



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mejoramiento de la subrasante incorporando caucho granular reciclado en la
Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima - 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Rojas Rodríguez, Robin (ORCID: 0000-0003-0772-8785)

ASESOR:

Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459 494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y familiares por el apoyo incondicional que me brindan día a día.

A mi asesor de investigación el Mg. Ing. José Luis Benites Zúñiga por orientarnos y brindarnos sus conocimientos para contribuir al desarrollo de la investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, nuestro padre y creador por habernos mantenido constante y perseverante en este trabajo de investigación.

A nuestros padres por brindarnos su apoyo en esta etapa de nuestras vidas

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **ROJAS RODRIGUEZ, Robin** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

"Mejoramiento de la subrasante incorporando caucho granular reciclado en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima - 2019", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Lima 20 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor ROJAS RODRIGUEZ, Robin	
DNI: 75811260	Firma 
ORCID: 0000-0003-0772-8785	

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	28
2.1 Tipo y diseño de investigación	29
2.2 Variables y Operacionalización	31
2.3 Población y muestra.....	33
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	34
2.5 Procedimiento.....	35
2.6 Método de análisis de datos.....	36
2.7 Aspectos éticos	36
III. RESULTADOS.....	37
3.1 Ubicación de la zona de estudio.....	38
3.2 Muestreo de suelos	39
3.3 Resultados de los ensayos de laboratorio.....	40
IV. DISCUSIÓN	77
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipo de tamices para el análisis granulométrico.	12
Tabla 2. Operacionalización de variables	32
Tabla 3. Número de puntos de investigación según el tipo de Vía	39
Tabla 4. Granulometría de las partículas del suelo, C-001	41
Tabla 5. Porcentajes de gravas, arenas y finos	42
Tabla 6. Granulometría de las partículas del suelo, C-002	43
Tabla 7. Porcentajes de gravas, arenas y finos.	44
Tabla 8. Contenido de humedad, C-001	45
Tabla 9. Contenido de humedad, C-002	46
Tabla 10. Límites de Atterberg, C-001	47
Tabla 11. Índice de plasticidad	48
Tabla 12. Clasificación según su índice de plasticidad	48
Tabla 13. Límites de Atterberg, C-002	50
Tabla 14. Índice de plasticidad	51
Tabla 15. Índice de grupo	51
Tabla 16. Clasificación de suelos según índice de grupo	51
Tabla 17. Correlación del tipo de suelo según AASHTO Y SUCS	52
Tabla 18. Clasificación general del suelo según SUCS Y AASHTO	52
Tabla 19. Resultados de la gravedad específica de suelos mediante el picnómetro de agua	53
Tabla 20. Resultados de la compactación de especímenes, C-001	54
Tabla 21. Resultado de la compactación Proctor Modificado, C-001	55
Tabla 22. Resultados de la compactación de especímenes, C-002	55
Tabla 23. Resultado de la compactación Proctor Modificado, C-002	56
Tabla 24. Resultados de la compactación de especímenes + 20% caucho	57
Tabla 25. Resultado de la compactación Proctor Modificado + 20% caucho	58
Tabla 26. Resultados de la compactación de especímenes+ 30% caucho	58
Tabla 27. Resultado de la compactación Proctor Modificado + 30% caucho	59
Tabla 28. Resultados de la compactación de especímenes+ 40% caucho	60
Tabla 29. Resultado de la compactación Proctor Modificado + 40% caucho	61
Tabla 30. Resultados de la compactación Proctor Modificado + Dosificaciones	61
Tabla 31. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, C-001	63

Tabla 32. Penetración de especímenes, C-001	63
Tabla 33. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2", C-001	64
Tabla 34. Expansión del suelo, C-001	64
Tabla 35. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, C-002	65
Tabla 36. Penetración de especímenes, C-002	65
Tabla 37. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2" , C-002	66
Tabla 38. Expansión del suelo, C-002	66
Tabla 39. Categorías de la subrasante	67
Tabla 40. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, suelo+20% caucho	68
Tabla 41. Penetración de especímenes, suelo + 20 % caucho	68
Tabla 42. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2" , suelo + 20% caucho	69
Tabla 43. Expansión del suelo + 20 % caucho	69
Tabla 44. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, suelo+30% caucho	70
Tabla 45. Penetración de especímenes, suelo + 30 % caucho	70
Tabla 46. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2" , suelo + 30% caucho	71
Tabla 47. Expansión del suelo + 30% caucho	71
Tabla 48. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, suelo+40% caucho	72
Tabla 49. Penetración de especímenes, suelo + 40 % caucho	72
Tabla 50. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2" , suelo + 40% caucho	73
Tabla 51. Expansión del suelo + 40% caucho	73
Tabla 52. Comparación CBR natural vs dosificaciones de caucho	74
Tabla 53. Comparación de la expansión del suelo natural vs dosificaciones de caucho	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Caucho granulado proveniente de llantas recicladas.	10
Figura 2. Aplicación del caucho en pavimentos flexibles	11
Figura 3. Molde cilíndrico de 4,0 pulg para Proctor modificado	19
Figura 4. Molde cilíndrico de 6,0 pulg para Proctor modificado	20
Figura 5. Equipo de compactación e inmersión del ensayo CBR	23
Figura 6. Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio	24
Figura 7. Aparato para medir la expansión	25
Figura 8. Avenida Bonavista a nivel de subrasante	33
Figura 9. Muestra obtenida in situ.	34
Figura 10. Ubicación de la región Lima.	38
Figura 11. Ubicación de la provincia de Lima.	38
Figura 12. Ubicación del distrito de Carabayllo.	38
Figura 13. Ubicación de la Av. Bonavista.	38
Figura 14. Calicata-001.	39
Figura 15. Calicata-002.	39
Figura 16. Identificación de muestras en el exterior del saco.	40
Figura 17. Tarjeta de identificación en el interior del saco.	40
Figura 18. Curva granulométrica, C-001.	43
Figura 19. Curva granulométrica, C-002.	45
Figura 20. Serie de tamices.	45
Figura 21. Lavado por el tamiz N° 200.	45
Figura 22. Relación humedad - N° de golpes.	48
Figura 23. Ensayo límite Líquido	50
Figura 24. Límite Plástico.	50
Figura 25. Relación humedad - N° de golpes.	51
Figura 26. Curva de compactación Proctor modificado, C-001	55
Figura 27. Curva de compactación Proctor modificado, C-002	57
Figura 28. Curva de compactación Proctor modificado + 20% caucho.	58
Figura 29. Curva de compactación Proctor modificado + 30% caucho.	60
Figura 30. Curva de compactación Proctor modificado + 40% caucho.	61
Figura 31. Variación de la máxima densidad seca respecto a sus dosificaciones.	63

Figura 32. Variación del Óptimo contenido de humedad respecto a sus dosificaciones.	63
Figura 33. C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, C-001.	65
Figura 34. C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, C-002.	67
Figura 35. C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, suelo + 20% caucho.	70
Figura 36. C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, suelo + 30% caucho.	72
Figura 37. C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, suelo + 40% caucho.	74
Figura 38. Barras comparativas del CBR al 95% con suelo + caucho.	75
Figura 39. Barras comparativas de la expansión con sus dosificaciones suelo + caucho.	76
Figura 40. Excavación de calicata y muestreo	102
Figura 41. Muestras en laboratorio.	102
Figura 42. Contenido de humedad	102
Figura 43. Lavado del suelo por tamiz N° 200.	102
Figura 44. Tamizado del suelo	102
Figura 45. Ensayo límite líquido	102
Figura 46. Ensayo límite plástico.	103
Figura 47. Gravedad específica de sólidos.	103
Figura 48. Pisón y molde de compactación	103
Figura 49. Materiales para el ensayo proctor	103
Figura 50. Homogenización del suelo con agua	103
Figura 51. Suelo homogenizado.	103
Figura 52. Compactación en 5 capas	104
Figura 53. Molde compactado y enrasado.	104
Figura 54. Peso suelo humedo+molde	104
Figura 55. Proctor suelo +caucho.	104
Figura 56. Homogenización suelo+caucho	104
Figura 57. Suelo+caucho compactado.	104
Figura 58. Herramientas para ensayo CBR.	105
Figura 59. Preparación de muestra para CBR	105
Figura 60. Compactación en molde 6" para CBR	105
Figura 61. Moldes sumergido por 4 días	105
Figura 62. Aparato medidor de expansión	105
Figura 63. Penetración ensayo CBR	105

RESUMEN

La presente investigación lleva como título “Mejoramiento de la subrasante incorporando caucho granular reciclado en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima -2019”. Por muchos años las obras viales presentan numerosas fallas que reducen su tiempo de vida útil, generando gasto adicionales en mantenimiento, todo esto se debe a diversos factores, uno de ellos es la mala conformación y resistencia de la subrasante. Por otro lado se encuentra el incremento de residuos sólidos como los neumáticos en desuso y su inadecuado manejo producen contaminación al ambiente que nos rodea, Por ello el objetivo que busca esta investigación es incorporar caucho granular reciclado proveniente de los neumáticos, para el mejoramiento de subrasantes y determinar ¿De qué manera influyen en las propiedades de los suelos ?, en ese contexto, su aplicación se realizó en un tramo de la avenida Bonavista, en el Distrito de Carabaylo, porque esta zona se encuentra a nivel de subrasante y además presenta un suelo deteriorado.

Se llevo a cabo esta investigación utilizando el método científico, teniendo un enfoque cuantitativo porque se utilizó recolección de datos para contestar las preguntas de investigación, el tipo aplicada porque en base a teorías se ejecutó en beneficio del lugar de estudio, nivel explicativo y el diseño fue experimental porque se manipuló deliberadamente una de las variables; la población fue el suelo existente de la Av. Bonavista y tuvo como muestra 2 sondajes tipo calicatas de 1.5m de profundidad.

Los resultados del mejoramiento de la propiedades de la subrasante fueron desfavorables, ya que el uso de caucho granular reciclado no ayudó a incrementar la compactación, resistencia y expansión del suelo de estudio.

Tomando como base lo mencionado, se recomienda emplear el caucho granular reciclado en otra áreas que no sea el de estudio de mecánica de suelos, con el fin de reducir la contaminación ambiental.

Palabras clave: Mejoramiento de subrasante, caucho granular reciclado, resistencia del suelo, expansión.

ABSTRACT

This research is entitled "Improvement of the subgrade incorporating recycled granular rubber in Bonavista Avenue, Carabayllo, Lima -2019". For many years the road works have numerous failures that reduce their useful life, generating additional maintenance costs, all this is due to various factors, one of them is the poor conformation and resistance of the subgrade. On the other hand, there is the increase of solid waste such as disused tires and its inadequate handling produce pollution to the environment that surrounds us, Therefore the objective that this research seeks is to incorporate recycled granular rubber from tires, for the improvement of subgrade and determine how they influence the properties of soils ?, in that context, its application was carried out in a section of Bonavista Avenue, in the District of Carabayllo, because this area is at the subgrade level and also presents a deteriorated soil.

This research was carried out using the scientific method, taking a quantitative approach because data collection was used to answer the research questions, the type applied because based on theories it was executed for the benefit of the place of study, explanatory level and design It was experimental because one of the variables was deliberately manipulated; The population was the existing land of Av. Bonavista and had as a sample 2 sound holes type 1.5m deep.

The results of the improvement of the subgrade properties were unfavorable, since the use of recycled granular rubber did not help to increase the compaction, resistance and expansion of the study soil.

Based on the above, it is recommended to use recycled granular rubber in areas other than the study of soil mechanics, in order to reduce environmental pollution.

Keywords: Subgrade improvement, recycled granular rubber, soil resistance, expansion.

I. INTRODUCCIÓN

En los principales países del planeta, el desarrollo de una nación depende principalmente de su infraestructura vial, porque a través de ella las poblaciones lejanas pueden trasladarse con mayor rapidez a diversas partes, además de transportar sus productos para así cubrir sus necesidades y servicios; para ello es necesario que las estructuras que conforman un pavimento cumplan los requisitos primordiales para las que fueron construidas; sin embargo no todas estas obras viales se encuentran en un estado óptimo, la mayoría de redes viales en el mundo presentan problemas por el tipo de suelo que presenta la subrasante, producto de la humedad que origina las lluvias; razón por la cual se ha ido diseñando y empleando con el pasar de los años métodos con el fin de reducir estos problemas., como lo es el caso de los productos químicos, naturales o sintéticos que al añadirse o mezclarse con el suelo cambia su comportamiento mecánico y le genera propiedades resistentes. En la ciudad de Quito, capital de Ecuador la red vial no se encuentra en condiciones óptimas por eso se han presentado numerosas fallas producto del bacheo y la falta de mantenimiento las cuales no han presenciado resultados positivos a los que se esperaban ya que en corto plazo se encontró diversas fallas, especialmente agrietamientos y deformaciones, y esto ocurre por la mala conformación del suelo o subrasante. Por cuestiones climáticas y estudio de geología en el sur de la capital, los suelos de subrasante contienen un alto índice de plasticidad debido a que esta parte se encuentra rodeado de abundante vegetación y las lluvias son un problema para dichas vías. Para que exista un buen proyecto vial de calidad se tiene que tener en cuenta los tipos de suelo donde esta se va adecuar, de lo contrario esta vía no tendrá un óptimo funcionamiento ya que los suelos inestables es el principal problema en las estructuras que conforman los pavimentos.

En nuestro país, las redes viales, tales como nacionales, departamentales y vecinales son afectadas en gran mayoría por el efecto del nivel freático presente en las subrasante de donde se realizan estas vías; pero en la gran mayoría aún no se han previsto alternativas de solución para la reducción de este problema. En la región Amazonas, las fuertes lluvias vienen perjudicando constantemente las vías de acceso que integran a las diferentes partes de la región, lo que origina grandes pérdidas económicas, y deja interconectados a las poblaciones, porque estas causan un gran daño en los suelos blandos, para esto la alternativa de solución que se planteó era agregar ceniza de cáscara de arroz para aumentar la capacidad de soporte de los suelos y así ayuden con un mejor comportamiento de la subrasante frente a estos fenómenos naturales como deslizamientos y asentamientos.

En el distrito de Carabayllo las vías de accesos se encuentran en total abandono por parte de los funcionarios de la municipalidad, especialmente la Avenida Bonavista que se encuentra a nivel de subrasante, el cual busca ser una vía de acceso principal que una a los distritos de Carabayllo y Puente Piedra. Por ello mi investigación se realizará en esta zona ya que esta vía se encuentra en mal estado debido al material que presenta. Por otra parte las llantas fuera de uso representan una amenaza a la salud pública, pues para ello se plantea su utilización en el mejoramiento de la subrasante de esta avenida.

Cuadros (2017) en su tesis para optar el título de ingeniera civil, titulada ***“Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio”***, sustentada en la universidad Peruana de los Andes teniendo como objetivo general fue: Conocer de que modo influye el óxido de calcio con la dosificación de diferentes porcentajes sobre el terreno de fundación de una vía afirmada situada en la Región Junín. El tipo de investigación fue experimental, la cual tuvo como muestra un tipo no probabilístico de muestras de suelos con excavación de tipo calicatas a cielo abierto, representado como población a la red departamental vial de Junín. Finalmente concluyó los siguientes puntos: a) El Óxido de calcio mezclado con el suelo produjo resultados positivos en sus propiedades a través de la inclusión del 3% de este químico con respecto del suelo, el cual redujo su índice plástico de 19.07% a 4.16% , así mismo incremento su resistencia de un 4.84% a un 15.65%, b) Se demostró que el costo económico empleando el óxido de calcio para para mejorar el suelo y el procedimiento de mezclas de suelos es mucho menor de hasta 44.41% de reducción de gasto.

Leiva (2016) en su tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada ***“Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción,”***, sustentada en la Universidad Nacional del Centro del Perú cuyo objetivo general fue: Hallar la magnitud en las que influye las bolsas de plástico reciclado en el suelo de fundación del Jr. Arequipa ubicado entre las progresiva Km 0+000 – y Km 0+100 del distrito de Orcotuna, región Junín. La investigación empleada es experimental, cuya muestra fueron tomadas a través de la realización de calicatas de 1,5 metros de profundidad y también de grandes masas de suelos plásticos. Y concluyó los siguientes puntos como objetivos logrados: a) Las bolsas

de polietileno poseen una gran influencia en la mejora de la subrasante, a través de la utilización de estas en forma de grumos, se utilizó diferentes dosificaciones como el 3%, 5%, 7% y 9 % arrojando un mayor CBR de 7.97% al permitido. b) A través de la incorporación de bolsas recicladas con el suelo, se mejora las características físico-mecánicas de este haciendo que su resistencia incremente. Por otra parte, se encontró gran presencia de suelos arcillosos en los tamos KM 0+000 - KM 0+100, el cual las incorporaciones de estas bolsas ayudarán a aumentar sus propiedades.

Palomino (2016) en su tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada: “**Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador MAXXSEAL 100**” sustentada en la Universidad Privada del Norte, cuyo objetivo general fue calcular la capacidad de soporte relativo (CBR) de un suelo de arcilla a través de la dosificación de varios porcentajes del aditivo estabilizante MAXXSEAL 100. Este trabajo de investigación fue de diseño experimental, en la cual su muestra representativa fue extraída de la cantera “El Cerrillo – Cajamarca” y finalmente concluyó lo siguientes resultados: a) El CBR del suelo compuesto de limos y arcillas arrojó un 5% ; b) Con la incorporación del aditivo estabilizante con una penetración de 0.1” se obtuvo los siguientes valores : adicionándolo el 2% de Maxxseal 100 se obtuvo un CBR de 7%; con 4% arrojó un CBR de 9.60% y con 6% se obtuvo un CBR de 11%; c) para una penetración al 0.2”, agregando el 2% arrojó un 7.30%, incorporando el 4% un 10.10%, incorporando 6% se obtuvo 11.70% de CBR.

García (2015) en su tesis titulada para optar el título de ingeniería civil “**Determinación de la resistencia de la sub-rasante incorporando cal en el sector 14 de Mollepampa, Cajamarca**”, cuyo objetivo principal fue mejorar la capacidad CBR de un suelo limo arcilloso con incorporación de cal estructural en diversas proporciones. La investigación fue experimental, en la cual tuvo como muestra de ensayos suelos de Mollepampa por medio de sondaje tipo calicata de profundidades de 1.50 metros. Y concluyó que la capacidad de la subrasante al incorporar cal en el suelo se incrementó en relación al suelo natural de 5.2% al 0.1” de penetración, luego al incorporarle el 2.0% de cal aumenta a un CBR de 5.3%, agregando 4% se obtuvo 6.30%, incorporando 6% arrojó 7.20% , incorporando 8% de cal arrojó un 8.05%; y al 0.2” de penetración incrementando 2% de cal se obtuvo 5.70% de CBR, incorporando 4% un 6.60%, incorporando 6% un 7.50% , para 8% de cal un CBR de 8.30%.

Cusquisibán (2014) en su tesis para optar el título de ingeniero civil denominada ***“Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimentos”*** sustentada en la Universidad Nacional de Cajamarca, cuyo objetivo general de su investigación fue: incrementar el CBR de los suelos blandos con la adición de granos de caucho de neumáticos para mitigar la contaminación de este material al medioambiente; y se pueda reutilizar en la construcción de obras viales, cumpliendo con las normas mínimas del Manual de Carreteras. La investigación fue tipo aplicada con diseño experimental, teniendo como población los suelos que conforman la carretera de las avenidas El Porongo, Sebastián Díaz Marín, Zarate Miranda y Chachapoyas, la muestra corresponde a las 03 calicatas excavadas. Y concluyó de esta manera: a) A través de la adición de 20.0% de granos de caucho se obtuvo un valor máximo del CBR de 10.0%, b) incorporando 40% de caucho granular se logró obtener un CBR máximo igual a 30.3% c) Añadiendo 60% de caucho granular se calculó un CBR de 40.00%.

Cueto (2018), en su proyecto de tesis para optar el título de ingeniero civil titulado ***“Propuesta técnica para estabilizar talud con neumáticos reciclados, trocha carrozable Hualituna – curva Gervasio – región Junín”*** sustentado en la Universidad Peruana Los Andes, el cual tenía como objetivo determinar la propuesta técnica para estabilizar talud con neumáticos reciclados en la trocha carrozable Hualituna – Curva Gervasio – Región Junín. Su investigación fue aplicada, ya que se plasmó los conocimientos teóricos para dar solución a estos problemas existentes. Es no experimental y su población fue los taludes que se encuentran en ambas márgenes de la trocha carrozable, cuya muestra se encuentra desde los km 01+570 – 01+575. Esta investigación concluyó lo siguiente: la propuesta técnica utilizando neumáticos reciclados permitirá estabilizar el talud en la trocha carrozable Hualituna - curva Gervasio, así mismo se propone el uso de neumáticos reciclados de un diámetro de 0.72 m y un diámetro interior de 0.45 m , el cual será relleno con materia estéril compuesto de suelo tipo gravas arcillosas.

Patiño (2017), en su tesis para optar el título de ingeniero civil titulada ***“Estabilización del suelo mediante adiciones de caucho reciclado”*** sustentada en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, el cual tuvo como objetivo general fue: diseñar un método de estabilización de suelos mediante la incorporación de caucho reciclado. El tipo de investigación fue experimental, en la cual tuvo como muestra probetas de suelo-caucho. Y concluyó de esta manera: a) El material escogido para el presente trabajo de investigación posee una resistencia baja, lo cual permite apreciar las ventajas de mezcla en un material que

realmente necesite aumentar su resistencia. b) Los "rubber chips" (Caucho) usados deben ser inspeccionado por varios procesos para llegar al producto final esperado, para que de esta forma este material puedan eliminar sus impurezas y así no afecte a su resistencia. Por otra parte el porcentaje de absorción resultó beneficioso con el 3% ,ya que es una capacidad baja que no altera al ensayo. c) El peso específico del material fue bajando debido al aumento de este material en la mezcla con el suelo, el cual nos lleva a deducir que el peso del material se fue aliviando.

Gavilanes (2015), en su tesis para obtener el título de ingeniero civil titulado ***“Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante mediante Cal y Cemento para una obra Vial en el sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur”***, de la Universidad Internacional del Ecuador, cuyo objetivo general fue: Analizar las propiedades del suelo estabilizado en el sector de Santos Pamba, Colinas del Sur empleando diferentes porcentaje de mezcla de cal y cemento, para mitigar la plasticidad del material de subrasante. La metodología empleada es de tipo aplicada de diseño experimental, su población esta conformado por el suelo de la obra vial del sector Santos Pamba, su muestra es el estrato que conforma el suelo y la investigación concluyó lo siguiente: La calle de la investigación tiene como material de subrasante limos arenosos, con pomez y de color café claro, por lo cual, tomando en cuenta las normas que permiten realizar una estabilización y a partir de los ensayos realizados, se recomendó efectuar esta optimización con cemento, El uso de cemento para estabilizar el suelo es ventajoso, ya que al dimensionar la estructura de rodadura, se logra disminuir el espesor de la estructura de rodadura ya sea hormigón rígido o asfalto, en relación a su estado natural, Se obtuvo como resultados una reducción en el índice de Plasticidad con la mezcla de cal y cemento; ocasionando que el límite de Plasticidad incremente y el límite Líquido se minimice .

Torres (2016) es su proyecto de grado de ingeniero civil titulado ***“Estabilización de taludes con neumáticos usados”*** sustentado en la Universidad Santo Tomas, cuyo objetivo de su investigación fue hacer una revisión del estado del arte del método de estabilización de taludes con neumáticos. Esta investigación no experimental, en la cual el investigador hace referencia a otros proyectos donde se utilizó este tipo de estabilización y se buscaba poder emplearlo en la ciudad de Bogotá. Además de hacer frente a la crisis ambiental que Colombia y todo el mundo se encuentra pasando. La investigación concluyó con los siguiente puntos:

a) Bogotá cuenta con normativas que permiten el uso de reciclaje de neumáticos fuera de uso, no obstante la falta de conocimiento y el interés de las personas hacen que estos mecanismos no sean efectivos como se plantea ser. b) El uso de estos neumáticos fuera de uso podría reducir el impacto ambiental al utilizarlo como material que conforman la estructura de los gaviones o muros) Los muros de neumáticos representaría una gran solución al problema ambiental que genera su mala disposición.

Mohammed (2015) in his thesis submitted as a partial requirement for the degree of bachelor of civil engineering titled *“Soil stabilization with rice husk ash and cement”* supported in the Infrastructure University of Kuala Lumpur, having as a general objective: to compare the results obtained between the original sample and the optimum sample with admixtures. This research is experimental design and finally concludes the following points: a) The liquid limit and plastic limit determines the soil class, based on liquid limit and plastic limit results I was noticed that the plasticity index was 24.4% and the liquid limit was 51% b) the moisture content obtained from moisture content test is 18%. c) For maximum dry density and optimum moisture content it was realized for the normal sample without additives the optimum moisture content was 22.40% and maximum dry density was 6780 kg/m³ . d) For the shear strength and resistance it was realized after obtaining the results from shear box test that the maximum shear resistance at failing point was 28.43 KN/m², while the cohesion is 9 KN/m² and the angle of internal friction is 27.9°. e) For the admixture samples obtained after mixing the normal sample with different percentages of rice husk ash and fixed percentage of cement the results obtained varied when each different.

Esta investigación tuvo como finalidad la comparación de las muestras, tanto natural como adicionada con ceniza de cáscara de arroz, el cual dichos resultados fueron positivos, donde arrojó una humedad menor a la natural, la resistencia al corte aumentó y conforme se iba adicionando cenizas de cáscara de arroz los resultados variaron cuando una era diferente.

Mohammadi (2015) in his thesis submitted as a partial requirement for the degree of master of engineering titled *“Investigation on the Use of Crumb Rubber Concrete (CRC) for Rigid Pavements”* supported in University of Technology Sydney, having as a general objective: to extend the knowledge of crumb rubber concrete characteristics used for the pavement application. This research is experimental design and finally concludes the following points: a) The performance of all methods of pretreatment of rubber in grains was studied. The

"water soaking method" was used, since its advantages are similar to the results obtained in the investigation. b) High concentrations of rubber particles were used, as mixtures prepared with 50% to 70% rubber. It was analyzed that through the high concentration of this residue, a non-homogeneous mixture resulted, and rubber formation weakened the connections, which produced the propagation of cracks and the early failure of the use of the mixture. c) The modification of the concrete with granular rubber had a positive effect on the fatigue behavior of the concrete pavement. Although the incorporation of rubber with a low content had a negative effect on fatigue, the addition of 20% or more of rubber improved the resistance of the samples against the fatigue resulting from the cyclic loads.

En este estudio se busca maximizar las propiedades de la carpeta de concreto, a través de la incorporación de caucho en miga. Se comprueba que a través del método utilizado llamado "remojo de agua" la resistencia en compresión tiende a aumentar mucho más que la de flexión. Además, esta adición de caucho permitió un efecto positivo en el comportamiento de fatiga del pavimento

Peláez, Velásquez y Giraldo (2016) en su artículo "***Aplicaciones del caucho reciclado: Una revisión de la literatura***" publicada en la Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, el cual tiene como objetivo principal: Reducir el impacto negativo de las llantas fuera de uso (LLFU) sobre el medio ambiente. El tipo de investigación empleado es el básico, con un nivel exploratorio. Para ello concluyó lo siguiente: a) El uso del reciclaje y la reutilización de estas materias, implican retos tecnológicos muy grandes, en lo que los presupuestos para la implementación son altos, por ello surge la necesidad de mitigar la contaminación ambiental empleando estudios sobre nuevas aplicaciones de este material reciclado, lo cual se busca su viabilidad para su reutilización, disminuyendo costos económicos y técnico. b) El reciclaje energético implica recuperar el negro del humo de la llantas, el cual este proceso necesita una mayor inversión en infraestructura y en el control de las emisiones al medio ambiente, por ello es que esta investigación se enfocó en empresas pequeñas y medianas, ya sean de países desarrollado o de los que se encuentra en vías de desarrollo c) Uno de los principales usos donde ha tenido mayor potencial es su utilización en construcción de pavimentos y concreto, buscando mejorar sus propiedades como conductividad y liviandad, pero debemos tener en cuenta que propiedades estructurales como la capacidad resistente, tanto en flexión como en compresión tienden a disminuir cuando se le adiciona este tipo de residuos. d) Se plantearon otras líneas de investigación distintas a la ingeniería, con tal de

darle una mayor importancia a uso de este residuo, empleándolos en nuevas tecnologías muy distinta a la ingeniería.

Martínez, Caicedo, González, Celis, Fuentes y Torres in su artículo (2018) *“Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos ”* publicada en la revista Ingeniería y Construcción y tiene como objetivo: Describir el desarrollo y progreso del proceso de implementación de la técnica de asfalto modificado con caucho en miga en Colombia, particularmente en Bogotá. Este artículo tiene como tipo investigación aplicada, de nivel exploratorio y concluye con los siguientes puntos: a) El presente trabajo describió las diferentes etapas abordadas por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) para lograr la aplicación adecuada y correcta de mezclas mejoradas con granos de caucho reciclado. El modelo adoptado por el IDU puede servir para que las entidades del estado implementen nuevas técnicas de mantenimiento, pero sobre todo, técnicas favorables al medio ambiente. b) La implementación de esta tecnología ecosostenible ha involucrado a los gobiernos durante varios años, pasando por muchas fases de estudio y desarrollo, que ha tenido éxito debido al respaldo técnico del gobierno, su personal técnico y la asociación de construcción de carreteras. c) El empleo de esta nueva tecnología en el país, contribuye con una solución para la eliminación de un desecho sólido que es difícil de eliminar, además ayuda a la preservación de la naturaleza y, al mismo tiempo, produciendo un alto rendimiento, material que supondrá importantes ahorros en costos de mantenimiento. En el ámbito social, ha permitido abrir un nuevo sector de producción y crear empleos como para la recolección de neumáticos y la creación de la industria de pulido de neumáticos que no existía en Colombia hace algunos años. d) Todo esto contribuye a emplear los tres pilares de la sostenibilidad: economía, protección del medio ambiente y beneficios sociales.

Caucho granular reciclado

Para definir al caucho Lapa sostiene:

Es un material mayormente elástica, impermeable y resistente a la abrasión y a la corriente eléctrica, extraída por incisión de la corteza interior de árboles tropicales y semitropicales del cual se obtiene el látex de estas plantas, especialmente de la *Hevea brasiliensis* (2014, p.43).

El caucho es producido del jugo lechoso de las cortezas de algunos árboles y contiene

propiedades útiles para el uso humano y para la producción de neumáticos en general.

Según De La Pared define lo siguiente acerca del caucho reciclado “Lo importante del reciclaje de este material es que se pueda reutilizar al 100% en su totalidad y así reducir el impacto ambiental como consecuencia de la exposición de este material al medio que nos rodea”. (2017,p. 24).

Es importante aprovechar al máximo el caucho reciclado, para no desperdiciar y tener que arrojarlo al ambiente natural y de esta manera no dejar expuesta en las calles o avenidas el cual la población puede llegar a quemarlos y así generar problemas a la salud de la sociedad.

Según Lapa define acerca del caucho reciclado de neumáticos:

Las llantas son un residuo que ocasionan un impacto negativo en el medio ambiente, su reciclaje de este material ayuda a la protección de la naturaleza, para el cual existen métodos viables acerca de la reutilización del caucho proveniente de las llantas de los vehículos como; los métodos de calor y los métodos físicos. (2014, p. 45)

Principalmente, los granos de caucho reciclado (Ver figura 1), van a provenir de los neumáticos que ya no tienen utilidad en los vehículos, con la finalidad de emplearlo como un material para mejorar la subrasante, mediante la combinación de estos con el suelo, el cual busca maximizar en la capacidad portante (CBR).



Figura 1. Caucho granulado proveniente de llantas recicladas

Aplicaciones del caucho reciclado

Para Peláez, Velásquez y Giraldo define:

Es necesario buscar nuevas formas de aplicar el caucho reciclado, por lo que debe orientarse a obtener productos con mayor demanda en la construcción para que esta alternativa se económicamente baja, tenga mayor comercialización y con los altos volúmenes de utilización de caucho reciclado, tener con finalidad mitigar el impacto ambiental de la inadecuada disposición

de los residuos de caucho (2017, párr. 9).

Es necesario garantizar a la población el reciclaje de los desechos de caucho, ya que por medio de este se puede reutilizar y volver a comercializar para darle otro tipo de usos que puedan contribuir al desarrollo y el cuidado de medio ambiente.

Para Peláez et al. da a conocer lo siguiente:

El caucho reciclado puede ser empleado en la elaboración de pavimentos y concretos para obras viales y construcción de edificaciones. Utilizar los residuos de caucho en estos rubros genera importantes ventajas ambientales y económicas, ya que estos dos son rubros con mayor demanda en el mercado, el cual buscará la mejora de productos, como el incremento de la resistencia al impacto y a la fatiga, acarreado algunas pérdidas en propiedades como el módulo elástico y la resistencia a la compresión (2017,párr.12)

Es indispensable que este material cuente con un proceso de reciclaje ya que gracias a ello podemos obtener grandes beneficios en lo que respecta a la ingeniería y además se puede reducir costos económicos durante su utilización tanto en carreteras como edificaciones.

Para Peláez et al. menciona al respecto: “El caucho proveniente de llantas desechadas ha logrado tener un impacto positivo y ecológico en la absorción de contaminantes tóxicos concentradas en soluciones acuosas” (2017, párr.15).

No hay duda que el reciclaje del caucho produce grandes ventajas en lo que respecta a su aprovechamiento y utilización en diferentes áreas, además de ser de bajo costo se emplea en la prevención de contaminantes tóxicos y en el tratamiento de aguas desechadas. En la construcción, este residuo es empleado en mezclas de asfalto. (Ver Figura 2)



Figura 2. Aplicación del caucho en pavimentos flexibles

Granulometría de las partículas

Según García define que la granulometría “es la distribución de tamaños de las partículas de los granos mediante su medición y graduación teniendo como finalidad analizar las propiedades mecánicas y calcular la abundancia correspondiente a cada uno de los tamaños previstos (2017, s.p.)

Los tamices empleados para realizar una análisis granulométrico se presentan a continuación. (Ver tabla 1).

Tabla 1. *Equipo de tamices para el análisis granulométrico*

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅝"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Fuente: Manual de ensayos de materiales

El objetivo de realizar un ensayo granulométrico es determinar los porcentajes de suelo que retienen toda la serie de tamices hasta llegar al tamiz Nº 200 (MTC E 107, 2016, p.44).

Según Crespo:

El análisis granulométrico hace referencia a la cantidad en porcentaje de los distintos tamaños de las partículas [...]. Para conocer las composiciones granulométricas [...] existen varios procesos. Para la clasificación de las partículas por tamaños el procedimiento más adecuado y preciso es el del tamizado. (2014, p. 45-46).

Para la realización de este proceso el método mas empleado es el del tamizado, el cual consiste en colocar la muestra en una serie de tamices con sus respectivas medidas ya normadas, para obtener los porcentajes que se retienen en cada una de ellas.

El análisis granulométrico es la determinación de los tamaños de las partículas de una cantidad de muestra de material, y aunque no es muy útil de por si solo, se emplea junto con otras propiedades del material para llegar a clasificarlo y además es el inicio de cualquier otro tipo de ensayo que se pueda realizar a la muestra, esto indica que es la base para la

realización de otros ensayos consiguientes a la granulometría. (Reyes,2013, s.p.)

Las diversas partículas de caucho granular serán sometidos a este procedimiento para así determinar los diversos tamaños y de esta manera emplearlos para la dosificación con el suelo de la subrasante.

Porcentajes de dosificación respecto al peso del suelo

Sánchez opina al respecto:

Para definir el porcentaje mínimo del material se debe de tener en cuenta cuales son las exigencias a las que se estará sometido el material como puede ser para terraplenes, formación de explanadas, conformación de bases y sub bases para pavimentos, entre otras. Se deberá además tomar en cuenta cual es el efecto que se desea conseguir en el suelo, ya sea el secado de los suelos que tengan un contenido de humedad excesivo, una modificación inmediata del suelo, o una estabilización de la capa a largo plazo (2014, p. 43-44)

Para nuestro trabajo de investigación se tomó en cuenta la dosificación de granos de caucho en 20%, 30% y 40% un promedio mayor a la que esta mencionado en la investigación realizada por Wilder Cusquisibán de la Universidad Nacional de Cajamarca, el cual su resultado con esa dosificación no es tan positivo.

Propiedades físicas y químicas del caucho

Está compuesto de isopreno o 2-metilbutadieno, cuya fórmula química es C_5H_8 . Este material tiene un comportamiento diferente a distintas temperaturas; cuando la temperatura esta alrededor de $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$, el caucho puro es un sólido duro y transparente, de $0\text{ a }10\text{ }^{\circ}\text{C}$ es frágil y opaco, y por encima de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ se vuelve blando, flexible y translúcido. Al calentarlo por encima de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, el caucho adquiere una textura de plástico pegajoso. A temperaturas de $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ o superiores se descompone. Con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente a comparación del oxígeno de la atmósfera que lo hace lento.

Las propiedades físicas del caucho bruto varían con la temperatura. A bajas temperaturas, se vuelve rígido, y cuando se congela en estado de extensión adquiere estructura fibrosa. Calentando a más de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$., se ablanda y sufre alteraciones permanentes.

La densidad del caucho a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. es de 0.950, y a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. es de 0.934. Cuando el caucho bruto ha sido estirado y deformado durante algún tiempo, no vuelve completamente a su estado

original. Si entonces se calienta, la recuperación es mayor que a la temperatura ordinaria. Este fenómeno se denomina deformación residual o estiramiento permanente y es propio del caucho. El poder de absorción de agua del caucho es muy bajo.

Además cuenta con excelentes propiedades Mecánicas, tracción, flexión y compresión. Excelente aislante eléctrico, muy buena resistencia a los ácidos diluidos y detergentes.

A continuación se presenta ciertas propiedades físicas y químicas del caucho granular reciclado de neumáticos fuera de uso:

Propiedades físicas

Forma: Sólidos en forma de granulados

Color: Negro.

Olor: Caucho.

Peso específico: 1,15 – 1,27 }

Humedad (%): < 0,75

Punto de combustión (°C): 300 - 450

Propiedades químicas

Extracto cetónico (%): 5,00 – 22,00

Contenido en cenizas (%): 7,00 -11,00

Contenido en polímeros NR/SR (%): 70/30 – 60/40

Contenido de negro de humo (%): 26,00 – 38,00

Contenido de caucho natural (%): 10,00 – 35,00

Contenido en hidrocarburo de caucho (%): 57,00 - 58,00

Azufre (%): 1,0 – 7,00

pH(25°C): 8,12 – 8,20

Solubilidad: Insoluble en agua, parcialmente soluble en acetona.

Ventajas

Energía eléctrica: los neumáticos de caucho son una buena fuente de combustible para la producción de electricidad. El calor que se libera durante la combustión convierten el agua de la caldera en vapor que, al llegar hasta el generador produce la electricidad.

Neumáticos nuevos: mediante el reciclaje de neumáticos se puede extraer el caucho y este

puede ser usado en la fabricación de neumáticos nuevos.

Asfalto: los materiales obtenidos mediante el reciclado de neumáticos pueden ser utilizados como materiales para el asfalto y pavimentación de carreteras. Con estos materiales se consigue que las carreteras sean más silenciosas y más seguras y además se disminuye la extracción de áridos de las canteras.

Usos deportivos: material obtenido con el reciclado de neumáticos puede ser usado ser usados para hacer campos de juego, pistas de atletismo, de paseo y para bicicletas.

Además puede reutilizarse como material de drenaje, alfombras, aislantes de vehículos, suelas de zapatos, bandas de retención de tráfico, campos de césped artificial, aislantes de vibración, etc. Actualmente este material se está estudiando para su uso como aislante acústico.

Desventajas

-Su fabricación y refinado involucra a muchos contaminantes como lo es el monóxido de carbono, los bifenilos policlorados (PCB) y varios compuestos derivados directamente del azufre.

-Genera gases tóxicos cuando es sometido a combustión, donde el humo es nocivo para aves, además de propagar el asma, la bronquitis y sobre todo favorecer al calentamiento global.

- Gran parte de neumáticos es arrojado en ríos y mares, lugares que perjudican a muchas especies que habitan en ello.

Procedimiento para la obtención del caucho granulado reciclado

En la actualidad se utilizan diversos métodos para obtener el caucho proveniente del reciclado de neumáticos y la destrucción de sus componentes peligrosos y separación de los componentes que pueden ser reutilizados para diferentes usos; los cuales se describen a continuación:

Trituración mecánica: el reciclaje de neumáticos se realiza de una forma mecánica y se consiguen productos sin impurezas y de alta calidad que son usados en nuevos procesos y aplicaciones.

Trituración criogénica: este sistema de reciclaje de neumáticos necesita de instalaciones complejas y poco rentables, por otro lado los productos obtenidos son de baja calidad lo que hace que este sistema sea poco recomendable.

Termólisis: los neumáticos son reciclados mediante descomposición térmica (uso de altas temperaturas con ausencia de oxígeno). Con este sistema no se liberan productos dañinos para el medioambiente y se consigue la obtención de metales, carbones e hidrocarburos que pueden ser utilizados para la fabricación de nuevos neumáticos o de otros productos.

Pirólisis: este sistema de reciclaje de neumáticos está poco extendido. Existe una fábrica piloto en Taiwán desde 2002 que consigue reciclar 9000 toneladas/año de neumáticos. A través del procedimiento de pirólisis se obtiene un gas similar al propano al que se le puede dar un uso industrial, aceite industrial, etc.

Incineración: la incineración como sistema de reciclaje de neumáticos genera calor que puede ser usado como energía, pero es un proceso costoso y los productos contaminantes que se producen son muy perjudiciales para el medio ambiente y para la salud humana. Este proceso tiene el agravante añadido de que muchos de estos productos contaminantes son solubles en el agua por lo que pueden llegar a las personas a través de la cadena trófica.

De todos los procesos descritos anteriormente, en la investigación se utilizó la trituración mecánica, ya que con ese proceso se logra obtener los granos de caucho, los cuales serán empleador para mejorar las propiedades de la subrasante.

La subrasante.

Para el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos define lo siguiente:

La subrasante es la capa donde reposa toda la estructura que conforma un pavimento y es considerada parte de la perspectiva de la vía que se construye en el terreno de fundación [...] y la estructura del pavimento. La subrasante es la capa superior del terreno natural o el fondo de las excavaciones, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactadas por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que

proviene del tránsito.

Es la superficie natural donde se concentra todas las cargas de las capas o partes que componen un pavimento, juntamente con las cargas vehiculares. Para su utilización es necesario que esta tenga un material óptimo y su compactación sea la adecuada.

Por lo general esta capa se construye con materiales de conformación de relleno (terraplén) o del tipo rajón para pedraplenes o con escombros. Para el caso de los materiales que conforman el terraplén, estos pueden ser utilizados al igual que los afirmados para nivelar y conformar la plataforma de la estructura del pavimento en zonas donde la subrasante no tiene un alineamiento longitudinal y transversal definido. (Rondón y Reyes, 2016, p.345).

Mejoramiento de un suelo

Según Mejía y Carranza: “El mejoramiento consiste en cambiar proporcionalmente las características mecánicas de un suelo por una mezcla de suelo con un material más resistente o por acción física” (2002, p.129).

Es relevante identificar el tipo de material con el que se va a emplear, para así determinar si necesita algún tipo de mejoramiento, al ser así se tomara cual es el tipo de mejora más adecuado para el terreno que se va a estudiar.

Para el Manual de carreteras:

El mejoramiento consiste en la obtención de resistencia mecánica y permanente de sus propiedades con el pasar del tiempo. Los procesos son variados e inician desde la aplicación de otro material, a la incorporación de uno o más agentes que permiten mejorar la resistencia del suelo. Cualquiera sea el mecanismo a utilizar para el mejoramiento, es indispensable realizar un proceso de compactación (2013, p.107).

El suelo ganará grandes beneficios al mejorarlo, se aumentará sus propiedades entre las cuales se incrementará su capacidad portante y será menos susceptible a asentamientos logrando así la mejora considerable del suelo. El mejoramiento de suelos puede desarrollar diferentes métodos, ya sea agregándoles otros elementos se podrá obtener una óptima mejora del terreno.

Los suelos que estén por debajo del nivel de la subrasante deberán ser adecuados, con una

resistencia CBR $\geq 6\%$, al no cumplir con este requisito fundamental, es decir los suelos tengan un CBR $< 6\%$ tendrán que ser estabilizados o mejorados, en el cual un profesional responsable deberá ser encargado de plantear diversas formas de estabilizar según sea la naturaleza del suelo existente. (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 21)

El óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca

Según Chirinos manifiesta que:

La reducción de poros de un material y el incremento de su humedad, conducen a un estado límite en el que se forma una red continua de agua. Más allá de cierto contenido de humedad, el agua comienza a tener una continuidad que cierra los poros comunicados. (2015, p. 19).

La cantidad adecuada de agua es indispensable para que el suelo llegue a su contenido de humedad óptimo, ya que a través de esto se estará reduciendo la cantidad de poros y por ende aumentando su densidad.

El OCH y MDS resulta muy familiar para todo ingeniero, pero hoy en día está siendo confundida por muchos, lo cual lo utilizan como si fueran constantes. Por lo tanto, estas no se consideran constantes porque dependen de un método de compactación, en el cual existen muchos factores que ayudan a encontrar la cantidad adecuada y requerida. Para ello la energía de compactación con que se realiza el ensayo influye proporcionalmente en el óptimo contenido de humedad y en la máxima densidad seca (Juárez y Rico, 2005, p. 598).

Ensayo Proctor

Según la ASTM D 1557 nos manifiesta acerca del uso de este ensayo:

The soil placed as engineering fill (embankments, foundation foundations, road bases) is compacted in a dense state to obtain satisfactory engineering properties, such as cut resistance, compressibility or permeability. In addition, foundation soils are often compacted to improve their engineering properties. The laboratory compaction tests provide the basis for determining the percentage of compaction and molding the water content necessary to achieve the required engineering properties, and for controlling the construction to ensure that the required compaction and water contents are achieved.

En nuestra investigación se realizará el ensayo Proctor con una energía modificada, para así determinar los óptimos contenidos de humedad (OCH) y la máxima densidad seca (MDS) tanto del suelo natural sin incorporación de caucho como el suelo con sus respectivos porcentajes de este material.

El molde a utilizar depende del método de compactación que se desea lograr. Para el método A y B, el molde es de 4 pulgadas. (Ver figura 3).

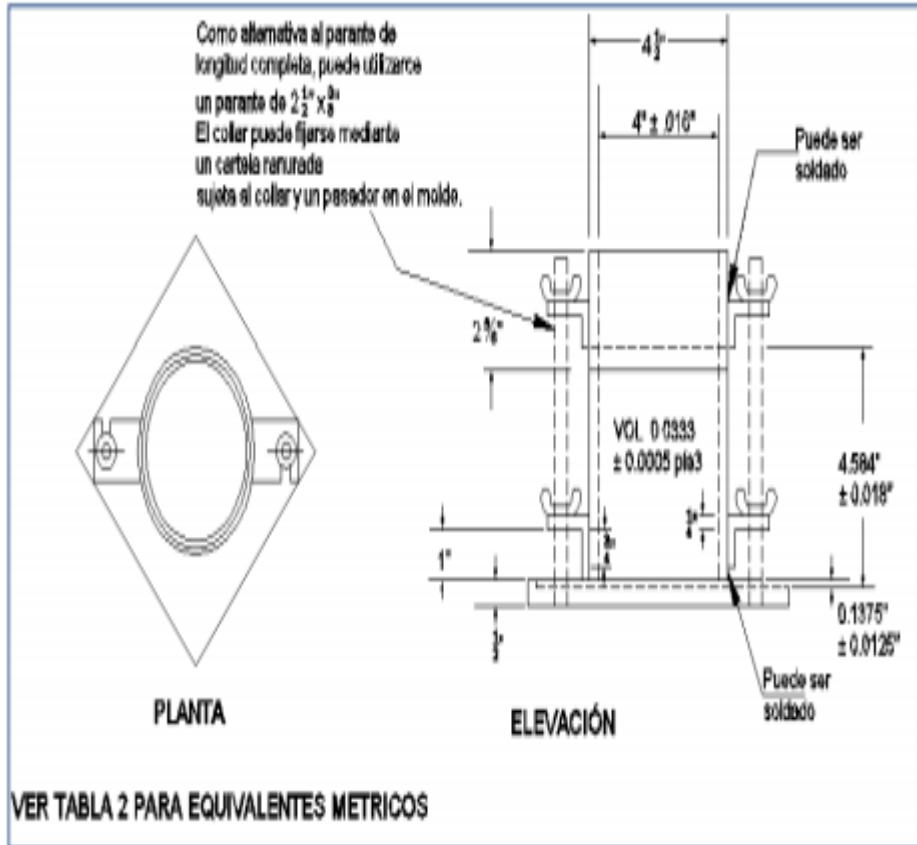


Figura 3. Molde cilíndrico de 4,0 pulg para Proctor modificado

Si se requiere realizar una compactación método C se utilizará un molde de 6 pulgadas de diámetro. (Ver figura 4).

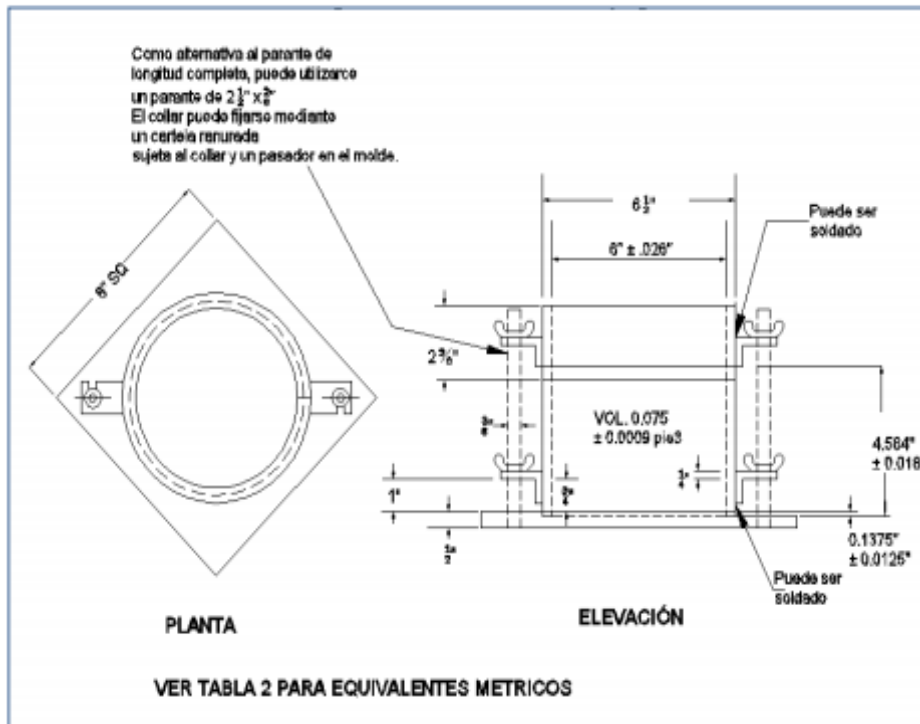


Figura 4. Molde cilíndrico de 6,0 pulg para Proctor modificado

Absorción

Según Crespo define la absorción:

Es la característica que tiene un material para que un fluido pase a través de él sin alterar su estructura interna, además se dice que el material es permeable cuando pasa a través de él una apreciable cantidad de fluido en un tiempo determinado. (2014, p.36).

Se dice que un material es permeable siempre y cuando el líquido a emplear pueda atravesarlo sin alterar sus componentes internos, pero en este caso nos importa la cantidad de agua que pueda absorber las partículas de caucho que se van a emplear para la realización de este ensayo.

Según la ASTM C 128 menciona que:

The absorption values are used to calculate the change in the mass of an aggregate material due to the water absorbed in the pore spaces within the particles, in comparison with the dry condition, when the aggregate is considered to have been in contact with the water enough time to satisfy most of the absorption potential. The laboratory standard for absorption is that obtained after submerging the dry aggregate for a prescribed period of time. The aggregates that are extracted below the water table generally have a higher moisture content than the absorption determined by this test method, if they are used, these materials must be dried before being used

in any project.

La absorción es el resultado obtenido después de sumergir el agregado en agua en un periodo de tiempo determinado, el cual su valor nos permite observar el cambio de masa sumergido en agua a través de sus poros en comparación con su condición seca.

Los resultados como consecuencia de la absorción se emplean para realizar los cálculos respectivos del peso de un agregado en relación al agua absorbida por los espacios de los poros entre las partículas constituyentes, en comparación a la condición seca, cuando el agregado ha estado en contacto con el agua el tiempo necesario para contener la mayor absorción potencial (Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p. 309)

La absorción permitirá que el suelo no se deteriore de manera rápida y fácil debido a las lluvias, ya que al combinarse el suelo con el caucho granular, este al tener permeabilidad, ayudará a que la subrasante se mantenga en óptimas condiciones.

Gravedad específica

Para Domingo la gravedad específica “es la relación existente entre el peso de cierto material y su volumen correspondiente el cual es expresado en newtons sobre metro cúbico según en el Sistema Internacional de unidades (2011, p.8).

Según el concepto anterior, este proceso se define como la relación de la masa con su respectiva gravedad y su volumen.

Según INVIAS “es el vínculo existente entre el peso en el aire que contienen un volumen de partículas con una misma temperatura la del peso en el aire del mismo volumen de agua destilada” (2018, s.p).

Para este ensayo es necesario de contar con los equipos y materiales aptos para llevar a cabo todo el procedimiento de manera óptima con el fin de obtener resultados óptimos para su utilización

Para el Manual de Ensayos de Materiales, “es usado para calcular la densidad de los sólidos de suelo. Esto se logra multiplicando su gravedad específica por la densidad de agua (a una temperatura apropiada)” (2016, p. 80).

El ensayo de peso específico es indispensable para conocer y determinar la cantidad de volumen de un material al ser mezclado con otro.

Resistencia de la subrasante

Para García es “La capacidad que soporta un suelo cuando esta en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, los cuales constituyen las variables básicas para el diseño del pavimento (2015, p.6)

Para ello es indispensable que en toda obra vial se obtenga el valor de la resistencia de la subrasante, del cual el resultado de este valor sea óptimo para así poder obtener las dimensiones de las otras partes que componen a un pavimento como son la base, subbase y carpeta asfáltica.

Según Pariona manifiesta que “la capacidad portante de un determinado tramo de vía, será variable en el espacio y en el tiempo debido a la inevitable variabilidad de los suelos, de su grado de compactación y de su contenido de humedad” (2014, p.25-26).

Si se requiere calcular la capacidad de soporte de un suelo con fines de pavimentación es necesario que se cuente con el óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca, ya que de ellos servirá como guía para la realización de los ensayos.

Ensayo CBR

Según Pariona menciona que:

A pesar de tener diferentes limitaciones, el CBR es el ensayo más utilizado en Latinoamérica y aceptados en el mundo debido al bajo costo que genera su ejecución, ya que está asociado a un número de correlaciones y métodos semiempíricos de diseño de pavimentos y especialmente es para diseñar y evaluar suelos estructurales en carreteras. (2014, p. 27).

El costo para realizar este ensayo es el mas económico comparando con otros ensayos, el cual lo convierte como el mas usado en todo el mundo y gracias a ello permite contribuir al diseño y evaluación de los pavimentos.

Los equipos y materiales a utilizar para la compactación y la inmersión del ensayo CBR (Ver figura 5), tienen que contar con sus medidas correctas y normadas.

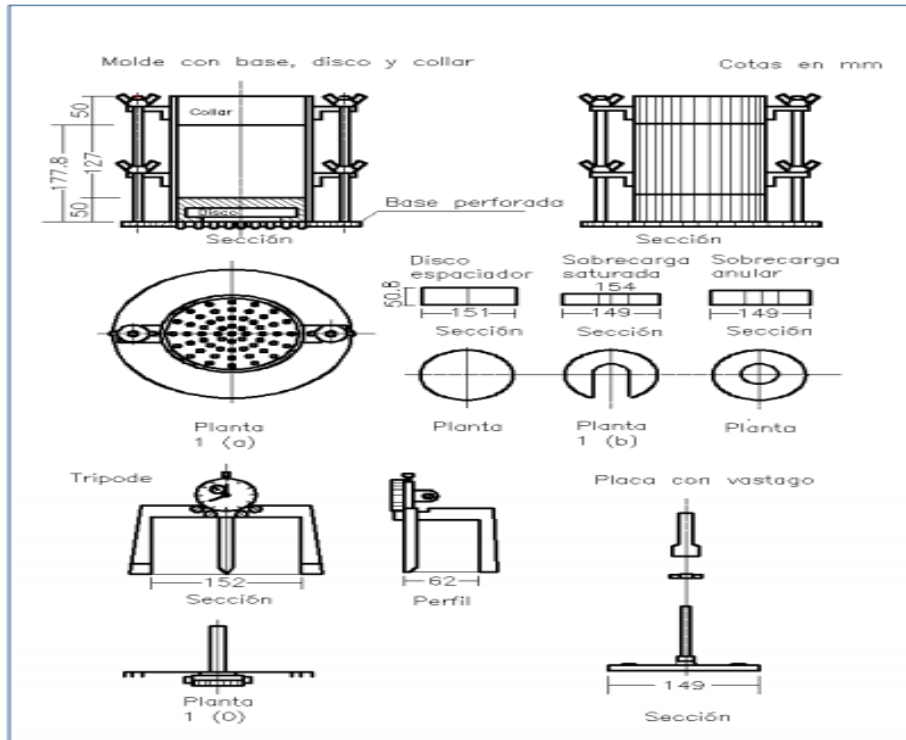


Figura 5. Equipo de compactación e inmersión del ensayo CBR

Segun la ASTM D 1883 nos indica que “This test method is used to evaluate the potential strength of subgrade, subbase and base materials, including recycled materials for use in the design of road pavements and aerodromes” (2016, p.3).

Para la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, el ensayo CBR es empleado y forma parte del diseño de pavimentos, el cual sirve para evaluar las diversas partes que constituyen un pavimento, hasta también es utilizado para evaluar la resistencia de materiales reciclados que puedan ser empleados en la construcción de carreteras.

El procedimiento es que los resultados de la relación de soporte son generadas de muestras de ensayo con el mismo peso unitario y humedad que se requiere encontrar en el terreno. La condición poco favorable del suelo es cuando este se encuentra saturado. (INVIAS,2018, s. p.)

Para el Manual de Ensayo de Materiales, este ensayo es utilizado para calcular la resistencia que contienen las diversas partes del pavimento como la subrasante, la subbase y la base, incluyendo en otros materiales que han sido reciclados para dar uso en la vía y en campos de aterrizaje. Como producto de este ensayo se obtendrá un valor en esta prueba, lo cual forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. (2016, p. 248)

El CBR es un ensayo donde al evaluar la calidad del material de un suelo en relación a su resistencia, nos determina el índice de penetración, este ensayo debe hacerse en un suelo saturado para representar su situación más crítica, para diseñar un pavimento es recomendable realizar al menos cinco ensayos de CBR.

Para hallar el valor de relación de soporte en el laboratorio (Ver figura 6), es indispensable contar con el procedimiento adecuado.

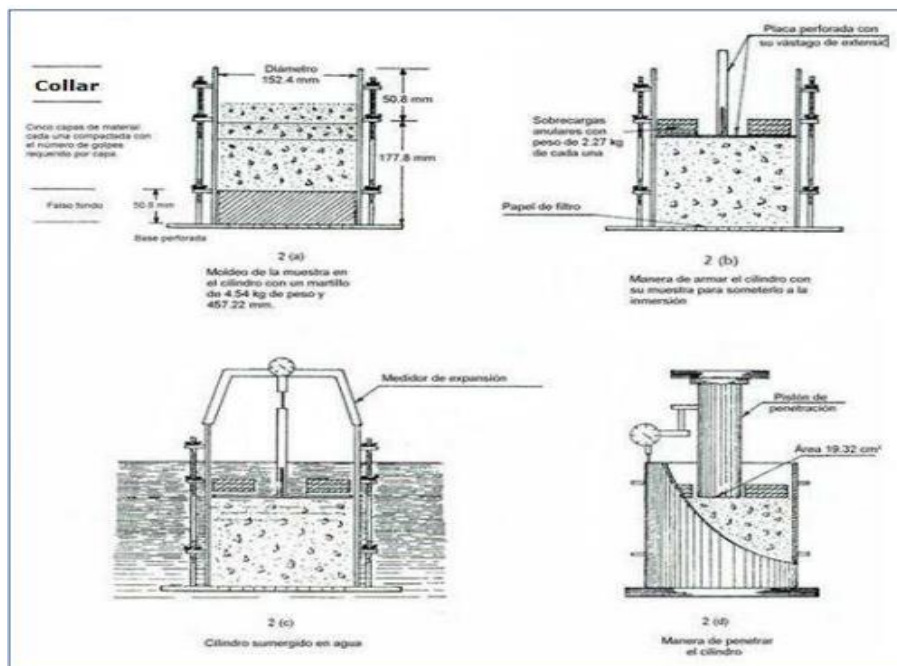


Figura 6. Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio

Expansión del suelo

Según Beltrán nos manifiesta acerca de la expansión de los suelos de la siguiente manera:

Se entiende por expansión cuando el suelo es delicado a sufrir cambios en su volumen por cambios de humedad. [...] es un fenómeno que se presenta en un suelo arcilloso con mineral montmorillonita y en condiciones ambientales que dan pie a la reducción de humedad ya sea por evaporación o evapotranspiración de la vegetación. Los suelos expansivos son abundantes donde la evapotranspiración es mayor que la precipitación. (2009, p. 4)

Estos suelos se encuentran en zonas húmedas como la selva, debido a la vegetación, la evapotranspiración y precipitación. Las consecuencias de estos tipos de suelos pueden llegar a ocasionar grandes problema en los sistemas viales en el país. Al contar con un suelo, como las arcillas, se pierde la humedad a través de la evaporación generando la tensión capilar, la

cual provoca la contracción del suelo. Si un suelo al disminuir su volumen por secado, este también incrementará su volumen si se restituye al suelo dicha cantidad de agua pérdida, lo cual ayudara a reducir el efecto de la tensión capilar (Beltrán, 2009, p. 4).

Para medir la expansión se coloca el trípode de medida sobre el borde del molde y se registra su lectura, junto con el día y la hora. (Ver figura 7.). Luego se sumerge los moldes en una poza con la sobrecarga requerida en norma, y se deja 4 días. Las lecturas de deben realizar diariamente para obtener la variación. Un dato muy importante es que se debe considerar que no se exceda el tiempo indispensable desde que se retira la sobrecarga del molde hasta que se realice el ensayo de penetración (Manual de Ensayos de Materiales, 2016, p. 252).



Figura 7. Aparato para medir la expansión

Problema general

¿En cuánto influyen los granos de caucho reciclado en las propiedades de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019?

Problemas Específicos:

¿Cuánto influye el uso del caucho granular en el óptimo contenido y máxima densidad seca de humedad de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019?

¿En qué medida el caucho granular reciclado influye en la resistencia CBR del suelo de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019?

¿Cuánto influye el grano de caucho reciclado en la expansión de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019?

Justificación del estudio

Este proyecto de investigación se efectúa para buscar facilitar todas las soluciones posibles para los problemas existentes en lo que respecta sobre asentamientos que ocurren en las redes viales del país, estas posibles soluciones nos permitirán disminuir las causas y mitigar las pérdidas económicas y sociales.

Asimismo, para lograr una mejora del terreno primero tenemos que realizar estudios de mecánica de suelos para que a través de estos obtengamos información del tipo de suelo que se encuentra en la Avenida Bonavista, una vez obtenidos los estudios se analizarán y se optará por ver cuál es la mejor solución que se le puede dar al suelo.

Este trabajo de investigación, se ejecuta con el único fin de obtener una mejora en el suelo existente del terreno a estudiar a través de la incorporación de caucho granular, de manera que su resultado nos arroje un suelo totalmente mejorado, para que de esta manera el pavimento no presente problemas durante su vida útil que ha sido diseñada.

Los problemas de asentamientos que ocurren constantemente en el lugar de estudio pueden ser considerados una buena justificación para este proyecto. La presente investigación, se ejecuta con el propósito de intervenir en la mejora del suelo existente en el área a estudiar. También se dará a conocer las principales propiedades del suelo en estudio, así como también determinar las propiedades que contiene el caucho granular para la utilización en este tipo de estudios.

El impacto ambiental es muy importante, ya que con este se determinará los posibles problemas que se podrían dar en afecto a la naturaleza, si se encontrara problemas nocivos o beneficiosos para la naturaleza, si la factibilidad es negativa en cualquiera de los impactos, la investigación simplemente no se llevaría a cabo.

Ya que con la incorporación de granos de caucho reciclados se estaría contribuyendo con el medio ambiente, porque las llantas de vehículos no se acumularían y se utilizarían para la mejora de la subrasante de las carreteras que tengan una baja capacidad portante

En esta investigación, el principal resultado desde el punto económico resulta muy beneficioso en gastos para la mejora de la subrasante con la adición de caucho granular reciclado ya que esta se encuentra en abundancia en la zona de estudio, al desperdiciarse este producto, su utilización como mejoramiento en la subrasante aportaría en la disminución de costos que demandaría la construcción de carreteras

Hipótesis general

La incorporación de caucho granular reciclado mejorará las propiedades de la subrasante de la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima-2019.

Hipótesis Específicas

El uso de caucho granular reciclado influye en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima-2019.

El uso de caucho granular reciclado influye en la resistencia del suelo de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima-2019.

El uso de caucho granular reciclado influye en la expansión de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima-2019.

Objetivo general

Determinar en cuánto influye los granos de caucho reciclado en las propiedades de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima-2019

Objetivos Específicos

Determinar en cuánto influye el caucho granular reciclado en el óptimo contenido de humedad y Máxima densidad seca de la subrasante de la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima-2019.

Determinar en qué medida influye los granos de caucho granular en la resistencia de la subrasante de la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima-2019.

Determinar en cuánto influye los granos de caucho granular la expansión de la subrasante de la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima-2019.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de la Investigación

Método: Científico

El método científico es un conjunto de pasos destinados a explicar los fenómenos, a establecer relaciones entre los hechos que ocurren en la vida cotidiana y permite enunciar las leyes que expliquen las razones de la causa de los fenómenos físicos del mundo y permitan la adquisición de conocimientos, aplicaciones que puedan ser importante y útiles para el hombre. (Robaina, 2005, s.p.).

Vara, nos indica que:

El método científico radica en una sucesión de procedimientos lógicos universales que nos avalan que la información obtenida sea de calidad. Los pasos son: observar, plantear el problema, formulación de hipótesis, plantear un diseño metodológico, obtener y discutir los resultados, concluir y recomendar. (2015, p.31).

Se empleará el método científico para este proyecto de investigación, para tener al final una conclusión y poder recomendar sobre las hipótesis planteadas.

Ruiz nos manifiesta que:

Este método conlleva a elevar el nivel de conocimiento, es nutrirse de información para hallar los resultados que indican los objetos de investigación, dando como esencia la forma experimental y temática de como el ser humano actúa frente a su medio la sociedad, con el fin de descubrir algo nuevo (2007, p.4)

Este método nos ayuda a organizar y desarrollar nuestras capacidades de pensamiento, llegar a establecer relaciones entre los sucesos y las leyes que lo prueban y demuestran, con el objetivo de transformar a través de la práctica científica, la realidad diaria para que sea útil para el hombre.

Enfoque de la investigación

La investigación cuantitativa se basa en el positivismo. Este enfoque plantea y utiliza la unidad de la ciencia, es decir la utilización de una metodología única que es la misma de las ciencias exactas y naturales (Bonilla y Rodríguez, 1997, p. 83).

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que usará los pasos del método científico para así obtener resultados. Se dice cuantitativo a lo que se puede medir, en este caso a través

de los indicadores se medirán las dimensiones de las variables de la investigación.

Tipo de investigación

La investigación aplicada se conoce principalmente porque se aplican y utiliza los conocimientos que se adquieren diariamente, y a la misma vez que se adquieren otros, durante la implementación de la práctica basada en los procesos de investigación. El uso de la razón de manera consciente permite obtener resultados que garantizan una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. (Vargas, 2009, p. 159)

Valderrama indica que: “La investigación aplicada busca conocer para crear, para construir para proceder, para cambiar; le inquieta la aplicación inmediata sobre una realidad concreta” (2007, p. 29).

Por ende, nuestro proyecto se basa en un tipo de investigación aplicada, puesto que en este se realizarán diversos estudios experimentales como son los ensayos de laboratorio con las dosificaciones de grano de caucho reciclado planteadas, para luego analizar y dar conclusiones a los problemas planteados.

Nivel de investigación

Valderrama (2015, p. 167) indica que: “Los niveles de investigación refieren la profundidad de análisis y el nivel de conocimiento que se tiene sobre el tema que se investiga”

Por las siguientes razones, se define que el nivel de investigación a utilizar del siguiente proyecto es Descriptiva - Explicativa, porque se relacionan dos o más variables.

Hernández, Fernández y Baptista, postula que: “La principal característica de las investigaciones explicativas es dar a conocer el porque se originan los fenómenos o sucesos y en que situaciones se encuentra, teniendo como base la relación existente entre dos o más variables” (2003, p.58)

El nivel explicativo trata de relacionar dos variables en respecto de su causa y efecto, la cual contribuye a la obtención de resultados de manera mas profunda y así ampliar el conocimiento.

Diseño de investigación

Pino Gotuzzo (2007, p. 187) indica que:

El diseño de investigación experimental, es la manipulación deliberada de una o más variables,

que actúan como causas (variable independiente) para determinar sus efectos sobre una o más variables dependiente dentro de un parámetro de control por parte del investigador.

El diseño experimental es una serie de procedimientos que permiten la planeación y conducción de experimentos, así como la utilización del análisis estadístico para evaluar los resultados, con el fin de tener conclusiones válidas y claras. Los procedimientos dan a conocer los factores que se van a modificar, su aplicación y el número de pruebas a realizar para obtener un resultado óptimo (Mellado, 2017. p.1).

Para la presente investigación se empleará el diseño experimental, ya que se va averiguar los factores que influyen en una variable de interés, a través de la manipulación de mi variable independiente que es el caucho granular reciclado en porcentajes, con el fin de modificar o mejorar mi variable dependiente que viene a ser la subrasante del suelo.

2.2 Variables, Operacionalización

V1: caucho granular reciclado = Variable Independiente

D1: Aplicaciones del caucho granular

D2: Granulometría de partículas

D3: Porcentajes de dosificación respecto al suelo

V2: Mejoramiento de la Subrasante = Variable Dependiente

D1: Óptimo contenido de humedad y Máxima densidad seca

D2: Resistencia del suelo

D3: Expansión del suelo

Para sintetizar la información recolectada en las bases teóricas, los conceptos operacionales de las variables y dimensiones se podrán ver en la siguiente tabla de operacionalización. (Ver tabla 2).

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
CAUCHO GRANULAR	El caucho es uno de los materiales que pertenece a la familia del elastómero; los elastómeros son polímeros lineales disformes insaturados que necesariamente pasan por un proceso de vulcanización para obtener una estructura, en forma de red, para que se le otorgue sus características elásticas (Montejo, 2006, p. 306).	Para analizar el caucho granular reciclado será en base a su aplicación, granulometría, absorción y peso específico y a la dosificación con respecto del suelo	Aplicación del caucho reciclado		Balanza, tamices, etc.
			Granulometría de partículas	análisis granulométrico	
			Dosificación	20%	
				30%	
40%					
SUBRASANTE	La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito.(Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos)	La subrasante se analizará en base su OCH y MDS, su resistencia en seco y saturado	OCH y MDS	Ensayo Proctor	Equipos para la medición del CBR, Proctor y peso específico y absorción
			Resistencia de la subrasante	Ensayo CBR	
			Expansión del suelo	Ensayo CBR	

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población, muestra y muestreo

Población

Carrasco define que: “La población es el conjunto de todas las unidades de análisis que pertenecen a la zona de estudio donde se llevara a cabo la investigación” (2006, p.236-237)

La población es conformada por el suelo que conforma la zona de estudio donde se aplicará los ensayos de estudio de mecánica de suelos planteados por el investigador.

En esta investigación nuestra población será el terreno de fundación de la avenida Bonavista, la cual se encuentra a nivel de subrasante. (Ver figura 8)



Figura 8. Avenida Bonavista a nivel de subrasante

Muestra

Ñaupas, Mejía, Novoa, Villagómez sostienen que “La muestra es el subconjunto, o parte de la población seleccionada, esta representa al universo”

La muestra es una parte de la población, esta encabezada por los objetivos de la investigación, los cuales vienen a ser las 2 calicatas realizadas en la zona de estudio (Ver figura 9), a través de estas muestras se determinará el OCH y MDS mediante el ensayo Proctor y por otro lado el ensayo CBR para determinar la capacidad de soporte del suelo.



Figura 9. Muestra obtenida in situ.

Muestreo

Tamayo (2012) menciona que: “La finalidad del muestreo es la identificación de la población escogida, es lo que se saca de la muestra partiendo de la misma, puede ser escogido al azar o por criterio propio” (p. 181).

Para el muestreo de la investigación, es de tipo no probabilístico ya que la muestra no fue designada al azar. Se realizó la elección de muestra buscando el tramo más crítico, donde se realizarán las calicatas respectivas.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica

La técnica para la recolección de datos fue la observación, puesto que este método está relacionado directamente con la realidad. Como primer paso se realizó una visita de campo, se ubicó los tramos que estén en mal estado, como baches, presencia de charcos y que presenten suelos con alto contenido de arcilla, luego se seleccionó los puntos para la realización de calicatas. Se ubicaron dos puntos para las calicatas cada 250 metros. Como segundo paso se realizaron las excavaciones de las calicatas en los puntos señalados previamente; la profundidad de excavación es de 1.50 m. Luego se realizó el traslado de las muestras de suelo al laboratorio para su estudio básico y específico que ayuden con el desarrollo de la investigación.

Instrumentos

Los instrumentos fueron elaborados para cada ensayo a realizar en cuanto a la variable que se va a manipular. Con ello se busca recolectar los datos obtenidos en la realización de cada ensayo de laboratorio

Validez

Para definir la población, Carrasco (2007) sostiene que: “Esta característica de los instrumentos que se van a utilizar en la investigación radica que estos midan con exactitud y autenticidad todo aquel resultado que se quieran medir a una variable” (p. 336).

Los instrumentos utilizados en la investigación para recopilación de datos establecidos, contará con la certificación de validez que será firmado por un especialista o técnico experto en el tema.

Confiabilidad

Rangel y Giler (2018), menciona que: “La confiabilidad quiere decir que cuando se utiliza un instrumento o equipo de diferentes ocasiones y nos arroja resultados coherentes o una medida a precisión y que sea confiable de forma consistente” (p. 163).

Para garantizar la confiabilidad, los equipos para los ensayos serán calibrados antes de ser utilizados para los ensayos de estudio de suelo, tiene que existir una ficha técnica o certificación que nos garantice la seguridad que está calibrados.

2.5. Procedimiento

La presente investigación inicia con la búsqueda del problema de la zona de estudio, lo cual llevó a la identificación de nuestras variables y a través de estas se dio inicio al estudio a fondo de esta investigación.

Luego se procede a la extracción de nuestra muestra, es decir a la excavación de las 2 calicatas que serán nuestra unidad de análisis con el fin de conocer las condiciones en que se encuentra la subrasante de nuestra zona de investigación.

Se procede a llevar las muestras obtenidas al laboratorio donde se realizarán los ensayos requeridos para el mejoramiento de la subrasante de la avenida Bonavista. Una vez en laboratorio se registraran las muestras y se procederá con los ensayos las cuales se recolectaran en nuestros instrumentos. Ver Anexos

Con la obtención de resultados, se podrá concluir y discutir las hipótesis planteadas por el

investigador y de esta manera se dará fin a la investigación.

2.6. Método de análisis de datos

Hernández manifiesta que: “Es el procedimiento con el cual un todo complejo se extrae en varias partes y caracteres. El análisis permitirá el fraccionamiento del todo en sus variables relacionadas y componentes” (2016, p. 34)

En esta investigación se analizará los datos mediante estudio de mecánica de suelos, los cuales realizarán en un laboratorio, el cual cuenta con una certificación.

2.7. Aspectos éticos

Para lograr los objetivos en el proyecto de investigación, como investigador estoy comprometido a respetar los datos tomados de los diversos manuales que nos permiten desarrollar la investigación.

Como investigador me comprometo totalmente a respetar la autenticidad del contenido, lo cual implica que la realización del presente proyecto es a través de fuentes sumamente confiables, de igual modo con lo que respecta a la manipulación de técnicas e instrumentos que se manejarán, serán las precisas para interpretar los resultados finales que se pretenden lograr, además los datos que se utilizarán para el análisis de los indicadores ayudarán a alcanzar los objetivos específicos.

III. RESULTADOS

3.1. Ubicación de la zona de investigación:

La zona de investigación se encuentra ubicada en la Avenida Bonavista, en el distrito de Carabaylo, provincia de Lima, departamento de Lima. El tramo a evaluar tendrá una longitud de 1 Km, el cual contiene el terreno más desfavorable.



Figura 10. Ubicación de la región Lima



Figura 11. Ubicación de la provincia de Lima



Figura 12. Ubicación del distrito de Carabaylo



Figura 13. Ubicación de la Av. Bonavista

3.2. Muestreo de suelos (NTP 339.126)

Al realizar la calicatas, es necesario obtener una muestra representativa de cada una de ellas, lo cual sea indispensable para realizar todo lo ensayos correspondiente para la investigación

El número de sondajes correspondientes a realizar son 2 de tipo calicata, para ello se utilizó la siguiente tabla para determinarlas.

Tabla 3. Número de puntos de investigación según el tipo de Vía

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente: NTE CE.010 Pavimentos urbanos

Según el Índice Medio Diario Anual la vía de estudio se ubica como una carretera de tercera clase, el cual corresponde a realizar dos calicatas por cada kilometro.



Figura 14. Calicata-001



Figura 15. Calicata-002

Una vez obtenido las muestras en campo se identificó cada calicata en el exterior del saco como también es importante introducir una tarjeta de identificación en su interior, luego se procedió a llevarse la muestra a laboratorio para realizar los ensayos necesarios para la investigación.



Figura 16. Identificación de muestras en el exterior del saco



Figura 17. Tarjeta de identificación en el interior del saco.

3.3. Resultados de los ensayos

Para una subrasante nos piden los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado MTC E 107.
- Humedad natural MTC E 108
- Determinación del límite líquido MTC E 110
- Determinación del límite plástico MTC E 111
- Gravedad específica de los suelos MTC E 113.
- Relación humedad-densidad compactada a la energía Proctor Modificado MTC E 115.
- CBR de materiales compactados MTC E 132.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MTC E 107.

Calicata 1

Tabla 4: Granulometría de las partículas del suelo, C-001

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
MALLAS		RETENIDO	RETENIDO	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PARCIAL	ACUMULADO	
		(%)	(%)	
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.750			100.0
N° 6	3.360	0.2	0.2	99.8
N° 8	2.360	0.2	0.4	99.6
N° 10	2.000	0.1	0.5	99.5
N° 16	1.180	0.5	1.0	99.0
N° 20	0.850	0.6	1.6	98.4
N° 30	0.600	1.0	2.6	97.4
N° 40	0.425	1.7	4.3	95.7
N° 50	0.300	2.6	6.9	93.1
N° 80	0.180	5.0	11.9	88.1
N° 100	0.150	1.8	13.7	86.3
N° 200	0.075	5.8	19.5	80.5
<N°200	ASTM D 1140:00	80.5	100.0	

Fuente: Elaboración propia

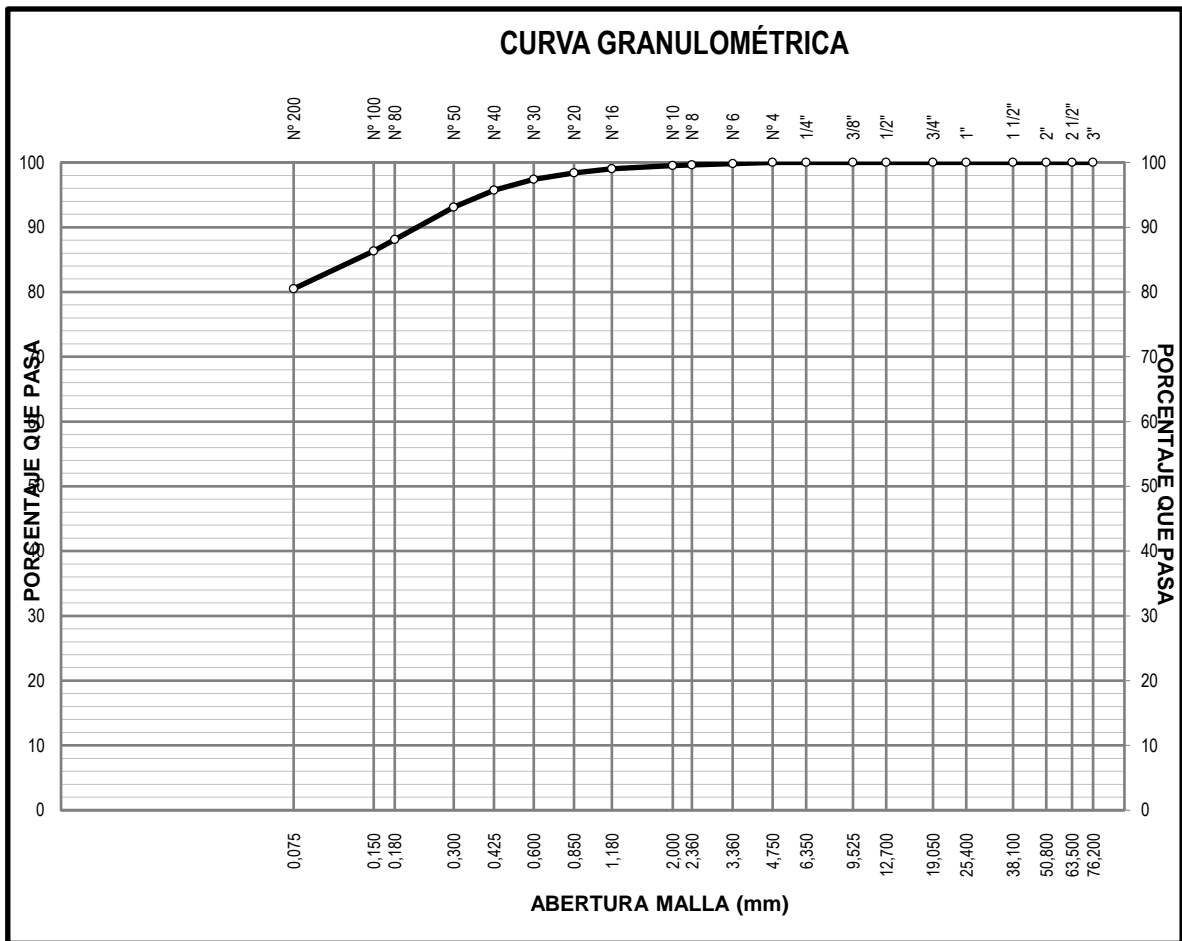


Figura 18. Curva granulométrica, C-001

Según el ensayo granulométrico por tamizado se presentan los porcentajes de gravas, arenas y finos.

Tabla 5. Porcentajes de gravas, arenas y finos.

ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"	
Grava (Ret. N°4):	0%
Arena:	19.50%
Fino (Pas. N°200):	80.50%

Fuente: Elaboración propia

Calicata 2

Tabla 6. Granulometría de las partículas del suelo, C-002

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
MALLAS		RETENIDO	RETENIDO	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PARCIAL	ACUMULADO	
		(%)	(%)	
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.750			100.0
N° 6	3.360	0.5	0.5	99.5
N° 8	2.360	0.2	0.7	99.3
N° 10	2.000	0.1	0.8	99.2
N° 16	1.180	0.2	1.0	99.0
N° 20	0.850	0.6	1.6	98.4
N° 30	0.600	2.6	4.2	95.8
N° 40	0.425	1.7	5.9	94.1
N° 50	0.300	1.0	6.9	93.1
N° 80	0.180	5.0	11.9	88.1
N° 100	0.150	5.8	17.7	82.3
N° 200	0.075	5.8	23.5	76.5
<N°200	ASTM D 1140:00	76.5	100.0	

Fuente: Elaboración propia

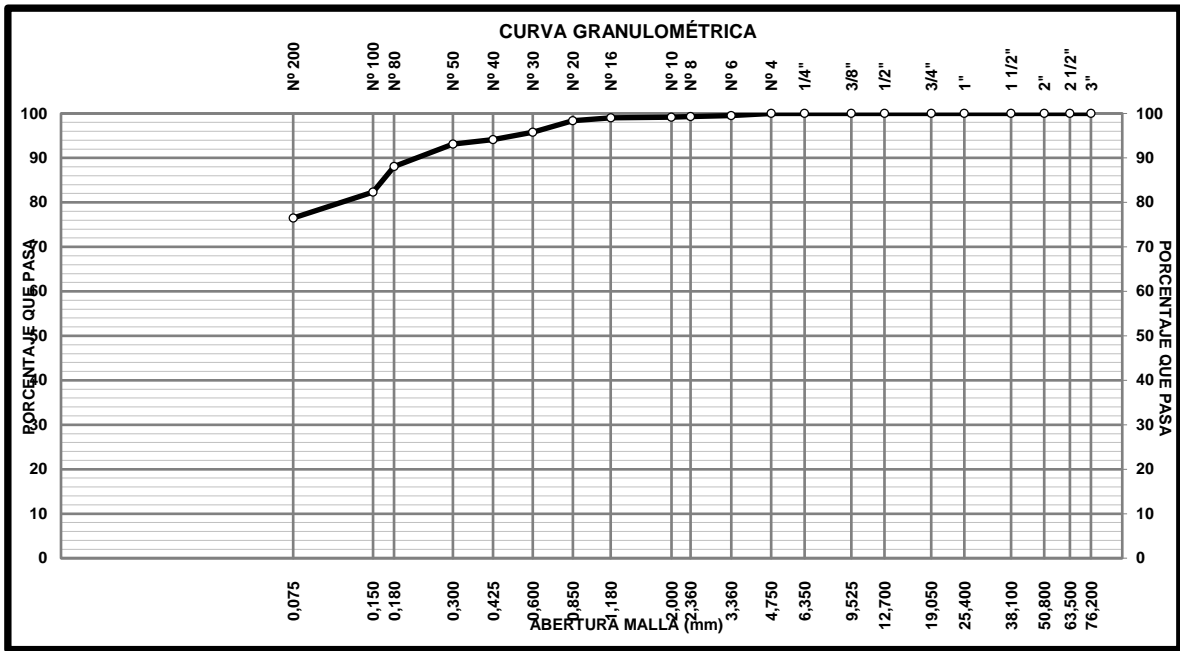


Figura 19. Curva granulométrica, C-002

Tabla 7. Porcentajes de gravas, arenas y finos.

ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"	
Grava (Ret. N°4):	0%
Arena:	23.50%
Fino (Pas. N°200):	76.50%

Para la ejecución de este ensayo fue necesario contar con los equipos y materiales correspondientes como los tamices para suelo finos. Además para determinar el porcentaje pasante el tamiz N° 200 se tuvo que lavar por dicha malla un promedio de 500 gr.



Figura 20. Serie de tamices



Figura 21. Lavado por el tamiz N° 200

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108

Procedimiento

- Se pesa y se registra las taras, se introduce el espécimen y se registra el peso húmedo.
- Se coloca el material en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C por 24 horas.
- Se retira del horno y se registra el peso seco, por diferencias de peso se obtiene el peso del agua.

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

Tabla 8. Contenido de humedad, C-001

DENOMINACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD	
		E - 1	E - 2
Cápsula N°		181	125
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	322.8	346.4
Peso cápsula + suelo seco	(g)	296.0	317.6
Peso del Agua	(g)	26.8	28.8
Peso de la cápsula	(g)	68.9	68.9
Peso del suelo seco	(g)	227.1	248.7
Contenido de Humedad	(%)	11.8	11.6
Contenido de Humedad (RESULTADO)	(%)	11.7	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: *Contenido de humedad, Calicata-002*

DENOMINACIÓN		CONTENIDO DE HUMEDAD	
		E - 1	E - 2
Cápsula N°		006	007
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	408.5	410.2
Peso cápsula + suelo seco	(g)	383.4	380.2
Peso del Agua	(g)	25.1	30.0
Peso de la cápsula	(g)	135.1	88.7
Peso del suelo seco	(g)	248.3	291.5
Contenido de Humedad	(%)	10.1	10.3
Contenido de Humedad (RESULTADO)	(%)	10.2	

Fuente: Elaboración propia

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO MTC E 110 Y DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO MTC E 111

Tabla 10. Límites de Atterberg, C-001

DESCRIPCIÓN	CALICATA-1	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		163	134	139	15	95	84
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	32.23	34.69	32.24	34.74	27.5	25.39
Peso cápsula + suelo seco	(g)	28.29	30.49	28.41	30.39	26.14	23.95
Peso del Agua	(g)	3.94	4.2	3.83	4.35	1.36	1.44
Peso de la cápsula	(g)	15.31	16.09	14.98	14.83	18.38	15.24
Peso del suelo seco	(g)	12.98	14.4	13.43	15.56	7.76	8.71
Contenido de humedad	(%)	30.4	29.2	28.5	28.0	17.5	16.5
Número de golpes		17	24	29	34		

Fuente: Elaboración Propia

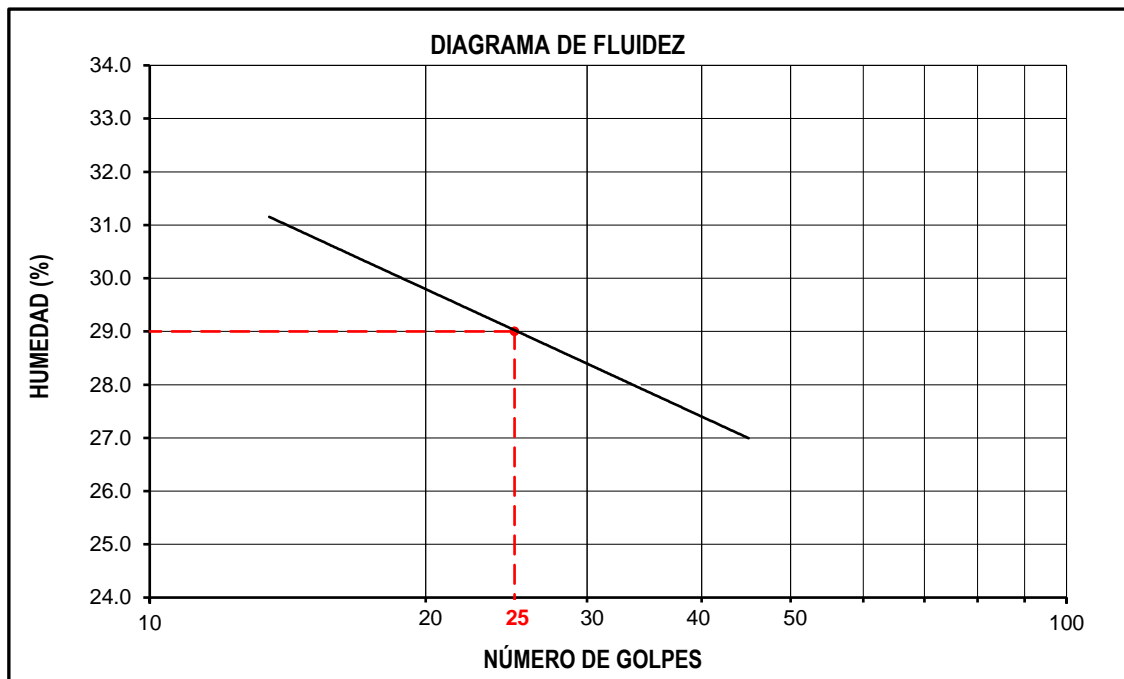


Figura 22. Relación humedad - N° de golpes

Tabla 11. Índice de plasticidad

RESULTADOS DE ENSAYOS- CALICATA 1		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	29
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	12

Fuente. Elaboración propia

Según el índice de plasticidad obtenida entre la diferencia del límite líquido y plástico, el material se clasifica como un suelo arcilloso de plasticidad media, según lo manifestado en la siguiente tabla.

Tabla 12. Clasificación según su índice de plasticidad

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

Fuente. Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección suelos y Pavimentos

Procedimiento del Límite líquido

Colocar una porción del suelo preparado, en la copa Casagrande en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.



Figura 23. Ensayo límite Líquido

Procedimiento del límite plástico

Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros el cual hace perder humedad y los cilindros empiezan a desmoronarse o fisurarse.



Figura 24. Límite Plástico

Tabla 13. Límites de Atterberg, C-002

DESCRIPCIÓN	CALICATA 2	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		259	148	100	20	173	299
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	36.11	38.06	37.89	28.13	28.35	28.05
Peso cápsula + suelo seco	(g)	32.28	33.9	33.77	25.44	26.41	26.46
Peso del Agua	(g)	3.83	4.16	4.12	2.69	1.94	1.59
Peso de la cápsula	(g)	18.96	18.65	18.31	15.07	14.72	17.38
Peso del suelo seco	(g)	13.32	15.25	15.46	10.37	11.69	9.08
Contenido de humedad	(%)	28.8	27.3	26.6	25.9	16.6	17.5
Número de golpes		15	23	28	35		

Fuente. Elaboración propia

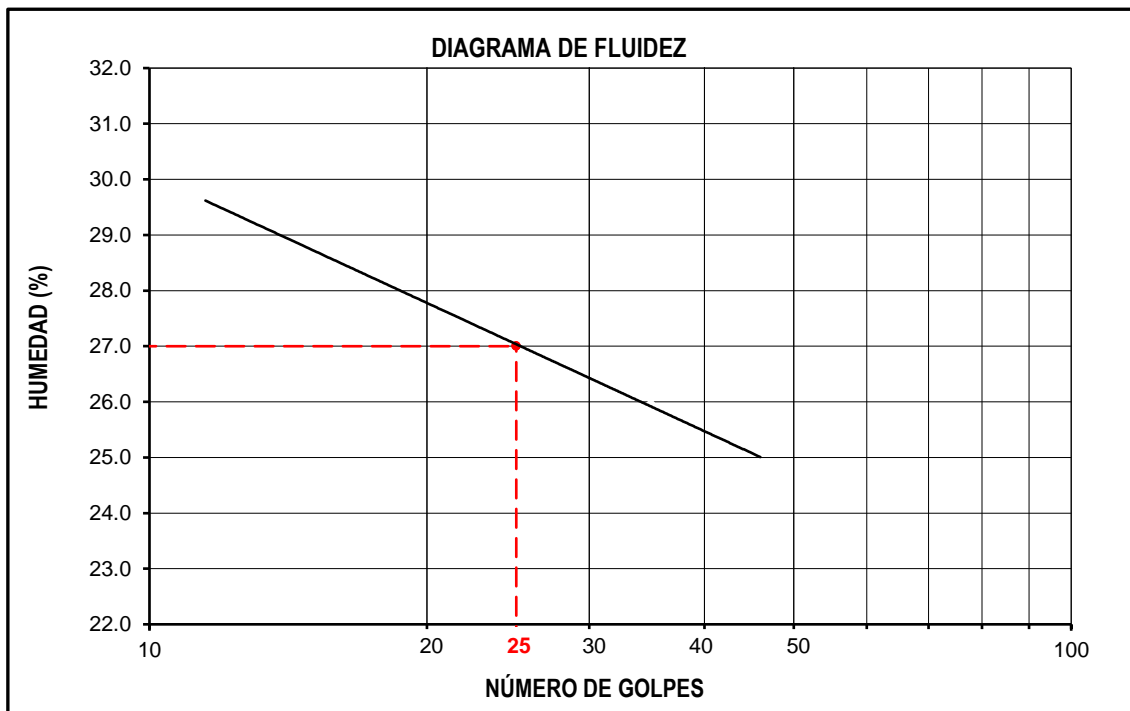


Figura 25. Relación humedad - N° de golpes

Tabla 14. Índice de plasticidad

RESULTADOS DE ENSAYOS- CALICATA 2	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	27
LÍMITE PLÁSTICO (%)	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10

Fuente. Elaboración propia

Índice de grupo.

El índice de grupo de obtiene mediante la siguiente expresión:

$$IG = (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (IP - 10)$$

Siendo:

F: Porcentaje que pasa por el tamiz N° 200 del material, inferior a 75 mm, expresado en número entero.

LL: Límite líquido del suelo

IP: Índice de plasticidad.

Tabla 15. Índice de grupo

Calicatas	Índice de grupo
C-001	8
C-002	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Clasificación de suelos según índice de grupo

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

Fuente: Manual de carreteras :Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección suelos y Pavimentos

Según el índice de grupo, el suelo de ambas calicatas son caracterizadas por ser insuficientes para su utilización como material de subrasante.

CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS SUELOS

Una vez determinado las características físicas, como su granulometría, plasticidad e índice de grupo se podrá conocer el tipo de suelo. Para ello existen dos sistemas de clasificación mas conocidos, el **AASHTO Y ASTM (SUCS)**, el cual a continuación se presenta su correlación de ambos sistemas.

Tabla 17. Correlación del tipo de suelo según AASHTO Y SUCS

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

Fuente. Manual de carreteras :Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección suelos y Pavimentos

Según los resultados obtenidos en todos los ensayos anteriores, se clasificó ambas calicatas con cada sistema de clasificación, como se presentan a continuación:

Tabla 18. Clasificación general del suelo según SUCS Y AASHTO

Calicatas	Sistema de clasificación	
	Clasificación con propósito de ingeniería (SUCS)	Clasificación para el uso en vías transporte" (AASHTO)
C-001	CL	A-6 (8)
C-002	CL	A-4 (6)

Fuente. Elaboración propia

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SUELOS MTC E 113.

El método más utilizado para determinar la gravedad específica de los suelos es mediante el picnómetro de agua.

Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_a - W_b).$$

Dónde:

G_s = Gravedad específica de sólidos

W_s = Peso material seco

W_a = Peso Fiola + Agua

W_b = Peso del Material Saturado + Agua + Peso Fiola

K = Factor para corrección la densidad del H₂O a 20°C.

Tabla 19. Resultados de la gravedad específica de suelos mediante el picnómetro de agua

MÉTODO DEL PICNÓMETRO					
DESCRIPCIÓN	UND	N° DE ENSAYO		PROMEDIO	
		1	2		
Peso material seco (al horno)	.. W_s	gr	300	300	.-
Peso Fiola + Agua	.. W_a	gr	656.3	658.4	.-
Peso del material saturado + agua + peso fiola	.. W_b	gr	844.3	846.6	.-
Temperatura del agua		°C	20	20	.-
Factor de corrección la densidad del H ₂ O a 20°C	.. K	K	1.0000	1.0000	.-
Gravedad Específica	.. G_s	gr/cm ³	2.679	2.683	2.681

Fuente. Elaboración propia

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115.

- **Suelo + 0% caucho (condiciones naturales), C- 001**

Tabla 20. Resultados de la compactación de especímenes, C-001

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Húmedo + Molde	gr	3560.0		3664.0		3662.0		3612.0	
2	Peso del Molde	gr	1685.0		1685.0		1685.0		1685.0	
3	Peso Suelo Húmedo	gr	1875.0		1979.0		1977.0		1927.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4		933.4		933.4		933.4	
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.009		2.120		2.118		2.064	
6	Tarro N°	-	355	372	200	139	390	586	217	90
7	Peso Suelo Húmedo + Tarro	gr	510.1	521.4	518.4	472.8	431.8	439.0	434.3	369.7
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	463.8	474.8	464.9	425.7	386.1	391.8	383.1	323.3
9	Peso del Tarro	gr	75.2	78.3	76.8	83.4	87.3	84.1	87.6	57.0
10	Peso del Agua	gr	46.3	46.6	53.5	47.1	45.7	47.2	51.2	46.4
11	Peso Suelo Seco	gr	388.6	396.5	388.1	342.3	298.8	307.7	295.5	266.3
12	Contenido de Humedad	%	11.9	11.8	13.8	13.8	15.3	15.3	17.3	17.4
13	Promedio de Humedad	%	11.9		13.8		15.3		17.4	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.795		1.863		1.837		1.758	

Fuente. Elaboración propia

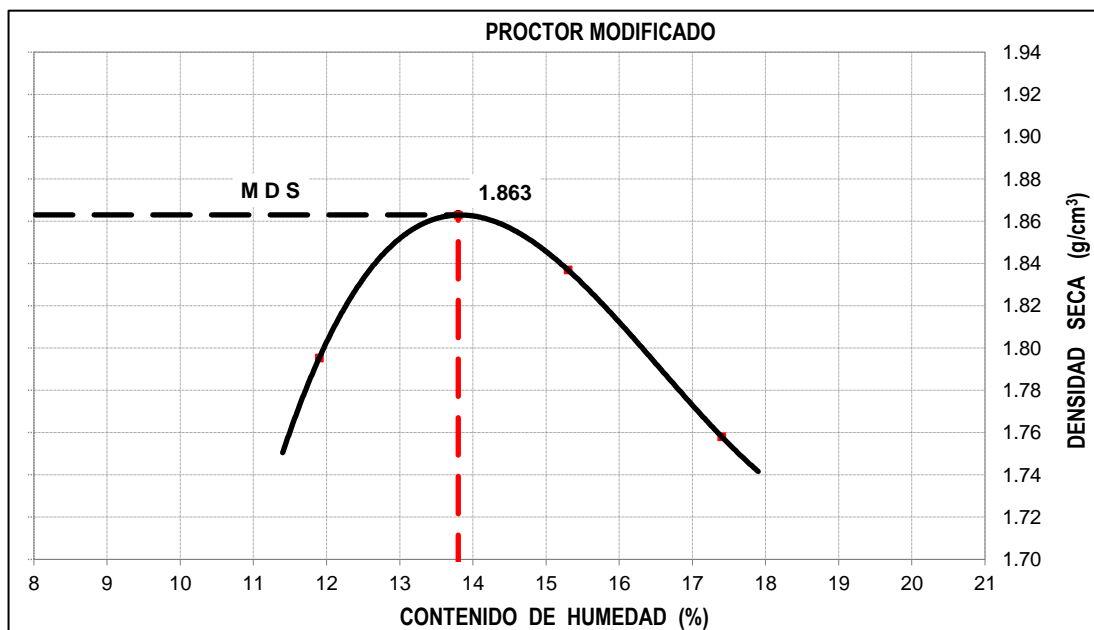


Figura 26. Curva de compactación Proctor modificado, C-001

Según la relación densidad - humedad de la curva de compactación se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 21. Resultado de la compactación Proctor Modificado, C-001

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.863 gr/cm ³
OCH	13.8 %

Fuente. Elaboración propia

- **Calicata 2**

Tabla 22. Resultados de la compactación de especímenes, C-002

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Húmedo + Molde	gr	3452.0		3603.0		3671.0		3577.0	
2	Peso del Molde	gr	1685.0		1685.0		1685.0		1685.0	
3	Peso Suelo Húmedo	gr	1767.0		1918.0		1986.0		1892.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4		933.4		933.4		933.4	
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.893		2.055		2.128		2.027	
6	Tarro N°	-	278	453	323	492	51	380	382	50
7	Peso Suelo Húmedo + Tarro	gr	533.0	449.5	545.4	477.6	471.4	577.7	462.0	717.4
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	498.5	415.6	495.3	437.3	422.1	525.2	412.0	636.8
9	Peso del Tarro	gr	135.6	66.1	70.7	85.1	67.6	138.4	89.4	130.3
10	Peso del Agua	gr	34.5	33.9	50.1	40.3	49.3	52.5	50.0	80.6
11	Peso Suelo Seco	gr	362.9	349.5	424.6	352.2	354.5	386.8	322.6	506.5
12	Contenido de Humedad	%	9.5	9.7	11.8	11.4	13.9	13.6	15.5	15.9
13	Promedio de Humedad	%	9.6		11.6		13.8		15.7	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.727		1.841		1.870		1.752	

Fuente. Elaboración propia

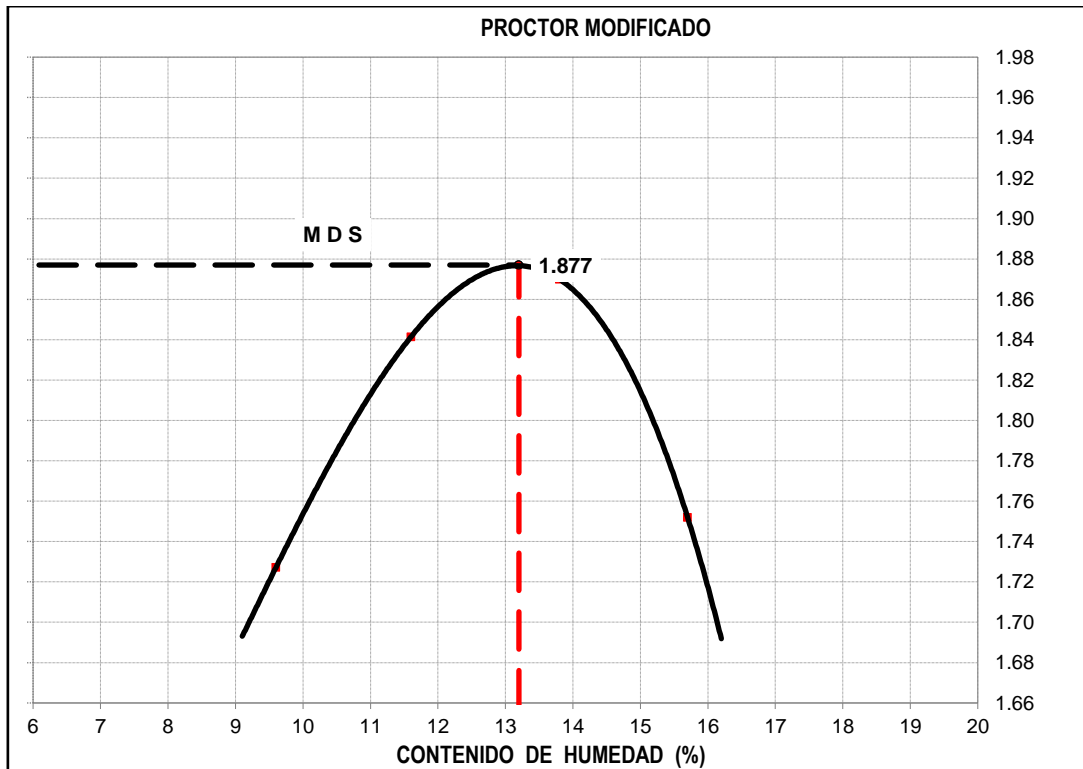


Figura 27. Curva de compactación Proctor modificado, C-002

Tabla 23. Resultado de la compactación Proctor Modificado, C-002

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.887 gr/cm ³
OCH	13.2 %

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: Teniendo en cuenta los resultados del Proctor modificado, se obtuvo que la **calicata 1** es la más desfavorable, por ende se procedió a dosificar el suelo-caucho con los diferentes porcentajes. Los ensayos con su respectiva dosificación solo se realizarán con respecto a las dimensiones planteadas, es decir los ensayo Proctor para obtener su óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca, y el ensayo CBR para ver la resistencia y la expansión

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MTC E 115.

- Suelo + 20% caucho

Tabla 24. Resultados de la compactación de especímenes + 20% caucho

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Húmedo + Molde	gr	3216.0		3300.0		3346.0		3340.0	
2	Peso del Molde	gr	1685.0		1685.0		1685.0		1685.0	
3	Peso Suelo Húmedo	gr	1531.0		1615.0		1661.0		1655.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4		933.4		933.4		933.4	
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.640		1.730		1.780		1.773	
6	Tarro N°	-	355	372	200	139	390	586	217	90
7	Peso Suelo Húmedo + Tarro	gr	420.1	405.2	445.1	444.7	407.6	473.3	432.1	408.2
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	395.2	380.5	412.4	409.0	367.2	428.1	383.3	363.1
9	Peso del Tarro	gr	108.3	96.1	129.3	107.0	94.9	114.2	108.1	111.2
10	Peso del Agua	gr	24.9	24.7	32.7	35.7	40.4	45.2	48.8	45.1
11	Peso Suelo Seco	gr	286.9	284.4	283.1	302.0	272.3	313.9	275.2	251.9
12	Contenido de Humedad	%	8.7	8.7	11.6	11.8	14.8	14.4	17.7	17.9
13	Promedio de Humedad	%	8.7		11.7		14.6		17.8	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.509		1.549		1.553		1.505	

Fuente. Elaboración propia

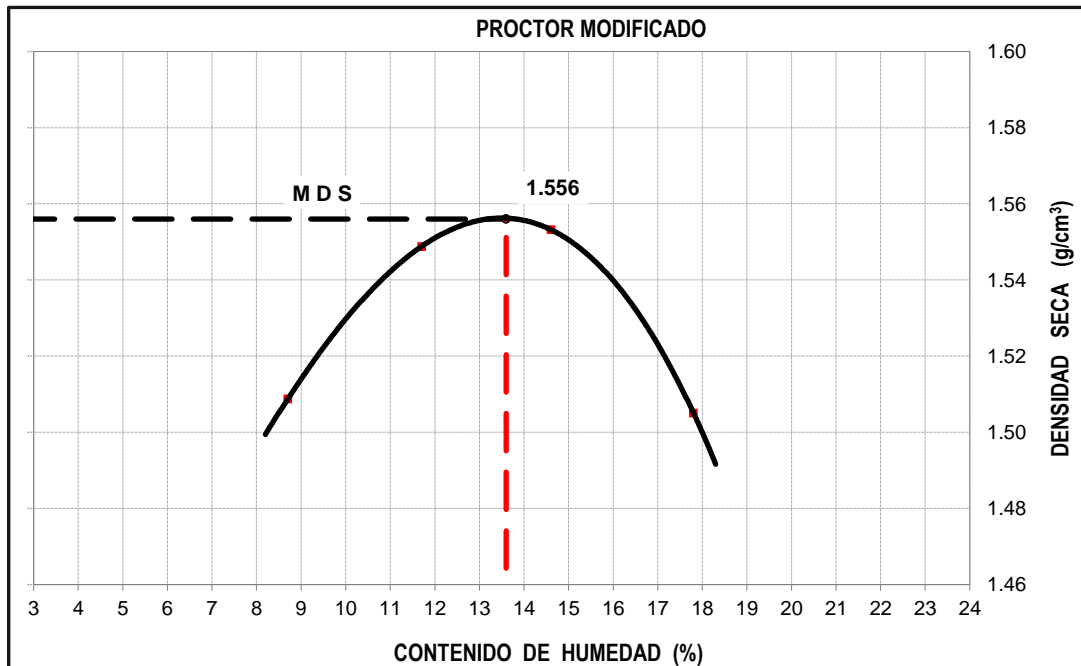


Figura 28. Curva de compactación Proctor modificado + 20% caucho

Tabla 25. Resultado de la compactación Proctor Modificado + 20% caucho

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.556 g/cm ³
OCH	13.6 %

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: Según el resultado obtenido por la combinación de suelo -20% caucho nos indica que la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad disminuyen.

- **Suelo + 30%caucho**

Tabla 26. Resultados de la compactación de especímenes+ 30%caucho

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Húmedo + Molde	gr	3060.0		3174.0		3224.0		3171.0	
2	Peso del Molde	gr	1685.0		1685.0		1685.0		1685.0	
3	Peso Suelo Húmedo	gr	1375.0		1489.0		1539.0		1486.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4		933.4		933.4		933.4	
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.473		1.595		1.649		1.592	
6	Tarro N°	-	81	47	252	18	333	209	158	413
7	Peso Suelo Húmedo + Tarro	gr	661.6	433.8	505.9	554.8	484.7	425.6	502.1	641.8
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	615.4	403.3	461.7	508.4	434.0	382.1	443.1	564.4
9	Peso del Tarro	gr	112.9	85.2	64.6	103.2	53.2	60.4	68.5	54.5
10	Peso del Agua	gr	46.2	30.5	44.2	46.4	50.7	43.5	59.0	77.4
11	Peso Suelo Seco	gr	502.5	318.1	397.1	405.2	380.8	321.7	374.6	509.9
12	Contenido de Humedad	%	9.2	9.6	11.1	11.5	13.3	13.5	15.8	15.2
13	Promedio de Humedad	%	9.4		11.3		13.4		15.5	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.346		1.433		1.454		1.378	

Fuente. Elaboración propia

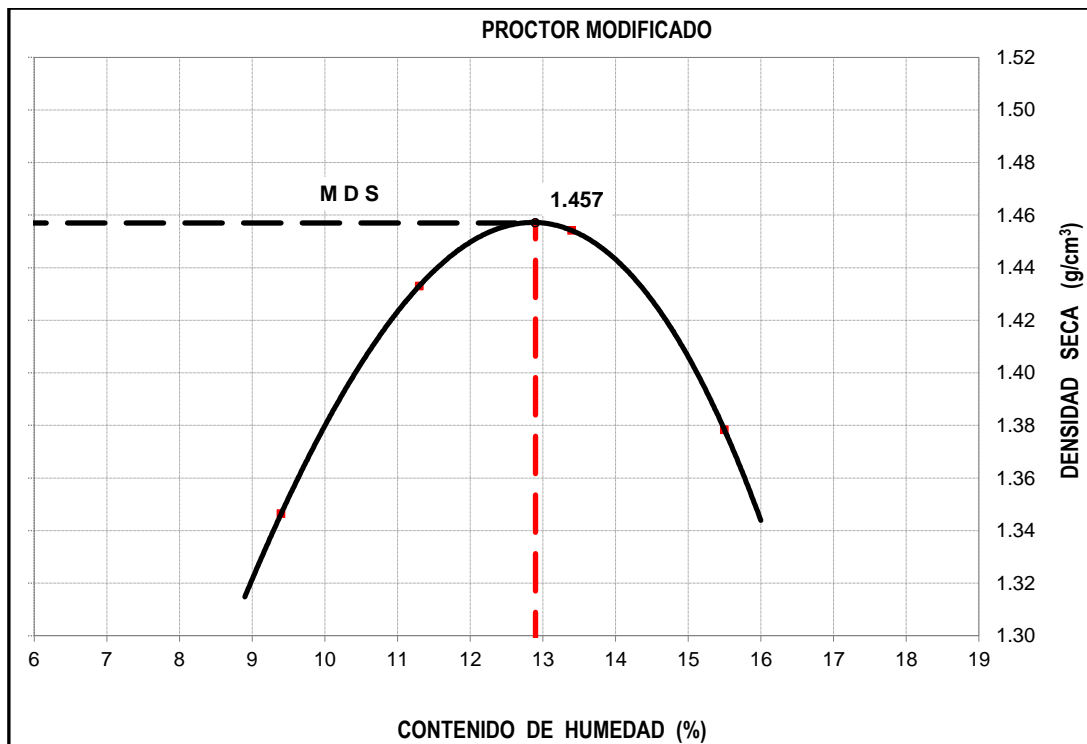


Figura 29. Curva de compactación Proctor modificado + 30% caucho

Tabla 27. Resultado de la compactación Proctor Modificado + 30% caucho

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.457 gr/cm ³
OCH	12.9 %

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: Con la incorporación del 30% de caucho respecto al peso del suelo, tanto la densidad máxima seca como el Óptimo contenido de humedad disminuyen con respecto al suelo natural.

- Suelo + 40%caucho

Tabla 28. Resultados de la compactación de especímenes+ 40% caucho

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Húmedo + Molde	gr	3077.0		3135.0		3121.0		3066.0	
2	Peso del Molde	gr	1685.0		1685.0		1685.0		1685.0	
3	Peso Suelo Húmedo	gr	1392.0		1450.0		1436.0		1381.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4		933.4		933.4		933.4	
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.491		1.553		1.538		1.480	
6	Tarro N°	-	355	372	200	139	390	586	217	90
7	Peso Suelo Húmedo + Tarro	gr	380.2	390.6	370.4	412.7	365.9	359.1	366.0	388.6
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	354.1	363.9	340.7	379.6	332.2	326.8	324.8	344.2
9	Peso del Tarro	gr	111.8	112.5	106.9	120.6	104.6	106.8	77.5	80.5
10	Peso del Agua	gr	26.1	26.7	29.7	33.1	33.7	32.3	41.2	44.4
11	Peso Suelo Seco	gr	242.3	251.4	233.8	259.0	227.6	220.0	247.3	263.7
12	Contenido de Humedad	%	10.8	10.6	12.7	12.8	14.8	14.7	16.7	16.8
13	Promedio de Humedad	%	10.7		12.8		14.8		16.8	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.347		1.377		1.340		1.267	

Fuente. Elaboración propia

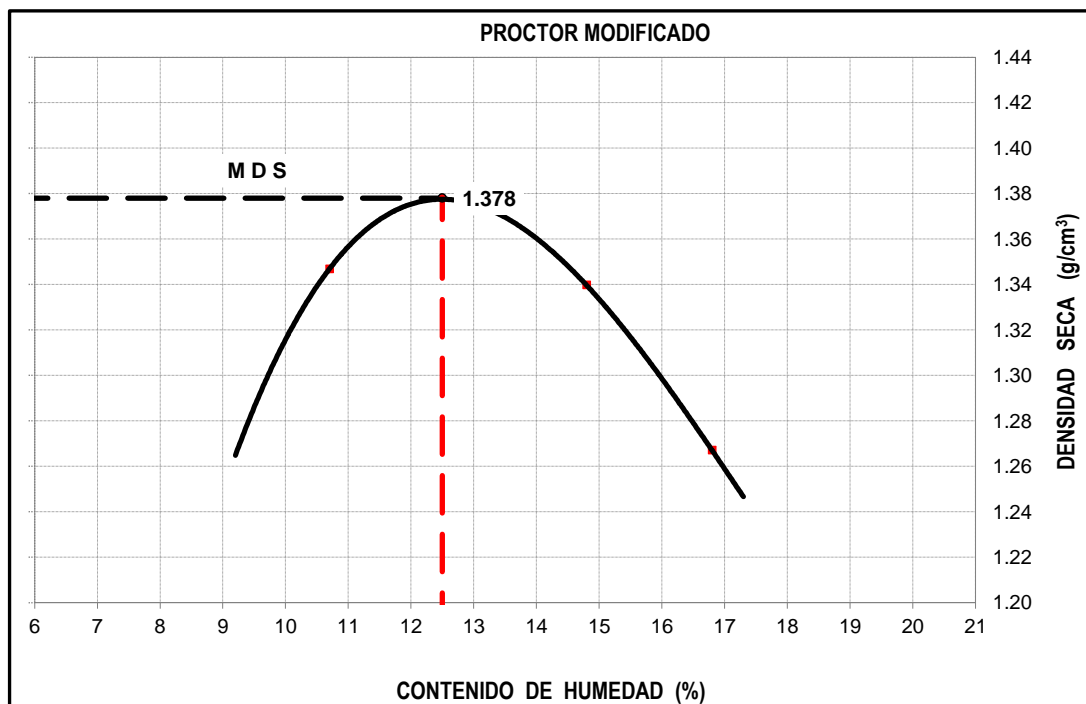


Figura 30. Curva de compactación Proctor modificado + 40% caucho

Tabla 29. Resultado de la compactación Proctor Modificado + 40% caucho

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.378 gr/cm ³
OCH	12.5 %

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: Con la incorporación de 40 % de caucho la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad disminuyen, lo que nos indica que cuanto mas adiciones caucho, estas propiedades del suelo tiende a decrecer.

A continuación se muestran los resultados generales de los ensayos Proctor modificado comparando las dosificaciones con el estado natural del suelo.

Tabla 30. Resultados de la compactación Proctor Modificado + Dosificaciones

MTC E 115	Ensayo proctor modificado	
Dosificaciones	Máxima densidad seca	Óptimo contenido de humedad
0 % Caucho (estado natural)	1.863 gr/cm ³	13.80%
20%	1.556 gr/cm ³	13.60%
30%	1.457 gr/cm ³	12.90%
40%	1.378 gr/cm ³	12.50%

Fuente. Elaboración propia

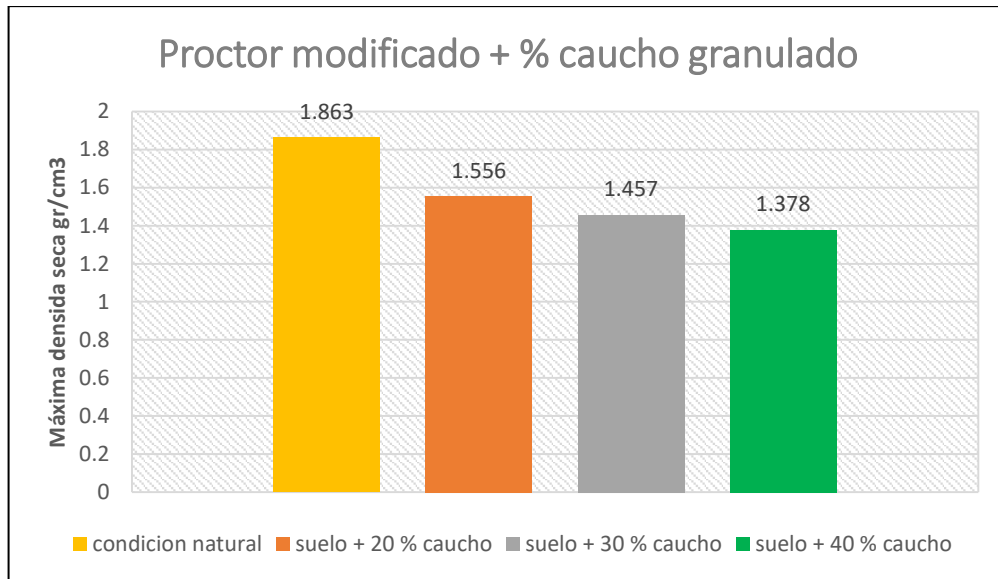


Figura 31. Variación de la máxima densidad seca respecto a sus dosificaciones

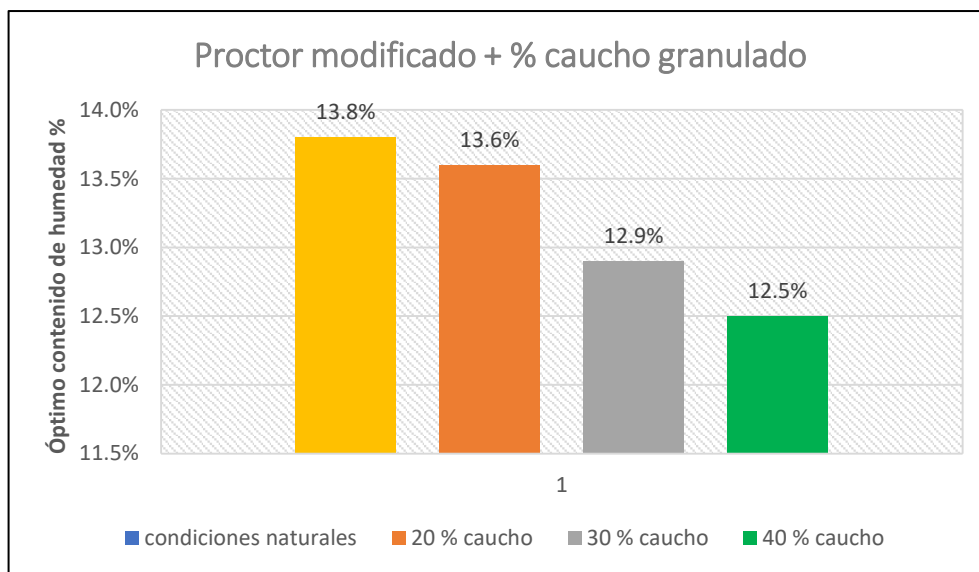


Figura 32. Variación del Óptimo contenido de humedad respecto a sus dosificaciones

Interpretación: Según los resultados finales del ensayo Proctor modificado del suelo y sus dosificaciones respectivas se puede apreciar que cuanto mas caucho se mezcle con el suelo, este tiende a disminuir su máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad producto de la compactación.

CBR DE SUELOS COMPACTADOS MTC E 132.

Calicata 1

Tabla 31. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, C-001

DESCRIPCIÓN	COMPACTACIÓN DE ESPECÍMENES						
	M-39		M-1		M-87		
Molde N°							
Condición de la Muestra:	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada	
N° Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)		
Peso Molde + Suelo Húmedo	gr	11445	11503	11378	11492	11148	11310
Peso del Molde	gr	7024	7024	7003	7003	7030.3	7030.3
Peso del Suelo Húmedo	gr	4421	4479	4375	4489	4117.7	4279.7
Volumen del Molde	cm ³	2086.4	2086.4	2126	2126	2104.5	2104.5
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.119	2.147	2.058	2.111	1.957	2.034
Densidad Seca	gr/cm ³	1.863	1.863	1.810	1.810	1.723	1.723
Tarro N°		401	583	514	26	376	383
Tarro + Suelo Húmedo	gr	374.3	596.2	392.9	472.5	533.6	529.0
Tarro + Suelo Seco	gr	336.6	531.9	356.1	424.7	481.9	468.0
Peso del Tarro	gr	61.7	110	86.7	137.3	100.8	129.9
Contenido de Humedad	%	13.7	15.2	13.7	16.6	13.6	18.0

Fuente. Elaboración propia

Tabla 32. Penetración de especímenes, C-001

PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES						
Molde N°	M-39		M-1		M-87	
Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.025	13	10.2	8	7.1	3	3.3
0.050	32	23.0	21	16.0	9	7.6
0.075	59	41.6	41	29.2	19	14.1
0.100	87	60.7	61	42.8	28	20.8
0.150	148	102.3	105	72.6	50	35.8
0.200	225	154.7	160	110.5	79	55.1
0.250	306	209.3	218	149.9	109	75.3
0.300	380	259.6	272	186.4	136	94.0
0.400	460	314.2	330	226.0	166	114.3
0.500	492	336.0	353	241.8	178	122.5

Fuente. Elaboración propia

Tabla 33. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2", C-001

CBR	0.1" PENETRACIÓN	0.2" PENETRACIÓN
100%	10.5	14.1
95%	5.8	7.7

Fuente. Elaboración propia

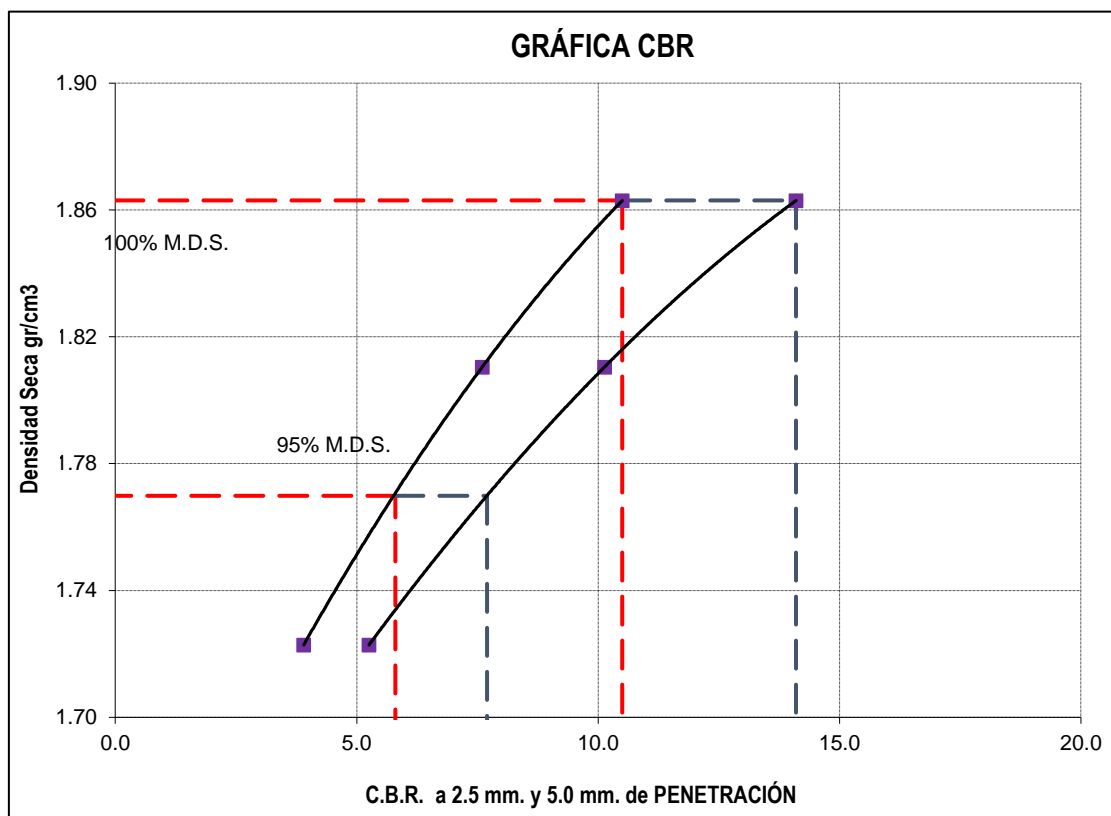


Figura 33. Gráfica C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, C-001

Tabla 34. Expansión del suelo, C-001

EXPANSIÓN						
Horas	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión
00:00:00	0.096	0.000	0.086	0.000	0.164	0.000
24:00:00	0.107	0.233	0.102	0.343	0.181	0.381
48:00:00	0.117	0.467	0.117	0.686	0.199	0.761
72:00:00	0.128	0.700	0.133	1.030	0.216	1.142
96:00:00	0.139	0.934	0.149	1.373	0.234	1.522

Fuente: Elaboración propia

Calicata 2

Tabla 35. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, C-002

DESCRIPCIÓN	COMPACTACIÓN DE ESPECÍMENES						
	M-19		M-43		M-72		
Condición de la Muestra:	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada	
Nº Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)		
Peso Molde + Suelo Húmedo	gr	11524	11598	11357	11473	11180	11326
Peso del Molde	gr	7043	7043	7039.3	7039.3	7030.5	7030.5
Peso del Suelo Húmedo	gr	4481	4555	4317.7	4433.7	4149.5	4295.5
Volumen del Molde	cm ³	2108	2108	2095.9	2095.9	2112.2	2112.2
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.126	2.161	2.060	2.115	1.965	2.034
Densidad Seca	gr/cm ³	1.877	1.877	1.821	1.821	1.736	1.736
Tarro Nº		56	303	56	549	170	188
Tarro + Suelo Húmedo	gr	514.2	387.4	430.0	530.8	534.8	492.6
Tarro + Suelo Seco	gr	468.4	345.4	394.4	471.4	488.6	439.5
Peso del Tarro	gr	122.8	68.2	122.8	103	138.3	129.7
Contenido de Humedad	%	13.2	15.1	13.1	16.1	13.2	17.2

Fuente. Elaboración propia

Tabla 36. Penetración de especímenes, C-002

PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES						
Molde Nº	M-19		M-43		M-72	
Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.025	19	14.2	12	9.4	5	5.1
0.050	44	31.6	29	21.0	15	11.4
0.075	80	55.6	53	37.5	28	20.6
0.100	116	80.3	78	54.5	42	30.0
0.150	192	132.0	131	90.6	72	50.7
0.200	285	195.1	197	135.4	110	76.6
0.250	381	260.7	266	182.1	150	103.6
0.300	469	320.6	329	224.9	187	128.6
0.400	565	385.5	397	271.3	227	155.6
0.500	603	411.3	424	289.8	242	166.4

Fuente. Elaboración propia

Tabla 37. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2", C-002

CBR	0.1" PENETRACIÓN	0.2" PENETRACIÓN
100%	12.5	16.9
95%	7.1	9.6

Fuente. Elaboración propia

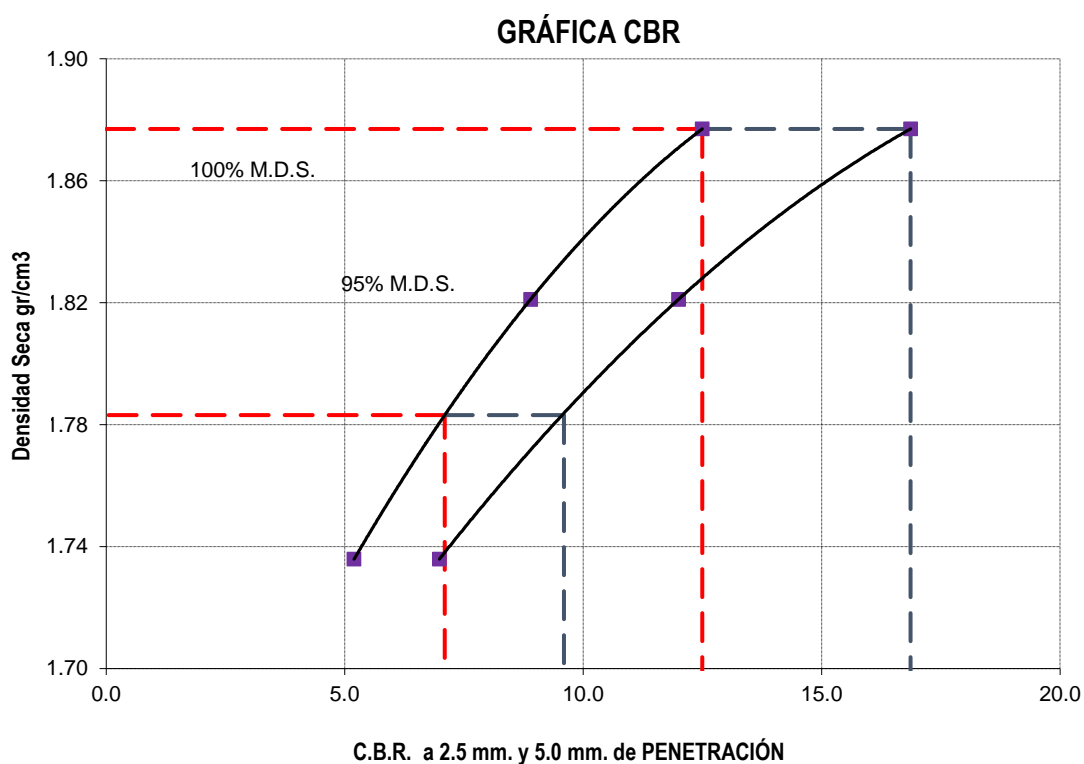


Figura 34. Gráfica C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, C-002

Tabla 38. Expansión del suelo, C-002

EXPANSIÓN						
Horas	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión
00:00:00	0.176	0.000	0.070	0.000	0.043	0.000
24:00:00	0.185	0.205	0.084	0.310	0.058	0.338
48:00:00	0.195	0.410	0.098	0.619	0.074	0.676
72:00:00	0.204	0.615	0.112	0.929	0.089	1.015
96:00:00	0.213	0.820	0.127	1.238	0.105	1.353

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos, el porcentaje CBR de la **calicata 1** es la mas desfavorable, el cual tiene su **CBR \leq 6%** , esto indica que la subrasante si se puede mejorar, el cual conlleva a utilizar las dosificaciones correspondientes.

Por otro lado se aprecia que la calicata 1 se considera una subrasante insuficiente y la calicata 2 se considera una subrasante regular, todo esto se analizó en base a la siguiente tabla de categorías de la subrasante:

Tabla 39. *Categorías de la subrasante*

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

Fuente. Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos

A continuación se presenta los resultados de los ensayos CBR para cada dosificación suelo+ caucho con el fin de investigar la influencia del caucho granular reciclado en la subrasante de la Avenida Bonavista.

- Suelo+ 20% caucho

Tabla 40. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, suelo+20% caucho

DESCRIPCIÓN	COMPACTACIÓN DE ESPECÍMENES						
	M-24		M-1		M-87		
Condición de la Muestra:	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada	
Nº Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)		
Peso Molde + Suelo Húmedo	gr	10753	10801	10614	10707	10474	10608
Peso del Molde	gr	7039	7039	7003	7003	7030.3	7030.3
Peso del Suelo Húmedo	gr	3714	3762	3611	3704	3443.7	3577.7
Volumen del Molde	cm ³	2102	2102	2126	2126	2104.5	2104.5
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1.767	1.790	1.698	1.742	1.636	1.700
Densidad Seca	gr/cm ³	1.556	1.556	1.497	1.497	1.443	1.443
Tarro Nº		401	583	514	26	376	383
Tarro + Suelo Húmedo	gr	373.8	595.3	392.4	471.8	532.8	528.1
Tarro + Suelo Seco	gr	336.6	531.9	356.1	424.7	481.9	468.0
Peso del Tarro	gr	61.7	110	86.7	137.3	100.8	129.9
Contenido de Humedad	%	13.5	15.0	13.5	16.4	13.4	17.8

Fuente. Elaboración propia

Tabla 41. Penetración de especímenes, suelo + 20 % caucho

PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES						
Molde Nº	M-24		M-1		M-87	
Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.025	16	12.1	6	5.4	1	2.3
0.050	38	27.2	16	12.3	6	5.2
0.075	70	49.1	31	22.8	12	9.7
0.100	103	71.6	47	33.5	19	14.4
0.150	175	120.8	83	57.8	35	25.1
0.200	266	182.6	129	89.0	55	39.1
0.250	361	247.1	177	121.6	77	53.7
0.300	449	306.6	221	151.8	97	67.3
0.400	543	371.0	269	184.7	118	82.0
0.500	581	396.8	289	197.9	127	87.9

Fuente. Elaboración propia

Tabla 42. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2" , suelo + 20% caucho

CBR	0.1" PENETRACIÓN	0.2" PENETRACIÓN
100%	12.4	16.7
95%	5.0	6.8

Fuente. Elaboración propia

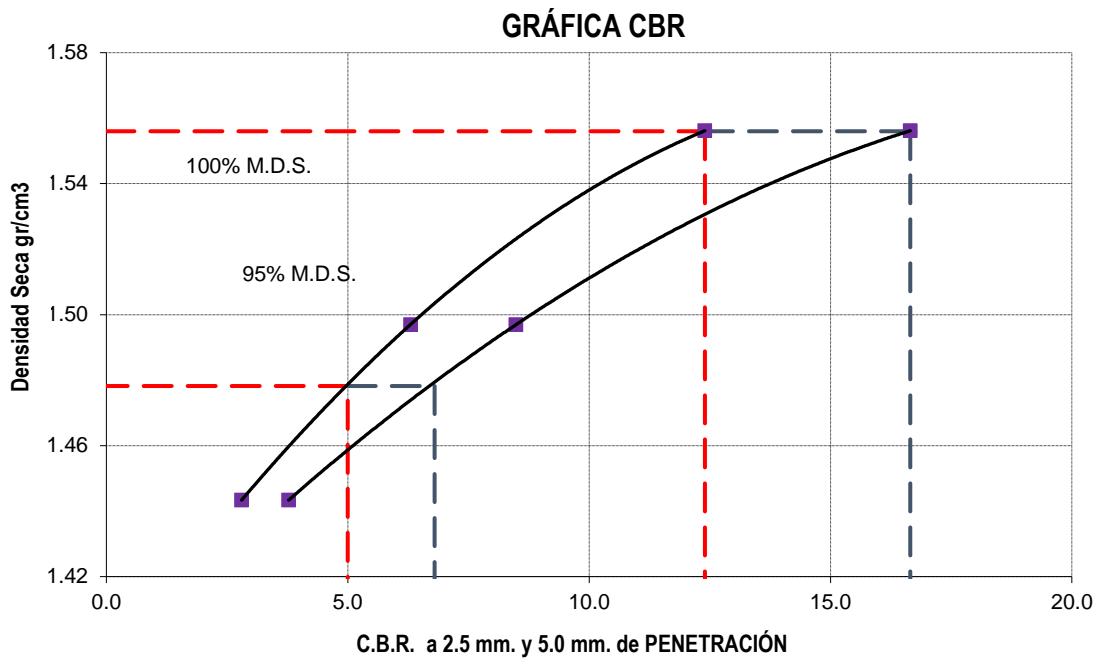


Figura 35. Gráfica C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, suelo + 20% caucho

Tabla 43. Expansión del suelo + 20 % caucho

EXPANSIÓN						
Horas	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión
00:00:00	0.101	0.000	0.156	0.000	0.140	0.000
24:00:00	0.111	0.213	0.169	0.290	0.156	0.354
48:00:00	0.120	0.426	0.182	0.579	0.172	0.707
72:00:00	0.130	0.639	0.196	0.869	0.188	1.061
96:00:00	0.140	0.852	0.209	1.159	0.205	1.414

Fuente. Elaboración propia

- Suelo+ 30% caucho

Tabla 44. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, suelo+30% caucho

DESCRIPCIÓN		COMPACTACIÓN DE ESPECÍMENES					
		M-31		M-14		M-41	
Condición de la Muestra:		Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada
Nº Golpes por Capa		56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)	
Peso Molde + Suelo Húmedo	gr	10528	10602	10367	10456	10223	10327
Peso del Molde	gr	7041.3	7041.3	7014	7014	7036.4	7036.4
Peso del Suelo Húmedo	gr	3486.7	3560.7	3353	3442	3186.6	3290.6
Volumen del Molde	cm ³	2121.7	2121.7	2106	2106	2120.8	2120.8
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1.643	1.678	1.592	1.634	1.503	1.552
Densidad Seca	gr/cm ³	1.457	1.457	1.411	1.411	1.333	1.333
Tarro N°		406	517	209	415	63	398
Tarro + Suelo Húmedo	gr	484.9	436.2	407.4	383.3	535.7	529.7
Tarro + Suelo Seco	gr	441.0	394.5	372.9	341.1	484.7	475.0
Peso del Tarro	gr	97.9	119.7	103.3	74	84.4	141.9
Contenido de Humedad	%	12.8	15.2	12.8	15.8	12.7	16.4

Fuente. Elaboración propia

Tabla 45. Penetración de especímenes, suelo + 30 % caucho

PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES						
Molde N°	M-31		M-14		M-41	
Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.025	27	9.0	14	4.8	5	1.7
0.050	61	20.5	33	11.0	12	3.9
0.075	112	37.3	60	20.1	22	7.3
0.100	164	54.6	89	29.5	32	10.8
0.150	278	92.7	152	50.5	57	18.9
0.200	423	141.0	232	77.3	88	29.3
0.250	574	191.4	316	105.3	121	40.3
0.300	714	237.9	394	131.2	151	50.4
0.400	865	288.4	478	159.3	185	61.5
0.500	926	308.6	512	170.6	198	66.0

Fuente. Elaboración propia

Tabla 46. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2" , suelo + 30% caucho

CBR	0.1" PENETRACIÓN	0.2" PENETRACIÓN
100%	9.7	12.9
95%	4.1	5.5

Fuente. Elaboración propia

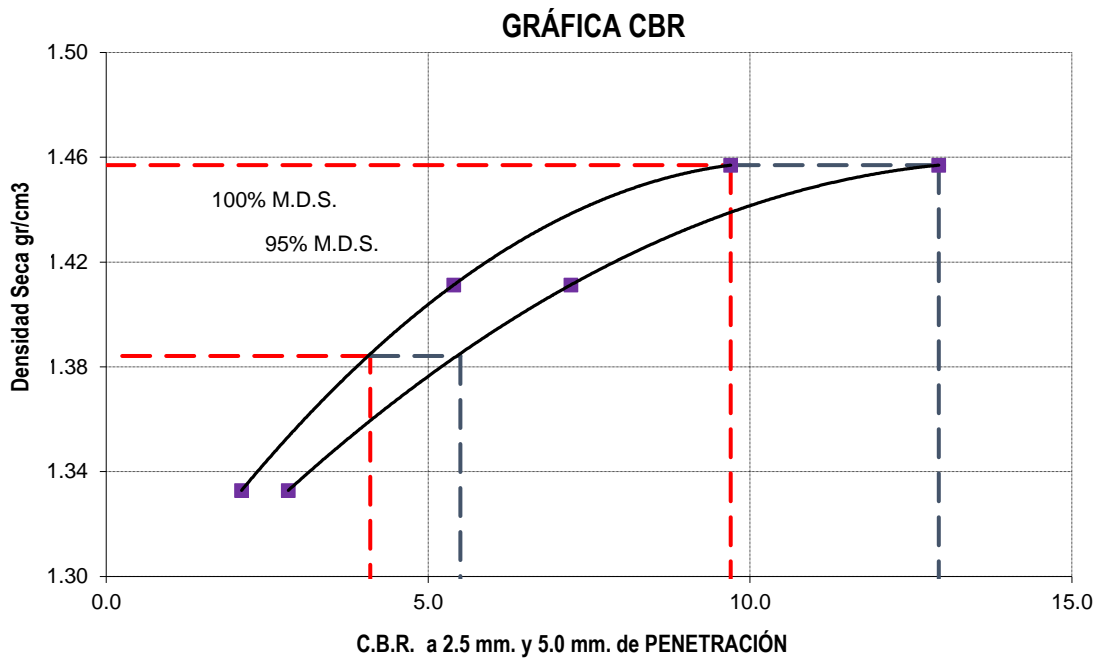


Figura 36. Gráfica C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, suelo + 30% caucho

Tabla 47. Expansión del suelo + 30% caucho

EXPANSIÓN						
Horas	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión
00:00:00	0.075	0.000	0.045	0.000	0.171	0.000
24:00:00	0.084	0.193	0.058	0.281	0.186	0.333
48:00:00	0.093	0.385	0.071	0.563	0.201	0.667
72:00:00	0.101	0.578	0.084	0.844	0.217	1.000
96:00:00	0.110	0.771	0.096	1.126	0.232	1.334

Fuente. Elaboración propia

- Suelo+ 40% caucho

Tabla 48. Compactación de especímenes a 56, 25 y 12 golpes por capa, suelo+40% caucho

DESCRIPCIÓN	COMPACTACIÓN DE ESPECÍMENES						
	M-26		M-37		M-49		
Molde N°	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada	
Condición de la Muestra:	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada	
N° Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)		
Peso Molde + Suelo Húmedo	gr	10311	10383	10128	10215	10041	10142
Peso del Molde	gr	7039.3	7039.3	7025.7	7025.7	7030.3	7030.3
Peso del Suelo Húmedo	gr	3271.7	3343.7	3102.3	3189.3	3010.7	3111.7
Volumen del Molde	cm ³	2113	2113	2106.7	2106.7	2103.9	2103.9
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1.548	1.582	1.473	1.514	1.431	1.479
Densidad Seca	gr/cm ³	1.378	1.378	1.311	1.311	1.274	1.274
Tarro N°		54	359	31	334	445	598
Tarro + Suelo Húmedo	gr	458.2	572.1	562.9	404.3	517.3	467.2
Tarro + Suelo Seco	gr	417.5	514.2	513.3	361.3	474.7	422.3
Peso del Tarro	gr	88.7	124	110.3	82.7	128.4	143
Contenido de Humedad	%	12.4	14.8	12.3	15.4	12.3	16.1

Fuente. Elaboración propia

Tabla 49. Penetración de especímenes, suelo + 40 % caucho

PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES						
Molde N°	M-26		M-37		M-49	
Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²
0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.025	10	7.9	3	3.1	1	1.4
0.050	24	18.1	8	7.1	2	3.2
0.075	47	33.1	17	13.2	7	5.9
0.100	69	48.7	27	19.5	11	8.8
0.150	120	83.3	47	33.7	20	15.3
0.200	185	127.5	75	52.2	33	23.7
0.250	253	173.6	103	71.4	46	32.6
0.300	316	216.2	129	89.2	58	40.8
0.400	384	262.6	158	108.6	71	49.8
0.500	411	281.1	169	116.4	76	53.4

Fuente. Elaboración propia

Tabla 50. CBR al 100 % y 95 % a 0.1" y 0.2", suelo + 40% caucho

CBR	0.1" PENETRACIÓN	0.2" PENETRACIÓN
100%	8.9	11.9
95%	3.6	4.7

Fuente. Elaboración propia

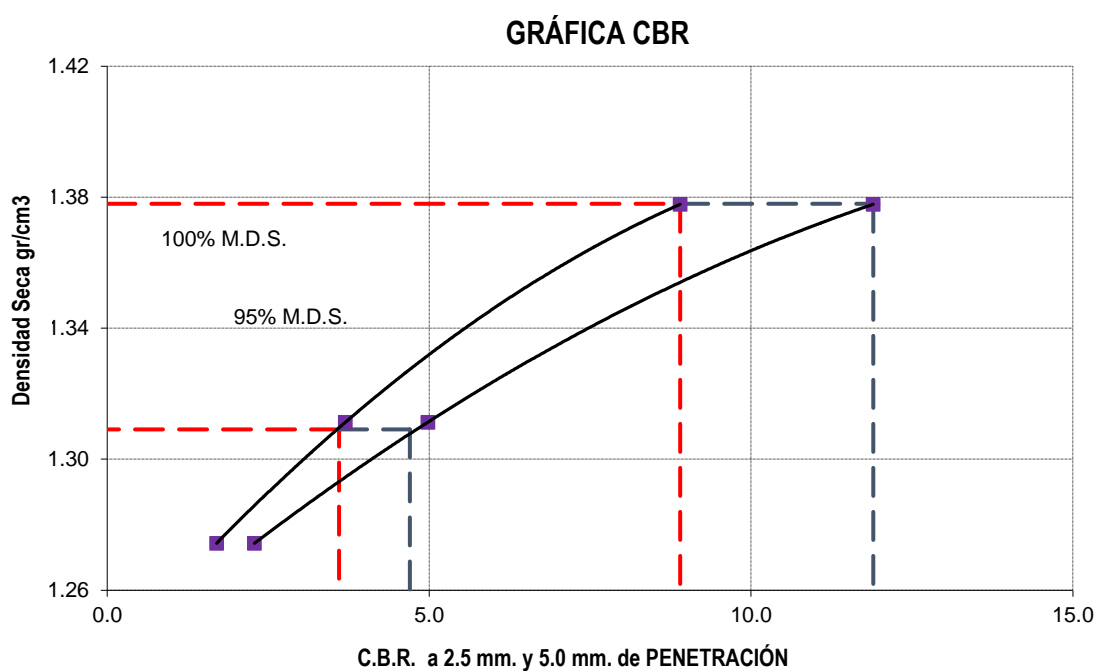


Figura 37. Gráfica C.B.R. a 2.5 mm. y 5.0 mm. de penetración, suelo + 40% caucho

Tabla 51. Expansión del suelo + 40% caucho

EXPANSIÓN						
Horas	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión	Lec. Pulg	Expansión
00:00:00	0.174	0.000	0.078	0.000	0.157	0.000
24:00:00	0.181	0.162	0.088	0.220	0.171	0.301
48:00:00	0.189	0.324	0.098	0.441	0.185	0.603
72:00:00	0.196	0.486	0.108	0.661	0.198	0.904
96:00:00	0.204	0.648	0.118	0.881	0.212	1.205

Fuente. Elaboración propia

A continuación se presenta un resumen general del ensayo CBR y su respectiva dosificación de caucho:

Tabla 52. Comparación CBR natural vs dosificaciones de caucho

CBR	DOSIFICACIONES	PENETRACIÓN	
		0.1"	0.2"
100%	Suelo natural	10.5	14.1
	Suelo + 20% caucho	12.4	16.7
	Suelo + 30% caucho	9.7	12.9
	Suelo + 40% caucho	8.9	11.9
95%	Suelo natural	5.8	7.7
	Suelo + 20% caucho	5.0	6.8
	Suelo + 30% caucho	4.1	5.5
	Suelo + 40% caucho	3.6	4.7

Fuente. Elaboración propia

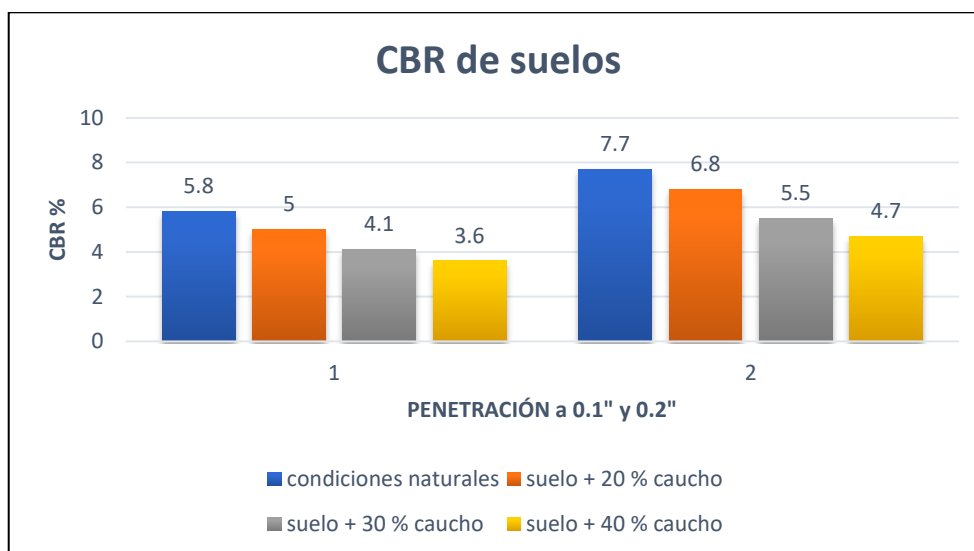


Figura 38. Barras comparativas del CBR al 95% con suelo + caucho

Interpretación: Según los resultados mencionados en la tabla 52, se concluye que al incorporar un mayor porcentaje de caucho, la resistencia CBR tiende a disminuir, por ende el caucho reciclado no es de utilidad para mejorar la subrasante.

Tabla 53. Comparación de la expansión del suelo natural vs dosificaciones de caucho

DOSIFICACIONES	EXPANSIÓN %
Suelo natural	0.934
Suelo + 20% caucho	0.852
Suelo + 30% caucho	0.771
Suelo + 40% caucho	0.648

Fuente. Elaboración propia

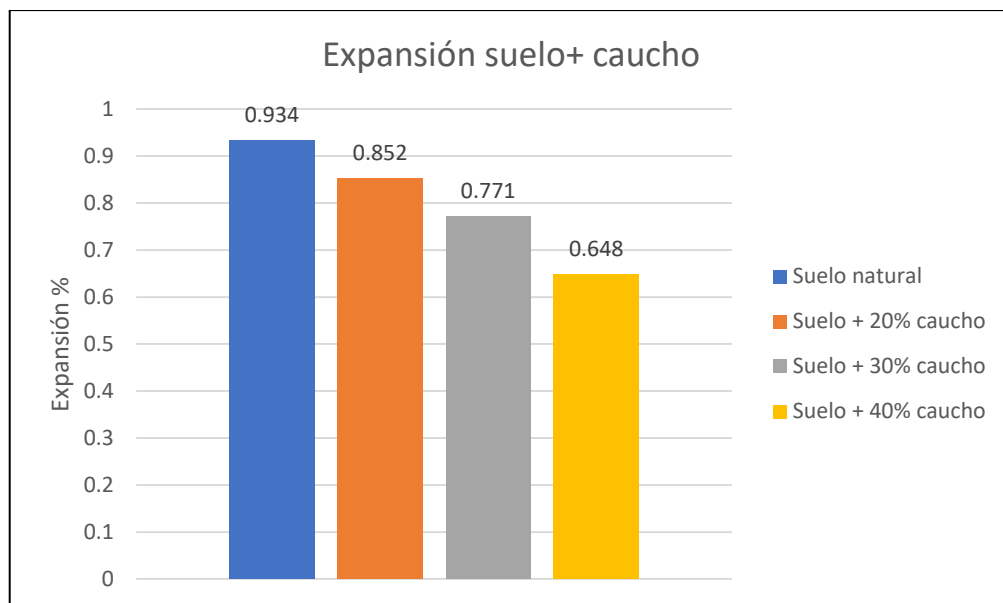


Figura 39. Barras comparativas de la expansión con sus dosificaciones suelo + caucho

Interpretación diferencia de otras propiedades, la expansión del suelo si pudo mejorar a través de la incorporación de caucho granular reciclado, el cual al introducir mayor porcentaje de caucho reciclado esta logró disminuir su expansión, lo que seria una solución para el problema de los suelos expansivos.

Cantidad de caucho granular reciclado por 1 m3 de suelo.

Datos:

Máxima densidad seca = 1.863 gr/cm3

Óptimo contenido de humedad = 13.8 %

Peso utilizado para un Proctor método A = 3000 gr

$$V = \frac{P}{\gamma_s * (1 + \omega\%)} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

V= Volumen

P= Peso de la muestra

γ_s = Densidad seca

$\omega\%$ = Contenido de humedad

Reemplazando en (1)

$$V = \frac{3000}{1.863 * (1 + 0.138)} = 1415.03 \text{ cm}^3$$

Cantidad del material para una dosificación de 20 % caucho

$$\frac{3000 * 0.20}{1415.03} = 0.4 \text{ gr/cm}^3 = 400 \text{ kg/m}^3$$

IV. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, la incorporación de caucho no influye en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, esto se debe a que los granos de caucho no logran juntarse y compactarse con el suelo para formar una estructura rígida, lo cual provoca que la estructura empiece a desmoronarse. Estos resultados no guardan relación con lo que sostiene Cusquisibán (2014) en su investigación “Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimento”, quien señala que la densidad incrementa considerablemente en 2.6% a través de la incorporación de sus dosificaciones de caucho, a comparación con mi investigación disminuye en un 26 % la máxima densidad seca.

En lo que tampoco concuerda con este autor, es en el valor de relación de soporte California, ya que el caucho granulado no influye directamente en su resistencia del suelo. Puesto que en su tesis obtuvo resultados favorables, aumentando en un 19.3 % de CBR, lo cual no concuerda con mis resultados, en donde el CBR disminuye en un 2.2 %.

Los resultados de CBR en mi investigación guardan relación con lo que sostiene Patiño, quien señala que la resistencia tiende a disminuir al incorporar mayor porcentaje de caucho granular reciclado. Ello es acorde con los resultados que se obtienen en esta investigación.

Con los resultados obtenidos, el caucho granular reciclado si influye en la expansión del suelo, ya que se observó que el porcentaje de expansión disminuyó con la incorporación de caucho. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Cusquisibán, ya que en su investigación el porcentaje de expansión disminuye considerablemente, el cual nos da a entender que este material es útil para emplearlo a los suelos expansivos, los cuales en su mayoría existen en la parte de la selva del país.

V. CONCLUSIONES

La investigación realizada determina que si bien ciertas propiedades como su compactación Proctor y su resistencia CBR no mejoraron el suelo de la subrasante de la Av. Bonavista a través de la incorporación de caucho granular reciclado, existe una propiedad que si logró influir en el suelo como lo es la expansión.

En tal sentido la investigación permite el siguiente diagnóstico: La máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad obtenidos mediante el ensayo Proctor modificado no mejoraron, puesto que la incorporación de caucho granular reciclado no influye en el mejoramiento de la subrasante, ya que estos resultados fueron disminuyendo conforme se iba aumentando su dosificación. Mediante la observación, en la compactación Proctor se pudo apreciar que el suelo-caucho se desmoronaba, lo que indica que el suelo no llegaba a obtener una estructura maciza.

En lo que respecta a la resistencia CBR, los resultados obtenidos en laboratorio indican que esta propiedad del suelo no logró incrementar, lo que nos da a entender que las partículas de caucho no influyen en la resistencia de la subrasante, esto se debe a que en la inmersión de los moldes de suelo-caucho, el agua logró penetrarse de manera fácil ya que al no tener una buena compactación el suelo-caucho, esta originó mayor cantidad de vacíos donde el agua pudo entrar sin ningún problema hasta debilitar toda la estructura del suelo-caucho.

El resultado mas favorable en la investigación fue que el caucho granular reciclado logró influir en la reducción del porcentaje de expansión de los suelos arcillosos. Esto se debe a que las partículas de suelo tienen mayor porcentaje de absorción que las partículas de caucho granular reciclado, lo que da a entender que los granos de caucho al tener un mayor volumen ocupado en el molde del CBR, permitió absorber menor volumen de agua, lo que generó que el suelo-caucho no logre expandirse o hincharse.

VI. RECOMENDACIONES

Considerando la importancia que tiene esta investigación y en función a los resultados obtenidos se formulan algunas recomendaciones o sugerencias tanto como para los futuros investigadores como para el público en general, todo esto con la finalidad de lograr una buena investigación con respecto a la utilización del caucho granular reciclado en las vías de transporte, para ellos se hace llegar las siguiente recomendaciones:

Se sugiere utilizar otros tipos de estabilización en suelos, que no sea con caucho granular reciclado, los cuales ayuden a mejorar las propiedades de los suelos arcillosos como lo son su resistencia CBR y su compactación Proctor.

Se recomienda investigar sobre la utilización de caucho granular reciclado en suelos expansivos, además de sus formas de incorporación al suelo, de esa misma manera establecer los parámetros de dosificación correcta, con la finalidad de no afectar en su resistencia y compactación, ya que dichas propiedades son las mas importantes para obtener una estructura que permita ser sostenible con el pasar de los años.

Se recomienda investigar y utilizar otras formas ecológicas en las que se pueda emplear el caucho proveniente de los neumáticos, en otras áreas que no se relacionen con la estabilización de suelos, para así reducir, reciclar y reutilizar este material y no tener que exponer al medio ambiente que nos rodea.

Se recomienda utilizar otros materiales provenientes del reciclaje que puedan contribuir al mejoramiento de suelos y de una u otra forma a contribuir con la reducción de la contaminación ambiental existente en el país y en todo el mundo.

REFERENCIAS

American Society For Testing And Materials. ASTM C 128-01:Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate. U.S.A.:2007,6 pp.

American Society For Testing And Materials. ASTM D 1557-12: Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³(2,700 kN-m/m³). U.S.A.: 2002,14 pp.

American Society For Testing And Materials. ASTM D 1883-07 :Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils. U.S.A.:2016,9pp.

American Society For Testing And Materials. ASTM D 4318-00: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. U.S.A.: 2002,14 pp.

American Society For Testing And Materials. ASTM D 422-63: Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils. U.S.A.: 2002,14 pp.

ARRIAGA Vásquez, Darío. Aspectos constructivos de la técnica de compactación dinámica para mejoramiento masivo de suelos. Tesis (Magister en Ingenieria). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingenieria, 2006, 110 pp.

BELTRÁN Ramírez, Raúl. Diseño geotécnico y estructural de una cimentación en arcilla expansiva. Tesis (maestría en ingeniería). México : Universidad Nacional Autónoma de México, División de estudios de posgrado, Facultad de Ingeniería ,2009. 182 pp.

BRAJA, M. Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. México: Thomson International, 2001. 608 pp.

ISBN: 9706860614

CABANA Valverde, Marco. Mejoramiento de la relación de soporte (CBR) al adicionar el estabilizante químico cal a la sub –rasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito paria – Wilcahuain, Huaraz, 2017. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017, 173 pp.

CASTRO, Axel. Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante. Tesis (titulo de ingeniero civil). Lima: Universidad nacional de Ingeniería, 2017.

CERDA Neyra. Edwin y PINTADO Silipu, Yennifert. Uso del caucho en el diseño del pavimento flexible, en la Avenida Los Algarrobos, Tramo Avenida Las Amapolas – Avenida Gustavo Mohme, Veintiséis de Octubre, Piura – 2018. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Piura : Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019, 411 pp.

CHÁVARRY Fernández, Ricardo y ANGULO Vílchez, Luis. Diseño del mejoramiento de la carretera entre los caseríos de Chilal y Pucará, distrito Pulán, provincia Santa Cruz, Departamento Cajamarca, 2018. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019, 136 pp.

CORDO, Oscar. AASHTO Design Procedures For New Pavements. Washington: American Association of state highway,2006.246pp.
ISBN:1560510552

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. México: Limusa, 2014. 644 pp.
ISBN: 978-968-18-6963-2

CUSQUISIBAN Ocas, Wilder. Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumaticos para fines constructivos de pavimento. Tesis (Titulo profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2014, 122 pp.

DIAZ Vásquez, Fernando. Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2018, 128 pp.

ELIZONDO, Fabián; NAVAS, Alejandro; SIBAJA, Denia. Efecto de la cal en la estabilización de subrasante. Ingeniería. [en línea]. 2010, vol. 20 [Fecha de consulta:25 de mayo de 2019]. Disponible en <http://revistas.ucr.ac.cr/>
ISSN: 1409-2441

FLORES, Carlos; ZARATE, Zuly; CAICEDO, Ricardo y CONTRERAS, Betsy. Estabilización química de suelos expansivos de San José de Cúcuta (Colombia) usando cenizas volantes. Respuestas [en línea]. 2008, N° 2 [Fecha de consulta:23 de mayo de 2019]. Disponible en <http://revistas.ufps.edu.co/>
ISSN: 2422-505

HERNANDES, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5.ª ed. México: The McGraw-Hill, 2010.656 pp.
ISBN: 9786071502919

HYUNG Jun, Choi. Soil stabilization using optimum quantity of calcium chloride with class f fly ash. Thesis (Master of Science). U.S.A.: Texas A&M University, Faculty Of Engineering, 2005, 63 pp.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos. Bogotá. 2008. 570 p.

JUAREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. Fundamentos de la mecánica de suelos. México: Limusa, 2005. 644 pp.
ISBN: 9681800699

LEIVA, Roly. Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el jr. Arequipa, progresivo km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, concepción. Tesis (Titulo de ingeniero civil). Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú, 2016, 108 pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). D.S. N° 034-2008-MTC: Manual de Ensayo de Materiales. Lima, 2016. 1268 pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). MTC: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para la construcción. Lima, 2013. 1282 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú).NP, R.D. N°10-MTC/14: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos-Sección suelos y pavimentos. Lima, 2014. 302 pp.

MOHAMMED Abdulsattar, Zaid. Soil stabilization with rice husk ash and cement. Thesis (Bachelor of civil engineering). Malaysia: Infrastructure University of Kuala Lumpur, Faculty Of Engineering, 2016, 65 pp.

MOHAMMADI, Iman. Investigation on the Use of Crumb Rubber Concrete (CRC) for Rigid Pavements. Thesis (Master of Engineering). Australia: University of Technology Sydney, Centre for Built Infrastructure Research, 2014, 149 pp.

ONUR TASTAN, Erdem. Stabilization of organic soils using fly ash. Thesis (Master of Science). U.S.A.: University of Wisconsin, Faculty of Engineering and Environmental, 2005, 117 pp.

PELAEZ, Gabriel; VELASQUEZ, Sandra y GIRALDO, Diego. Aplicaciones de caucho reciclado: una revisión de la literatura. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. [en línea]. 2017, vol.27, n.2, pp.27-50. <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2143>.
ISSN 0124-8170.

PEREZ Collantes, Carolina. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería ,2014. 151 pp.

PINO, Raúl. Metodología de la Investigación: Elaboración de diseños para contrastar hipótesis. 2.a ed. Lima: San Marcos, 2018. 233 pp.

ISSN: 9786123155193

RONDON, Hugo, REYES, Fredy. Pavimentos Materiales, construcción y diseño. Colombia. Editorial Ecoe, 2015. 605 pp.

ISBN: 9789587711769

RUANO, López Denis. Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 158 pp.

SALAS Solorzano, Elmer y PINEDO Infantez, Adrián. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de sub rasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018, 132 pp.

SÁNCHEZ Albán María. Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del cantón Tosagua Provincia de Manabí. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Quito: Pontificia universidad católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2014, 416 pp.

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación. Lima: San Marcos, 2013. 495 pp.

ISBN: 9786123028787

VENTURA Martel, Cairo y ALARCÓN Mestanza, Adilio. Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018, 154 pp.

Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos por Gilberto Martínez

Arguelles [et al]. Revista Ingeniería de Construcción. [en línea].2018, 2 [Fecha de consulta:25 de mayo de 2019].

Disponible en [http:// ricuc.cl/](http://ricuc.cl/)

VELAZQUEZ, Ángel y REY, Nérida, Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L., 2013. 311 pp.

ISBN: 978-9972-38-304-5

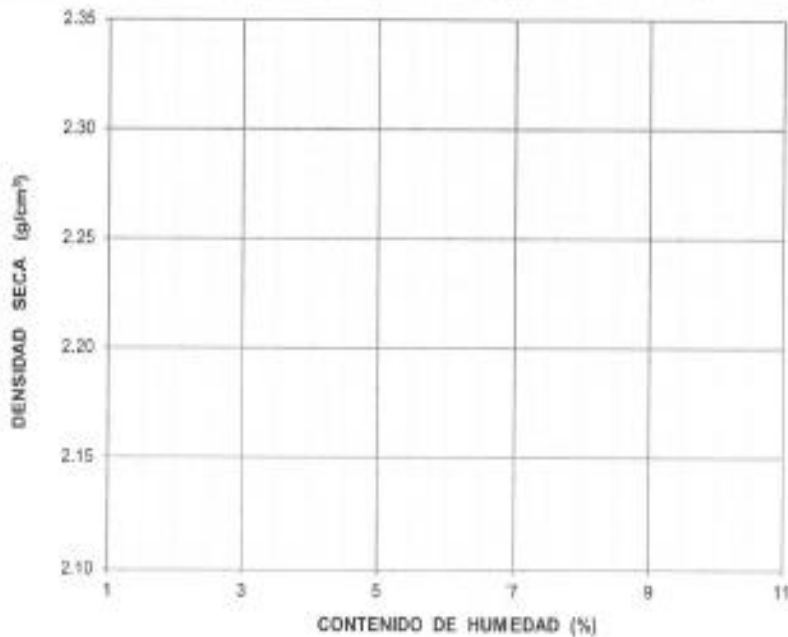
ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TÍTULO: Mejoramiento de la subrasante incorporando caucho granular reciclado en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima -2019						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES,INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	VARIABLE INDEPENDIENTE: caucho granular reciclado			<p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>TIPO: El tipo de investigación es aplicada.</p> <p>NIVEL: El nivel de investigación es explicativo.</p> <p>DISEÑO: El diseño de la investigación es experimental</p> <p>POBLACIÓN El suelo del lugar de estudio</p> <p>MUESTRA 2 Calicatas</p>
¿En cuánto influyen los granos de caucho reciclado en las propiedades de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019?	Determinar en cuánto influye los granos de caucho reciclado en las propiedades de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019	La incorporación de caucho granular reciclado mejorará las propiedades de la subrasante de la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
			Aplicaciones del caucho reciclado		Balanza, tamices, etc.	
			Granulometría de partículas	análisis granulométrico		
			Porcentajes de dosificación respecto al peso de suelo	20%		
				30%		
				40%		
Problemas Específico	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	VARIABLE DEPENDIENTE: La subrasante			
¿En cuánto influye el uso del caucho granular en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019?	Determinar en cuánto influye los granos caucho granular en óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la subrasante de la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019	El uso de caucho granular reciclado influye en el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿En qué medida los granos de caucho reciclado influye en la resistencia del suelo de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019?	Determinar en que medida influye los granos de caucho granular en la resistencia de la subrasante de la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019.	El uso de caucho granular reciclado influye en la resistencia del suelo seco de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019	OCH y MDS	ensayo Proctor	Ficha técnica de recolección de datos	
			Resistencia del suelo	ensayo CBR		
			Expansión	Ensayo CBR		
¿En cuánto influye los granos de caucho reciclado en la expansión subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019	Determinar en cuánto influye los granos de caucho granular en la expansión de la subrasante de la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019	El uso de caucho granular reciclado influye en la expansión de la subrasante en la Avenida Bonavista, Carabaylo, Lima-2019				

Anexo 2. Validación de instrumentos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS			
AUTOR	ROBIN ROJAS RODRIGUEZ		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAUCHO GRANULAR EN LA AVENIDA BONAVISTA, CARABAYLLO, LIMA-2019	DOSIFICACION:	
DESCRIPCION			
(ASTM D-1557) MTC E-115	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
N° de Capas :	5	Altura de caída del pistón :	45.72 cm
		Peso del pistón :	4.54 Kg
		Volumen del Molde :	
Energía de Compactación	Modificada :	27.4 kp-cm/cm ²	Numero de Golpes / capa : 25 Golpes
Peso Suelo Humedo + Molde	(g)		
Peso del Molde	(g)		
Peso Suelo Humedo	(g)		
Volumen del Molde	(cm ³)		
Densidad Suelo Humedo	(g/cm ³)		
Tamó N°			
Peso suelo humedo + tarro	(g)		
Peso suelo seco + tarro	(g)		
Peso del agua	(g)		
Peso del tarro	(g)		
Peso suelo seco	(g)		
Contenido de Humedad	(%)		
Promedio de Humedad	(%)		
Densidad del Suelo Seco	(g/cm ³)		



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Paso (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		
<N°4		

MÉTODO	
MDS	
OCH	

DATOS DEL ESPECIALISTA:	
APELLIDOS Y NOMBRES: <i>Padilla Pichler Santos P.</i> ESPECIALIDAD: <i>ING. CIVIL</i> C.I.P. N°: <i>51030</i>	Firma y Sello SANTOS RICARDO PADILLA PICHLER INGENIERO CIVIL CP 11230

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

AUTOR: ROBIN RIVERAS RODRIGUEZ
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO EN LA AVENIDA BONAVISTA, CARABAYLLO, LIMA-2015
REFERENCIAS DE LA MUESTRA IDENTIFICACION:

DOSIFICACION:

PROYECTOR MODIFICADO (ASTM D 1557-02)			CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1583-05)				
TITULAR DEL MOLDE :	MEDIDA DE COMPACTACION:	N° 7	N° DE CAPAS :	5	CAP. DEL ASIELLO : Ton	F. ASIELLO	M.L. Dado2 + 3.36MIL. Dado1 - 5.538
N° DE MOLDE					N° MOLDE	457 (Ocupat)	125 (Golpes)
N° DE GOLPES					PES. MOI	LECTRAL (CORCALG)	LET DIAL ZANONAL N° 2041 CARGADO
P. MOLDE + S. TAMBO					VOLUMEN DE MOLDE (m ³)		
PESO MOLDE					P. MOLDE + S. TAMBO g		
PESO MOLDE + SUELO					PESO MOLDE, g		
N° TAMBO					PESO SUELO MOIENDA g		
P. TAMBO + S. HUECO					N° TAMBO		
P. TAMBO + S. SIEDE					P. TAMBO + S. HUECO, g		
PESO DE AGUA					P. TAMBO + S. SIEDE, g		
PESO DE TAMBO					PESO DE AGUA, g		
PESO CILINDRO					PESO DE TAMBO, g		
H. SUELO					PESO SUELO MOI, g		
H. SUELO PROMEDIO					CONTENIDO DE HUECO, g		
DENSIDAD HUECO (g/cm ³)					DENSIDAD HUECO, g/cm ³		
DENSIDAD SUELO (g/cm ³)					DENSIDAD SUELO, g/cm ³		
ABSORCION			EXPANSION				
N° MOLDE							
PESO DE PLATO + PLATO + MOLDE	g				FECHA	HORA	LEC. H44
PESO DE PLATO + MOLDE	g				LEC. H44	LEC. H44	LEC. H44
PESO DE PLATO + MOLDE + HUECO	g						
PESO DE PLATO + MOLDE + HUECO + HUECO	g						
PESO DE AREA + HUECO	g						
PESO DE MOLDE + HUECO	g						
ABSORCION DE AGUA	(%)						
REFERENCIA: ASTM D 983-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils. ASTM D 1587-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort. 9000 1 4003 (2730.04-11-01)			OBSERVACIONES: MATERIA: BLENDA DE SUELO OPTIMO: CONTENIDO DE HUMEDAD (%) CBR A 2.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%) CBR A 5.0 mm DE PENETRACION AL 100% (%) SUELO: ARENOSA 34" 3.8" N° 4 N° 200 / Pasa N° 200 RETENIDO PARCIAL (%) LÍMITE LÍQUIDO INDICE DE PLASTICIDAD SUELOS: AASBETO				

DATOS DEL ESPECIALISTA:
 Apellidos y Nombres: *PADILLA VICHEN SANTOS R.*
 Especialidad: *ING. CIVIL*
 C.I.P.: *51630*

Sello y Firma

 SANTOS R. VICHEN PADILLA
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 51630

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

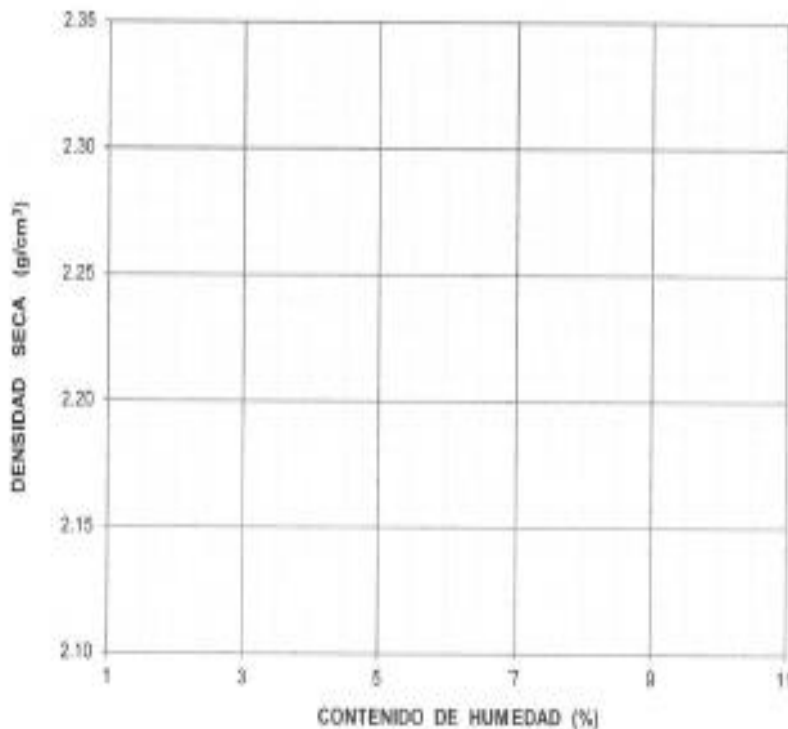
AUTOR : ROBIN ROJAS RODRIGUEZ
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAUCHO
 : GRANULAR EN LA AVENIDA BONAVISTA, CARABAYLLO, LIMA-2019 DOSIFICACION:
 DESCRIPCION :

ASTM D-1557) MTC
 E 115 **ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

N° de Capas : 5 Altura de caída del péñon : 45.72 cm Peso del péñon : 4.54 Kg Volumen del Molde :


Energía de Compactación Modificada : 27.4 kg cm/cm² Número de Golpes / capa : 25 Golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	(g)				
Peso del Molde	(g)				
Peso Suelo Humedo	(g)				
Volumen del Molde	(cm ³)				
Densidad Suelo Humedo	(g/cm ³)				
Tarro N°					
Peso suelo humedo + tarro	(g)				
Peso suelo seco + tarro	(g)				
Peso del agua	(g)				
Peso del tarro	(g)				
Peso suelo seco	(g)				
Contenido de Humedad	(%)				
Procedo de Humedad	(%)				
Densidad del Suelo Seco	(g/cm ³)				



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		
<N°4		

MÉTODO	
MDS	
OCH	

DATOS DEL ESPECIALISTA:	Firma y Sello
APELLIDOS Y NOMBRES: PIUTO BARRANTES RAUL ANTONIO ESPECIALIDAD: INGENIERO CIVIL C.I.P. N°: 51304	 RAUL ANTONIO PIUTO BARRANTES INGENIERO CIVIL REG. CIV. N° 51304

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

AUTOR: ROBERTO RODRIGUEZ
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO
 EN LA AVENIDA BOYANISTA CARABAYLLO, LIMA-2013

REFERENCIAS DE LA MUESTRA IDENTIFICACION:

DOSIFICACION:

INCLUIDEN DEL ANILLO		MATERIAL DE COMPACTACION		MATERIAL DE CAPAS		CARRILLO		CARRILLO		CARRILLO	
Nº DE GRUPOS	Nº DE MOJLES	Nº DE MOJLES	Nº DE GRUPOS	Nº DE MOJLES	Nº DE GRUPOS	Nº DE MOJLES	Nº DE GRUPOS	Nº DE MOJLES	Nº DE GRUPOS	Nº DE MOJLES	Nº DE GRUPOS
2 MOJLES + 5 GRUPOS	30										
PESO MOJLE	30										
PESO SUELO REMANENTE	30										
Nº TARRIO											
P. TARRIO + S. REMANENTE	30										
P. TARRIO + S. TARRIO	30										
PESO DE AGUA	30										
PESO DE TARRIO	30										
PESO SUELO RECICO	30										
MOJLEADO	30										
MOJLEADO PROYECTADO	30										
DENSIDAD REMANENTE	30										
DENSIDAD SUELO	30										
Nº MOJLE		MATERIAL DE COMPACTACION		MATERIAL DE CAPAS		CARRILLO		CARRILLO		CARRILLO	
PESO SUELO RECICO + PLATO + MOJLE	30										
PESO DEL PLATO + MOJLE	30										
PESO MOJLE + SUELO COMPACTADO	30										
PESO SUELO RECICO + SUELO COMPACTADO	30										
PESO DEL AGUA + MOJLEADO	30										
PESO DEL SUELO RECICO	30										
SUBGRUPO DE AGUA	30										
Nº MOJLE		MATERIAL DE COMPACTACION		MATERIAL DE CAPAS		CARRILLO		CARRILLO		CARRILLO	
PESO SUELO RECICO + PLATO + MOJLE	30										
PESO DEL PLATO + MOJLE	30										
PESO MOJLE + SUELO COMPACTADO	30										
PESO SUELO RECICO + SUELO COMPACTADO	30										
PESO DEL AGUA + MOJLEADO	30										
PESO DEL SUELO RECICO	30										
SUBGRUPO DE AGUA	30										

REFERENCIA: ASTM D 1083-85 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
 ASTM D 1557-82 Standard test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort -
 5000 lbf (2200 kN-efort)

REFERENCIA: OBSERVACIONES

DATOS DEL ESPECIALISTA:

Apellidos y Nombres: **PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO**

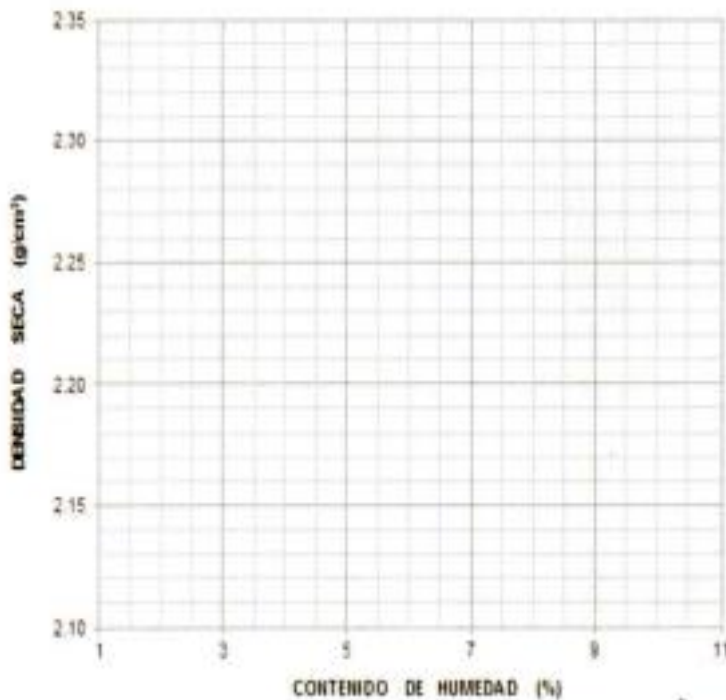
Especialidad: **INGENIERO CIVIL**

C.I.P.: **51304**

Señaly Firma

RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 51304

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS			
AUTOR	: ROBIN ROJAS RODRIGUEZ		
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO	DOSIFICACION:	
DESCRIPCION	:		
(ASTM D-1557)		ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	
N° de Capas :	5	Altura de caída del pistón :	45.72 cm
		Peso del pistón :	4.54 Kg
		Volumen del Molde :	
Energía de Compactación Modificada :	27.4 kg-cm/cm ³		Número de Golpes / capa :
	25 Golpes		
Peso Suelo Humedo + Molde	(g)		
Peso del Molde	(g)		
Peso Suelo Humedo	(g)		
Volumen del Molde	(cm ³)		
Densidad Suelo Humedo	(g/cm ³)		
Tarro N°			
Peso suelo humedo + tarro	(g)		
Peso suelo seco + tarro	(g)		
Peso del agua	(g)		
Peso del tarro	(g)		
Peso suelo seco	(g)		
Contenido de Humedad	(%)		
Promedio de Humedad	(%)		
Densidad del Suelo Seco	(g/cm ³)		



PREPARACION DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		
<N°4		

MÉTODO	
NDS	
OCH	

DATOS DEL ESPECIALISTA:	
APELLIDOS Y NOMBRES:	UCEDA YARANGO KENY DANIEL
ESPECIALIDAD:	ING. CIVIL
C.I.P. N°:	152957

Firma y Sello
KENY UCEDA YARANGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P.: 152957

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

AUTOR: RICHÉN ROLAS RODRIGUEZ
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAUCHO GRANULAR RECYCLADO EN LA AVENIDA SONAHYSTA-CASABAYLLO, LIMA-2019

REFERENCIAS DE LA MUESTRA IDENTIFICACIÓN:

DOSIFICACION:

PRODUCTOR INDOPECADO (ASTM D 1587-02)			CSR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1583-03)							
N° DE MUEDE	VOLUMEN DE MUEDE (cm³)	NATURALEZA DE COMPACTACION	ESTRUCTURA DE MUEDE	ESTRUCTURA	N° DE CAPAS - S	CAP. DEL ANILLO: Ton	F. ANILLO (17 Colpase)	DEL. ENLACE (17 Colpase)	DEL. ENLACE (17 Colpase)	DEL. ENLACE (17 Colpase)
N° GRUPO										
N° MUEDE -- S. BOMBO										
PESO MUEDE										
PESO MUEDE MEDIO										
N° TABLERO										
S. TABLERO -- S. BOMBO										
S. TABLERO -- S. VICO										
PESO DE AGUA										
PESO DE TABLERO										
PESO MUEDE SECO										
ESQUEMA										
ESQUEMA PROMEDIO										
DENSIDAD HUMIDA	(g/cm³)									
DENSIDAD SECA	(g/cm³)									
ABSORCION										
N° MUEDE										
PESO PEGATOSA - PLATO - MUEDE										
PESO DEL PLATO - MUEDE										
PESO SUELO SEMEADO (EMBEUDO)										
PESO SUELO SIN SEMEADO (SIN EMBEUDO)										
PESO DEL MATA ABORRUBIA										
PESO DEL SUELO SECO										
ABSORCION DE AGUA										
EXPANSION										
FECHA	BIELA									
MAYOR DESEMBO MEDA										
OPTIMO CONTENIDO DE BIEMIDA										
CEBE A 2.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 5.0 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 9.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 14.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 19 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 23.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 28 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 32.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 37.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 42.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 47.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 52.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 57.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 62.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 67.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 72.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 77.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 82.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 87.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 92.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 97.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										
CEBE A 102.5 mm DE PENETRACION AL 100% (%)										

REFERENCIA: ASTM D 1583-03 Standard test method for CSR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils.
 ASTM D 1559-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 50000 lb-ft³ (2700 kg-m³)

DATOS DEL ESPECIALISTA:

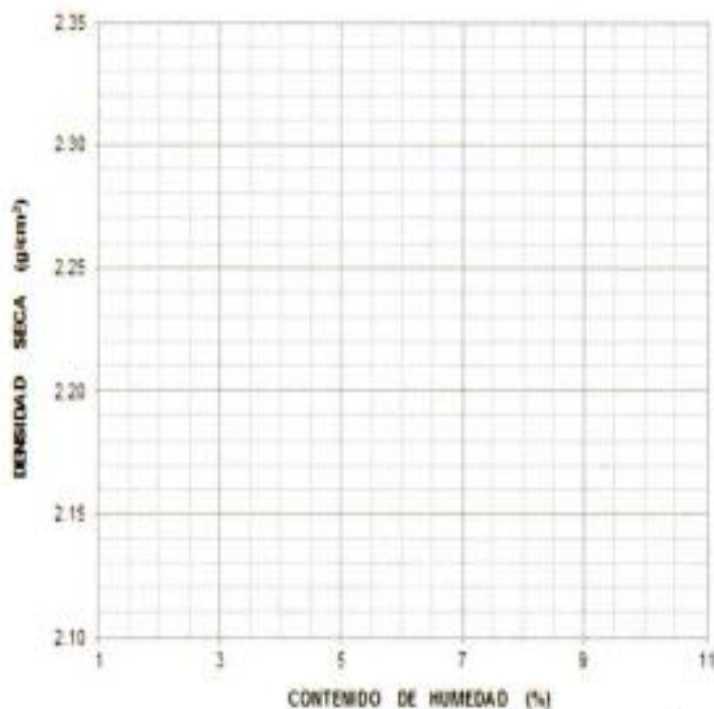
Apellidos y Nombre: **LEONOR YARANGO KENY DANIEL**
 Especialidad: **JUG. CIVIL**
 C.I.P.: **152937**



Sello y Firma

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

AUTOR : ROBIN ROJAS RODRIGUEZ		DOSIFICACION:	
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO			
DESCRIPCION :			
(ASTM D-1557)	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
N° de Capes : 5	Altura de caída del pistón : 45.72 cm	Peso del pistón : 4.54 Kg	Volumen del Molde :
Energía de Compactación Modificada : 27.4 kg-cm/cm²		Número de Golpes / capa : 25 Golpes	
Peso Suelo Humedo + Molde (g)			
Peso del Molde (g)			
Peso Suelo Humedo (g)			
Volumen del Molde (cm³)			
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)			
Tarro N°			
Peso suelo humedo + tarro (g)			
Peso suelo seco + tarro (g)			
Peso del agua (g)			
Peso del tarro (g)			
Peso suelo seco (g)			
Contenido de Humedad (%)			
Promedio de Humedad (%)			
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)			



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		
<N°4		

MÉTODO	
MDS	
OCH	

DATOS DEL ESPECIALISTA:	Firma y Sello
APELLIDOS Y NOMBRES: CAIRAMPOMA GRANADOS FRANZ	
ESPECIALIDAD: INGENIERO CIVIL	
C.I.P. N°: 180638	
	CAIRAMPOMA GRANADOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 180638

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

AUTOR: ROBIN ROLAS RODRIGUEZ
 PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO EN LA AVENIDA BONAVISTA, CARABAYLLO, LIMA-2019
 REFERENCIAS DE LA MUESTRA: DOSIFICACION:
 IDENTIFICACION:

PRCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557-02)			CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (ASTM D 1583-95)			
VOLUMEN DEL MUELLE :	MÉTODO DE COMPACTACION:	g	N° DE CAPAS :	N° DE MUELLE :	CAP DEL ANEJO : Ton	F. ANEJO DEL DISEÑO : 3,38 (3L. Diad) - 5,83 (4L. Diad)
N° DE MUELLE					0,57 (compacto)	0,57 (compacto)
N° DE GRUPOS					LIC. DAL	LIC. DAL
P. MUELLE - S. DEMOSTRADO					0	
PESO MUELLE					8,5	
TENSIÓN DELLO DEMOSTRADO					1,8	
N° TRONCO						
P. TRONCO - S. DEMOSTRADO					2,8	
P. TRONCO - S. SELO					2,1	
PESO DE AGUA					3,8	
PUNTO DE TRONCO					3,9	
PESO SUELO SECO					4,8	
UMEDAD	(%)				4,1	
INDICE DE PROBLEMA	(%)				5,4	
INDICE DE HUMEDAD	(g/100g)				7,1	
UMEDAD SECA	(g/100g)				18,8	

EXPANSIÓN			
HUELA	BOREA	LIC. DAL	LIC. DAL

ABSORCIÓN	
PESO MUELLE	(%)
PESO MUELLE - PLATO - MUELLE	0,0
PUNTO DEL PLATO - MUELLE	0,0
PESO MUELLE - MUELLE	0,0
PESO MUELLE - MUELLE	0,0
PUNTO DEL MUELLE EN EL MUELLE	0,0
PUNTO DEL MUELLE EN EL MUELLE	0,0
PUNTO DEL MUELLE SECO	0,0

REFERENCIA: ASTM D 1557-02 Standard test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 55000 ft. lbf (2700 N-m) (M-1993)
 OBSERVACIONES:
 ASTM D 1583-95 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory compacted soils
 ASTM D 2922 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 55000 ft. lbf (2700 N-m) (M-1993)

Sello y Firma:

CARINA BRANNIDOS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 18638

DATOS DEL ESPECIALISTA:
 Apellidos y Nombres: **CARINA BRANNIDOS**
 Especialidad: **INGENIERA CIVIL**
 C.I.P.: **18638**

Anexo 3. Panel Fotográfico



Figura 40. Excavacion de calicata y muestreo



Figura 41. Muestras en laboratorio



Figura 42. Contenido de humedad



Figura 43. Lavado del suelo por tamiz N° 200



Figura 44 . Tamizado del suelo



Figura 45 .Ensayo limite liquido



Figura 46. Ensayo limite plastico

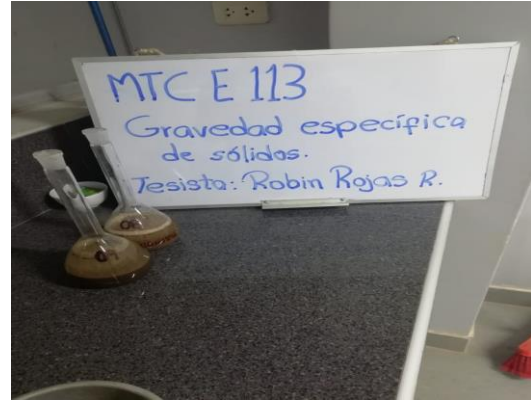


Figura 47. Gravedad especifica de solidos



Figura 48. Pison y molde de compactacion proctor

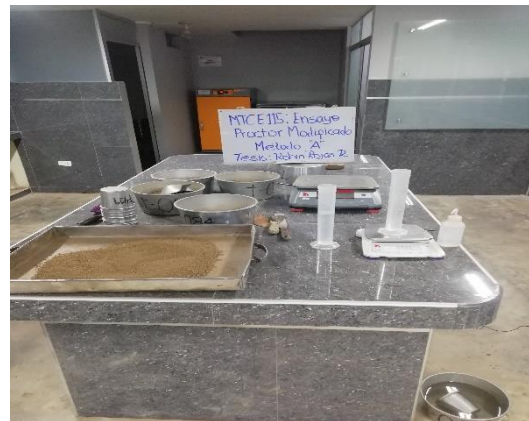


Figura 49. Materiales para el ensayo



Figura 50. Homogenizacion del suelo con agua



Figura 51. Suelo homogenizado



Figura 52. Compactacion en 5 capas



Figura 53. Molde compactado y enrasado

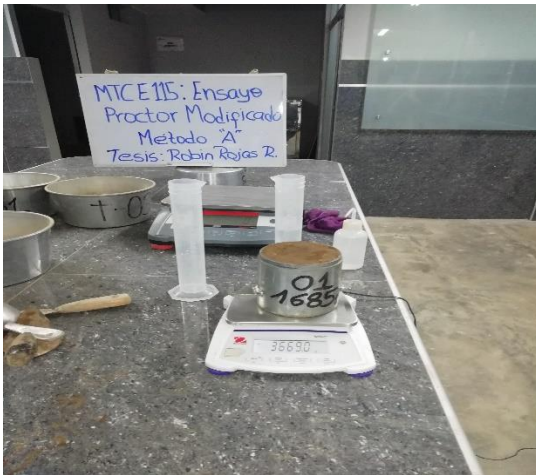


Figura 54. Peso suelo humedo+molde



Figura 55. Proctor suelo +caucho



Figura 56. Homogenizacion suelo+caucho



Figura 57. Suelo+caucho compactado



Figura 58. Herramientas para ensayo CBR



Figura 59. Preparación de muestra para CBR



Figura 60. Compactación en molde 6" para CBR



Figura 61. Moldes sumergido por 4 días

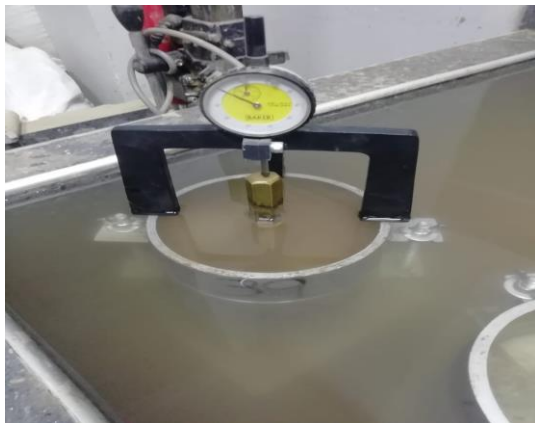


Figura 62. Aparato medido de expansión



Figura 63. Penetración ensayo CBR

Anexo 4. Certificados de ensayos de laboratorio.



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsanste incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE N° : 0173-2019/MAPID
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
 UBICACIÓN : Carabayllo

REFERENCIA DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACION : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof: 0.00-1.50

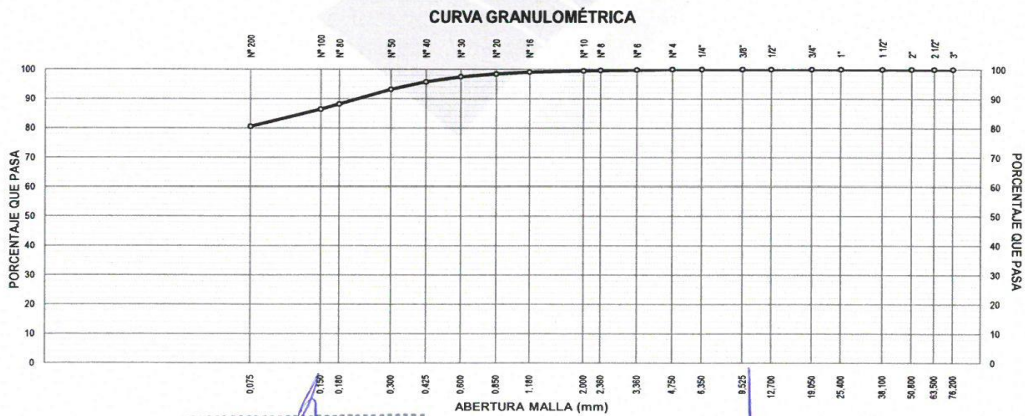
PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

ASTM D 422 MTC E 107

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.525			
1/4"	6.350			
N° 4	4.750			100.0
N° 6	3.360	0.2	0.2	99.8
N° 8	2.360	0.2	0.4	99.6
N° 10	2.000	0.1	0.5	99.5
N° 16	1.180	0.5	1.0	99.0
N° 20	0.850	0.6	1.6	98.4
N° 30	0.600	1.0	2.6	97.4
N° 40	0.425	1.7	4.3	95.7
N° 50	0.300	2.6	6.9	93.1
N° 80	0.180	5.0	11.9	88.1
N° 100	0.150	1.8	13.7	86.3
N° 200	0.075	5.8	19.5	80.5
<N°200	ASTM D 1140:00	80.5	100.0	

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"	
Grava (Ret. N°4)	: 0.0 %
Arena (Ret. N°200)	: 19.5 %
Fino (Pas. N°200)	: 80.5 %
ASTM D 4318-(05) "Límites de Atterberg"	
Límite Líquido (L.L.)	: 29 %
Límite Plástico (L.P.)	: 17 %
Índice Plástico (I.P.)	: 12 %
ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías transporte" (AASHTO)	
A-6 (6)	
ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)	
CL	
Arcilla de baja plasticidad con arena	
ASTM D 2216, "Contenido de humedad"	
Cont. de humedad	: 11.7 %
OBSERVACIONES:	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	
- Ensayo efectuado al suelo natural.	



Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019 V.B.

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
TECNICO DE SUELOS

ROBERTO TELLO BARBARAN
INGENIERO CIVIL
CIP 67846

Tec: J.M.C
Rev: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este informe.

MAPID SAC
 Email: info@mapid.pe / Telf: (01) 2330380
 Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Ibero-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019
 EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50
 PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

ASTM D 2216 MTC E 108	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
----------------------------------	---

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	104	339
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	322.8	346.4
Peso cápsula + suelo seco (g)	296.0	317.6
Peso del Agua (g)	26.8	28.8
Peso de la cápsula (g)	68.9	68.9
Peso del suelo seco (g)	227.1	248.7
Contenido de Humedad (%)	11.8	11.6
Contenido de Humedad (RESULTADO) (%)	11.7	


OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.


 JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.B.


 INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP /67846

MAPID SAC
 Email.: Info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
 Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Ibero, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO

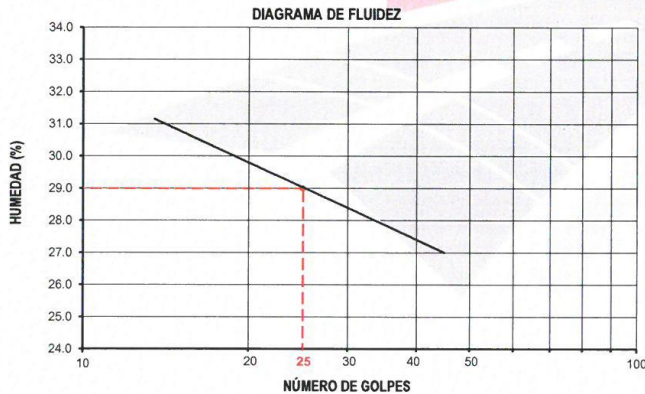
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, UBICACIÓN : Carabaylo
 Lima-2019

REFERENCIA DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACION : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01 PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50 CANTIDAD : 200 kg aprox.

ASTM D 4318 MTC E 110, MTC E 111	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
---	--

DESCRIPCIÓN	ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		163	134	139	15	95	84
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	32.23	34.69	32.24	34.74	27.5	25.39
Peso cápsula + suelo seco	(g)	28.29	30.49	28.41	30.39	26.14	23.95
Peso del Agua	(g)	3.94	4.2	3.83	4.35	1.36	1.44
Peso de la cápsula	(g)	15.31	16.09	14.98	14.83	18.38	15.24
Peso del suelo seco	(g)	12.98	14.4	13.43	15.56	7.76	8.71
Contenido de humedad	(%)	30.4	29.2	28.5	28.0	17.5	16.5
Número de golpes		17	24	29	34		




RESULTADOS DE ENSAYOS		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	29
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	12
COMENTARIOS:		
- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.		
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".		
OBSERVACION:		
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.		
- Ensayo efectuado al suelo natural.		

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

Tec.: J.M.C
Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.


 JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TÉCNICO DE SUELOS
 V.P.


 INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARÁN
 CIP- 67846

MAPID SAC
 Email: info@mapid.pe / Telf: (01) 2330380
 Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50

PRESENTACIÓN : 1 Bolsa de Polietileno
 CANTIDAD : 200 kg. aprox.

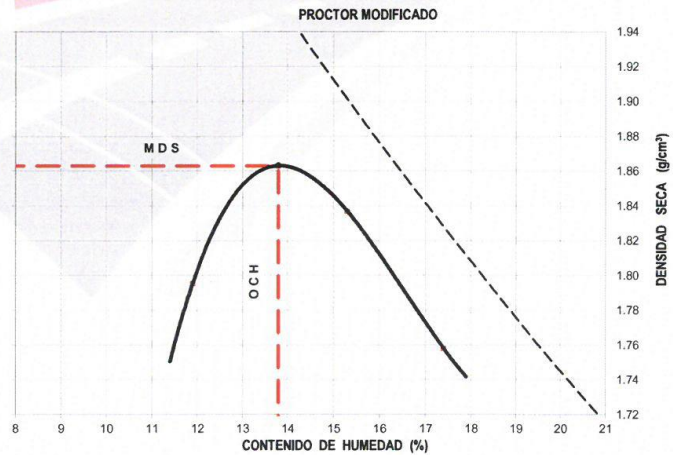
ASTM D 1557 MTC E 115	PROCTOR MODIFICADO
----------------------------------	---------------------------

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1	E-2	E-3	E-4				
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3560.0	3664.0	3662.0	3612.0				
2	Peso del Molde	gr	1685.0	1685.0	1685.0	1685.0				
3	Peso Suelo Humedo	gr	1875.0	1979.0	1977.0	1927.0				
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4	933.4	933.4	933.4				
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.009	2.120	2.118	2.064				
6	Tarro N°	-	355	372	200	139	390	586	217	90
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	510.1	521.4	518.4	472.8	431.8	439.0	434.3	369.7
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	463.8	474.8	464.9	425.7	386.1	391.8	383.1	323.3
9	Peso del Tarro	gr	75.2	78.3	76.8	83.4	87.3	84.1	87.6	57.0
10	Peso del Agua	gr	46.3	46.6	53.5	47.1	45.7	47.2	51.2	46.4
11	Peso Suelo Seco	gr	388.6	396.5	388.1	342.3	298.8	307.7	295.5	266.3
12	Contenido de Humedad	%	11.9	11.8	13.8	13.8	15.3	15.3	17.3	17.4
13	Promedio de Humedad	%	11.9		13.8		15.3		17.4	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.795		1.863		1.837		1.758	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pisón :	45.7 cm
Peso del Pisón	4.5 Kg
Volumen del Molde	933.4 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ²
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.863 g/cm³
OCH	13.8 %



DATO:
 - M.D.S. =Maxima Densidad Seca; O.C.H. = Óptimo Contenido de Humedad.

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019


JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS


INGENIERO CIVIL
ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP: 67846

Tec: J.M.C
 Rev: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez
 DIRECCIÓN : Av. Marafón Mz. 7A Lt22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsanle incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50
 PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

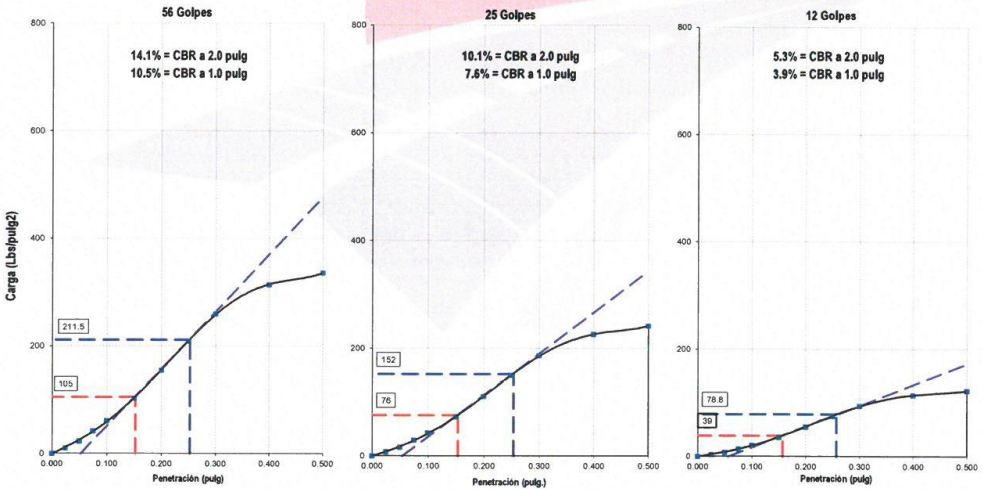
EQUIPO DE CBR

NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTEST / MOD CN-47Z SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg2 ó 19.35cm2

ASTM D 1883 MTC E 132

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

DESCRIPCION	COMPACTACION DE ESPECIMENES						PENETRACION DE ESPECIMENES						
	M-39		M-1		M-87		Molde N°	M-39		M-1		M-87	
Condicion de la Muestra:	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada		Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg2	Lec. Dial	Carga Lb/pulg2	Lec. Dial
N° Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)		0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Peso Molde + Suelo Humedo	gr	11445	11503	11378	11492	11148	11310	0.025	13	10.2	8	7.1	3
Peso del Molde	gr	7024	7024	7003	7003	7030.3	7030.3	0.050	32	23.0	21	16.0	9
Peso del Suelo Humedo	gr	4421	4479	4375	4489	4117.7	4279.7	0.075	59	41.6	41	29.2	19
Volumen del Molde	cm³	2086.4	2086.4	2126	2126	2104.5	2104.5	0.100	87	60.7	61	42.8	28
Densidad Humeda	gr/cm³	2.119	2.147	2.058	2.111	1.957	2.034	0.150	148	102.3	105	72.6	50
Densidad Seca	gr/cm³	1.863	1.863	1.810	1.810	1.723	1.723	0.200	225	154.7	160	110.5	79
Tarro N°		401	583	514	26	376	383	0.250	306	209.3	218	149.9	109
Tarro + Suelo Humedo	gr	374.3	596.2	392.9	472.5	533.6	529.0	0.300	380	259.6	272	186.4	136
Tarro + Suelo Seco	gr	336.6	531.9	356.1	424.7	481.9	468.0	0.400	460	314.2	330	226.0	166
Peso del Tarro	gr	61.7	110	86.7	137.3	100.8	129.9	0.500	492	336.0	353	241.8	178
Contenido de Humedad	%	13.7	15.2	13.7	16.6	13.6	18.0						



- Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
TECNICO DE SUELOS

INGENIERO CIVIL
ROBERTO TELLO BARBARAN
CIP 67846

Tec.: J.M.C
Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setiembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8669049 N / Prof : 0.00-1.50
 PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

EQUIPO DE CBR

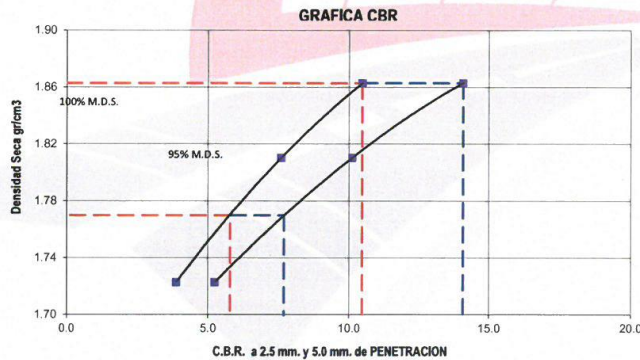
NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTEST / MOD CN-47ZY SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg2 ó 19.35cm2

ASTM D 1883 MTC E 132

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

CARACTERISTICAS FISICAS DE MUESTRA				EXPANSION						
Pasante Tamiz 2"	100.0%	Clasif. SUCS	CL	Horas	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion
Pasante Tamiz 3/4"	100.0%	Clasif. AASTHO	A-6 (8)	00:00:00	0.096	0.000	0.086	0.000	0.164	0.000
Pasante Tamiz 3/8"	100.0%	Melodo utilizado	A	24:00:00	0.107	0.233	0.102	0.343	0.181	0.381
Pasante Tamiz N°4	100.0%	Maxima densidad seca (gr/cm³)	1.863	48:00:00	0.117	0.467	0.117	0.686	0.199	0.761
Limite Liquido (%)	29.0	Optimo contenido humedad (%)	13.8	72:00:00	0.128	0.700	0.133	1.030	0.216	1.142
Indice Plastico (%)	12.0	Expansion (%)	0.93	96:00:00	0.139	0.934	0.149	1.373	0.234	1.522

CBR	0.1" PENETRACION	0.2" PENETRACION
100%	10.5	14.1
95%	5.8	7.7



COMENTARIO:

- Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.


OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.


 JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.C.


 INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP 67846

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsanste incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE N° : 0173-2019/MAPID
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
 UBICACIÓN : Carabayllo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Av. Bonavista, Sondaje C-02, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280877 E 8688853 N / Prof: 0.00-1.50

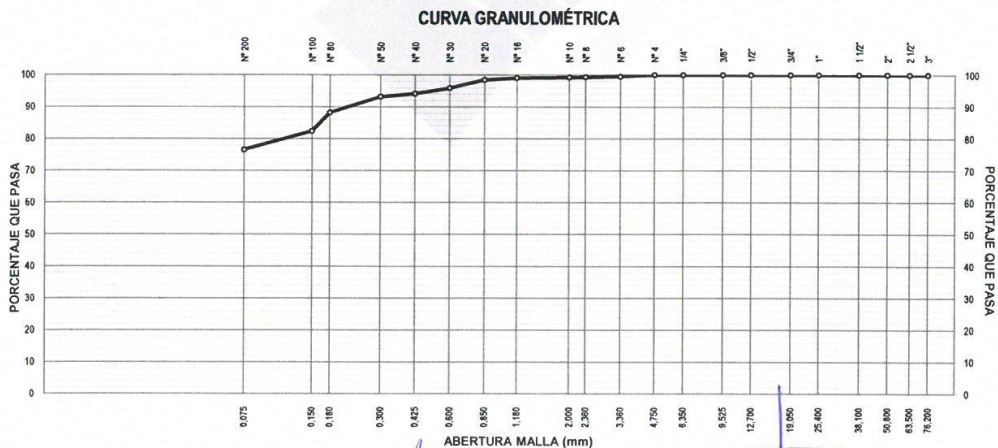
PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

ASTM D 422 MTC E 107	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
---------------------------------	---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					CARACTERÍSTICAS GENERALES
SERIE AMERICANA	MALLAS	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	
	ABERTURA (mm)				
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N° 4	4.750			100.0	
N° 6	3.360	0.5	0.5	99.5	
N° 8	2.360	0.2	0.7	99.3	
N° 10	2.000	0.1	0.8	99.2	
N° 16	1.180	0.2	1.0	99.0	
N° 20	0.850	0.6	1.6	98.4	
N° 30	0.600	2.6	4.2	95.8	
N° 40	0.425	1.7	5.9	94.1	
N° 50	0.300	1.0	6.9	93.1	
N° 80	0.180	5.0	11.9	88.1	
N° 100	0.150	5.8	17.7	82.3	
N° 200	0.075	5.8	23.5	76.5	
<N° 200	ASTM D 1140:00	76.5	100.0		

ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"	
Grava (Ret. N°4)	: 0.0 %
Arena	: 23.5 %
Fino (Pas. N°200)	: 76.5 %
ASTM D 4318-(05) "Límites de Atterberg"	
Límite Líquido (L.L)	: 27 %
Límite Plástico (L.P)	: 17 %
Índice Plástico (I.P)	: 10 %
ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)	
A-4 (6)	
ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)	
CL	
Arcilla de baja plasticidad con arena	
ASTM D 2216, "Contenido de humedad"	
Cont. de humedad	: 10.2 %

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
 - Ensayo efectuado al suelo natural.



Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TÉCNICO DE SUELOS

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento. CIP- 67846

INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP- 67846

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez	EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos	FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019	UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Av. Bonavista, Sondaje C-02, M-01	PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280677 E 8668853 N / Prof : 0.00-1.50	CANTIDAD : 200 kg aprox.

ASTM D 2216 MTC E 108	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
----------------------------------	---

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	211	11
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	408.5	410.2
Peso cápsula + suelo seco (g)	383.4	380.2
Peso del Agua (g)	25.1	30.0
Peso de la cápsula (g)	135.1	88.7
Peso del suelo seco (g)	248.3	291.5
Contenido de Humedad (%)	10.1	10.3
Contenido de Humedad (RESULTADO) (%)	10.2	

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

Tec.: J.M.C
Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.D.



INGENIERO CIVIL
ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP 67846

MAPID SAC
Email: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO



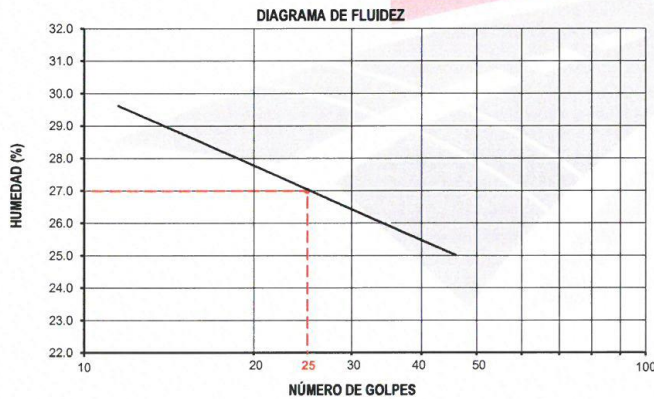
INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez	EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos	FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019	UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA	
IDENTIFICACION : Av. Bonavista, Sondaje C-02, M-01	PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
DESCRIPCIÓN : Coordinada UTM 18L : 280877 E 8688853 N / Prof : 0.00-1.50	CANTIDAD : 200 kg aprox.

ASTM D 4318 MTC E 110, MTC E 111	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS
---	--

DESCRIPCIÓN	ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		259	148	100	20	173	299
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	36.11	38.06	37.89	28.13	28.35	28.05
Peso cápsula + suelo seco	(g)	32.28	33.9	33.77	25.44	26.41	26.46
Peso del Agua	(g)	3.83	4.16	4.12	2.69	1.94	1.59
Peso de la cápsula	(g)	18.96	18.65	18.31	15.07	14.72	17.38
Peso del suelo seco	(g)	13.32	15.25	15.46	10.37	11.69	9.08
Contenido de humedad	(%)	28.8	27.3	26.6	25.9	16.6	17.5
Número de golpes		15	23	28	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	27
LÍMITE PLÁSTICO (%)	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10
COMENTARIOS:	
- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.	
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	
OBSERVACION:	
- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de	
- Ensayo efectuado al suelo natural.	

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

Tec.: J.M.C
Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TÉCNICO DE SUELOS
 V.D.

INGENIERO CIVIL
ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP 67846

MAPID SAC
Email: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Ibérico, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-02, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280877 E 8688853 N / Prof : 0.00-1.50

PRESENTACIÓN : 1 Bolsa de Polietileno
 CANTIDAD : 200 kg. aprox.

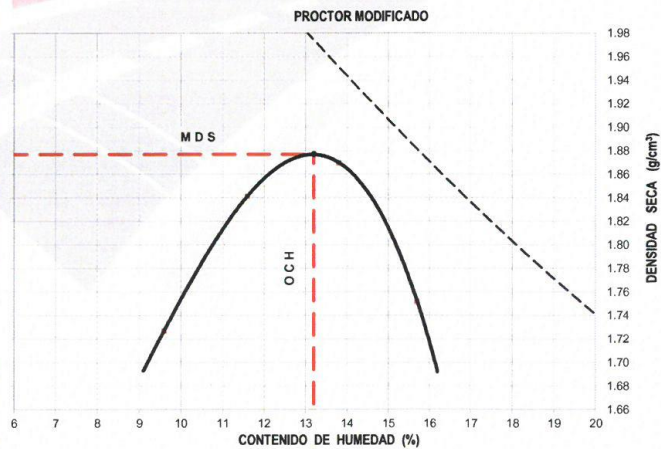
ASTM D 1557 MTC E 115	PROCTOR MODIFICADO
----------------------------------	---------------------------

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3452.0		3603.0		3671.0		3577.0	
2	Peso del Molde	gr	1685.0		1685.0		1685.0		1685.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	1767.0		1918.0		1986.0		1892.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4		933.4		933.4		933.4	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.893		2.055		2.128		2.027	
6	Tarro N°	-	278	453	323	492	51	380	382	50
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	533.0	449.5	545.4	477.6	471.4	577.7	462.0	717.4
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	498.5	415.6	495.3	437.3	422.1	525.2	412.0	636.8
9	Peso del Tarro	gr	135.6	66.1	70.7	85.1	67.6	138.4	89.4	130.3
10	Peso del Agua	gr	34.5	33.9	50.1	40.3	49.3	52.5	50.0	80.6
11	Peso Suelo Seco	gr	362.9	349.5	424.6	352.2	354.5	386.8	322.6	506.5
12	Contenido de Humedad	%	9.5	9.7	11.8	11.4	13.9	13.6	15.5	15.9
13	Promedio de Humedad	%	9.6		11.6		13.8		15.7	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.727		1.841		1.870		1.752	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pisón :	45.7 cm
Peso del Pisón	4.5 Kg
Volumen del Molde	933.4 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ²
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.877 g/cm ³
OCH	13.2 %



DATO:
 - M.D.S. =Maxima Densidad Seca; O.C.H. = Optimo Contenido de Humedad.

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
 - Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.B.

LABORATORIO GEOTECNICO

INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP 67846

MAPID SAC
 Email.: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
 Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima.

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Ibero- Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setiembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

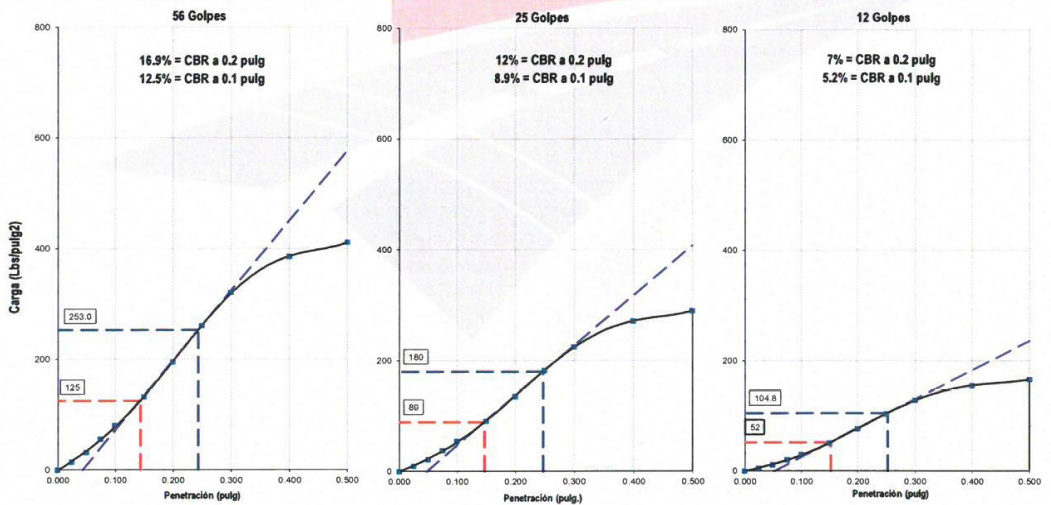
IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-02, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280877 E 8688853 N / Prof: 0.00-1.50
 PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

EQUIPO DE CBR

NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTEST / MOD CN-472Y SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg2 ó 19.35cm2

ASTM D 1883 MTC E 132 CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

DESCRIPCION	COMPACTACION DE ESPECIMENES						PENETRACION DE ESPECIMENES						
	M-19		M-43		M-72		Molde N°	M-19		M-43		M-72	
Condición de la Muestra:	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg2	Lec. Dial	Carga Lb/pulg2	Lec. Dial	Carga Lb/pulg2
N° Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)		0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Peso Molde + Suelo Humedo	11524	11598	11357	11473	11180	11326	0.025	19	14.2	12	9.4	5	5.1
Peso del Molde	7043	7043	7039.3	7039.3	7030.5	7030.5	0.050	44	31.6	29	21.0	15	11.4
Peso del Suelo Humedo	4481	4555	4317.7	4433.7	4149.5	4295.5	0.075	80	55.6	53	37.5	28	20.6
Volumen del Molde	2108	2108	2095.9	2095.9	2112.2	2112.2	0.100	116	80.3	78	54.5	42	30.0
Densidad Humeda	2.126	2.161	2.060	2.115	1.965	2.034	0.150	192	132.0	131	90.6	72	50.7
Densidad Seca	1.877	1.877	1.821	1.821	1.736	1.736	0.200	285	195.1	197	135.4	110	76.6
Tarro N°	56	303	56	549	170	188	0.250	381	260.7	266	182.1	150	103.6
Tarro + Suelo Humedo	514.2	387.4	430.0	530.8	534.8	492.6	0.300	469	320.6	329	224.9	187	128.6
Tarro + Suelo Seco	468.4	345.4	394.4	471.4	488.6	439.5	0.400	565	385.5	397	271.3	227	155.6
Peso del Tarro	122.8	68.2	122.8	103	138.3	129.7	0.500	603	411.3	424	289.8	242	166.4
Contenido de Humedad	13.2	15.1	13.1	16.1	13.2	17.2							



- Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.B.

INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP 67846

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec.: J.M.C.
 Rev.: B.C.S.

MAPID SAC
 Email: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
 Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Ibero, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A LL22 Laura Caller Ibero-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setiembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-02, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280877 E 8688853 N / Prof : 0.00-1.50
 PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

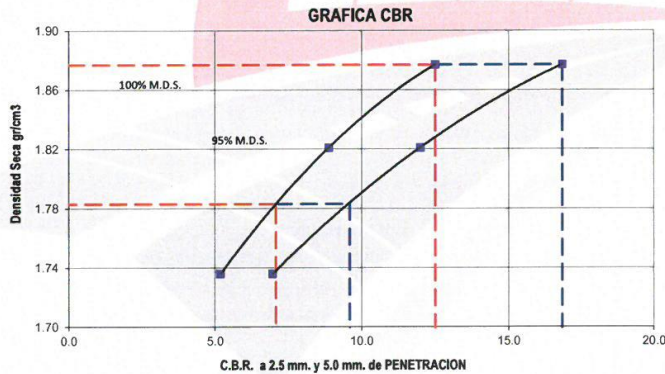
EQUIPO DE CBR

NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTEST / MOD CN-472Y SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg2 ó 19.35cm2

**ASTM D 1883
MTC E 132** **CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)**

CARACTERISTICAS FISICAS DE MUESTRA				EXPANSION						
Pasante Tamiz 2"	100.0%	Clasif. SUCS	CL	Horas	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion
Pasante Tamiz 3/4"	100.0%	Clasif. AASTHO	A-4 (6)	00:00:00	0.176	0.000	0.070	0.000	0.043	0.000
Pasante Tamiz 3/8"	100.0%	Metodo utilizado	A	24:00:00	0.185	0.205	0.084	0.310	0.058	0.338
Pasante Tamiz N°4	100.0%	Maxima densidad seca (gr/cm³)	1.877	48:00:00	0.195	0.410	0.098	0.619	0.074	0.676
Limite Liquido (%)	27.0	Optimo contenido humedad (%)	13.2	72:00:00	0.204	0.615	0.112	0.929	0.089	1.015
Indice Plastico (%)	9.9	Expansion (%)	0.82	96:00:00	0.213	0.820	0.127	1.238	0.105	1.353

CBR	0.1" PENETRACION	0.2" PENETRACION
100%	12.5	16.9
95%	7.1	9.6



COMENTARIO:

- Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
 - Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.B.

INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP 67846

MAPID SAC
 Email: Info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
 Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Ibero, Los Olivos - Lima

LABORATORIO GEOTECNICO



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez	EXPEDIENTE N° : 0173-2019/MAPID
DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos	FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
PROYECTO : Mejoramiento de la subsanste incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019	UBICACIÓN : Carabayllo

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01	PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50	CANTIDAD : 25 kg. aprox.

ASTM D 854	METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE LOS SUELOS POR METODO DEL PICNOMETRO
-------------------	---

METODO DEL PICNOMETRO					
DESCRIPCION	UND	N° DE ENSAYO		PROMEDIO	
		1	2		
Peso Material Seco (al horno) ...Ws	gr	300.0	300.0	--	
Peso Fiola + Agua ...Wa	gr	656.3	658.4	--	
Peso del Material Saturado + Agua + Peso Fiola ...Wb	gr	844.3	846.6	--	
Temperatura del agua	C°	20.0	20.0	--	
Factor para correccion la densidad del H2O a 20°C. ...K	K	1.0000	1.0000	--	
Gravedad Especifica ...Gs	(gr/cm ³)	2.679	2.683		2.681

COMENTARIOS:

- Gravedad Especifica, Gs= (Ws*K)/(Ws+Wa-Wb).

OBSERVACIONES:

- Muestra Tomada e Identificada por el Solicitante.

Fecha de emisión : jueves, 24 de Octubre de 2019

Tec.: J.M.C
Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

 JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.B.

 INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP 67846

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019
 EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50
 DOSIFICACIÓN : 20.0 %
 CANTIDAD : 20 kg. aprox.

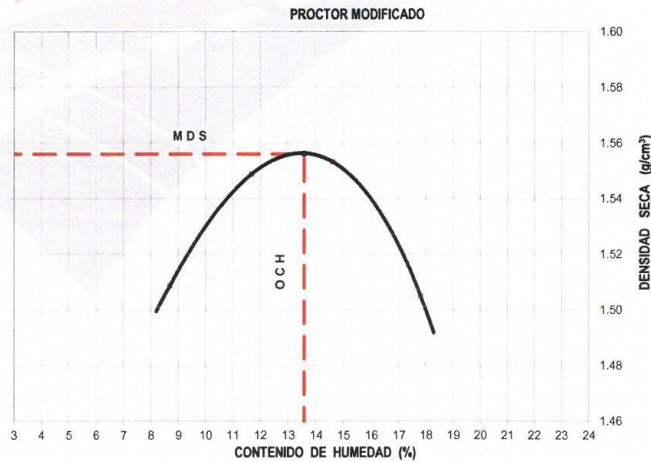
ASTM D 1557 MTC E 115	PROCTOR MODIFICADO
----------------------------------	---------------------------

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3216.0		3300.0		3346.0		3340.0	
2	Peso del Molde	gr	1685.0		1685.0		1685.0		1685.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	1531.0		1615.0		1661.0		1655.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4		933.4		933.4		933.4	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.640		1.730		1.760		1.773	
6	Tarro N°	-	355	372	200	139	390	586	217	90
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	420.1	405.2	445.1	444.7	407.6	473.3	432.1	408.2
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	395.2	380.5	412.4	409.0	367.2	428.1	383.3	363.1
9	Peso del Tarro	gr	108.3	96.1	129.3	107.0	94.9	114.2	108.1	111.2
10	Peso del Agua	gr	24.9	24.7	32.7	35.7	40.4	45.2	48.8	45.1
11	Peso Suelo Seco	gr	286.9	284.4	283.1	302.0	272.3	313.9	275.2	251.9
12	Contenido de Humedad	%	8.7	8.7	11.6	11.8	14.8	14.4	17.7	17.9
13	Promedio de Humedad	%	8.7		11.7		14.6		17.8	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.509		1.549		1.553		1.505	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pisón :	45.7 cm
Peso del Pisón	4.5 Kg
Volumen del Molde	933.4 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ²
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.556 g/cm ³
OCH	13.6 %



DATO: - M.D.S. =Maxima Densidad Seca; O.C.H. = Optimo Contenido de Humedad.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- Composición del espécimen compactado : 80% suelo natural + 20% caucho granular

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.D.

INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP 67846

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez	EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos	FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
PROYECTO : Mejoramiento de la subsrante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019	UBICACIÓN : Carabayllo

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01	DOSIFICACIÓN : 30%
DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50	CANTIDAD : 40 kg. aprox.

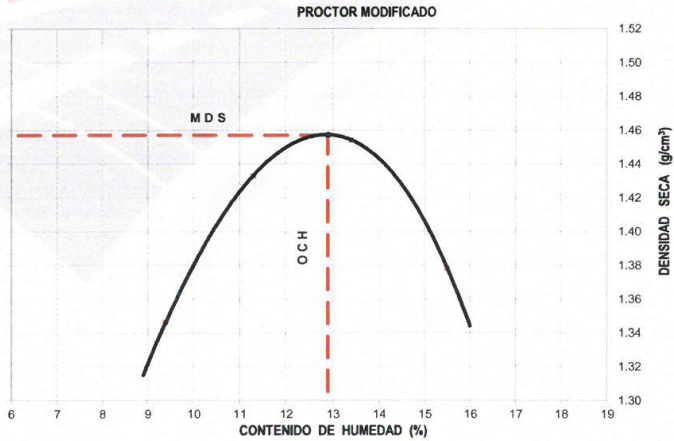
ASTM D 1557 MTC E 115	PROCTOR MODIFICADO
----------------------------------	---------------------------

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3060.0		3174.0		3224.0		3171.0	
2	Peso del Molde	gr	1685.0		1685.0		1685.0		1685.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	1375.0		1489.0		1539.0		1486.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4		933.4		933.4		933.4	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.473		1.595		1.649		1.592	
6	Tarro N*	-	81	47	252	18	333	209	158	413
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	661.6	433.8	505.9	554.8	484.7	425.6	502.1	641.8
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	615.4	403.3	461.7	508.4	434.0	382.1	443.1	564.4
9	Peso del Tarro	gr	112.9	85.2	64.6	103.2	53.2	60.4	68.5	54.5
10	Peso del Agua	gr	46.2	30.5	44.2	46.4	50.7	43.5	59.0	77.4
11	Peso Suelo Seco	gr	502.5	318.1	397.1	405.2	380.8	321.7	374.6	509.9
12	Contenido de Humedad	%	9.2	9.6	11.1	11.5	13.3	13.5	15.8	15.2
13	Promedio de Humedad	%	9.4		11.3		13.4		15.5	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.346		1.433		1.454		1.378	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pisón :	45.7 cm
Peso del Pisón	4.5 Kg
Volumen del Molde	933.4 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ²
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.457 g/cm ³
OCH	12.9 %



DATO:
- M.D.S. =Maxima Densidad Seca; O.C.H. = Óptimo Contenido de Humedad.

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- Composición del espécimen compactado : 70% suelo natural + 30% caucho granular.....

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS

INGENIERO CIVIL
ROBERTO TELLO BARBARÁN
 CIP: 67846

Tec.: J.MC
Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

MAPID SAC
Email: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima

LABORATORIO GEOTECNICO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez	EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos	FECHA RECEPCIÓN : Lima, 21 de Setiembre del 2019
PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019	UBICACIÓN : Carabayillo

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01	DOSIFICACIÓN : 40%
DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50	CANTIDAD : 20 kg. aprox.

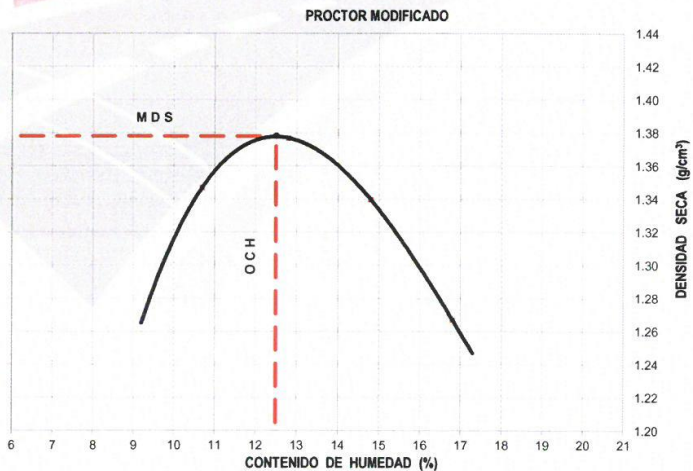
ASTM D 1557 MTC E 115	PROCTOR MODIFICADO
----------------------------------	---------------------------

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	ENSAYO							
			E-1		E-2		E-3		E-4	
1	Peso Suelo Humedo + Molde	gr	3077.0		3135.0		3121.0		3066.0	
2	Peso del Molde	gr	1685.0		1685.0		1685.0		1685.0	
3	Peso Suelo Humedo	gr	1392.0		1450.0		1436.0		1381.0	
4	Volumen del Molde	cm ³	933.4		933.4		933.4		933.4	
5	Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.491		1.553		1.538		1.480	
6	Tarro N°	-	355	372	200	139	390	586	217	90
7	Peso Suelo Humedo + Tarro	gr	380.2	390.6	370.4	412.7	365.9	359.1	366.0	388.6
8	Peso Suelo Seco + Tarro	gr	354.1	363.9	340.7	379.6	332.2	326.8	324.8	344.2
9	Peso del Tarro	gr	111.8	112.5	106.9	120.6	104.6	106.8	77.5	80.5
10	Peso del Agua	gr	26.1	26.7	29.7	33.1	33.7	32.3	41.2	44.4
11	Peso Suelo Seco	gr	242.3	251.4	233.8	259.0	227.6	220.0	247.3	263.7
12	Contenido de Humedad	%	10.8	10.6	12.7	12.8	14.8	14.7	16.7	16.8
13	Promedio de Humedad	%	10.7		12.8		14.8		16.8	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.347		1.377		1.340		1.267	

DATOS DESARROLLO DE ENSAYO	
Altura de caída del pisón :	45.7 cm
Peso del Pisón	4.5 Kg
Volumen del Molde	933.4 gr/cm ³
N° de Capas	5
Energía de Compactación Modificada	27.4 kg-cm/cm ³
Número de Golpes / Capa	25

GRADACION DE MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
3"	0.0	100.0
2"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
3/8"	0.0	100.0
N°4	0.0	100.0
<N°4	100.0	0.0

RESULTADO	
MÉTODO	A
MDS	1.378 g/cm ³
OCH	12.5 %



DATO:
- M.D.S. = Máxima Densidad Seca; O.C.H. = Optimo Contenido de Humedad.

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- Composición del espécimen compactado : 60% suelo natural + 40% caucho granular

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

JORGE LOIS PONCE CAMPOS
TECNICO DE SUELOS

INGENIERO CIVIL
ROBERTO TELLO BARBARAN
CIP 67846

Tec.: J.M.C
Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este informe.

MAPID SAC
Email: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22. Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setiembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabayllo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50
 DOSIFICACIÓN : 20.0%
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

EQUIPO DE CBR

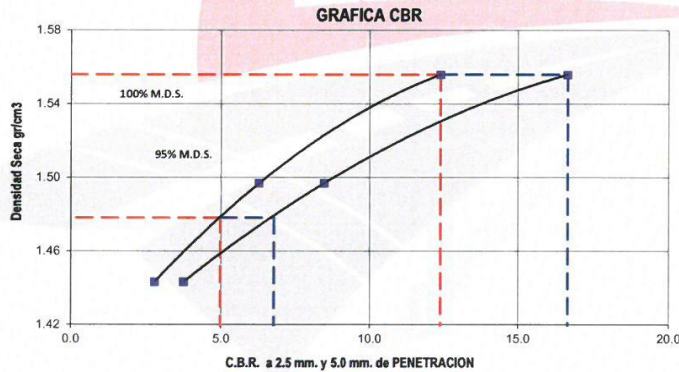
NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTTEST / MOD CN-472Y SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg² ó 19.35cm²

ASTM D 1883 MTC E 132

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

CARACTERISTICAS FISICAS DE MUESTRA				EXPANSION						
Pasante Tamiz 2"	100.0%	Clasif. SUCS	CL	Horas	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion
Pasante Tamiz 3/4"	100.0%	Clasif. AASTHO	A-6 (8)	00:00:00	0.101	0.000	0.156	0.000	0.140	0.000
Pasante Tamiz 3/8"	100.0%	Metodo utilizado	A	24:00:00	0.111	0.213	0.169	0.290	0.156	0.354
Pasante Tamiz N°4	100.0%	Maxima densidad seca (gr/cm ³)	1.556	48:00:00	0.120	0.426	0.182	0.579	0.172	0.707
Limite Liquido (%)	29.0	Optimo contenido humedad (%)	13.6	72:00:00	0.130	0.639	0.196	0.869	0.188	1.061
Indice Plastico (%)	12.0	Expansion (%)	0.85	96:00:00	0.140	0.852	0.209	1.159	0.205	1.414

CBR	0.1" PENETRACION	0.2" PENETRACION
100%	12.4	16.7
95%	5.0	6.8



COMENTARIO:

- Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- Composición del espécimen compactado : 80% suelo natural + 20% caucho granular

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.


JORGE LUIS PONCE CAMPUS
TECNICO DE SUELOS


INGENIERO CIVIL
ROBERTO TELLO BARABAN
CIP 67846

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez
 DIRECCIÓN : Av. Marafón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsanite incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setiembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabayllo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

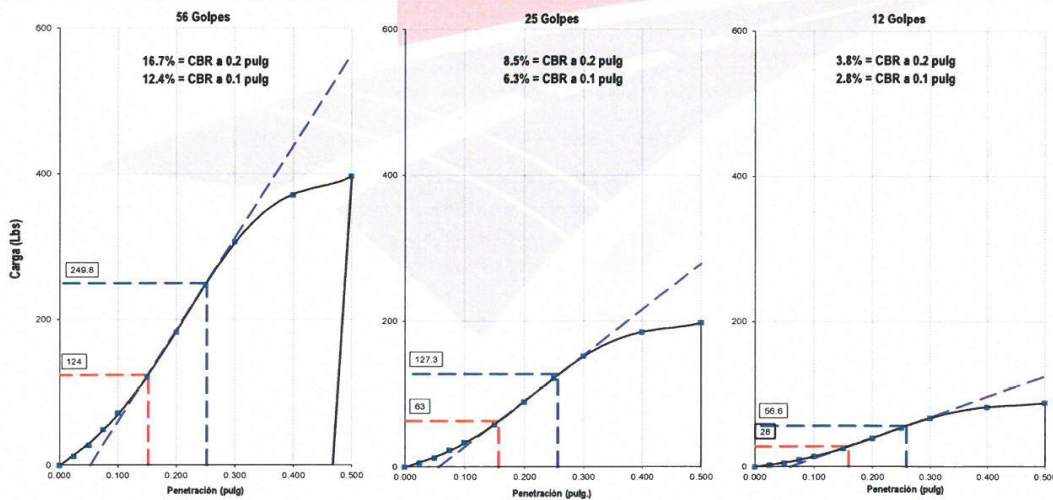
IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof: 0.00-1.50
 PRESENTACIÓN : 20.0%
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

EQUIPO DE CBR

NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTEST / MOD CN-472Y SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg2 ó 19.35cm2

ASTM D 1883 MTC E 132	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)
----------------------------------	---

DESCRIPCION	COMPACTACION DE ESPECIMENES						PENETRACION DE ESPECIMENES						
	M-88		M-1		M-87		Molde Nº	M-88		M-1		M-87	
Condicion de la Muestra:	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada		Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg2	Lec. Dial	Carga Lb/pulg2	Lec. Dial
Nº Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)								
Peso Molde + Suelo Humedo	10745	10793	10614	10707	10474	10608	0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Peso del Molde	7037.3	7037.3	7003	7003	7030.3	7030.3	0.025	16	12.1	6	5.4	1	2.3
Peso del Suelo Humedo	3707.7	3755.7	3611	3704	3443.7	3577.7	0.050	38	27.2	16	12.3	6	5.2
Volumen del Molde	2098.8	2098.8	2126	2126	2104.5	2104.5	0.075	70	49.1	31	22.8	12	9.7
Densidad Humeda	1.767	1.789	1.698	1.742	1.636	1.700	0.100	103	71.6	47	33.5	19	14.4
Densidad Seca	1.556	1.556	1.497	1.497	1.443	1.443	0.150	175	120.8	83	57.8	35	25.1
Tarro Nº	401	583	514	26	376	383	0.200	266	182.6	129	89.0	55	39.1
Tarro + Suelo Humedo	373.8	595.3	392.4	471.8	532.8	528.1	0.250	361	247.1	177	121.6	77	53.7
Tarro + Suelo Seco	336.6	531.9	356.1	424.7	481.9	468.0	0.300	449	306.6	221	151.8	97	67.3
Peso del Tarro	61.7	110	86.7	137.3	100.8	129.9	0.400	543	371.0	269	184.7	118	82.0
Contenido de Humedad	13.5	15.0	13.5	16.4	13.4	17.8	0.500	581	396.8	289	197.9	127	87.9



COMENTARIO:

- Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- Composición del espécimen compactado : 80% suelo natural + 20% caucho granular

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS

INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP: 67846

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

MAPID SAC
 Email: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
 Av. Marafón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A LL22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setiembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA :
 IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50
 DOSIFICACIÓN : 30.0%
 CANTIDAD : kg aprox.

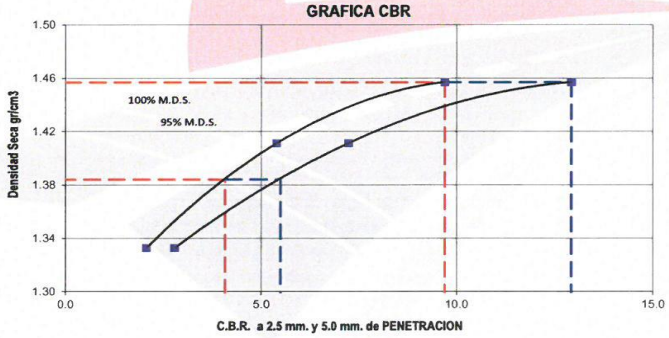
EQUIPO DE CBR :
 NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTEST / MOD CN-472Y SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg2 o 19.35cm2

**ASTM D 1883
MTC E 132**

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

CARACTERISTICAS FISICAS DE MUESTRA				EXPANSION						
Pasante Tamiz 2"	100.0%	Clasif. SUCS	CL	Horas	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion
Pasante Tamiz 3/4"	100.0%	Clasif. AASTHO	A-6 (8)	00:00:00	0.075	0.000	0.045	0.000	0.171	0.000
Pasante Tamiz 3/8"	100.0%	Método utilizado	A	24:00:00	0.084	0.193	0.058	0.281	0.186	0.333
Pasante Tamiz N°4	100.0%	Máxima densidad seca (gr/cm³)	1.457	48:00:00	0.093	0.385	0.071	0.563	0.201	0.667
Límite Líquido (%)	29.0	Óptimo contenido humedad (%)	12.9	72:00:00	0.101	0.578	0.084	0.844	0.217	1.000
Índice Plástico (%)	12.0	Expansión (%)	0.77	96:00:00	0.110	0.771	0.096	1.126	0.232	1.334

CBR	0.1" PENETRACION	0.2" PENETRACION
100%	9.7	12.9
95%	4.1	5.5



COMENTARIO:
 - Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.

OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - Ensayo efectuado al suelo natural.
 - Composición del espécimen compactado : 70% suelo natural + 30% caucho granular

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TÉCNICO DE SUELOS
 V.B.

INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP 67846

MAPID SAC
 Email: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
 Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A Lt.22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsanite incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setiembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordinada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50
 DOSIFICACIÓN : 30.0%
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

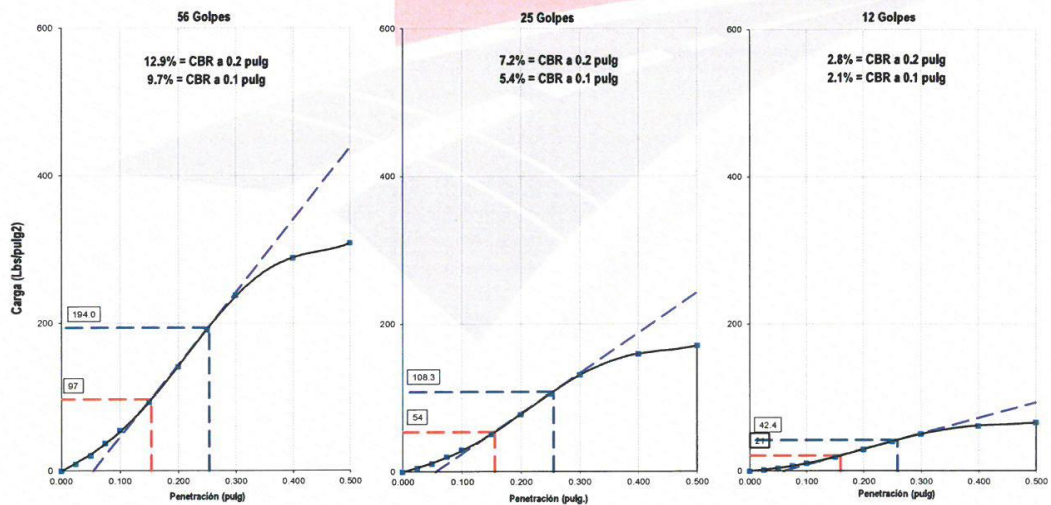
EQUIPO DE CBR

NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTEST / MOD CN-472Y SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg2 ó 19.35cm2

ASTM D 1883 MTC E 132

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

DESCRIPCION	COMPACTACION DE ESPECIMENES						PENETRACION DE ESPECIMENES						
	M-31		M-14		M-41		Molde N°	M-31		M-14		M-41	
Condicion de la Muestra:	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada		Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg2	Lec. Dial	Carga Lb/pulg2	Lec. Dial
N° Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)		0.000	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Peso Molde + Suelo Humedo	gr	10528	10602	10367	10456	10223	0.025	27	9.0	14	4.8	5	1.7
Peso del Molde	gr	7041.3	7041.3	7014	7014	7036.4	0.050	61	20.5	33	11.0	12	3.9
Peso del Suelo Humedo	gr	3486.7	3560.7	3353	3442	3186.6	0.075	112	37.3	60	20.1	22	7.3
Volumen del Molde	cm³	2121.7	2121.7	2106	2106	2120.8	0.100	164	54.6	89	29.5	32	10.8
Densidad Humeda	gr/cm³	1.643	1.678	1.592	1.634	1.503	0.150	278	92.7	152	50.5	57	18.9
Densidad Seca	gr/cm³	1.457	1.457	1.411	1.411	1.333	0.200	423	141.0	232	77.3	88	29.3
Tarro N°		406	517	209	415	63	0.250	574	191.4	316	105.3	121	40.3
Tarro + Suelo Humedo	gr	484.9	436.2	407.4	383.3	535.7	0.300	714	237.9	394	131.2	151	50.4
Tarro + Suelo Seco	gr	441.0	394.5	372.9	341.1	484.7	0.400	865	288.4	478	159.3	185	61.5
Peso del Tarro	gr	97.9	119.7	103.3	74	84.4	0.500	926	308.6	512	170.6	198	66.0
Contenido de Humedad	%	12.8	15.2	12.8	15.8	12.7							



COMENTARIO:

- Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- Composición del espécimen compactado : 70% suelo natural / 30% caucho granular

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.B.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INGENIERO CIVIL
 ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP / 67846

Tec: J.M.C
 Rev: B.C.S.

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodriguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A LL22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsanste incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setiembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50
 DOSIFICACIÓN : 40.0%
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

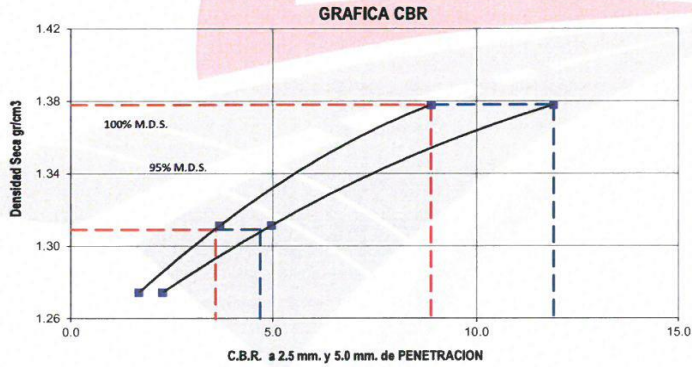
EQUIPO DE CBR

NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTEST / MOD CN-472Y SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg2 ó 19.35cm2

**ASTM D 1883
 MTC E 132** **CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)**

CARACTERISTICAS FISICAS DE MUESTRA				EXPANSION						
Pasante Tamiz 2"	100.0%	Clasif. SUCS	CL	Horas	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion	Lec. Pulg	Expansion
Pasante Tamiz 3/4"	100.0%	Clasif. AASTHO	A-6 (8)	00:00:00	0.174	0.000	0.078	0.000	0.157	0.000
Pasante Tamiz 3/8"	100.0%	Metodo utilizado	A	24:00:00	0.181	0.162	0.088	0.220	0.171	0.301
Pasante Tamiz N°4	100.0%	Maxima densidad seca (gr/cm³)	1.378	48:00:00	0.189	0.324	0.098	0.441	0.185	0.603
Límite Líquido (%)	29.0	Óptimo contenido humedad (%)	12.5	72:00:00	0.196	0.486	0.108	0.661	0.198	0.904
Índice Plástico (%)	12.0	Expansión (%)	0.65	96:00:00	0.204	0.648	0.118	0.881	0.212	1.205

CBR	0.1" PENETRACION	0.2" PENETRACION
100%	8.9	11.9
95%	3.6	4.7



COMENTARIO:

- Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- Composición del espécimen compactado : 60% suelo natural + 40% caucho granular

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

Tec.: J.M.C
 Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Jorge Luis Ponce Campos
JORGE LUIS PONCE CAMPOS
 TECNICO DE SUELOS
 V.B.

Roberto Tello Barbaran
INGENIERO CIVIL
ROBERTO TELLO BARBARAN
 CIP/ 67846

MAPID SAC
 Email.: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
 Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22. Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima

LABORATORIO GEOTECNICO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Robin Rojas Rodríguez
 DIRECCIÓN : Av. Marañón Mz. 7A LL22 Laura Caller Iberico-Los Olivos
 PROYECTO : Mejoramiento de la subsante incorporando caucho granular reciclado en la Av. Bonavista, Lima-2019

EXPEDIENTE : 0173-2019/MAPID
 FECHA DE RECEPCIÓN : sábado, 21 de Setiembre de 2019
 UBICACIÓN : Carabaylo

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Av. Bonavista, Sondaje C-01, M-01
 DESCRIPCIÓN : Coordenada UTM 18L : 280711 E 8689049 N / Prof : 0.00-1.50
 DOSIFICACIÓN : 40.0%
 CANTIDAD : 200 kg aprox.

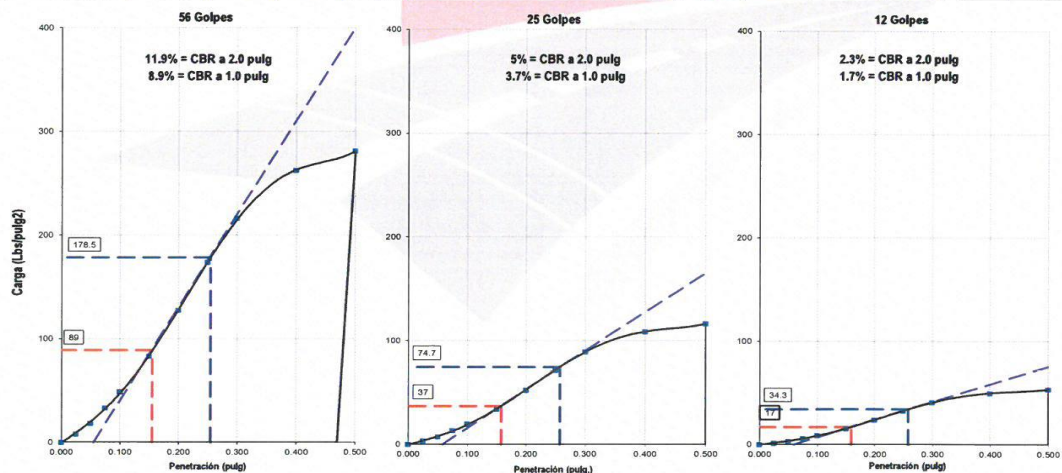
EQUIPO DE CBR

NOMBRE DE EQUIPO : PRENSA DE CBR CON ANILLO DE CARGA
 MARCA / MODELO : SOILTEST / MOD CN-472Y SERIE 182
 FACTOR ANILLO : 0.9254*(Lec.Dial) + 1.9814 (Kg)
 AREA DEL PISTON : 3.0 Pulg² ó 19.35cm²

ASTM D 1883 MTC E 132

CBR DE SUELOS - LABORATORIO (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)

DESCRIPCION	COMPACTACION DE ESPECIMENES						PENETRACION DE ESPECIMENES						
	M-26		M-37		M-49		Molde N°	M-26		M-37		M-49	
	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada		Penetra. (pulg)	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial	Carga Lb/pulg ²	Lec. Dial
N° Golpes por Capa	56 (5 Capas)		25 (5 Capas)		12 (5 Capas)								
Peso Molde + Suelo Humedo	gr	10311	10383	10128	10215	10041	10142	0.000	0	0.0	0	0.0	0
Peso del Molde	gr	7039.3	7039.3	7025.7	7025.7	7030.3	7030.3	0.025	10	7.9	3	3.1	1
Peso del Suelo Humedo	gr	3271.7	3343.7	3102.3	3189.3	3010.7	3111.7	0.050	24	18.1	8	7.1	2
Volumen del Molde	cm ³	2113	2113	2106.7	2106.7	2103.9	2103.9	0.075	47	33.1	17	13.2	7
Densidad Humeda	gr/cm ³	1.548	1.582	1.473	1.514	1.431	1.479	0.100	69	48.7	27	19.5	11
Densidad Seca	gr/cm ³	1.378	1.378	1.311	1.311	1.274	1.274	0.150	120	83.3	47	33.7	20
Tarro N°	gr	54	359	31	334	445	598	0.200	185	127.5	75	52.2	33
Tarro + Suelo Humedo	gr	458.2	572.1	562.9	404.3	517.3	467.2	0.250	253	173.6	103	71.4	46
Tarro + Suelo Seco	gr	417.5	514.2	513.3	361.3	474.7	422.3	0.300	316	216.2	129	89.2	58
Peso del Tarro	gr	88.7	124	110.3	82.7	128.4	143	0.400	384	262.6	158	108.6	71
Contenido de Humedad	%	12.4	14.8	12.3	15.4	12.3	16.1	0.500	411	281.1	169	116.4	76



COMENTARIO:

- Capacidad de anillo de carga de prensa CBR: 4.5KN.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.
- Composición del espécimen compactado : 60% suelo natural + 40% caucho granular

Fecha de emisión : Lima, 24 de Octubre del 2019

JORGE LUIS PONCE CAMPOS
TECNICO DE SUELOS
V.B.

INGENIERO CIVIL
ROBERTO TELLO BARBARAN
CIP 67846

Tec.: J.M.C
Rev.: B.C.S.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

MAPID SAC
 Email: info@mapid.pe / Telf.: (01) 2330380
 Av. Marañón Mz. 7A, Lt. 22, Laura Caller Iberico, Los Olivos - Lima.

LABORATORIO GEOTECNICO

Anexo 5. Certificados de Calibración de los equipos de Laboratorio



CERTIFICATE OF APPROVAL

This is to certify that the Quality Management System of:

**ELE International
A Division of Danahar UK Industries Limited
Leighton Buzzard, Bedfordshire
United Kingdom**

has been approved by Lloyd's Register Quality Assurance
to the following Quality Management System Standards:

ISO 9001:2008

The Quality Management System is applicable to:

**The design, development, configuration management,
manufacture and end customer servicing of quality
control monitoring instrumentation, against the
requirements of international standards, for the
civil engineering and environmental industries.**

Approval
Certificate No: LR 0860461

Original Approval: 10 February 2018

Current Certificate: 31 December 2018

Certificate Expiry: 30 December 2020

Issued by: Lloyd's Register Quality Assurance Limited



001

This document is subject to the provision on the reverse
71 Fenchurch Street, London EC3M 4BS United Kingdom. Registration number 1879370
This approval is carried out in accordance with the LRQA assessment and certification procedures and monitored by LRQA.
The use of the UKAS Accreditation Mark indicates Accreditation in respect of those activities covered by the Accreditation Certificate Number 001
Metric Revision 13

CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz 2 1/2 pulg)



**CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz 2 pulg)**



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz 1 1/2 pulg)



**CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz 1 pulg)**



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz 3/4 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz 1/2 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz 3/8 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz 1/4 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°4 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°6 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°8 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°10 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°16 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°20 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°30 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°40 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°50 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°80 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°100 pulg)



CERTIFICADO DE TAMICEZ DE BRONCE MARCA FORNEY
(Tamiz N°200 pulg)





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 4

SOLICITANTE : MAPID S.A.C. N° CERTIFICADO : 069-CLT-2019
UBICACIÓN : Mz. 7A, Lt 22, A.H. Laura Caller Iberico, Los Olivos. FECHA EMISION : 11/06/2019

I.- INFORMACION DEL EQUIPO

Identificación : HORNO - N° 01
Marca : ORION RCP
Modelo : No Indica
Número de Serie : No Indica
Capacidad : 240 lt.
Tipo : Electrico

Datos del Controlador

Marca : AUTONICS
Número de Serie : U352288
Tipo : TZN
Alcance de Indicación : 0°C a 200°C
División de Escala : 0.1°C
Tipo : Digital

II.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la escala internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), Tomándose como referencia el procedimiento para la calibración de Medios Isotermicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da Edición; Junio 2017, del SNM-INDECOPI.

III.- LUGAR DE CALIBRACIÓN

En las instalaciones de MAPID S.A.C., a solicitud del cliente.

IV.- TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las Unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia	Termómetros Digitales con 10 Termopares.	 Lic. Luis Miguel Lázaro DNE 052-CLT-2019

V.- RESULTADOS

Los resultados de las mediciones se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre ha sido calculada con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95%.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 2 de 4

SOLICITANTE : MAPID S.A.C. N° CERTIFICADO : 069-CLT-2019
UBICACIÓN : Mz. 7A, Lt 22, A.H. Laura Caller Iberico, Los Olivos. FECHA EMISION : 11/06/2019

VI.- CONDICIONES AMBIENTALES

Etapa	Inicial	Final
Temperatura	22.2 °C	22.1 °C
Humedad Relativa	69%	68%

VII.- OBSERVACIONES

Los resultados corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medicion considerado, luego del tiempo de estabilizacion.

Las lecturas se iniciaron luego de una precalentamiento y estabilizacion de 2h y 30min.

El esquema de distribucion y posicion de los termopares calibrados en los puntos de medicion se muestran en la pagina 4.

Temperatura de Control 100°C

La calibracion se realizo sin carga.

Para llegar a la temperatura de 100°C se programo el dispositivo de control del aparato electronico de control.

El promedio de Temperatura durante la medicion fue 100°C.

La maxima temperatura detectada fue 22°C y la minima temperatura detectada fue 333°C.

Con fines de Identificacion se coloco una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicacion "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibracion depende del uso, mantenimiento y conservacion del instrumento de medicion.

VIII.- RESULTADOS DE MEDICION

PARAMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Maxima Temperatura Medida	101.0	0.2
Minima Temperatura Medida	100.0	0.9
Desviacion de Temperatura en el Tiempo	0.3	0.2
Desviacion de Temperatura en el Espacio	0.1	1.5
Estabilidad de Medida (+/-)	0.4	0.1
Uniformidad Medida	2.5	1.0

T° PROM : Promedio de la temperatura en una posicion de medicion durante el tiempo de calibracion.
T° prom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medicion en un instante dado.
T° MAX : Temperatura maxima.
T° MIN : Temperatura minima.
DTT : Desviacion de temperatura en el tiempo.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 3 de 4

SOLICITANTE : MAPID S.A.C. N° CERTIFICADO : 069-CLT-2019
UBICACIÓN : Mz. 7A, Lt 22, A.H. Laura Caller Iberico, Los Olivos. FECHA EMISION : 11/06/2019

TEMPERATURA DE TRABAJO: 100 °C

Tiempo (minuto)	Termometro del Horno (°C)	Indicacion Termometros patrones (°C)										Tprom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	100	100.5	100.3	100.0	100.2	100.1	100.8	100.7	100.4	100.7	100.0	100.4	0.8
2	100	100.4	100.6	100.8	100.4	100.8	100.8	100.4	101.0	100.5	100.9	100.7	0.6
4	100	100.5	100.6	100.2	100.9	100.0	100.4	100.6	100.9	100.5	100.5	100.5	0.9
6	100	100.1	100.1	100.8	100.8	100.3	100.6	100.8	100.2	100.4	100.1	100.4	0.7
8	100	100.1	101.0	100.1	100.9	100.7	100.7	100.8	100.4	100.4	100.7	100.6	0.9
10	100	100.1	100.4	100.6	100.8	100.1	100.4	100.8	100.0	100.6	100.8	100.5	0.8
12	100	100.4	100.5	100.0	100.6	100.4	100.4	100.4	100.2	100.2	100.7	100.4	0.7
14	100	100.9	100.1	100.6	100.6	100.0	100.3	100.7	100.6	100.9	100.5	100.5	0.9
16	100	100.3	100.5	100.0	100.9	100.1	100.5	100.4	100.7	100.1	100.9	100.4	0.9
18	100	100.3	100.7	100.4	100.9	100.2	100.4	100.1	100.6	100.8	100.1	100.5	0.8
20	100	100.8	100.6	100.9	100.3	100.9	100.1	100.8	100.7	100.3	100.2	100.6	0.8
22	100	100.4	100.8	100.3	100.0	100.2	100.6	100.9	100.2	100.6	100.7	100.5	0.9
24	100	100.0	101.0	100.5	100.2	100.8	100.4	100.0	100.7	100.1	100.6	100.4	1.0
26	100	100.4	100.3	100.5	100.3	100.9	100.6	100.9	100.9	100.8	100.4	100.6	0.6
28	100	100.2	100.4	100.3	100.9	100.6	100.6	100.5	100.6	100.2	100.9	100.5	0.7
30	100	100.8	100.7	100.1	100.4	100.6	100.5	101.0	100.1	100.4	100.2	100.5	0.9
32	100	100.6	100.0	100.2	100.2	100.7	100.9	100.3	100.7	100.1	100.6	100.4	0.9
34	100	100.8	100.4	100.8	100.9	100.8	100.1	100.0	100.5	101.0	100.1	100.5	1.0
36	100	100.3	100.1	100.5	100.6	100.4	100.2	100.7	100.9	100.7	100.5	100.5	0.8
38	100	100.2	100.4	100.3	100.4	100.0	100.9	100.7	100.9	100.9	100.2	100.5	0.9
40	100	100.4	100.9	101.0	100.4	100.4	100.9	100.7	100.5	100.8	100.1	100.6	0.9
42	100	100.9	100.5	100.9	100.0	100.6	100.6	100.1	100.6	100.9	100.5	100.6	0.9
44	100	100.9	100.7	100.0	100.7	100.1	100.9	100.7	100.8	100.8	100.3	100.6	0.9
46	100	100.8	100.9	100.1	100.2	100.6	100.1	100.1	100.7	100.5	100.6	100.5	0.8
48	100	100.2	100.6	100.0	101.0	100.8	100.2	100.7	100.9	100.7	100.1	100.5	1.0
50	100	100.5	100.6	100.9	101.0	100.7	100.8	100.9	100.2	100.5	100.7	100.7	0.8
52	100	100.4	100.5	100.2	100.6	100.4	100.7	100.8	100.3	100.8	100.2	100.5	0.6
54	100	100.8	100.6	100.6	100.1	100.8	100.9	100.6	101.0	100.2	100.2	100.6	0.9
56	100	100.3	100.4	100.3	101.0	100.1	100.9	100.6	100.6	100.9	100.5	100.6	0.9
58	100	100.0	100.1	100.1	100.1	100.0	100.9	100.8	100.2	100.3	100.6	100.3	0.9
60	100	100.4	100.2	100.1	100.1	100.5	100.5	100.9	100.2	100.5	100.7	100.5	0.8
T.PROM	100	100.4	100.5	100.4	100.5	100.4	100.6	100.6	100.6	100.6	100.6	100.5	
TMAX	100	100.9	101.0	101.0	101.0	100.9	100.9	101.0	101.0	101.0	101.0	100.9	
TMIN	100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.1	100.0	
DTT	0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	0.9	0.9		

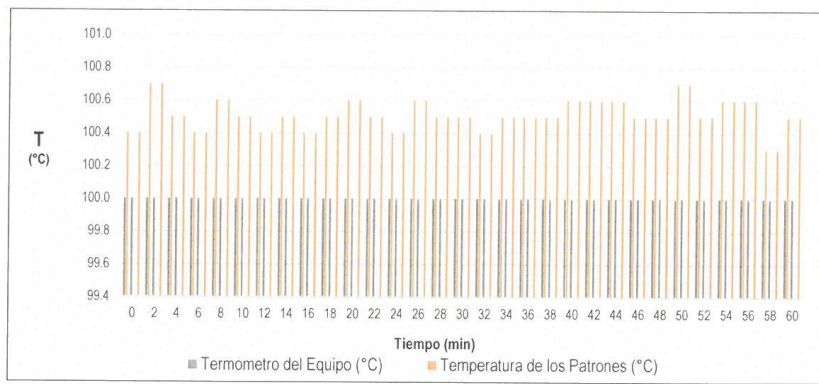


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 4 de 4

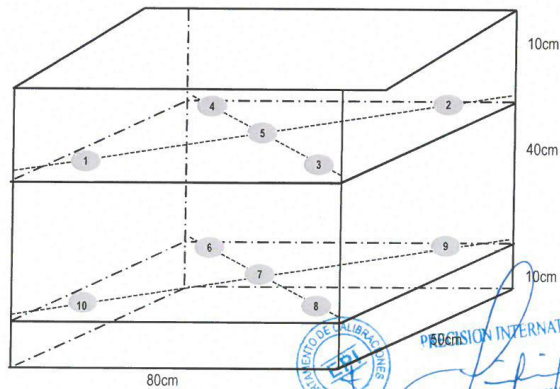
SOLICITANTE : MAPID S.A.C. N° CERTIFICADO : 069-CLT-2019
UBICACIÓN : Mz. 7A, Lt 22, A.H. Laura Caller Iberico, Los Olivos. FECHA EMISION : 11/06/2019

DISTRIBUCION DE TEMPERATURA EN EL EQUIPOS (°C)



T°C: Temperatura

UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Nota: Los sensores fueron ubicados a 15.0mm sobre los niveles.



PRECISION INTERNATIONAL
Luis Miguel Lázaro
DIRECTOR GE



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 6

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L0319018

ANILLO DE CARGA PARA PRENSA CBR

CLIENTE : MANEJO DE PROYECTOS DE INGENIERIA PARA EL
DESARROLLO S.A.C.

DIRECCIÓN :
MZA. 7A LOTE. 22 A.H. LAURA CALLER IBERICO - LOS OLIVOS

LUGAR : LIMA - LIMA

DATOS DEL EQUIPO

Prensa Marca : SOILTEST, MOD. CN-472Y, SERIE 182

Anillo Marca : SOILTEST

Modelo : Sin Modelo

Serie : 213276

Capacidad : 4.5 kN

Procedencia : USA

Dial : Marca SOILTEST Serie Sin serie de 0,1" x 0,0001"

Identificación : L0319018

Ubicación : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

Fecha de emisión:

Lima, 21 de junio del 2019

JMR EQUIPOS S.A.C.

PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
GERENTE GENERAL

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. Angel Hugo Vilchez Peña
CIP. 64442
Jefe de Laboratorio

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA / OFICINA CENTRAL:
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
Telf.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com
Web: www.jmrequipos.com



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0319018

Pág. 2 de 6

VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de MANEJO DE PROYECTOS DE INGENIERIA PARA EL DESARROLLO S.A.C., se procedió a verificar un Anillo de Carga. La calibración se realizó en las Instalaciones del Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

ANILLO DE CARGA PARA PRENSA CBR

Prensa Marca	: SOILTEST	Dial	
Modelo/Serie	: CN-472Y / 182	Marca	: SOILTEST
Anillo Marca	: SOILTEST	Modelo	: LC-2
Modelo	: Sin Modelo	Serie	: Sin serie
Serie	: 2E+05	Rango	: 0,1"
Capacidad	: 4.5 kN	Presición	: 0,0001"
Procedencia	: USA		
Identificación	: L0319018		
Ubicación	: Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.		

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

Celda de Carga	: KELI	Indicador	: Digital HIGH WEIGHT
Modelo	: A-FED	Modelo	: 315-X5
Serie	: AGB8500	Serie	: 0215426
Carga Nominal	: 5000 kgf.	División	: 0,1 kgf.
Modalidad	: Compresión		

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha	: 2019-6-20
Lugar	: Instalaciones del Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

5.- PROCEDIMIENTO.

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

6.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial	: 18.6 °C
Temperatura Final	: 18.4 °C
Humedad Relativa	: 77 %

JMR EQUIPOS S.A.C.

PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
GERENTE GENERAL

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. Angel Hugo Vilchez Peña
CIP. 64442
Jefe de Laboratorio

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA / OFICINA CENTRAL:
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
Telf.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com
Web: www.jmrequipos.com



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 2056632978

Certificado de Calibración N° L0319018

Pág. 3 de 6

7.- TRAZABILIDAD.

Certificado de Calibración MT-LF-282-2018 con trazabilidad en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente ... INF-LE 426.

8.- RESULTADOS

- En la Tabla N° 01 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondientes.
- En el Gráfico N°01 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.
- Confines de identificación se ha colocado etiquetas con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

JMR EQUIPOS SAC.

PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
GERENTE GENERAL

JMR EQUIPOS SAC.

Ing. Hugo Vilchez Peña
CIP 64442
Jefe de Laboratorio

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA / OFICINA CENTRAL:
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA
Telf.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com
Web: www.jmrequipos.com



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0319018

Pág. 4 de 6

9.- DATOS DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

Prensa Marca: SOILTEST; Modelo: CN-472Y; Serie: 182

Anillo Marca: SOILTEST; Modelo: Sin Modelo; Serie: 213276

Dial : Marca SOILTEST; Modelo: LC-2; Serie: Sin serie; Rango: 0,1"

SISTEMA ANALÓGICO	SERIE DE VERIFICACIÓN (pulg)			PROMEDIO
	SERIE (1) pulg.	SERIE (2) pulg.	SERIE (3) pulg.	
Divisiones				pulg.
10	9.5	10.2	10.3	10.00
20	19.6	20.0	19.9	19.83
30	29.3	29.5	29.3	29.37
40	38.6	39.3	38.8	38.90
50	47.9	49.1	48.2	48.40
100	93.2	96.0	94.5	94.57
150	139.5	142.7	141.5	141.23
200	189.2	190.8	189.5	189.83
250	233.9	237.7	235.2	235.60
300	278.2	280.6	279.6	279.47
350	321.4	323.7	322.8	322.63

Coefficiente

Ecuación de ajuste:

Correlación:

$R^2 = 0,9998$

Donde:

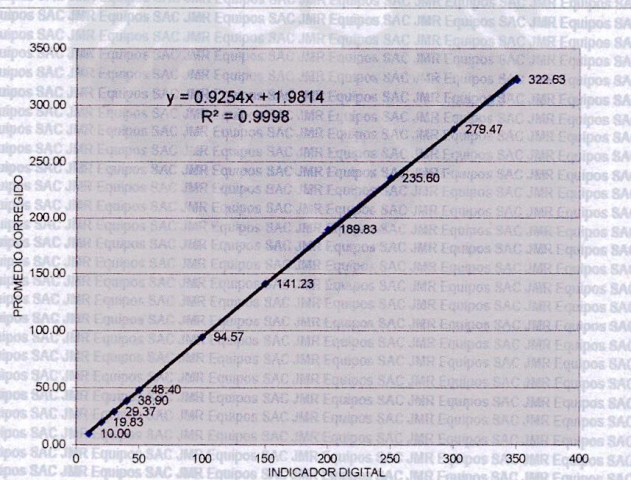
$y = 0,9254x + 1,9814$

X : Lectura del Dial (Divisiones)

Y : fuerza promedio (pulg.)

10.- GRÁFICA (Coeficiente de Correlación y Ecuación de Ajuste)

GRÁFICO N° 01



JMR EQUIPOS S.A.C.

PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
GERENTE GENERAL

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. Angel Hugo Vilchez Peña
CIP. 64442
Jefe de Laboratorio

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° 623, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:

ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Tel.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com

Web: www.jmrequipos.com



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0319018

Pág. 5 de 6

10.-

CARTA DE CALIBRACIÓN

Anillo Marca SOILTEST, Modelo Sin Modelo, Serie 213276 de 4.5 kN
Dial Marca SOILTEST, Serie Sin serie de 0,1" x 0,0001"

Fecha de calibración: 2019-6-20

Divis.	Kilogramos									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38
40	39	40	41	42	43	44	45	45	46	47
50	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
60	58	58	59	60	61	62	63	64	65	66
70	67	68	69	70	70	71	72	73	74	75
80	76	77	78	79	80	81	82	82	83	84
90	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
100	95	95	96	97	98	99	100	101	102	103
110	104	105	106	107	107	108	109	110	111	112
120	113	114	115	116	117	118	119	120	120	121
130	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
140	132	132	133	134	135	136	137	138	139	140
150	141	142	143	144	144	145	146	147	148	149
160	150	151	152	153	154	155	156	157	157	158
170	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
180	169	169	170	171	172	173	174	175	176	177
190	178	179	180	181	182	182	183	184	185	186
200	187	188	189	190	191	192	193	194	194	195
210	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205
220	206	206	207	208	209	210	211	212	213	214
230	215	216	217	218	219	219	220	221	222	223
240	224	225	226	227	228	229	230	231	231	232
250	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242
260	243	244	244	245	246	247	248	249	250	251
270	252	253	254	255	256	256	257	258	259	260
280	261	262	263	264	265	266	267	268	268	269
290	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279
300	280	281	281	282	283	284	285	286	287	288

JMR EQUIPOS SAC

PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
GERENTE GENERAL



Ing. Angel Hugo Vilchez Peña
CIP. 84442
Jefe de Laboratorio

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA / OFICINA CENTRAL:

ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Cel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jrmventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0319018

Pág. 6 de 6

Divis.	Kilogramos									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
310	289	290	291	292	293	293	294	295	296	297
320	298	299	300	301	302	303	304	305	306	306
330	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316
340	317	318	318	319	320	321	322	323	324	325
350	326	327	328	329	330	330	331	332	333	334
360	335	336	337	338	339	340	341	342	343	343
370	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353
380	354	355	355	356	357	358	359	360	361	362
390	363	364	365	366	367	368	368	369	370	371
400	372	373	374	375	376	377	378	379	380	380

JMR EQUIPOS S.A.C.

PAUL CAVIO-SOUSA PIZANGO
GERENTE GENERAL

JMR EQUIPOS S.A.C.



Ing. Angel Hugo Vilchea Peña
CIP. 64442
Jefe de Laboratorio

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA / OFICINA CENTRAL:
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Cel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jrmentores01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE PROCTOR ESTANDAR
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

DIAMETRO INTERNO	4" (101,6mm)
ALTURA	116,4 mm
SERIE	1083

El Molde Proctor Estándar ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 558

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.




Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
Telf.: 540-2790 Anexo 131
RPC: 964312906
E-mail: mantenimiento@tecnicascp.com.pe
WWW.tecnicascp.com.pe



Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION
MARTILLO PROCTOR MODIFICADO
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

PESO	10 libras
CAIDA	18 " (pulgadas)
SERIE	846

El Martillo Proctor Modificado ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 1557

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%). De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicascp.com.pe

Representante de:



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 590 - 2019***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	190856	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MANEJO DE PROYECTOS DE INGENIERIA PARA EL DESARROLLO S.A.C.	
3. Dirección	Mz. 7A Lt. 22 A.H. Laura Caller Iberico , Los Olivos - Lima - LIMA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	6200 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	SJX6201/E	
Número de Serie	B835336208	
Capacidad mínima	5 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-09-25	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-09-25


JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 590 - 2019**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego Vipol, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,5 °C
Humedad Relativa	67 %	67 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: 180467001	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-198-2019 / LM-218-2019
PESA (Clase de exactitud E1) HAFNER: 101876-D-K-15192-01-00	PESA (Clase de Exactitud F1)	M-0809-2019

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
calidad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 590 - 2019

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

		Inicial		Final			
	Temperatura	20,4 °C		20,4 °C			
Medición Nº	Carga L1 = 3 000,0 g			Carga L2 = 6 000,0 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3 000,0	50	0	6 000,0	50	0	
2	3 000,0	50	0	6 000,0	60	-10	
3	3 000,0	50	0	6 000,0	50	0	
4	3 000,0	60	-10	6 000,0	60	-10	
5	3 000,0	60	-10	6 000,0	60	-10	
6	3 000,0	50	0	6 000,0	60	-10	
7	3 000,0	50	0	6 000,0	60	-10	
8	3 000,0	60	-10	6 000,0	50	0	
9	3 000,0	50	0	6 000,0	50	0	
10	3 000,0	60	-10	6 000,0	50	0	
	Diferencia Máxima		10	Diferencia Máxima		10	
	Error Máximo Permissible		± 300	Error Máximo Permissible		± 300	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	20,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	1,0 g	1,0	50	0	2 000,0	2 000,0	50	0	0
2		1,0	50	0		1 999,9	40	-90	-90
3		1,0	50	0		2 000,0	60	-10	-10
4		1,0	50	0		2 000,0	60	-10	-10
5		1,0	50	0		1 999,9	50	-100	-100
		Error máximo permisible							± 200

* Valor entre 0 y 10e



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 590 - 2019

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20,4 °C	20,5 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	50	0						
5,0	5,0	50	0	0	5,0	50	0	0	100
20,0	20,0	50	0	0	20,0	50	0	0	100
100,0	100,0	60	-10	-10	100,0	40	10	10	100
500,0	500,0	60	-10	-10	500,0	60	-10	-10	100
1 000,0	1 000,0	50	0	0	1 000,0	50	0	0	200
2 000,0	2 000,0	60	-10	-10	2 000,0	50	0	0	200
3 000,0	3 000,0	60	-10	-10	3 000,0	50	0	0	300
4 000,0	4 000,0	60	-10	-10	3 999,9	40	-90	-90	300
5 000,0	5 000,0	70	-20	-20	5 000,0	70	-20	-20	300
6 200,0	6 200,0	60	-10	-10	6 200,0	60	-10	-10	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000327 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,00223 \text{ g}^2 + 0,0000000028 R^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Anexo 6. Plano de ubicación de la zona de investigación

