.85 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.39 | 4.57 | total | 0.38 | 4.57 | total | 0.47 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | | 8 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 24 | 61 | | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 76 | 193 | | | 35 | 90 | | | 21 | 54 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 95 | 234 | 197.8 | 19.8 | 75 | 185 | 144.6 | 14.5 | 37 | 93 | 78.7 | 7.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 124 | 305 | | | 89 | 219 | | | 46 | 116 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 145 | 356 | 369.6 | 24.6 | 92 | 227 | 234.6 | 15.6 | 56 | 139 | 141.3 | 9.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 186 | 456 | | | 101 | 249 | | | 68 | 168 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 210 | 515 | | | 112 | 276 | | | 74 | 183 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 132 | 324 | | | 86 | 212 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 236 | 578 | | | 146 | 358 | | | 92 | 227 | | |

Henry Rivadeneyra Obiitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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*

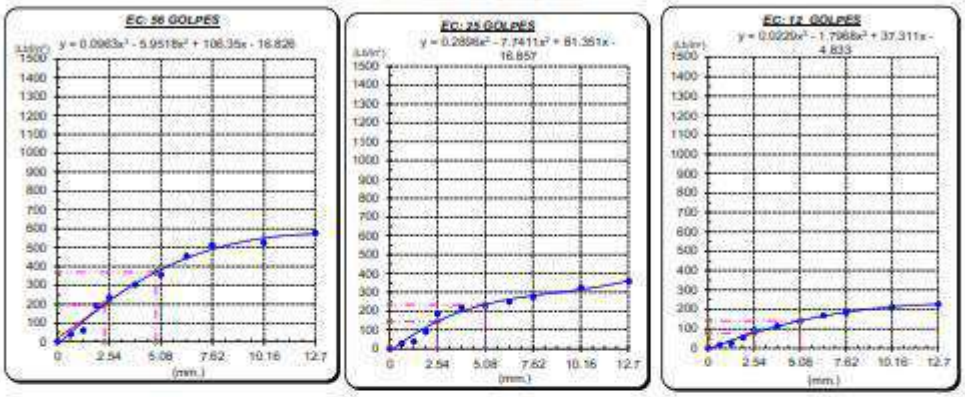



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.960 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.862 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.35 % | |

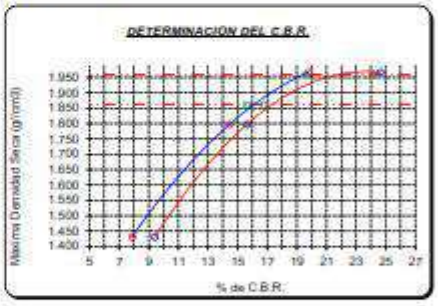
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 20 % | 24 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 16 % | 17 % |

*GRAFICO DEL PROCTOR*




*DETERMINACION DEL C.B.R.*




Henry Rhuddenigth Obligas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-7 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

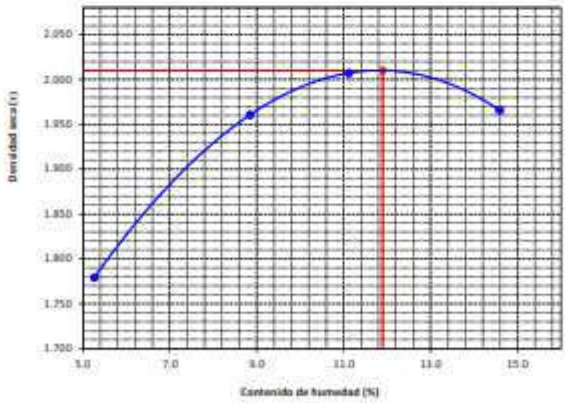
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Bustamante Cabrera
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : C-03
MUESTRA : M-7 23%NRL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12819 | | 13283 | | 13290 | | 13796 | | 12395 | | 12794 | |
| Peso de molde (g) | 7964 | | 7964 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4855 | | 5319 | | 4486 | | 4986 | | 3681 | | 4080 | |
| Volumen del molde (cc) | 2145 | | 2145 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.263 | | 2.480 | | 2.124 | | 2.361 | | 1.735 | | 1.923 | |
| % de humedad | 11.91 | | 21.66 | | 12.66 | | 24.02 | | 12.24 | | 23.25 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.023 | | 2.038 | | 1.885 | | 1.904 | | 1.546 | | 1.560 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 136.5 | 136.5 | 5319 | 5319 | 178.9 | 178.9 | 4986 | 4986 | 121.0 | 121.0 | 4080.0 | 4080.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 125.0 | 125.0 | 4855 | 4855 | 164.0 | 164.0 | 4486 | 4486 | 110.9 | 110.9 | 3681.0 | 3681.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 11.5 | 11.5 | 464.0 | 464.0 | 14.9 | 14.9 | 500.0 | 500.0 | 10.1 | 10.1 | 399.0 | 399.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 96.6 | 96.6 | 4758.8 | 4758.8 | 117.7 | 117.7 | 4403.0 | 4403.0 | 82.5 | 82.5 | 3625.0 | 3625.0 |
| % de humedad | 11.91 | 11.91 | 21.66 | 21.66 | 12.66 | 12.66 | 24.02 | 24.02 | 12.24 | 12.24 | 23.25 | 23.25 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.91 | | 21.66 | | 12.66 | | 24.02 | | 12.24 | | 23.25 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.28 | 0.007 | | 0.28 | 0.007 | | 0.3 | 0.008 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.55 | 0.015 | | 0.51 | 0.013 | | 0.59 | 0.015 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.69 | 0.017 | | 0.79 | 0.020 | | 0.86 | 0.022 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.75 | 0.019 | | 0.89 | 0.022 | | 0.92 | 0.023 | |
| | | | 4.57 | total | 0.41 | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.50 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-8 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 23 | 58 | | | 15 | 39 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 46 | 119 | | | 26 | 66 | | | 17 | 44 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 86 | 241 | | | 53 | 132 | | | 31 | 78 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 143 | 366 | 177.0 | 17.7 | 75 | 188 | 164.8 | 16.5 | 57 | 141 | 119.7 | 12.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 178 | 437 | | | 83 | 205 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 210 | 515 | 326.1 | 21.7 | 96 | 237 | 273.9 | 18.3 | 79 | 195 | 193.0 | 12.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 208 | 510 | | | 101 | 249 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 214 | 524 | | | 112 | 276 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 221 | 541 | | | 134 | 329 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 236 | 578 | | | 146 | 358 | | | 112 | 276 | | |

Henry Ruandeveira Obiatas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

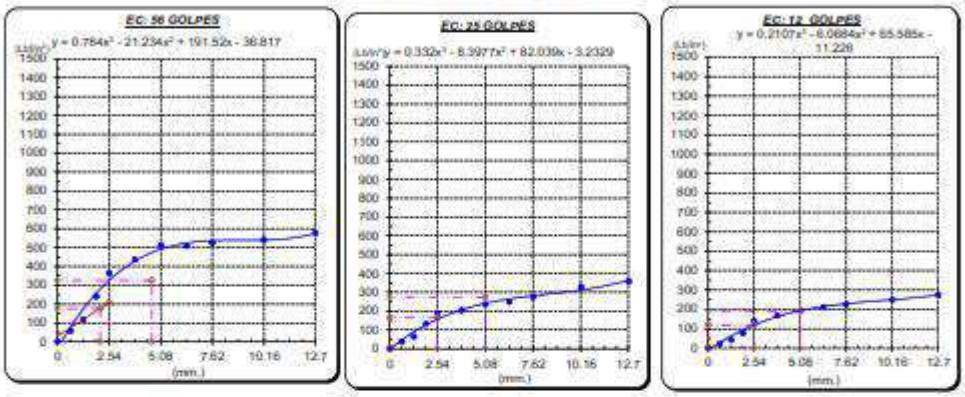



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

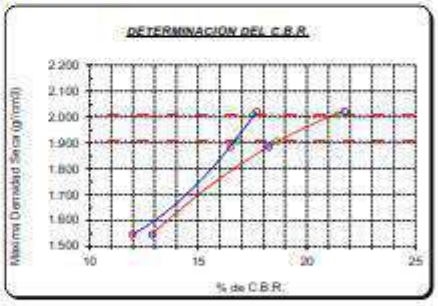
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.010 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.910 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.90 % |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 | % | 21 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 17 | % | 19 | % |




Hecho Revisado Obtenido
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-7 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

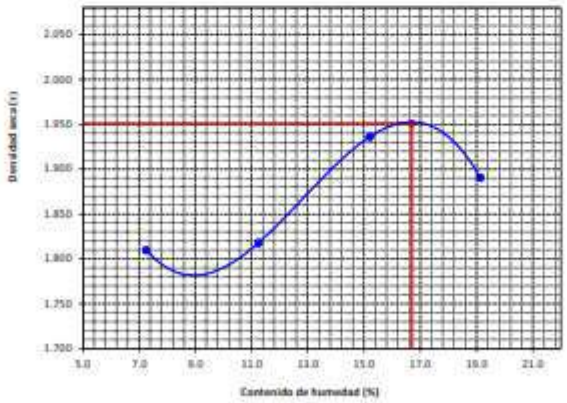
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rhoderick Obitas
Téc. Laboratorio USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-7 27%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12916 | | 13244 | | 13310 | | 13698 | | 12320 | | 12634 | |
| Peso de molde (g) | 8034 | | 8034 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4882 | | 5210 | | 4506 | | 4886 | | 3606 | | 3920 | |
| Volumen del molde (cc) | 2140 | | 2140 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.281 | | 2.435 | | 2.134 | | 2.313 | | 1.699 | | 1.847 | |
| % de humedad | 16.50 | | 23.35 | | 16.09 | | 24.68 | | 16.95 | | 25.78 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.958 | | 1.974 | | 1.838 | | 1.856 | | 1.453 | | 1.469 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 145.6 | 145.6 | 5210 | 5210 | 136.5 | 136.5 | 4886 | 4886 | 159.5 | 159.5 | 3920.0 | 3920.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 129.0 | 129.0 | 4682 | 4682 | 124.0 | 124.0 | 4506 | 4506 | 140.5 | 140.5 | 3606.0 | 3606.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 16.6 | 16.6 | 328.0 | 328.0 | 12.5 | 12.5 | 380.0 | 380.0 | 19.0 | 19.0 | 314.0 | 314.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 100.6 | 100.6 | 4788.2 | 4788.2 | 77.7 | 77.7 | 4424.7 | 4424.7 | 112.1 | 112.1 | 3554.4 | 3554.4 |
| % de humedad | 16.50 | 16.50 | 23.35 | 23.35 | 16.09 | 16.09 | 24.68 | 24.68 | 16.95 | 16.95 | 25.78 | 25.78 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.50 | | 23.35 | | 16.09 | | 24.68 | | 16.95 | | 25.78 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.007 | | 0.13 | 0.003 | | 0.31 | 0.006 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.45 | 0.011 | | 0.49 | 0.012 | | 0.52 | 0.013 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.62 | 0.016 | | 0.82 | 0.016 | | 0.69 | 0.017 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.78 | 0.020 | | 0.86 | 0.022 | | 0.91 | 0.023 | |
| | | | 4.57 | total | 0.43 | 4.57 | total | 0.47 | 4.57 | total | 0.50 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 46 | 119 | | | 29 | 73 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 89 | 219 | | | 52 | 129 | | | 42 | 105 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 112 | 276 | 157.2 | 15.7 | 69 | 171 | 147.4 | 14.7 | 52 | 129 | 119.1 | 11.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 136 | 334 | | | 86 | 212 | | | 68 | 168 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 148 | 363 | 306.4 | 20.4 | 98 | 241 | 225.9 | 15.1 | 74 | 183 | 189.3 | 12.6 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 163 | 400 | | | 101 | 249 | | | 81 | 200 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 189 | 463 | | | 112 | 276 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 197 | 483 | | | 129 | 317 | | | 96 | 237 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 134 | 329 | | | 101 | 249 | | |

Henry Riveros Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

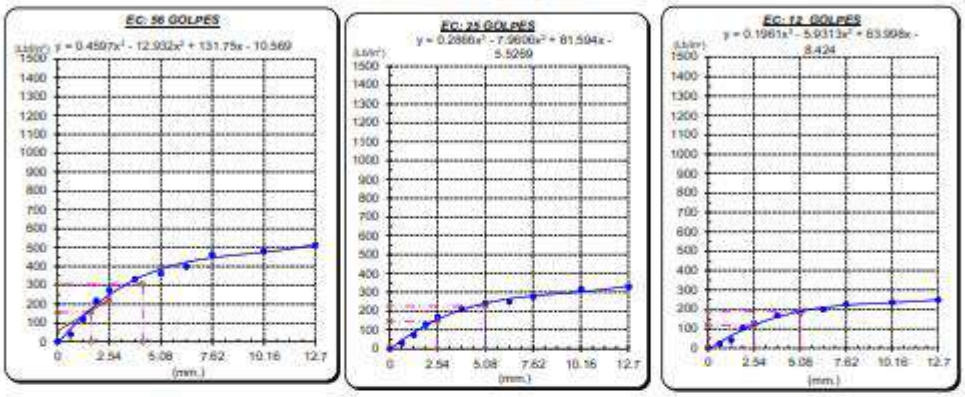



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.951 g./cm³ | |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.853 g./cm³ | |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 16.70 % | |

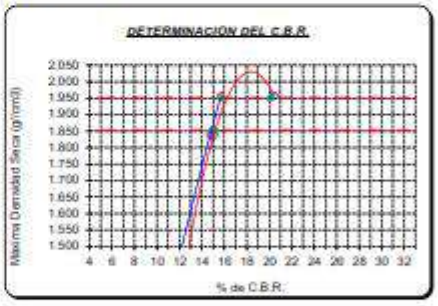
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 18 % | 20 % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 15 % | 15 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***




Henry Fruedenciano Obregón
Téc. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-7 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

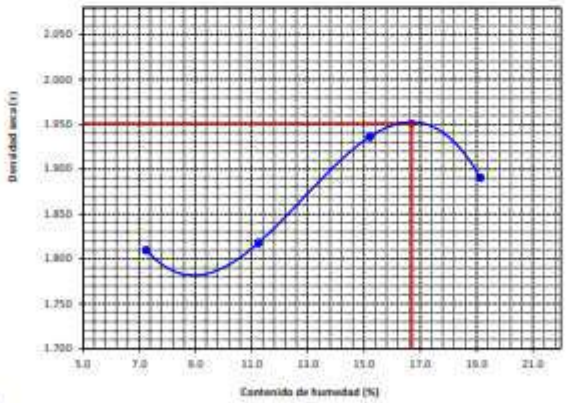
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 95.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT
USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-03
MUESTRA: M-7 32%NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-12 | | | | A-3 | | | | A-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 | 13606 | | 13958 | | 13360 | | 13690 | | 12898 | | 13026 | |
| Peso de molde (g) | 8806 | | 8806 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4800 | | 5152 | | 4556 | | 4886 | | 3894 | | 4222 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2118 | | 2112 | | 2112 | | 2112 | | 2112 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.268 | | 2.432 | | 2.157 | | 2.313 | | 1.844 | | 1.999 | |
| % de humedad | 15.52 | | 23.00 | | 16.71 | | 24.08 | | 17.07 | | 25.60 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.962 | | 1.978 | | 1.848 | | 1.864 | | 1.575 | | 1.592 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 142.3 | 142.3 | 5152 | 5152 | 169.5 | 169.5 | 4886 | 4886 | 104.5 | 104.5 | 4222.0 | 4222.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 127.0 | 127.0 | 4800 | 4800 | 169.0 | 169.0 | 4556 | 4556 | 93.4 | 93.4 | 3895.0 | 3895.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 15.3 | 15.3 | 352.0 | 352.0 | 20.5 | 20.5 | 330.0 | 330.0 | 11.1 | 11.1 | 327.0 | 327.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 98.6 | 98.6 | 4707.6 | 4707.6 | 122.7 | 122.7 | 4473.3 | 4473.3 | 65.0 | 65.0 | 3834.6 | 3834.6 |
| % de humedad | 15.52 | 15.52 | 23.00 | 23.00 | 16.71 | 16.71 | 24.08 | 24.08 | 17.07 | 17.07 | 25.60 | 25.60 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.52 | | 23.00 | | 16.71 | | 24.08 | | 17.07 | | 25.60 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.26 | 0.007 | | 0.2 | 0.006 | | 0.31 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.35 | 0.009 | | 0.42 | 0.011 | | 0.42 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.56 | 0.015 | | 0.51 | 0.013 | | 0.65 | 0.016 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.78 | 0.019 | | 0.8 | 0.020 | | 0.89 | 0.022 | |
| | | | 4.57 | total | 0.42 | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.49 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-12 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 20 | 51 | | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 56 | 139 | | | 36 | 90 | | | 21 | 54 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 86 | 212 | | | 52 | 129 | | | 26 | 66 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 124 | 305 | 204.2 | 20.4 | 87 | 215 | 175.7 | 17.6 | 51 | 127 | 109.8 | 11.0 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 136 | 334 | | | 92 | 227 | | | 62 | 154 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 156 | 383 | 395.9 | 26.4 | 101 | 249 | 267.9 | 17.9 | 74 | 183 | 184.4 | 12.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 168 | 412 | | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 179 | 439 | | | 121 | 298 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 196 | 480 | | | 136 | 334 | | | 96 | 237 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 205 | 502 | | | 142 | 349 | | | 97 | 239 | | |

Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

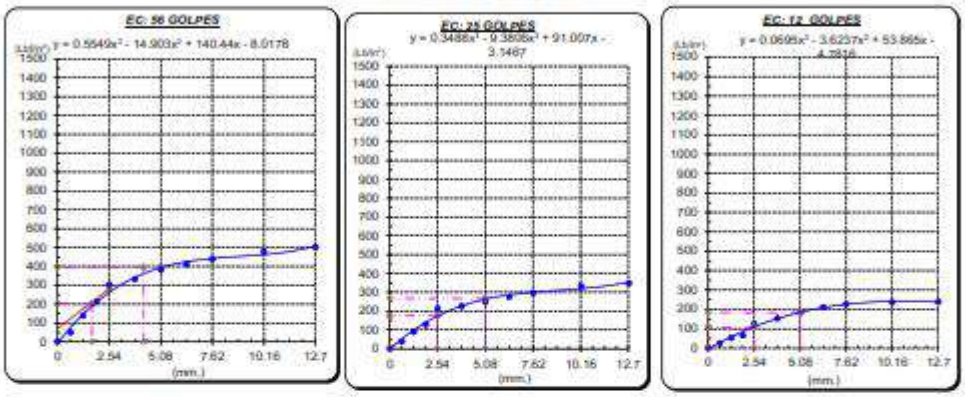



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

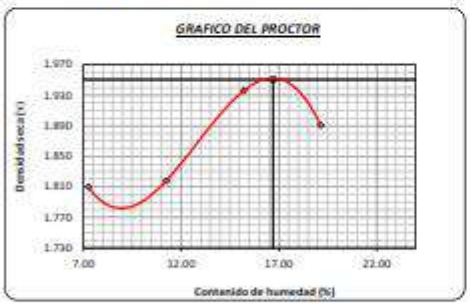
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| **DENSIDAD SECA AL 100%** | 1.951 g./cm³ |
| **DENSIDAD SECA AL 95%** | 1.853 g./cm³ |
| **ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD** | 16.70 % |

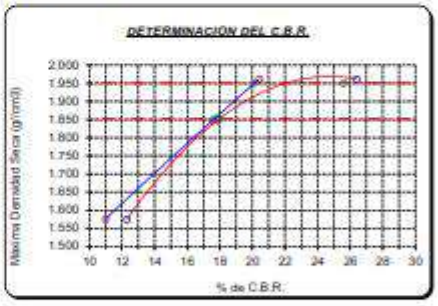
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| **C.B.R. AL 100 % M.D.S.** | 20 | % | 26 | % |
| **C.B.R. AL 95 % M.D.S.** | 18 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACIÓN DEL C.B.R.***








UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-8 18% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

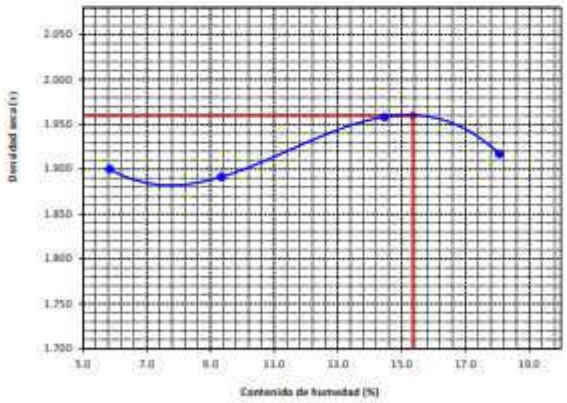
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 85.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 9.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 18.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.960 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 15.35 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Riveros Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-8 18% NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 13386 | | 13610 | | 13290 | | 13520 | | 12512 | | 12722 | |
| Peso de molde (g) | 8694 | | 8694 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4672 | | 4916 | | 4486 | | 4716 | | 3798 | | 4008 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.313 | | 2.434 | | 2.124 | | 2.233 | | 1.790 | | 1.889 | |
| % de humedad | 16.54 | | 21.87 | | 16.92 | | 22.14 | | 16.87 | | 22.48 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.985 | | 1.997 | | 1.817 | | 1.828 | | 1.532 | | 1.542 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 116.5 | 116.5 | 4916 | 4916 | 146.5 | 146.5 | 4716 | 4716 | 192.6 | 192.6 | 4008.0 | 4008.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 104.0 | 104.0 | 4672 | 4672 | 132.0 | 132.0 | 4486 | 4486 | 168.9 | 168.9 | 3798.0 | 3798.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 12.5 | 12.5 | 244.0 | 244.0 | 14.5 | 14.5 | 230.0 | 230.0 | 23.7 | 23.7 | 210.0 | 210.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 75.6 | 75.6 | 4581.1 | 4581.1 | 85.7 | 85.7 | 4486.0 | 4486.0 | 140.5 | 140.5 | 3740.7 | 3740.7 |
| % de humedad | 16.54 | 16.54 | 21.87 | 21.87 | 16.92 | 16.92 | 22.14 | 22.14 | 16.87 | 16.87 | 22.48 | 22.48 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.54 | | 21.87 | | 16.92 | | 22.14 | | 16.87 | | 22.48 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 17/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18/11/2024 | 14.3 | 24 | 0.21 | 0.005 | | 0.21 | 0.005 | | 0.2 | 0.005 | |
| 19/11/2024 | 14.3 | 48 | 0.36 | 0.009 | | 0.42 | 0.011 | | 0.45 | 0.011 | |
| 20/11/2024 | 14.3 | 72 | 0.44 | 0.011 | | 0.62 | 0.016 | | 0.68 | 0.017 | |
| 21/11/2024 | 14.3 | 96 | 0.54 | 0.014 | | 0.78 | 0.020 | | 0.83 | 0.021 | |
| | | | 4.57 | total | 0.30 | 4.57 | total | 0.43 | 4.57 | total | 0.45 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CARGA | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | | 8 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 22 | 56 | | | 17 | 44 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 56 | 139 | | | 26 | 66 | | | 15 | 39 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 140.4 | 14.0 | 65 | 161 | 127.7 | 12.8 | 45 | 112 | 87.8 | 8.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 102 | 251 | | | 76 | 188 | | | 53 | 132 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 113 | 278 | 263.7 | 17.6 | 83 | 205 | 206.6 | 13.8 | 65 | 161 | 160.4 | 10.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 124 | 305 | | | 92 | 227 | | | 79 | 195 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 132 | 324 | | | 101 | 249 | | | 83 | 205 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 142 | 349 | | | 112 | 276 | | | 94 | 232 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 156 | 383 | | | 134 | 329 | | | 101 | 249 | | |

Beverly Rivadeneyra Obiticas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

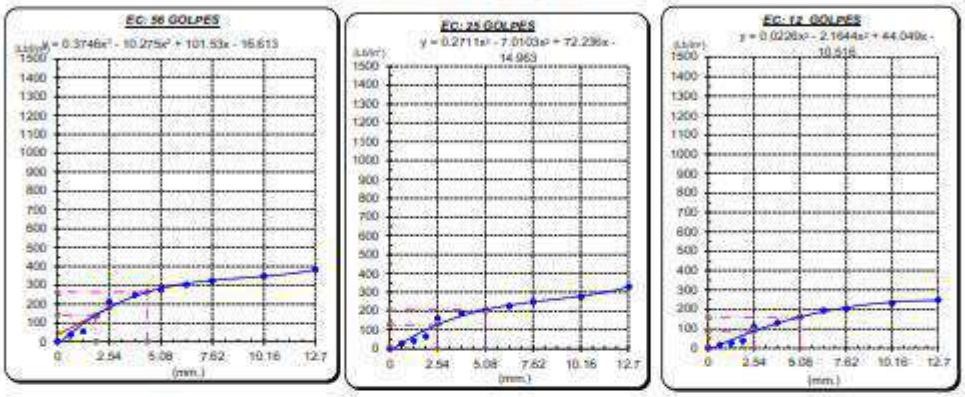



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.960 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.862 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.35 % |

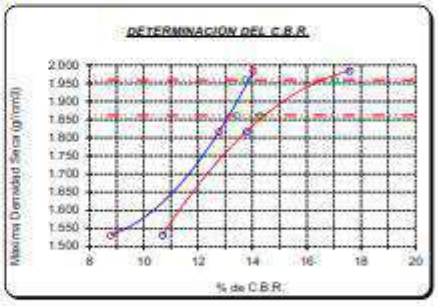
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 % | 17 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 13 % | 14 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruadenight Obregon
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-8 23% NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

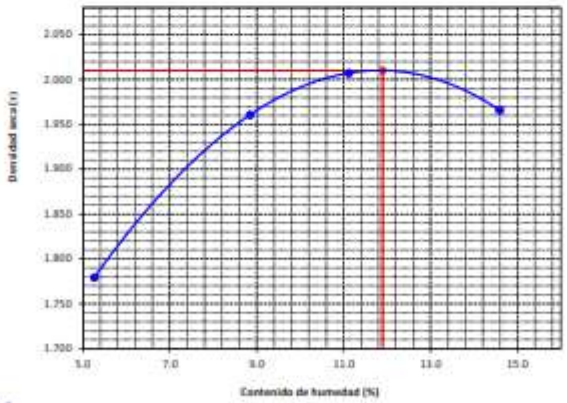
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Riveros Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-03
MUESTRA: M-8 23% NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12756 | | 13324 | | 13246 | | 13752 | | 12342 | | 12769 | |
| Peso de molde (g) | 7964 | | 7964 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4792 | | 5360 | | 4442 | | 4948 | | 3628 | | 4055 | |
| Volumen del molde (cc) | 2145 | | 2145 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.234 | | 2.499 | | 2.103 | | 2.343 | | 1.710 | | 1.911 | |
| % de humedad | 11.79 | | 23.84 | | 12.05 | | 23.65 | | 12.12 | | 24.07 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.999 | | 2.018 | | 1.877 | | 1.895 | | 1.526 | | 1.540 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 121.6 | 121.6 | 5360 | 5360 | 146.6 | 146.6 | 4948 | 4948 | 210.6 | 210.6 | 4055.0 | 4055.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 111.6 | 111.6 | 4792 | 4792 | 137.6 | 137.6 | 4442 | 4442 | 190.9 | 190.9 | 3628.0 | 3628.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 9.8 | 9.8 | 568.0 | 568.0 | 11.0 | 11.0 | 506.0 | 506.0 | 19.7 | 19.7 | 427.0 | 427.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 83.4 | 83.4 | 4698.1 | 4698.1 | 91.3 | 91.3 | 4360.2 | 4360.2 | 162.5 | 162.5 | 3573.5 | 3573.5 |
| % de humedad | 11.75 | 11.75 | 23.84 | 23.84 | 12.05 | 12.05 | 23.65 | 23.65 | 12.12 | 12.12 | 24.07 | 24.07 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.75 | | 23.84 | | 12.05 | | 23.65 | | 12.12 | | 24.07 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 30/11/2024 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/12/2024 | 14.3 | 24 | 0.19 | 0.005 | | 0.27 | 0.006 | | 0.26 | 0.007 | |
| 02/12/2024 | 14.3 | 48 | 0.54 | 0.014 | | 0.49 | 0.012 | | 0.59 | 0.015 | |
| 03/12/2024 | 14.3 | 72 | 0.66 | 0.017 | | 0.59 | 0.015 | | 0.68 | 0.017 | |
| 04/12/2024 | 14.3 | 96 | 0.71 | 0.018 | | 0.62 | 0.021 | | 0.93 | 0.023 | |
| | | | 4.57 | total | 0.39 | 4.57 | total | 0.45 | 4.57 | total | 0.51 |

| PENETRACIÓN | | | | PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 38 | 95 | | | 23 | 58 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 85 | 210 | | | 59 | 146 | | | 32 | 80 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 101 | 249 | 208.8 | 20.9 | 75 | 185 | 168.1 | 16.8 | 57 | 141 | 114.0 | 11.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 146 | 358 | | | 89 | 219 | | | 63 | 156 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 166 | 412 | 387.3 | 25.8 | 115 | 283 | 285.9 | 19.1 | 76 | 193 | 191.6 | 12.8 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 138 | 334 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 204 | 500 | | | 148 | 363 | | | 97 | 239 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 216 | 529 | | | 156 | 383 | | | 110 | 271 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 224 | 549 | | | 172 | 422 | | | 124 | 305 | | |

Henry Ruedencurra Chilcas
Téc. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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*

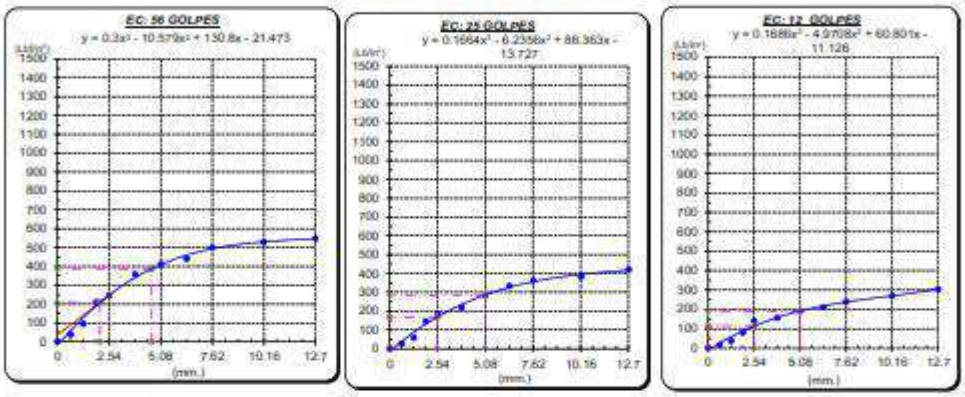



*GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.*

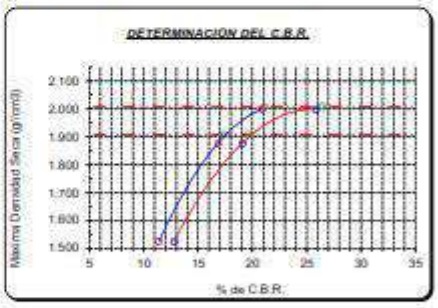
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.010 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.910 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.90 % | |

**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 Rivadeneyra Ortiz
Jefe Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-8 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

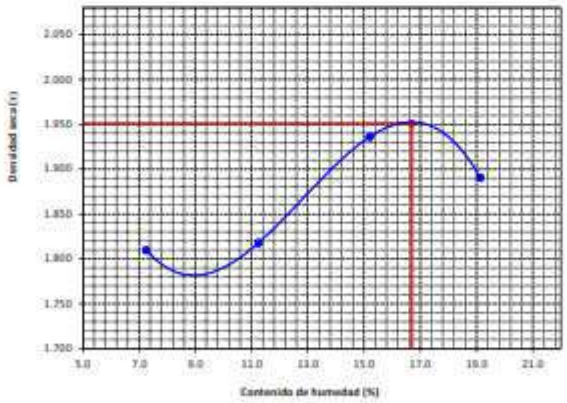
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruiz Cerna Obras Ing. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-8 27%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12905 | | 13244 | | 13363 | | 13630 | | 12640 | | 12894 | |
| Peso de molde (g) | 8034 | | 8034 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4871 | | 5210 | | 4559 | | 4826 | | 3926 | | 4180 | |
| Volumen del molde (cc) | 2140 | | 2140 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.276 | | 2.435 | | 2.159 | | 2.285 | | 1.850 | | 1.970 | |
| % de humedad | 15.77 | | 22.86 | | 16.75 | | 22.72 | | 16.19 | | 22.76 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.966 | | 1.982 | | 1.849 | | 1.862 | | 1.592 | | 1.605 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 124.6 | 124.6 | 5210 | 5210 | 112.5 | 112.5 | 4826 | 4826 | 134.6 | 134.6 | 4180.0 | 4180.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 111.5 | 111.5 | 4671 | 4671 | 103.0 | 103.0 | 4559 | 4559 | 119.6 | 119.6 | 3926.0 | 3926.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 13.1 | 13.1 | 339.0 | 339.0 | 9.5 | 9.5 | 267.0 | 267.0 | 14.8 | 14.8 | 254.0 | 254.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 83.1 | 83.1 | 4777.1 | 4777.1 | 56.7 | 56.7 | 4476.2 | 4476.2 | 91.4 | 91.4 | 3864.5 | 3864.5 |
| % de humedad | 15.77 | 15.77 | 22.86 | 22.86 | 16.75 | 16.75 | 22.72 | 22.72 | 16.19 | 16.19 | 22.76 | 22.76 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.77 | | 22.86 | | 16.75 | | 22.72 | | 16.19 | | 22.76 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.20 | 0.007 | | 0.2 | 0.006 | | 0.3 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.50 | 0.014 | | 0.35 | 0.010 | | 0.45 | 0.012 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.60 | 0.017 | | 0.70 | 0.019 | | 0.60 | 0.017 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.81 | 0.020 | | 0.80 | 0.022 | | 0.95 | 0.024 | |
| | | | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.49 | 4.57 | total | 0.53 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 24 | 61 | | | 17 | 44 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 39 | 97 | | | 24 | 61 | | | 18 | 46 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 150.3 | 15.0 | 48 | 119 | 111.5 | 11.2 | 24 | 61 | 85.7 | 8.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 97 | 239 | | | 67 | 168 | | | 39 | 97 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 115 | 283 | 286.1 | 19.1 | 89 | 219 | 208.9 | 13.9 | 58 | 144 | 135.0 | 9.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 136 | 334 | | | 101 | 249 | | | 64 | 158 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 168 | 412 | | | 116 | 285 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 195 | 466 | | | 124 | 305 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 210 | 515 | | | 132 | 324 | | | 101 | 249 | | |

Henry Rosemberg Ordinola Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

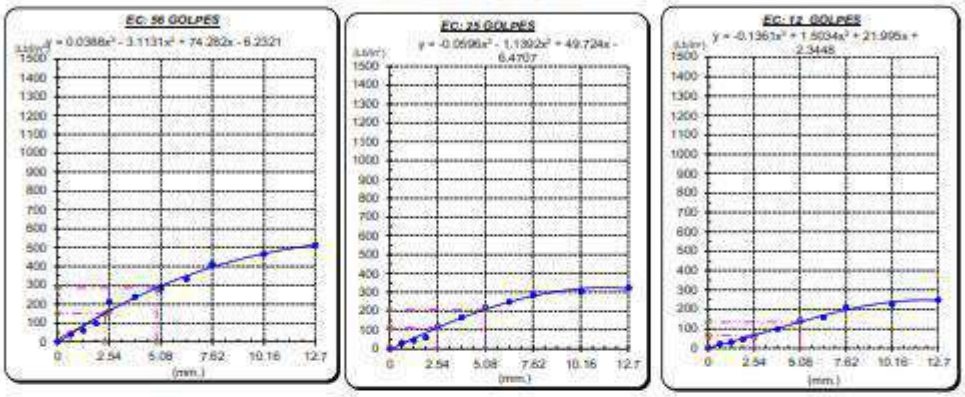



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % | |

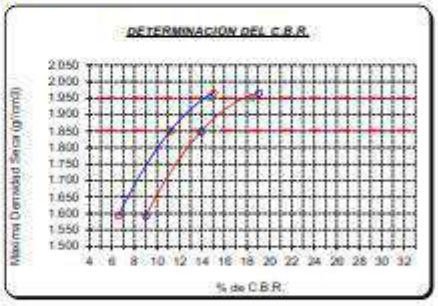
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 15 % | 18 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 11 % | 14 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Brandon Ogoña Ortiz
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-8 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

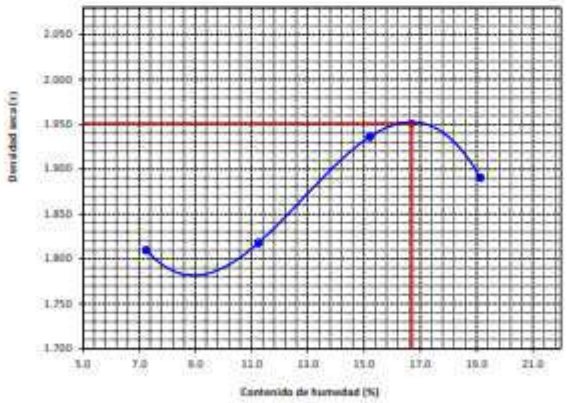
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 96.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-8 32%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-12 | | | | A-3 | | | | A-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 | 13790 | | 13896 | | 13490 | | 13560 | | 12564 | | 12756 | |
| Peso de molde (g) | 8806 | | 8806 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4984 | | 5090 | | 4686 | | 4756 | | 3760 | | 3952 | |
| Volumen del molde (cc) | 2116 | | 2116 | | 2112 | | 2112 | | 2112 | | 2112 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.355 | | 2.405 | | 2.219 | | 2.252 | | 1.780 | | 1.871 | |
| % de humedad | 16.03 | | 18.20 | | 16.47 | | 17.99 | | 17.27 | | 22.45 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.028 | | 2.033 | | 1.905 | | 1.908 | | 1.518 | | 1.528 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 148.6 | 148.6 | 5090 | 5090 | 165.8 | 165.8 | 4756 | 4756 | 196.8 | 196.8 | 3952.0 | 3952.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 132.0 | 132.0 | 4984 | 4984 | 148.9 | 148.9 | 4686 | 4686 | 172.0 | 172.0 | 3760.0 | 3760.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 16.6 | 16.6 | 106.0 | 106.0 | 16.9 | 16.9 | 70.0 | 70.0 | 24.8 | 24.8 | 192.0 | 192.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 28.42 | 28.42 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 28.38 | 28.38 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 103.6 | 103.6 | 4884.9 | 4884.9 | 102.6 | 102.6 | 4598.4 | 4598.4 | 143.6 | 143.6 | 3703.8 | 3703.8 |
| % de humedad | 16.03 | 16.03 | 18.20 | 18.20 | 16.47 | 16.47 | 17.99 | 17.99 | 17.27 | 17.27 | 22.45 | 22.45 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.03 | | 18.20 | | 16.47 | | 17.99 | | 17.27 | | 22.45 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.23 | 0.006 | | 0.2 | 0.005 | | 0.5 | 0.013 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.34 | 0.009 | | 0.35 | 0.009 | | 0.78 | 0.020 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.46 | 0.012 | | 0.5 | 0.013 | | 0.86 | 0.022 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.62 | 0.016 | | 0.78 | 0.019 | | 0.9 | 0.023 | |
| | | | 4.57 | total | 0.34 | 4.57 | total | 0.42 | 4.57 | total | 0.49 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-12 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-2 | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 12 | 32 | | | 8 | 22 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 29 | 73 | | | 18 | 46 | | | 10 | 27 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 48 | 119 | | | 26 | 66 | | | 16 | 41 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 86 | 212 | 140.8 | 14.1 | 45 | 112 | 115.2 | 11.5 | 29 | 73 | 68.6 | 6.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 97 | 239 | | | 73 | 180 | | | 37 | 99 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 112 | 276 | 263.3 | 17.6 | 95 | 234 | 214.5 | 14.3 | 58 | 144 | 148.9 | 9.9 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 124 | 305 | | | 101 | 249 | | | 86 | 212 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 136 | 334 | | | 113 | 278 | | | 97 | 239 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 148 | 363 | | | 127 | 312 | | | 101 | 249 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 152 | 373 | | | 130 | 319 | | | 128 | 310 | | |

Henry Rivadeneyra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

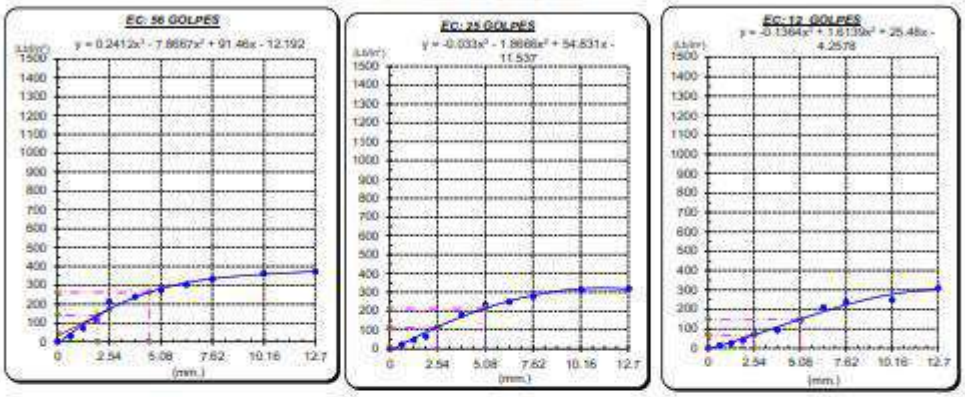



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

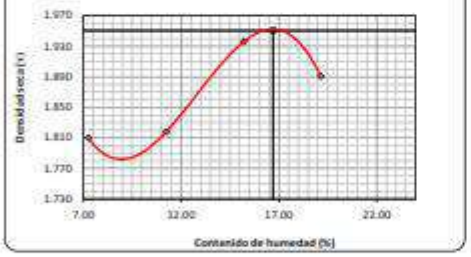
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % |

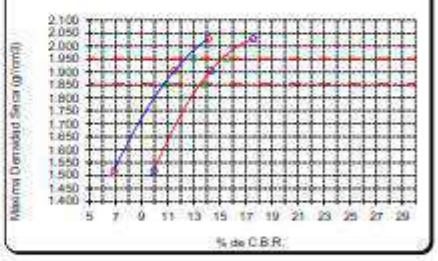
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 13 | % | 16 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 11 | % | 14 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-5 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

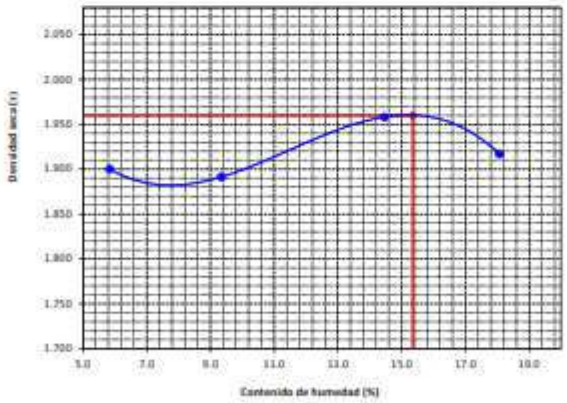
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 86.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 8.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 16.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.960** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **15.35** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-9 18%NRL** PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 13520 | | 13650 | | 13420 | | 13720 | | 12470 | | 12698 | |
| Peso de molde (g) | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4826 | | 4956 | | 4616 | | 4916 | | 3756 | | 3984 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.389 | | 2.453 | | 2.186 | | 2.328 | | 1.770 | | 1.877 | |
| % de humedad | 15.37 | | 18.12 | | 16.75 | | 23.37 | | 17.58 | | 23.74 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.071 | | 2.077 | | 1.872 | | 1.887 | | 1.505 | | 1.517 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 126.5 | 126.5 | 4956 | 4956 | 136.9 | 136.9 | 4916 | 4916 | 112.6 | 112.6 | 3984.0 | 3984.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 110.6 | 110.6 | 4626 | 4626 | 123.9 | 123.9 | 4616 | 4616 | 101.5 | 101.5 | 3756.0 | 3756.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 15.9 | 15.9 | 130.0 | 130.0 | 13.0 | 13.0 | 300.0 | 300.0 | 11.1 | 11.1 | 228.0 | 228.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 7.15 | 7.15 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 38.36 | 38.36 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 103.5 | 103.5 | 4728.1 | 4728.1 | 77.6 | 77.6 | 4531.2 | 4531.2 | 63.1 | 63.1 | 3700.3 | 3700.3 |
| % de humedad | 15.37 | 15.37 | 18.12 | 18.12 | 16.75 | 16.75 | 23.37 | 23.37 | 17.58 | 17.58 | 23.74 | 23.74 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.37 | | 18.12 | | 16.75 | | 23.37 | | 17.58 | | 23.74 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **31/05/2023** | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.2 | 0.005 | | 0.21 | 0.005 | | 0.2 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.54 | 0.014 | | 0.65 | 0.017 | | 0.75 | 0.019 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.66 | 0.017 | | 0.82 | 0.021 | | 0.96 | 0.024 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.78 | 0.020 | | 0.96 | 0.024 | | 1.2 | 0.030 | |
| | | | 4.57 | total | 0.43 | 4.57 | total | 0.53 | 4.57 | total | 0.66 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | CARGA Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 36 | 90 | | | 14 | 36 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 69 | 168 | | | 26 | 66 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 89 | 219 | | | 36 | 95 | | | 23 | 56 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 95 | 234 | 167.7 | 16.8 | 69 | 171 | 146.5 | 14.7 | 48 | 119 | 104.3 | 10.4 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 112 | 276 | | | 85 | 210 | | | 62 | 154 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 136 | 334 | 344.4 | 23.0 | 92 | 227 | 235.6 | 15.7 | 76 | 188 | 183.6 | 12.2 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 145 | 356 | | | 108 | 266 | | | 88 | 219 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 157 | 385 | | | 112 | 276 | | | 92 | 227 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 168 | 412 | | | 128 | 315 | | | 96 | 237 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 172 | 422 | | | 139 | 341 | | | 101 | 249 | | |

Henry Rivadeneyra Ordinas
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

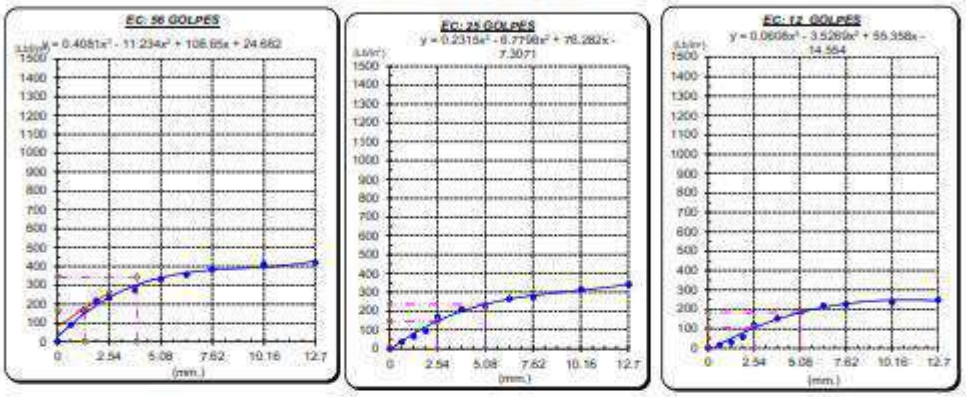



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.960 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.862 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.35 % | |

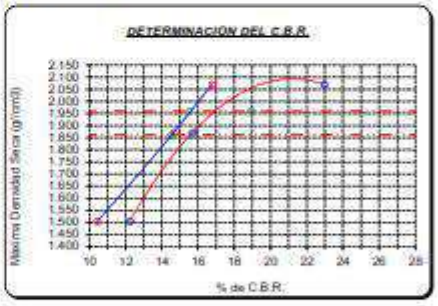
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 16 % | 19 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 % | 18 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruedas Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-5 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

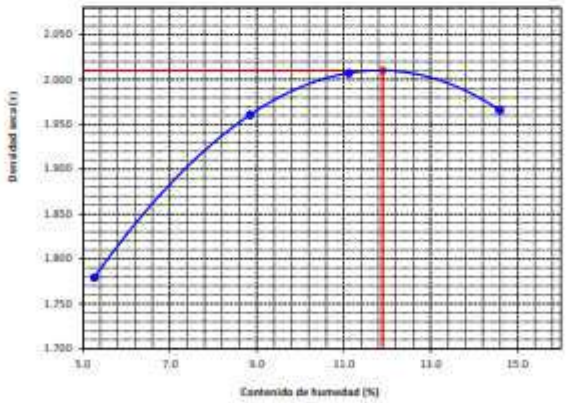
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-9 23%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12924 | | 13360 | | 13310 | | 13830 | | 12368 | | 12780 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4630 | | 5066 | | 4506 | | 5026 | | 3654 | | 4066 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.292 | | 2.508 | | 2.134 | | 2.380 | | 1.722 | | 1.916 | |
| % de humedad | 11.73 | | 21.34 | | 12.59 | | 24.34 | | 12.90 | | 24.34 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.052 | | 2.067 | | 1.895 | | 1.914 | | 1.525 | | 1.541 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 124.6 | 124.6 | 5066 | 5066 | 145.6 | 145.6 | 5026 | 5026 | 136.5 | 136.5 | 4066.0 | 4066.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 113.4 | 113.4 | 4630 | 4630 | 134.5 | 134.5 | 4506 | 4506 | 124.0 | 124.0 | 3654.0 | 3654.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 11.2 | 11.2 | 436.0 | 436.0 | 11.1 | 11.1 | 520.0 | 520.0 | 12.5 | 12.5 | 412.0 | 412.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 17.88 | 17.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.08 | 27.08 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 95.5 | 95.5 | 4536.9 | 4536.9 | 88.2 | 88.2 | 4422.2 | 4422.2 | 96.9 | 96.9 | 3599.1 | 3599.1 |
| % de humedad | 11.73 | 11.73 | 21.34 | 21.34 | 12.59 | 12.59 | 24.34 | 24.34 | 12.90 | 12.90 | 24.34 | 24.34 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.73 | | 21.34 | | 12.59 | | 24.34 | | 12.90 | | 24.34 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.21 | 0.008 | | 0.32 | 0.008 | | 0.3 | 0.008 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.46 | 0.012 | | 0.59 | 0.015 | | 0.67 | 0.017 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.56 | 0.015 | | 0.75 | 0.019 | | 0.86 | 0.022 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.73 | 0.019 | | 0.86 | 0.022 | | 0.97 | 0.024 | |
| | | | 4.57 | total | 0.41 | 4.57 | total | 0.47 | 4.57 | total | 0.53 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-8 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/ pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 28 | 66 | | | 18 | 41 | | | 7 | 19 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 68 | 168 | | | 45 | 112 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 86 | 212 | | | 52 | 129 | | | 29 | 73 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 112 | 276 | 203.2 | 20.3 | 68 | 168 | 170.7 | 17.1 | 48 | 119 | 115.8 | 11.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 136 | 334 | | | 94 | 232 | | | 69 | 171 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 175 | 429 | 390.9 | 26.1 | 112 | 276 | 274.9 | 18.3 | 92 | 227 | 211.4 | 14.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 196 | 480 | | | 124 | 305 | | | 101 | 249 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 224 | 549 | | | 136 | 334 | | | 112 | 276 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 236 | 578 | | | 148 | 363 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 275 | 673 | | | 156 | 383 | | | 136 | 334 | | |

Henry Riveros Cotrina
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

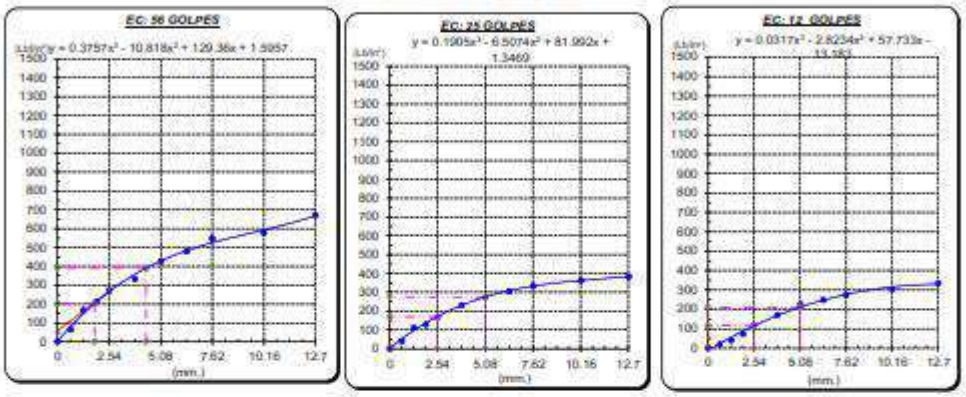



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

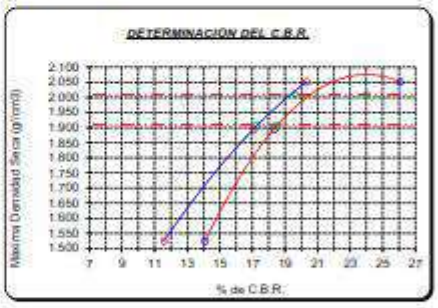
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.010 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.910 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.90 % |

**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 20 % | 24 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 17 % | 18 % |








UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-9 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

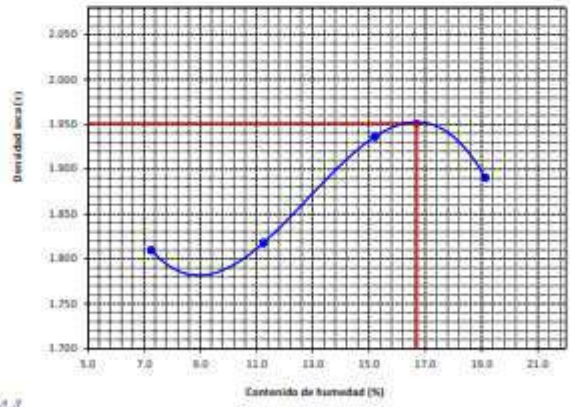
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 95.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-9 27%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 13092 | | 13452 | | 13340 | | 13620 | | 12536 | | 12868 | |
| Peso de molde (g) | 8354 | | 8354 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4738 | | 5098 | | 4536 | | 4816 | | 3822 | | 4154 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.346 | | 2.524 | | 2.148 | | 2.280 | | 1.801 | | 1.958 | |
| % de humedad | 16.24 | | 23.99 | | 17.87 | | 23.95 | | 16.37 | | 25.19 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.018 | | 2.035 | | 1.825 | | 1.840 | | 1.548 | | 1.564 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 146.9 | 146.9 | 5098 | 5098 | 189.5 | 189.5 | 4816 | 4816 | 163.5 | 163.5 | 4154.0 | 4154.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 130.0 | 130.0 | 4738 | 4738 | 168.0 | 168.0 | 4536 | 4536 | 143.0 | 143.0 | 3822.0 | 3822.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 16.9 | 16.9 | 360.0 | 360.0 | 21.5 | 21.5 | 280.0 | 280.0 | 20.5 | 20.5 | 332.0 | 332.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.91 | 25.91 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 104.1 | 104.1 | 4644.3 | 4644.3 | 121.7 | 121.7 | 4454.7 | 4454.7 | 125.2 | 125.2 | 3783.7 | 3783.7 |
| % de humedad | 16.24 | 16.24 | 23.99 | 23.99 | 17.67 | 17.67 | 23.95 | 23.95 | 16.37 | 16.37 | 25.19 | 25.19 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.24 | | 23.99 | | 17.87 | | 23.95 | | 16.37 | | 25.19 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.23 | 0.006 | | 0.2 | 0.005 | | 0.45 | 0.011 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.45 | 0.012 | | 0.35 | 0.009 | | 0.78 | 0.020 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.69 | 0.017 | | 0.55 | 0.015 | | 0.95 | 0.024 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.75 | 0.019 | | 0.95 | 0.024 | | 1.2 | 0.030 | |
| | | | 4.57 | total | 0.41 | 4.57 | total | 0.53 | 4.57 | total | 0.66 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lbf/in2 | MOLDE Nº A-8 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-8 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-8 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 16 | 41 | | | 10 | 27 | | | 5 | 15 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 36 | 95 | | | 26 | 66 | | | 12 | 32 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 69 | 171 | | | 43 | 107 | | | 24 | 61 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 89 | 219 | 189.7 | 19.0 | 62 | 154 | 145.8 | 14.6 | 36 | 90 | 98.8 | 9.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 121 | 298 | | | 86 | 212 | | | 62 | 154 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 142 | 366 | 356.9 | 23.8 | 97 | 239 | 244.7 | 16.3 | 86 | 212 | 195.1 | 13.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 180 | 441 | | | 112 | 276 | | | 98 | 241 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 196 | 480 | | | 124 | 305 | | | 110 | 271 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 215 | 527 | | | 130 | 319 | | | 121 | 298 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 228 | 554 | | | 136 | 334 | | | 136 | 334 | | |

Henry Rivadeneyra Ojeda
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | Chiclayo, Diciembre 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***

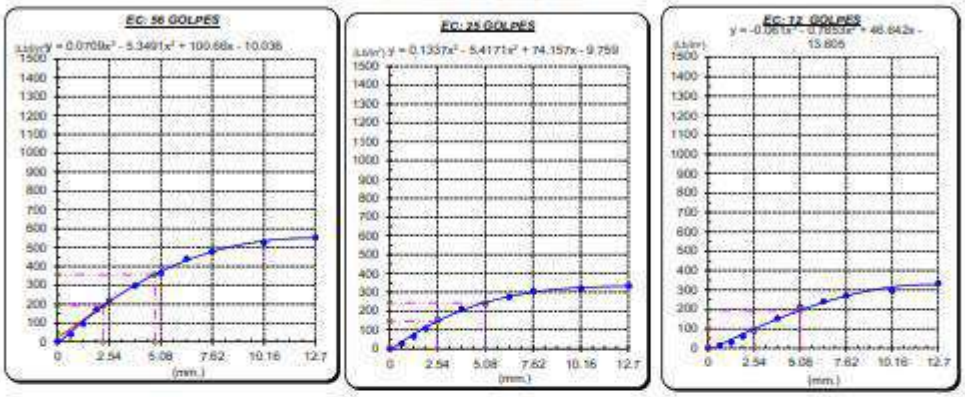



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % |

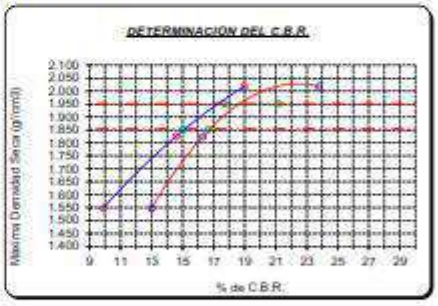
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 | % | 21 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 15 | % | 17 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruadeniyra Obligas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-9 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

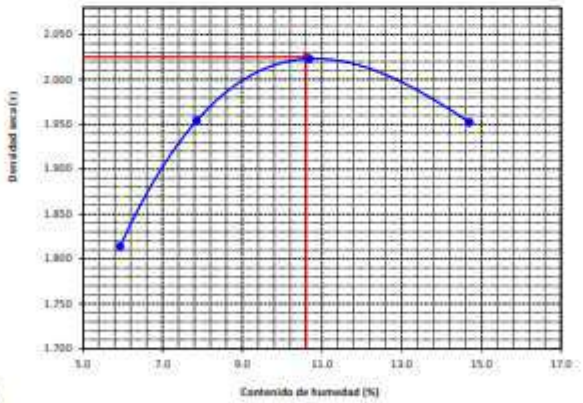
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5590 | 5760 | 5880 | 5880 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1752 | 1922 | 2042 | 2042 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.921 | 2.108 | 2.239 | 2.239 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 30.54 | 30.62 | 26.31 | 26.31 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 29.74 | 29.56 | 24.48 | 23.88 |
| Peso de tara | g | 16.25 | 16.07 | 7.35 | 7.35 |
| Peso de agua | g | 0.8 | 1.06 | 1.83 | 2.43 |
| Peso de suelo seco | g | 13.49 | 13.49 | 17.13 | 16.53 |
| Contenido de agua | % | 5.9 | 7.9 | 10.7 | 14.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.814 | 1.954 | 2.023 | 1.952 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 2.025 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.60 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-9 32%N/RL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12804 | | 13382 | | 13289 | | 13643 | | 12092 | | 12859 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4510 | | 5088 | | 4485 | | 5039 | | 3378 | | 4125 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.233 | | 2.519 | | 2.124 | | 2.386 | | 1.592 | | 1.944 | |
| % de humedad | 11.25 | | 24.32 | | 11.44 | | 24.03 | | 12.03 | | 34.46 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.007 | | 2.026 | | 1.906 | | 1.924 | | 1.421 | | 1.446 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 124.5 | 124.5 | 5088 | 5088 | 136.9 | 136.9 | 5039 | 5039 | 175.9 | 175.9 | 4125.0 | 4125.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 114.5 | 114.5 | 4510 | 4510 | 127.6 | 127.6 | 4485 | 4485 | 160.0 | 160.0 | 3378.0 | 3378.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 10.0 | 10.0 | 578.0 | 578.0 | 9.3 | 9.3 | 554.0 | 554.0 | 15.9 | 15.9 | 747.0 | 747.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.58 | 25.58 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.8 | 27.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 88.9 | 88.9 | 4421.3 | 4421.3 | 81.3 | 81.3 | 4401.1 | 4401.1 | 132.2 | 132.2 | 3330.7 | 3330.7 |
| % de humedad | 11.25 | 11.25 | 24.32 | 24.32 | 11.44 | 11.44 | 24.03 | 24.03 | 12.03 | 12.03 | 34.46 | 34.46 |
| Promedio de Humedad (%) | 11.25 | | 24.32 | | 11.44 | | 24.03 | | 12.03 | | 34.46 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.45 | 0.011 | | 0.28 | 0.007 | | 0.2 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.56 | 0.014 | | 0.45 | 0.012 | | 0.56 | 0.014 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.8 | 0.020 | | 0.95 | 0.024 | | 0.8 | 0.020 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 1.1 | 0.028 | | 1.2 | 0.030 | | 1.3 | 0.033 | |
| | | | 4.57 | total | 0.80 | 4.57 | total | 0.68 | 4.57 | total | 0.71 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 32 | 80 | | | 21 | 54 | | | 6 | 17 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 86 | 212 | | | 35 | 88 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 95 | 234 | | | 40 | 100 | | | 29 | 73 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 121 | 298 | 138.1 | 13.8 | 56 | 139 | 132.7 | 13.3 | 35 | 88 | 95.2 | 9.5 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 136 | 334 | | | 68 | 168 | | | 58 | 144 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 145 | 356 | 322.6 | 21.5 | 75 | 185 | 207.8 | 13.9 | 69 | 171 | 164.9 | 11.0 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 156 | 383 | | | 86 | 212 | | | 75 | 185 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 175 | 429 | | | 92 | 227 | | | 86 | 212 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 199 | 483 | | | 101 | 249 | | | 92 | 227 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 192 | 471 | | | 112 | 276 | | | 101 | 249 | | |

Henry Ruedencyra Obiatas
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Tesista | : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado |
| Escuela | : Ingeniería Civil Ambiental |
| Proyecto/Tesis | : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural |
| Ubicación | : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque |
| Fecha de emisión | : Chiclayo, Diciembre 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***

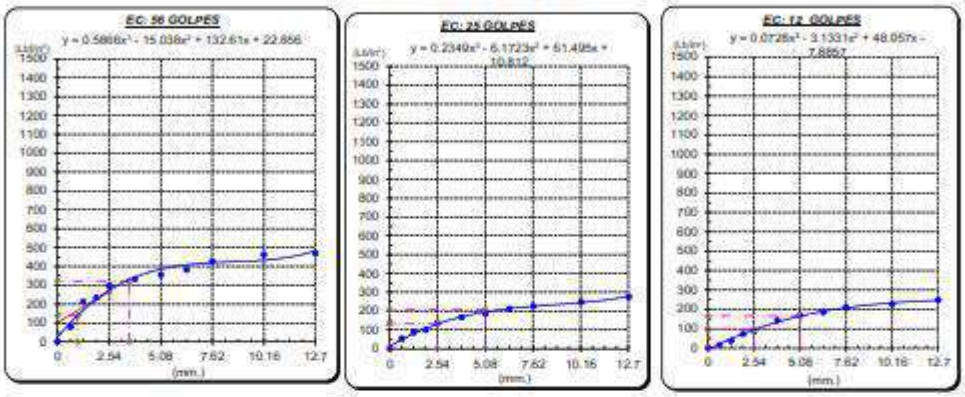



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.025 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.924 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.60 % | |

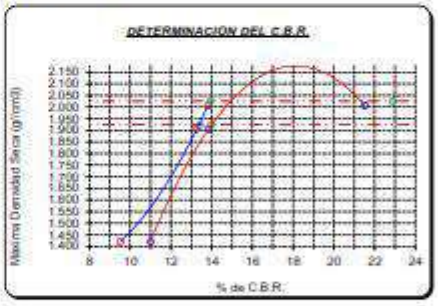
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 14 | % | 23 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 13 | % | 14 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Ruiderias Obiosa
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-10 18%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

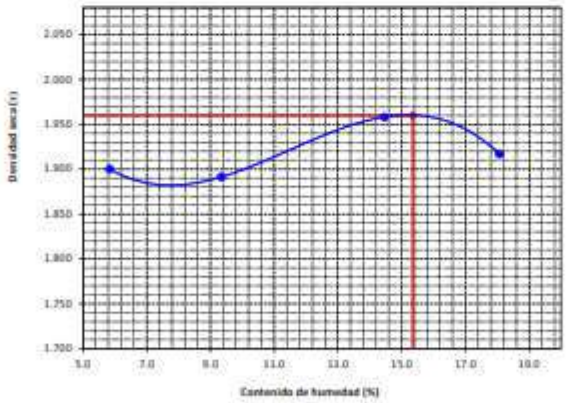
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5672 | 5724 | 5882 | 5902 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1834 | 1886 | 2044 | 2064 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 2.011 | 2.068 | 2.241 | 2.263 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 80.44 | 74.29 | 59.79 | 95.80 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 77.56 | 70.25 | 54.53 | 86.90 |
| Peso de tara | g | 28.22 | 27.03 | 18.16 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 2.88 | 4.04 | 5.26 | 8.9 |
| Peso de suelo seco | g | 49.34 | 43.22 | 36.37 | 54.79 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 9.3 | 14.5 | 16.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.900 | 1.891 | 1.958 | 1.917 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 1.960 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 15.35 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Ruiderosyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: C-03
MUESTRA: M-10 18%NRL
PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 13260 | | 13660 | | 13370 | | 13610 | | 12620 | | 12968 | |
| Peso de molde (g) | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4566 | | 4966 | | 4566 | | 5006 | | 3906 | | 4154 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.260 | | 2.458 | | 2.162 | | 2.370 | | 1.841 | | 1.958 | |
| % de humedad | 15.04 | | 23.97 | | 15.57 | | 25.39 | | 16.93 | | 23.38 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.965 | | 1.983 | | 1.871 | | 1.890 | | 1.574 | | 1.587 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 126.5 | 126.5 | 4966 | 4966 | 156.9 | 156.9 | 5006 | 5006 | 168.9 | 168.9 | 4154.0 | 4154.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 110.9 | 110.9 | 4566 | 4566 | 142.0 | 142.0 | 4566 | 4566 | 150.0 | 150.0 | 3906.0 | 3906.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 15.6 | 15.6 | 400.0 | 400.0 | 14.9 | 14.9 | 440.0 | 440.0 | 18.9 | 18.9 | 248.0 | 248.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 7.15 | 7.15 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 38.36 | 38.36 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 103.8 | 103.8 | 4478.0 | 4478.0 | 95.7 | 95.7 | 4482.2 | 4482.2 | 111.6 | 111.6 | 3845.5 | 3845.5 |
| % de humedad | 15.04 | 15.04 | 23.97 | 23.97 | 15.57 | 15.57 | 25.39 | 25.39 | 16.93 | 16.93 | 23.38 | 23.38 |
| Promedio de Humedad (%) | 15.04 | | 23.97 | | 15.57 | | 25.39 | | 16.93 | | 23.38 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.21 | 0.005 | | 0.15 | 0.004 | | 0.26 | 0.007 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.36 | 0.009 | | 0.39 | 0.010 | | 0.45 | 0.011 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.64 | 0.016 | | 0.45 | 0.011 | | 0.68 | 0.017 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.78 | 0.019 | | 0.8 | 0.020 | | 0.9 | 0.023 | |
| | | | 4.57 | total | 0.41 | 4.57 | total | 0.44 | 4.57 | total | 0.49 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 42 | 105 | | | 32 | 80 | | | 16 | 41 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 76 | 193 | | | 56 | 139 | | | 35 | 90 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 90 | 222 | 176.7 | 17.7 | 79 | 195 | 169.6 | 17.0 | 60 | 149 | 126.5 | 12.9 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 115 | 283 | | | 98 | 237 | | | 79 | 195 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 126 | 310 | 338.7 | 22.4 | 101 | 249 | 273.0 | 18.2 | 86 | 212 | 214.3 | 14.3 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 142 | 349 | | | 123 | 302 | | | 93 | 229 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 185 | 454 | | | 136 | 334 | | | 105 | 258 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 195 | 466 | | | 152 | 373 | | | 112 | 263 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 195 | 478 | | | 167 | 410 | | | 123 | 302 | | |

Henry Ruaderaura Cirilas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

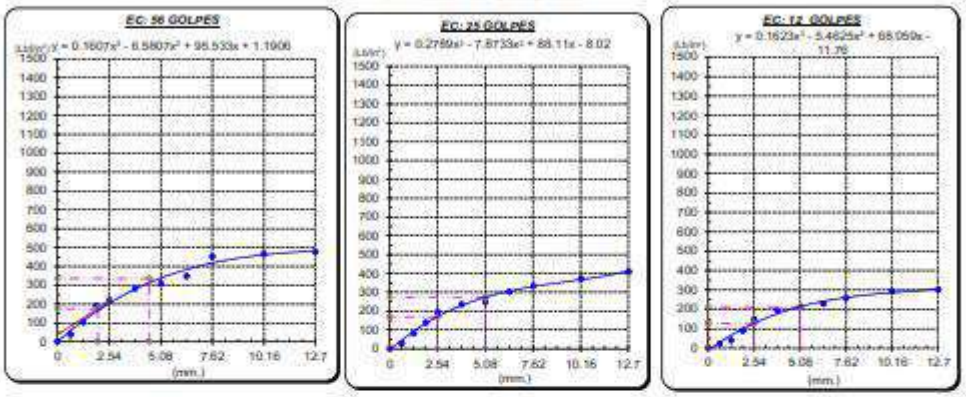



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

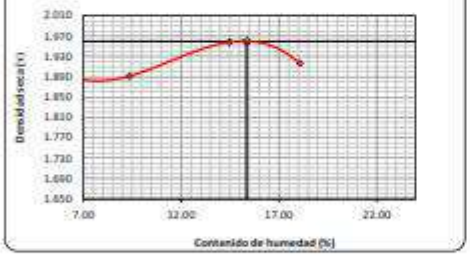
**DATOS DEL PROCTOR**

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.960 g./cm³ | |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.862 g./cm³ | |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 15.35 % | |

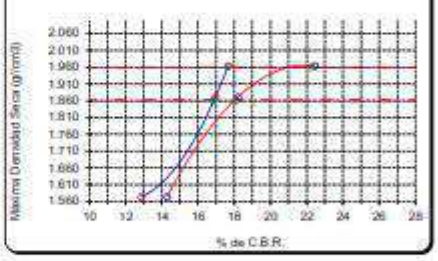
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 18 | % | 22 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 17 | % | 18 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Fredenyo Obregón
Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-10 23%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

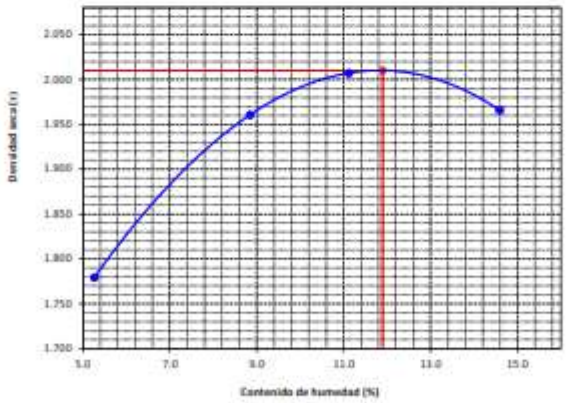
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5546 | 5784 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1708 | 1946 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.873 | 2.134 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 87.08 | 128.91 | 81.55 | 82.55 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 83.48 | 121.55 | 76.00 | 76.00 |
| Peso de tara | g | 15.09 | 38.34 | 26.10 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 3.6 | 7.36 | 5.55 | 6.55 |
| Peso de suelo seco | g | 68.39 | 83.21 | 49.9 | 44.89 |
| Contenido de agua | % | 5.3 | 8.8 | 11.1 | 14.6 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.779 | 1.961 | 2.007 | 1.966 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **2.010** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **11.90** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**










Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : C-03
MUESTRA : M-10 23%NRL PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-5 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12914 | | 13350 | | 13320 | | 13860 | | 12328 | | 12750 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4620 | | 5056 | | 4516 | | 5056 | | 3614 | | 4036 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.287 | | 2.503 | | 2.138 | | 2.394 | | 1.703 | | 1.902 | |
| % de humedad | 12.84 | | 22.47 | | 12.65 | | 24.84 | | 12.23 | | 24.08 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.027 | | 2.044 | | 1.898 | | 1.918 | | 1.518 | | 1.533 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 136.5 | 136.5 | 5056 | 5056 | 146.9 | 146.9 | 5056 | 5056 | 178.5 | 178.5 | 4036.0 | 4036.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 123.0 | 123.0 | 4620 | 4620 | 135.6 | 135.6 | 4516 | 4516 | 162.0 | 162.0 | 3614.0 | 3614.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 13.5 | 13.5 | 436.0 | 436.0 | 11.3 | 11.3 | 540.0 | 540.0 | 16.5 | 16.5 | 422.0 | 422.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 17.88 | 17.88 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.08 | 27.08 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 105.1 | 105.1 | 4528.2 | 4528.2 | 89.3 | 89.3 | 4431.9 | 4431.9 | 134.9 | 134.9 | 3560.0 | 3560.0 |
| % de humedad | 12.84 | 12.84 | 22.47 | 22.47 | 12.65 | 12.65 | 24.84 | 24.84 | 12.23 | 12.23 | 24.08 | 24.08 |
| Promedio de Humedad (%) | 12.84 | | 22.47 | | 12.65 | | 24.84 | | 12.23 | | 24.08 | |

**EXPANSIÓN**

| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.39 | 0.007 | | 0.19 | 0.006 | | 0.53 | 0.003 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.45 | 0.012 | | 0.32 | 0.013 | | 0.59 | 0.015 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.55 | 0.017 | | 0.85 | 0.017 | | 0.8 | 0.020 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 0.79 | 0.020 | | 0.98 | 0.025 | | 1.2 | 0.030 | |
| | | | 4.57 | total | 0.43 | 4.57 | total | 0.54 | 4.57 | total | 0.68 |

**PENETRACIÓN**

| PENETRACIÓN mm. | PENETRACIÓN pulg. | TIEMPO | CARGA STAND. Lb/in2 | MOLDE Nº A-5 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-5 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-5 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-5 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-3 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-3 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-3 CORRECCIÓN % | MOLDE Nº A-4 CARGA Lect. Dial | MOLDE Nº A-4 CARGA Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN Lbs/pulg2 | MOLDE Nº A-4 CORRECCIÓN % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 38 | 96 | | | 36 | 86 | | | 12 | 32 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 65 | 161 | | | 48 | 119 | | | 32 | 80 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 112 | 276 | | | 78 | 193 | | | 45 | 112 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 136 | 334 | 267.2 | 26.7 | 97 | 239 | 232.5 | 23.3 | 75 | 185 | 155.9 | 15.6 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 159 | 390 | | | 112 | 276 | | | 86 | 212 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 162 | 398 | 526.7 | 35.1 | 124 | 305 | 371.8 | 24.8 | 95 | 234 | 241.2 | 16.1 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 175 | 429 | | | 136 | 334 | | | 101 | 249 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 198 | 485 | | | 148 | 363 | | | 115 | 283 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 210 | 515 | | | 152 | 373 | | | 124 | 305 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 215 | 527 | | | 167 | 410 | | | 131 | 322 | | |

Henry Ruidenmyr Obilos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

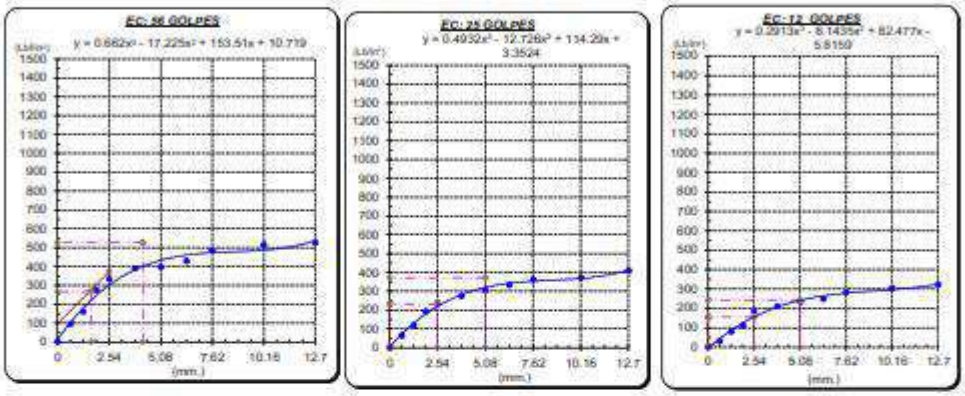



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

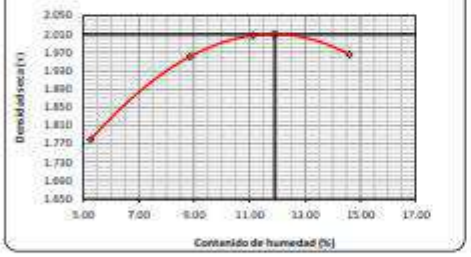
**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.010 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.910 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 11.90 % |

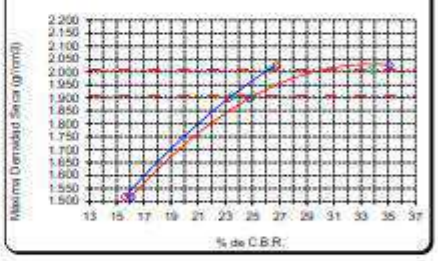
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | | 5.08 cm. | |
|---|---|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 28 | % | 34 | % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 23 | % | 25 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***








UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-10 27%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

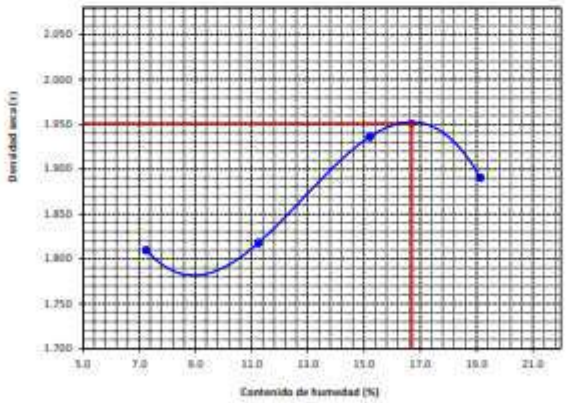
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5608 | 5682 | 5872 | 5892 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1770 | 1844 | 2034 | 2054 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.941 | 2.022 | 2.231 | 2.252 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 99.83 | 61.29 | 48.54 | 96.50 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 95.51 | 56.93 | 44.12 | 86.00 |
| Peso de tara | g | 35.97 | 18.14 | 15.05 | 31.11 |
| Peso de agua | g | 4.32 | 4.36 | 4.42 | 10.5 |
| Peso de suelo seco | g | 59.54 | 38.79 | 29.07 | 54.89 |
| Contenido de agua | % | 7.3 | 11.2 | 15.2 | 19.1 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.810 | 1.818 | 1.936 | 1.891 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | **1.951** | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | **16.70** | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




Henry Ruedenzgrui Ortiñas
Ing. Laboratorio USAT

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-10 27%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12920 | | 13212 | | 13350 | | 13600 | | 12456 | | 12748 | |
| Peso de molde (g) | 8354 | | 8354 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4566 | | 4858 | | 4546 | | 4876 | | 3742 | | 4034 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.260 | | 2.405 | | 2.152 | | 2.309 | | 1.763 | | 1.901 | |
| % de humedad | 16.13 | | 22.65 | | 16.52 | | 23.91 | | 16.86 | | 24.78 | |
| Densidad seca (g/cc) | 1.946 | | 1.961 | | 1.847 | | 1.863 | | 1.509 | | 1.524 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 152.6 | 152.6 | 4656 | 4658 | 124.6 | 124.6 | 4876 | 4876 | 186.9 | 186.9 | 4034.0 | 4034.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 135.0 | 135.0 | 4566 | 4566 | 113.5 | 113.5 | 4546 | 4546 | 162.5 | 162.5 | 3742.0 | 3742.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 17.6 | 17.6 | 292.0 | 292.0 | 11.1 | 11.1 | 330.0 | 330.0 | 24.4 | 24.4 | 292.0 | 292.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.91 | 25.91 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 17.77 | 17.77 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 109.1 | 109.1 | 4478.8 | 4478.8 | 67.2 | 67.2 | 4463.5 | 4463.5 | 144.7 | 144.7 | 3886.4 | 3886.4 |
| % de humedad | 16.13 | 16.13 | 22.65 | 22.65 | 16.52 | 16.52 | 23.91 | 23.91 | 16.86 | 16.86 | 24.78 | 24.78 |
| Promedio de Humedad (%) | 16.13 | | 22.65 | | 16.52 | | 23.91 | | 16.86 | | 24.78 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.25 | 0.006 | | 0.15 | 0.004 | | 0.2 | 0.005 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.6 | 0.015 | | 0.45 | 0.011 | | 0.65 | 0.016 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.8 | 0.020 | | 0.65 | 0.017 | | 0.89 | 0.022 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 1.1 | 0.028 | | 1.24 | 0.031 | | 1.36 | 0.034 | |
| | | | 4.57 | total | 0.80 | 4.57 | total | 0.68 | 4.57 | total | 0.74 |

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | | |
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | |
| mm. | pulg. | | Lb/in2 | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/ pulg2 | Lbs/ pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 21 | 54 | | | 15 | 39 | | | 10 | 27 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 86 | 212 | | | 42 | 105 | | | 26 | 66 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 95 | 234 | | | 62 | 154 | | | 38 | 96 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 112 | 276 | 209.8 | 21.0 | 86 | 212 | 167.8 | 16.8 | 69 | 171 | 143.5 | 14.3 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 136 | 334 | | | 105 | 258 | | | 86 | 212 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 210 | 515 | 399.7 | 26.6 | 114 | 280 | 311.7 | 20.8 | 95 | 234 | 250.5 | 16.7 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 235 | 575 | | | 142 | 349 | | | 118 | 288 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 248 | 607 | | | 169 | 415 | | | 134 | 329 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 265 | 649 | | | 185 | 454 | | | 148 | 363 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 286 | 700 | | | 210 | 515 | | | 157 | 385 | | |






UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

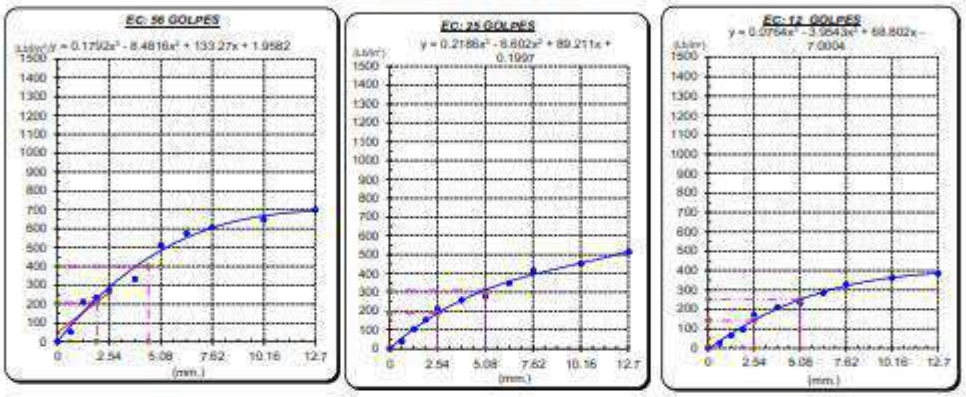



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 1.951 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.853 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 16.70 % |

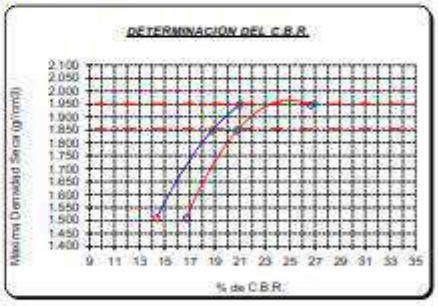
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 2.54 cm. | 5.08 cm. |
|---|---|---|
| C.B.R. AL 100 % M.D.S. | 21 % | 27 % |
| C.B.R. AL 95 % M.D.S. | 19 % | 21 % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***









UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m3 (56000 pie-lbf/pie3))**
**N.T.P. 339.141 ASTM D - 1557**

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA: **C-03**
MUESTRA: **M-10 32%NRL** PROFUNDIDAD: **1.00 m - 1.50 m**

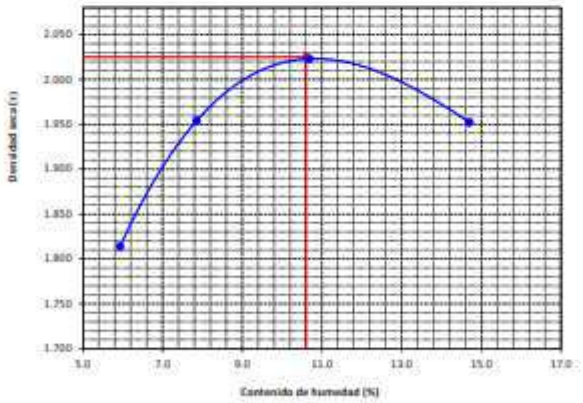
| Número de ensayo | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo + molde | g | 5590 | 5760 | 5880 | 5880 |
| Peso del molde | g | 3838 | 3838 | 3838 | 3838 |
| Peso del suelo húmedo compactado | g | 1752 | 1922 | 2042 | 2042 |
| Volumen del molde | cm3 | 911.9 | 911.9 | 911.9 | 911.9 |
| Peso del volumen húmedo | g/cm3 | 1.921 | 2.108 | 2.239 | 2.239 |

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

| Nº Recipiente | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso del suelo húmedo + tara | g | 30.54 | 30.62 | 26.31 | 26.31 |
| Peso del suelo seco + tara | g | 29.74 | 29.56 | 24.48 | 23.88 |
| Peso de tara | g | 16.25 | 16.07 | 7.35 | 7.35 |
| Peso de agua | g | 0.8 | 1.06 | 1.83 | 2.43 |
| Peso de suelo seco | g | 13.49 | 13.49 | 17.13 | 16.53 |
| Contenido de agua | % | 5.9 | 7.9 | 10.7 | 14.7 |
| Peso volumétrico seco | g/cm3 | 1.814 | 1.954 | 2.023 | 1.952 |

| | | |
|---|---|---|
| **DENSIDAD MAXIMA SECA** | 2.025 | g/cm3 |
| **ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD** | 10.60 | % |

**GRAFICO DEL PROCTOR**




USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Ortiz
Jefe Laboratorio USAT
USAT

Personal del área de Control de Calidad: Jefe de Control de Calidad en Suelos y Pavimentos,Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos ó Ingeniero de Laboratorio de PEA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

**Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

**Tesista** : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
**Escuela** : Ingeniería Civil Ambiental
**Proyecto/Tesis** : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
**Ubicación** : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
**Fecha de emisión** : Chiclayo, Diciembre del 2023

CALICATA : **C-03**
MUESTRA : **M-10 32%NRL** PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

| COMPACTACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Molde | A-8 | | | | A-3 | | | | A-4 | | | |
| 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 | 12814 | | 13302 | | 13290 | | 13696 | | 12266 | | 12756 | |
| Peso de molde (g) | 8294 | | 8294 | | 8804 | | 8804 | | 8714 | | 8714 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4520 | | 5008 | | 4486 | | 5086 | | 3552 | | 4042 | |
| Volumen del molde (cc) | 2020 | | 2020 | | 2112 | | 2112 | | 2122 | | 2122 | |
| Densidad húmeda (g/cc) | 2.238 | | 2.524 | | 2.124 | | 2.408 | | 1.674 | | 1.905 | |
| % de humedad | 10.78 | | 23.83 | | 10.96 | | 24.59 | | 11.23 | | 25.24 | |
| Densidad seca (g/cc) | 2.020 | | 2.038 | | 1.914 | | 1.933 | | 1.505 | | 1.521 | |
| **HUMEDAD** | | | | | | | | | | | | |
| Tarro Nº | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tarro + Suelo húmedo ( gr. ) | 175.6 | 175.6 | 5098 | 5098 | 142.5 | 142.5 | 5086 | 5086 | 211.0 | 211.0 | 4042.0 | 4042.0 |
| Tarro + Suelo seco ( gr. ) | 161.0 | 161.0 | 4520 | 4520 | 133.0 | 133.0 | 4486 | 4486 | 192.5 | 192.5 | 3552.0 | 3552.0 |
| Peso del Agua ( gr. ) | 14.6 | 14.6 | 578.0 | 578.0 | 9.5 | 9.5 | 600.0 | 600.0 | 18.5 | 18.5 | 490.0 | 490.0 |
| Peso del tarro ( gr. ) | 25.58 | 25.58 | 0 | 0 | 46.3 | 46.3 | 0 | 0 | 27.8 | 27.8 | 0 | 0 |
| Peso del suelo seco ( gr. ) | 135.4 | 135.4 | 4430.5 | 4430.5 | 86.7 | 86.7 | 4401.7 | 4401.7 | 164.7 | 164.7 | 3499.3 | 3499.3 |
| % de humedad | 10.78 | 10.78 | 23.83 | 23.83 | 10.96 | 10.96 | 24.59 | 24.59 | 11.23 | 11.23 | 25.24 | 25.24 |
| Promedio de Humedad (%) | 10.78 | | 23.83 | | 10.96 | | 24.59 | | 11.23 | | 25.24 | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | HORA | TIEMPO Hr. | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % | DIAL | EXPANSIÓN Pulg | EXPANSIÓN % |
| 31/05/2023 | 14.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01/06/2023 | 14.3 | 24 | 0.32 | 0.008 | | 0.12 | 0.003 | | 0.16 | 0.004 | |
| 02/06/2023 | 14.3 | 48 | 0.45 | 0.012 | | 0.45 | 0.011 | | 0.75 | 0.019 | |
| 03/06/2023 | 14.3 | 72 | 0.96 | 0.024 | | 0.56 | 0.014 | | 0.86 | 0.022 | |
| 04/06/2023 | 14.3 | 96 | 1 | 0.025 | | 1.2 | 0.030 | | 1.4 | 0.035 | |
| | | | 4.57 | total | 0.55 | 4.57 | total | 0.68 | 4.57 | total | 0.77 |

| PENETRACIÓN | | TIEMPO | CARGA STAND. | MOLDE Nº A-8 | | | | MOLDE Nº A-3 | | | | MOLDE Nº A-4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | | CARGA | | CORRECCIÓN | |
| mm. | pulg. | | Lbf/in2 | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % | Lect. Dial | Lbs/pulg2 | Lbs/pulg2 | % |
| 0.000 | 0.000 | 0'00" | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | | 0 | 2 | | |
| 0.640 | 0.025 | 0'30" | | 32 | 80 | | | 18 | 46 | | | 9 | 34 | | |
| 1.270 | 0.050 | 1'00" | | 45 | 112 | | | 26 | 66 | | | 15 | 39 | | |
| 1.910 | 0.075 | 1'30" | | 75 | 185 | | | 36 | 90 | | | 16 | 41 | | |
| 2.540 | 0.100 | 2'00" | 1000 | 85 | 210 | 169.7 | 17.0 | 56 | 139 | 141.8 | 14.2 | 21 | 54 | 38.3 | 5.8 |
| 3.810 | 0.150 | 3'00" | | 92 | 227 | | | 89 | 219 | | | 34 | 85 | | |
| 5.080 | 0.200 | 4'00" | 1500 | 110 | 271 | 340.7 | 22.7 | 90 | 222 | 218.0 | 14.5 | 46 | 115 | 110.7 | 7.4 |
| 6.350 | 0.250 | 5'00" | | 115 | 283 | | | 92 | 227 | | | 54 | 134 | | |
| 7.620 | 0.300 | 6'00" | | 121 | 298 | | | 101 | 249 | | | 62 | 154 | | |
| 10.160 | 0.400 | 8'00" | | 135 | 332 | | | 112 | 276 | | | 76 | 193 | | |
| 12.700 | 0.500 | 10'00" | | 142 | 349 | | | 128 | 315 | | | 81 | 200 | | |

Henry Bladimir Cajusol Odicias
Tec. Laboratorio USAT

USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto/Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Caserío Cirila Baja, Distrito Pacora, Provicia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Diciembre 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***

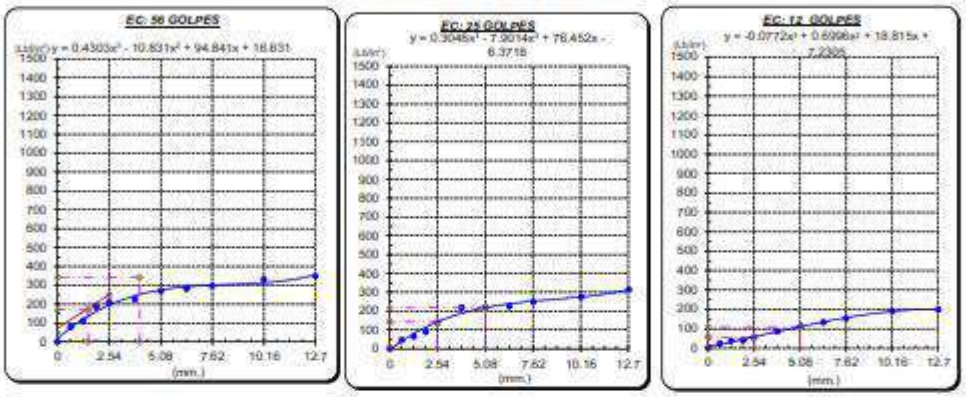



***GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.***

**DATOS DEL PROCTOR**

| | |
|---|---|
| DENSIDAD SECA AL 100% | 2.025 g./cm³ |
| DENSIDAD SECA AL 95% | 1.924 g./cm³ |
| ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD | 10.60 % |

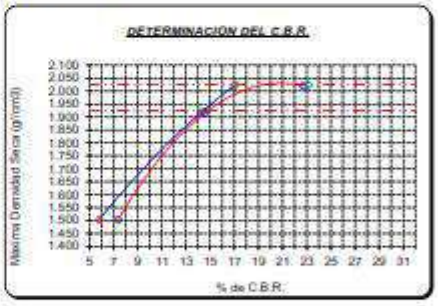
**VALOR DEL C.B.R.**

| | 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 | % | 15 | % |

***GRAFICO DEL PROCTOR***




***DETERMINACION DEL C.B.R.***




Henry Raudeniquin Obicas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189

## INFORME DE ANÁLISIS
## F.Q.A. PERÚ S.A.C.

| | |
|---|---|
| SOLICITANTE | : CULQUI ALVARADO MILAGRITOS DE JESUS |
| PROYECTO | : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE SUELOS ARENOSOS ADICIONANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL |
| MUESTRA | : LATEX DE CAUCHO NATURAL |
| PROCEDENCIA | : ARBOL SHIRINGA( Hevea Brasiliensis) |
| FECHA DE INGRESO | : 21 DE SETIEMBRE DEL 2023 |
| MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO | |

**ANÁLISIS FISICO QUIMICO:**

| CÓDIGO DE MUESTRA | LATEX DE CAUCHO NATURAL | |
|---|---|---|
| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADO |
| pH | - | 9.49 |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm | 8740 |
| DENSIDAD | g/cm³ | 1.08 |
| NITROGENO AMONIACAL | % | 1.98 |
| SOLIDOS TOTALES | mg/L | 8740 |
| VISCOSIDAD | cp | 0.98 |
| CENIZAS | % | 0.67 |

| CÓDIGO DE MUESTRA | LATEX DE CAUCHO NATURAL | |
|---|---|---|
| PARÁMETROS | UNIDADES | RESULTADO |
| FOSFORO | P mg/L | 18.41 |
| POTASIO | K mg/L | 14.37 |
| CALCIO | Ca mg/L | <0.01 |
| MAGNESIO | Mg mg/L | 2.85 |
| ZINC | Zn mg/L | 0.83 |
| COBRE | Cu mg/L | 0.46 |
| MANGANESO | Mn mg/L | 0.41 |
| HIERRO | Fe mg/L | 1.69 |

*Determinación de Metales por absorción atómica. Llama - EAA con Horno de Grafito. *ND: No detectable, fuera del rango*

Conclusión : La muestra puesta en laboratorio con el nombre LATEX DE CAUCHO NATURAL cumple las especificaciones por el cliente.

**TRUJILLO, 04 DE OCTUBRE DEL 2023**

CARLOS ALBERTO VALQUI
INGENIERO QUIM.
CIP 122583

FQAPERU

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

Escaneado con CamScanner

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Milagritos de Jesús Culqui Alvarado
Escuela : Ingeniería Civil y Ambiental
Tesis : Análisis de las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de subrasantes de suelos arenosos adicionando látex de caucho natural
Ubicación : Urb. Las Dunas de Lambayeque, Provincia y Región Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, Marzo del 2024

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
: N.T.P. 399.131
: N.T.P. 339.127: 1998 Vía de acceso (trocha)

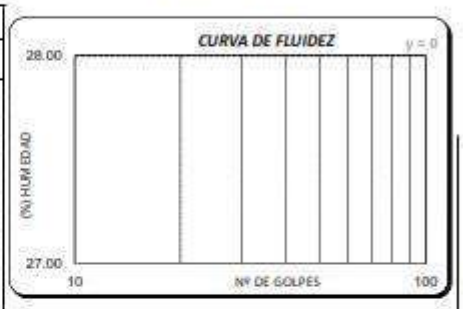
Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 0.50m.

**Análisis Granulométrico por tamizado**

| N° Tamiz | Abertura (mm) | % Acumulados Retenido | % Acumulados 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 | 0.8 | 99.2 |
| N° 10 | 2.000 | 2.9 | 97.1 |
| N° 20 | 0.850 | 4.5 | 95.5 |
| N° 50 | 0.300 | 9.7 | 90.3 |
| N°60 | 0.250 | 12.1 | 87.9 |
| N°80 | 0.180 | 24.6 | 75.4 |
| N°140 | 0.105 | 47.2 | 52.8 |
| N° 200 | 0.075 | 51.5 | 48.5 |

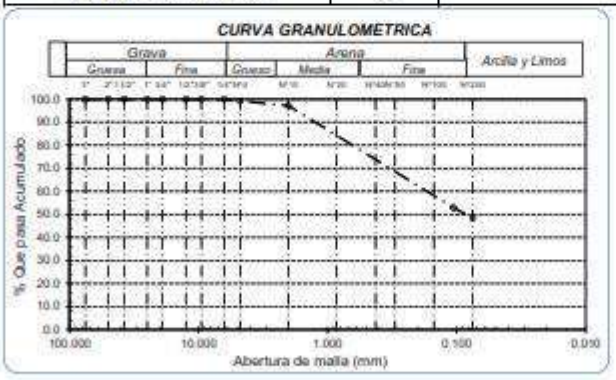
**Distribución granulométrico**

| | | | |
|---|---|---|---|
| % Grava | G.G. % | 0.0 | |
| | G. F % | 0.8 | 0.8 |
| | A.G % | 2.1 | |
| % Arena | A.M % | 4.1 | |
| | A.F % | 44.5 | 50.7 |
| % Arcilla y Limo | | 48.5 | 48.5 |
| Total | | | 100.0 |
| **Contenido de Humedad** | | | 8.6 |




**Ensayo de Límite de Atterberg**

| | | |
|---|---|---|
| Límite líquido (LL) | 0.00 | (%) |
| Límite Plastico (LP) | 0.00 | (%) |
| Indice Plastico (IP) | 0.00 | (%) |
| *Clasificación (S.U.C.S.)* | | SM |
| *Descripción del suelo* | | |
| Arena limosa | | |
| *Clasificación (AASHTO)* | | A-4 (3) |
| *Descripción* | | |
| REGULAR-MALO | | |









Amazing
CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES

## INFORME DE ENSAYO Nº 1237

Expediente Nº : 1146 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C
Solicitante : MILAGRITOS DE JESÚS CULQUI ALVARADO
Proyecto : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE SUELOS ARENOSOS ADICIONANDO LÁTEX DE CAUCHO NATURAL
Ubicación : URB. LAS DUNAS DE LAMBAYEQUE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DPTO LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Marzo del 2024

ENSAYO : SUELOS, Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-Situ mediante el cono de arena.
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.143 ASTM D-1556

I.- Ubicación y/o Descripción de Prueba

| Nº de Prueba / Nº Base | | D - 01 | D - 02 | D - 03 | D - 04 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cono | | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| Placa | | B | B | B | B | | |
| II.- Datos de Campo y de Laboratorio | | | | | | | |
| 1.-Peso de frasco + arena calibrada | g. | 7286 | 7252 | 7202 | 7180 | | |
| 2.-Peso de frasco + arena que queda | g. | 3050 | 2864 | 2983 | 2931 | | |
| 3.-Peso de la arena en el cono | g. | 1628 | 1628 | 1628 | 1628 | | |
| 4.-Densidad de la arena | g/cm³ | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | | |
| 5.-Volumen del material extraído | cm³ | 1932 | 2044 | 1919 | 1946 | | |
| 6.-Peso del material + recipiente | g. | 3152 | 3256 | 3048 | 3078 | | |
| 7.-Peso del recipiente | g. | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | | |
| 8.-Peso del material retenido 3/4" | g. | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 9.-Peso específico de la grava | g/cm³ | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.41 | | |
| 10.-Volumen de la grava | cm³ | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 11.-Peso de finos | g. | 3143 | 3247 | 3039 | 3069 | | |
| 12.-Volumen de finos | cm³ | 1932 | 2044 | 1919 | 1946 | | |
| 13.-Densidad natural húmeda | g/cm³ | 1.627 | 1.588 | 1.896 | 1.885 | | |
| III.- Contenido de Humedad | | | | | | | |
| 14.-Humedad (Speedy) | (%) | 11.5 | 10.9 | 11.1 | 11.5 | | |
| 15.-Densidad natural seca | g/cm³ | 1.459 | 1.432 | 1.707 | 1.691 | | |
| IV.- Resultados de Laboratorio (Proctor Modificado) | | | | | | | |
| 16.-MÁXIMA DENSIDAD SECA | g/cm³ | 1.66 | 1.66 | 1.74 | 1.74 | | |
| 17.-OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | (%) | 10.70 | 10.70 | 11.00 | 11.00 | | |
| V.- Resultados Final | | | | | | | |
| **18.-GRADO DE COMPACTACIÓN** | (%) | 88 | 86 | 98 | 97 | | |

D - 01 MUESTRA PATRON
D - 02 MUESTRA PATRON
D - 03 MUESTRA PATRON + ADICION DE LÁTEX AL 23%
D - 04 MUESTRA PATRON + ADICION DE LÁTEX AL 23%

OBSERVACIONES:
- Ensayo realizado: Chiclayo, 16 de Marzo del 2024
- Identificación y Ubicación de pruebas designadas por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Obiñas
Téc. Laboratorio USAT

German Oscar Gastelo Chavez
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firmo Ojeda Ayasta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351