

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE EMULSIONES ASFÁLTICAS
CATIÓNICAS PARA LA ESTABILIZACION EN EL TRAMO DE 5 KM
ENTRE EL CASERIO JOSÉ GALVES Y LA CIUDAD DE OTUZCO,
PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD**

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GEOTECNIA

AUTORES:

Br. JARA VASQUEZ, SIGMOND NICHOLAS

Br. ÁNGULO MACEDO, ALAN SANDRO

ASESOR:

MSC. ING. LUJAN SILVA, ENRIQUE FRANCISCO

N° de Registro: _____

TRUJILLO – PERÚ

2018

MIEMBROS DEL JURADO

ING. Dávalos Capristán, Omar Alexander

CIP: 72773

PRESIDENTE

ING. Henriquez Ulloa, Juan Paul

CIP: 118101

SECRETARIO

ING. Ochoa Zevallos, Rolando

CIP: 9133

VOCAL

ING. Lujan Silva, Enrique Francisco

CIP:

ASESOR

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Cumpliendo con lo dispuesto en el reglamento de Grados y Títulos de la escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego – Trujillo, es grato poner a vuestra consideración, la presente Tesis titulada: “**ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIÓNICAS PARA LA ESTABILIZACIÓN EN EL TRAMO DE 5 KM ENTRE EL CASERIO JOSÉ GALVES Y LA CIUDAD DE OTUZCO, PROVINCIA DE OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD**”, con la finalidad de cumplir los requisitos para obtener el **TÍTULO PROFESIONAL de INGENIERO CIVIL.**

TRUJILLO, MAYO DEL 2018

Br. Jara Vásquez, Sigmond Nicholas

Br. Angulo Macedo, Alan Sandro

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi aporte y compañía durante todo el periodo de estudio, todo esto se lo debo.

Mis padres Yone Vásquez de Jara y Wilson Julio Jara Gutiérrez, por darme la vida y creer en mí y porque siempre me apoyaron en los momentos más difíciles y obstáculos que se me presentaron en la parte de mi desarrollo como profesional. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se lo debo a ustedes.

Mis abuelos Julio Raúl Vasquez Fermín (QEPD) y Adriana Vasquez Tomas (QEPD), porque ellos fueron mis primeros inculcadores y me forjaron por el camino correcto. Gracias por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

Mis hermanos, Julissa Maribel Jara Vásquez, Katya Diana Jara Vásquez y mi hermano menor Steven Anderson Jara Vásquez, que sigue los pasos también en ser un gran profesional, a ellos les doy las gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Mis hijos Sebastián Fabricio Jara Aranda y Alondra Zuleyka Jara Aranda porque ellos son la fuente de mi inspiración y fortaleza en seguir adelante y a mi esposa Sheyla Miluska Aranda Gamboa por apoyarme en los malos y buenos momentos que vivimos, esto también se lo debo a ustedes.

Mis maestros el Ing. Henriquez Ulloa Juan Paul, Ing. Iujan Silva Enrique Francisco, por brindarnos y apoyarnos en este arduo trabajo, ha sido quien ha sabido encaminarnos por el camino correcto, al Ing. José Sebastián Huertas Polo quien nos brindó ayuda con el desarrollo de nuestros laboratorios que nos ha ofrecido sabios conocimientos para lograr nuestras metas. Al Ing. Rodríguez Ramos Mamerto por brindarme información y apoyo en el desarrollo de mi tesis. Al Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva quien nos brindó y apoyo con los laboratorios de materiales de la Universidad Nacional de Trujillo.

Muchas gracias ingenieros.

Br. Jara Vásquez, Sigmund Nicholas

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico a mi familia, en especial a mis padres por siempre darme ese empujón y permitir que crezca como persona y profesional.

A mi madre gacela Macedo Aguilar por siempre estar a mi lado, por ayudarme siempre y nunca dejarme solo, por su esfuerzo de levantarse temprano y siempre ver que este por buen camino te lo agradezco mamá.

A mi padre Jorge Angulo Rodríguez, que por más bueno y consentidor me ha dado lo mejor hasta ahora, gracias padre.

A mi hermano Franco Angulo Macedo, por ser mí gran ejemplo a seguir, gracias por tus consejos, por permitir que sea mejor día a día gracias hermano.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante este tiempo estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

GRACIAS A TODOS.

Br. Angulo Macedo, Alan Sandro

AGRADECIMIENTO

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al Ing. Enrique Ulloa Juan Paul, Ing. Lujan Silva Enrique Francisco, por brindarnos y apoyarnos en este arduo trabajo, ha sido quien ha sabido encaminarnos por el camino correcto, al Ing. José Sebastián Huertas Polo quien nos brindó ayuda con el desarrollo de nuestros laboratorios que nos ha ofrecido sabios conocimientos para lograr nuestras metas. Al Ing. Rodríguez Ramos Mamerto por brindarme información y apoyo en el desarrollo de mi tesis. Al Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva quien nos brindó y apoyo con los laboratorios de materiales de la Universidad Nacional de Trujillo. Con lo me encuentro en deuda por el ánimo infundido y la confianza que en mí depositaron.

También quiero agradecer al alcalde provincial de Otuzco Ing. Luis Rodríguez Rodríguez, por brindarme información del tramo José Galves a Otuzco a mejorar.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos.

A todos ellos, muchas gracias.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero dar gracias a dios, a mis padres y toda mi familia por permitir disfrutar este gran pasó al lado de ellos. Gracias a mis padres y mi hermano mayor por sus consejos, por apoyarme en cada decisión y proyecto. Gracias por permitir cumplir con excelencia y éxito el desarrollo de esta tesis, gracias por permitir creer en mí y gracias a dios por permitir vivir y disfrutar de este momento.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos.

Les agradezco con mucho amor, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes. Mi hermosa familia.

Br. Angulo Macedo, Alan Sandro

RESUMEN

El desarrollo de la presente tesis surge con el objetivo de determinar las propiedades mecánicas del tramo de 5 km entre caserío José Gálvez – ciudad Otuzco, provincia Otuzco, departamento La Libertad, previamente aplicado una emulsión asfáltica. Las aplicaciones de emulsión asfáltica catiónica fueron de 0, 4, 8, 12 y 16%. Para la obtención de las muestras representativas fue pozo a cielo abierto. Se considera como el método más satisfactorio para conocer la condición del subsuelo, ya que permite una mejor inspección y clasificación del material explorado. Se puede ir observando las variaciones del material y establecer, en forma los espesores de los estratos, la profundidad del nivel freático, etc., sin embargo, este tipo de excavaciones no puede llevarse a cabo grandes profundidades en manera especial por la imposibilidad de controlar el flujo de agua bajo el nivel freático. En la caracterización de la muestra de suelo se hicieron los siguientes análisis: Granulometría, Límites Atterberg, contenido de sales solubles totales, contenido de materia orgánica el ensayo de abrasión de Los Ángeles y compactación (Proctor modificado), absorción y Relación de Soporte de California (CBR). Los resultados de los análisis fueron sometidos a las evaluaciones estadísticas como prueba de Levene modificado, análisis de varianza y Prueba de Duncan para determinar la influencia, la significancia y la mejor muestra sobre la aplicación de emulsión asfáltica catiónica respectivamente. La muestra aplicada con emulsión asfáltica fue la cantidad de 8% sobre el suelo obteniendo el mayor valor de CBR con 31.1%

ABSTRACT

The development of the present thesis arises with the objective of determining the mechanical properties of the stretch of 5 km between José Gálves farmhouse - Otuzco city, Otuzco province, La Libertad department, previously applied an asphalt emulsion. The applications of cationic asphalt emulsion were 0, 4, 8, 12 and 16%. To obtain the pre-presentation samples, it was an open pit. It is considered as the most satisfactory method to know the condition of the subsoil, since it allows a better inspection and classification of the explored material. It can be observed the variations of the material and establish, in form the thickness of the strata, the depth of the water table, etc., However, this type of excavations can not be carried out great depths in a special way by the impossibility of controlling the flow of water below the water table. In the characterization of the soil sample, the following analyzes were made: Granulometry, Atterberg Limits, content of total soluble salts, content of organic matter, Los Angeles abrasion test and compaction (modified Proctor), absorption and Relacoon de Apoyo de California (CBR) The results of the analyzes were subjected to statistical evaluations such as modified Levene test, analysis of variance and Duncan test to determine the influence, the significance and the best sample on the application of cationic asphalt emulsion respectively. The sample applied with asphalt emulsion was the amount of 8% on the ground obtaining the highest value of CBR with 31.1%

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. AREA GEOGRÁFICA	3
1.2.2. ESPACIO METODOLÓGICO.....	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	4
1.5. OBJETIVOS DEL ESTUDIOS	4
1.5.1. OBJETIVOS GENERAL.....	4
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	5
1.5.3.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA	5
1.5.3.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	5
1.5.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	5
CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES	7
2.1.1. ANTECEDENTE INTERNACIONAL	7
2.1.2. ANTECEDENTE NACIONAL	10
2.1.3. ANTECEDENTE LOCAL.....	12
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	14
2.2.1. SUELO.....	14

2.2.1.1. TIPOS DE ROCAS	14
2.2.1.2. AGENTES DE METEORIZACIÓN.....	16
2.2.2. ASFALTO.....	16
2.2.3. EMULSIÓN ASFÁLTICA.....	17
2.2.3.1. COMPOSICIÓN DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS	18
2.2.3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS	19
2.2.3.3. PROCESO DE EMULSIFICACIÓN ASFÁLTICA	22
2.2.3.4. ROTURA DE LA EMULSION ASFÁLTICA	22
2.2.3.5. PROPIEDADES DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS	24
2.2.3.6. VENTAJAS AMBIENTALES DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	26
2.2.4. PATOLOGÍAS EN CARRETERAS AFIRMADAS.....	27
2.2.4.1. DESCRIPCIÓN DEL MECANISMO DE DETERIORO.....	27
2.2.4.2. DEFECTOS EN VÍAS SIN PAVIMENTAR	28
2.2.5. GRANULOMETRÍA.....	31
2.2.6. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN.....	31
2.2.7. COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO).....	32
2.2.8. RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA (CBR)	32
2.2.9. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS	33
CAPITULO III. MATERIAL Y MÉTODOS	36
3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
3.1.1. POBLACIÓN	37
3.1.1. MUESTRA.....	38
3.2. MÉTODO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.4. VARIABLES DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN.....	39
3.4.1. VARIABLES DE ESTUDIO	39
3.4.2. OPERACIONALIZACIÓN.....	39
3.5. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
3.5.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS	39
3.5.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA.....	39

3.5.3. MATERIALES DE CAMPO	40
3.5.4. EQUIPOS.....	40
3.5.5. INSTRUMENTOS DE ESCRITORIO	40
3.6. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	40
3.7. MODELOS ESTADÍSTICOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	40
3.7.1. PRUEBA DE LEVENE	40
3.5.2. PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA	41
3.5.3. PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE DUNCAN.....	41
3.8. OBTENCIÓN DEL SUELO EN CAMPO	41
3.9. ENSAYOS Y CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	42
3.9.1. CLASIFICACIÓN DEL SUELO (SUCS Y AASHTO)	42
3.9.1.1. GRANULOMETRÍA	47
3.9.1.2. LÍMITES ATTERBERG.....	48
3.9.1.3. CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES.....	49
3.9.1.4. MATERIA ORGÁNICA.....	49
3.9.1.5. ENSAYO DE ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES	49
3.9.2. COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO).....	50
3.9.3. ENSAYO DE ABSORCIÓN.....	51
3.9.4. RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA (CBR).....	51
3.9. ENSAYOS A LA EMULSIÓN ASFÁLTICA	52
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	53
4.1. PRUEBA DE LEVENE.....	54
4.2. ANÁLISIS DE VARIANZA	54
4.3. PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE DUNCAN.....	55
4.4. ESTUDIO GENERAL DEL SUELO	55
4.4.1. OBTENCION DEL SUELO EN CAMPO.....	55
4.4.2. ENSAYOS Y CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	64
4.4.2.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	64
4.4.2.2. COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)	93
4.4.2.3. ABSORCIÓN DE AGUA POR SATURACIÓN.....	103
4.4.2.4. RELACIÓN SOPORTE CALIFORNIA (CBR)	107

4.4.3. ENSAYO A EMULSIÓN ASFÁLTICA.....	121
CAPITULO V. DISCUSIONES DE RESULTADOS	122
CAPITULO VI. CONCLUSIONES	125
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES	127
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	128
ANEXOS	131

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las emulsiones asfálticas	20
Tabla 2. Carga unitaria de penetración del CBR	33
Tabla 3. Operacionalización de las variables	39
Tabla 4. Clasificación de los suelos (SUCS Y AASHTO)	43
Tabla 5. Sistema de unificado de clasificación de suelos	44
Tabla 6. Clasificación de los suelos según AASHTO	46
Tabla 7. Prueba Levene modificada para el CBR aplicado con emulsión asfáltica catiónica	54
Tabla 8. Análisis de Varianza para el CBR aplicado con emulsión asfáltica catiónica	54
Tabla 9. Prueba de Comparaciones múltiples de Duncan para el CBR aplicado con emulsión asfáltica catiónica	55
Tabla 10. Clasificación de suelos de la calicata 1	63
Tabla 11. Clasificación de suelos de la calicata 2	65
Tabla 12. Clasificación de suelos de la calicata 3	67
Tabla 13. Clasificación de suelos de la calicata 4	69
Tabla 14. Clasificación de suelos de la calicata 5	71
Tabla 15. Clasificación de suelos de la calicata 6	73
Tabla 16. Clasificación de suelos de la calicata 7	75
Tabla 17. Clasificación de suelos de la calicata 8	77
Tabla 18. Clasificación de suelos de la calicata 9	79
Tabla 19. Clasificación de suelos de la calicata 10	81
Tabla 20. Cantidad de exposición a sulfatos en contenido de sales solubles totales	83
Tabla 21. Contenido de sales solubles totales en calicata 1	83
Tabla 22. Contenido de sales solubles totales en calicata 2	83
Tabla 23. Contenido de sales solubles totales en calicata 3	84
Tabla 24. Contenido de sales solubles totales en calicata 4	84
Tabla 25. Contenido de sales solubles totales en calicata 5	84
Tabla 26. Contenido de sales solubles totales en calicata 6	84

Tabla 27. Contenido de sales solubles totales en calicata 7	85
Tabla 28. Contenido de sales solubles totales en calicata 8	85
Tabla 29. Contenido de sales solubles totales en calicata 9	85
Tabla 30. Contenido de sales solubles totales en calicata 10	85
Tabla 31. Materia orgánica en calicata 1	86
Tabla 32. Materia orgánica en calicata 2	86
Tabla 33. Materia orgánica en calicata 3	86
Tabla 34. Materia orgánica en calicata 4	87
Tabla 35. Materia orgánica en calicata 5	87
Tabla 36. Materia orgánica en calicata 6	87
Tabla 37. Materia orgánica en calicata 7	87
Tabla 38. Materia orgánica en calicata 8	88
Tabla 39. Materia orgánica en calicata 9	88
Tabla 40. Materia orgánica en calicata 10	88
Tabla 41. Ensayo de abrasión para calicata 1	89
Tabla 42. Ensayo de abrasión para calicata 2	89
Tabla 43. Ensayo de abrasión para calicata 3	89
Tabla 44. Ensayo de abrasión para calicata 4	90
Tabla 45. Ensayo de abrasión para calicata 5	90
Tabla 46. Ensayo de abrasión para calicata 6	90
Tabla 47. Ensayo de abrasión para calicata 7	90
Tabla 48. Ensayo de abrasión para calicata 8	91
Tabla 49. Ensayo de abrasión para calicata 9	91
Tabla 50. Ensayo de abrasión para calicata 10	91
Tabla 51. Absorción de agua por saturación en calicata 1	102
Tabla 52. Absorción de agua por saturación en calicata 2	102
Tabla 53. Absorción de agua por saturación en calicata 3	103
Tabla 54. Absorción de agua por saturación en calicata 4	103
Tabla 55. Absorción de agua por saturación en calicata 5	103
Tabla 56. Absorción de agua por saturación en calicata 6	104
Tabla 57. Absorción de agua por saturación en calicata 7	104

Tabla 58. Absorción de agua por saturación en calicata 8	104
Tabla 59. Absorción de agua por saturación en calicata 9	105
Tabla 60. Absorción de agua por saturación en calicata 10	105
Tabla 61. Resumen del CBR en las diferentes adiciones de emulsión asfálticas catiónicas	119
Tabla 62. Caracterización a emulsión asfáltica	120
Tabla 63. Análisis fisicoquímico a emulsión asfáltica	120
Tabla 64. Resumen de resultados de los límites de consistencia	123

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características físicas de la delimitación de la investigación	3
Figura 2. Pasos que atraviesa una emulsión hasta la rotura completa ante un material pétreo	23
Figura 3. Ubicación del departamento de La Libertad	37
Figura 4. Ubicación del distrito de Otuzco	37
Figura 5. Carta de plasticidad	43
Figura 6. Límites de consistencia del suelo	48
Figura 7. Tramo de la carretera de Otuzco dirigiéndose a José Gálvez	55
Figura 8. Tramo de medidas del ancho de la trocha carro sable	56
Figura 9. Excavación de las calicatas para obtener muestras del terreno	56
Figura 10. Medida de la altura de la calicata para la obtención de nuestra muestra de terreno	57
Figura 11. Obtención de nuestro material pétreo y protegidas con bolsas herméticas	57
Figura 12. Muestras del terreno para la obtención de nuestras propiedades físicas	58
Figura 13. Secado de muestras obtenidas de las calicatas en cocina	58
Figura 14. Pesado del material para realizar los ensayos	59
Figura 15. Lavado del material para obtener características del suelo	59
Figura 16. Método de ensayo estándar en agregado mineral por lavado	60
Figura 17. Secado al horno del material obtenido para obtener las características físicas	60
Figura 18. Analizando los límites de Atterberg en la copa de Casa Grande	61
Figura 19. Calculando el LL y LP, según la Norma ASTM D4318-05	61
Figura 20. Compactación (Proctor Modificado) Norma ASTM D1557	62
Figura 21. Curva granulométrica calicata 1	63
Figura 22. Curva de fluidez calicata 1	64
Figura 23. Carta de plasticidad calicata 1	64
Figura 24. Curva granulométrica calicata 2	65
Figura 25. Curva de fluidez calicata 2	66

Figura 26. Carta de plasticidad calicata 2	66
Figura 27. Curva granulométrica calicata 3	67
Figura 28. Curva de fluidez calicata 3	68
Figura 29. Carta de plasticidad calicata 3	68
Figura 30. Curva granulométrica calicata 4	69
Figura 31. Curva de fluidez calicata 4	70
Figura 32. Carta de plasticidad calicata 4	70
Figura 33. Curva granulométrica calicata 5	71
Figura 34. Curva de fluidez calicata 5	72
Figura 35. Carta de plasticidad calicata 5	72
Figura 36. Curva granulométrica calicata 6	73
Figura 37. Curva de fluidez calicata 6	74
Figura 38. Carta de plasticidad calicata 6	74
Figura 39. Curva granulométrica calicata 7	75
Figura 40. Curva de fluidez calicata 7	76
Figura 41. Carta de plasticidad calicata 7	76
Figura 42. Curva granulométrica calicata 8	77
Figura 43. Curva de fluidez calicata 8	78
Figura 44. Carta de plasticidad calicata 8	78
Figura 45. Curva granulométrica calicata 9	79
Figura 46. Curva de fluidez calicata 9	80
Figura 47. Carta de plasticidad calicata 9	80
Figura 48. Curva granulométrica calicata 10	81
Figura 49. Curva de fluidez calicata 10	82
Figura 50. Carta de plasticidad calicata 10	82
Figura 51. Compactación en calicata 1	92
Figura 52. Compactación en calicata 2	93
Figura 53. Compactación en calicata 3	94
Figura 54. Compactación en calicata 4	95
Figura 55. Compactación en calicata 5	96
Figura 56. Compactación en calicata 6	97

Figura 57. Compactación en calicata 7	98
Figura 58. Compactación en calicata 8	99
Figura 59. Compactación en calicata 9	100
Figura 60. Compactación en calicata 10	101
Figura 61. Muestra de suelo tamizado por malla N° 4	106
Figura 62. Materiales utilizados para el ensayo de CBR	106
Figura 63. Máquina para CBR: prensa HUMBOLDT	107
Figura 64. Latas de acero inoxidable para el secado de muestras	107
Figura 65. Amasado de suelo preparado con agua	108
Figura 66. Adición de emulsión asfáltica catiónica a la muestra de suelo	108
Figura 67. Suelo después de la adición de emulsión y agua	109
Figura 68. Ensamblaje del molde cilíndrico de compactación	109
Figura 69. Pesado de molde cilíndrico	110
Figura 70. Compactado de muestra	110
Figura 71. Vista superior de la compactación de suelo con emulsión asfáltica	111
Figura 72. Pesado molde después de la compactación de suelo	111
Figura 73. Molde preparado para el ensayo de CBR	112
Figura 74. Proceso de saturación de moldes preparados por 96 horas	112
Figura 75. Proceso de saturación de muestras con emulsión por 96 horas	113
Figura 76. Medición de expansión del suelo en molde de CBR	113
Figura 77. Molde con suelo después de la saturación	114
Figura 78. Molde con muestra más emulsión asfáltica después de la saturación.....	114
Figura 79. Molde preparado con sobrecarga para el ensayo de CBR.....	115
Figura 80. Ensayo de CBR en la prensa HUMBOLDT	115
Figura 81. Ensayo de CBR de muestras con emulsión asfáltica	116
Figura 82. Muestra patrón después del ensayo de CBR.....	116
Figura 83. Muestra con 4% de emulsión asfáltica, después del ensayo de CBR.....	117

Figura 84. Muestra con 8% de emulsión asfáltica, después del ensayo de CBR.....	117
Figura 85. Muestra con 12% de emulsión asfáltica, después del ensayo de CBR.....	118
Figura 86. Muestra con 16% de emulsión asfáltica, después del ensayo de CBR.....	118
Figura 87. Comportamiento de las diferentes adiciones de emulsión asfáltica catiónica	119
Figura 88. Resumen del comportamiento de la absorción de agua por saturación.....	122

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las vías terrestres soportan el deterioro de sus componentes y la garantía de su funcionamiento; esto en gran parte depende del suelo del terreno en el que se quiere desarrollar la vía, y cuando este no posee las características ideales para sus construcciones (Quiroz, 2017); debemos mejorar la respuesta mecánica de dicho suelo con otras alternativas, como es el caso de emulsiones asfálticas para brindar una mejor compactación y prevenir daños físicos posteriores en un periodo corto de plazo. El suelo es el eslabón débil en la construcción de cualquier camino, ya que es precisamente en este donde comienza su deterioro (debido al ablandamiento bajo la acción del agua) y consecuentemente se observan de manera superficial y aún más sobre las condiciones climáticas, que mayormente alteran la vida útil de la construcción (De la Cruz, 2010). Para minimizar estos problemas usualmente se utilizan diversos métodos para la mejora del suelo, como por ejemplo la estabilización con cal, cemento, materiales bituminosos, polímeros y etc. (Torres, 2015); los cuales, a pesar de su amplia práctica y beneficios ya comprobados, no siempre representan la mejor opción dentro del punto de vista de la sostenibilidad y económico; ya que dependen en su mayoría de las condiciones físicas de dicho terreno y las condiciones climáticas de la zona.

Uno de los principales problemas que tenemos en nuestra región para la industria de la construcción es la inestabilidad de suelos y sus fallas por aplicaciones de cargas ante condiciones adversas de clima, para prevenir problemas de este tipo es necesario someter al suelo a un tratamiento al que llamamos “estabilización de suelo”.

Con la estabilización se pretende primero aumentar la resistencia mecánica de las capas granulares de la estructura para un pavimento y lograr una escasa variación volumétrica; y la durabilidad de dichas capas y por lo tanto también aumentar la durabilidad de la vía terminada. Se propone optimizar

recursos económicos y contribuir con el tema de la conservación de los recursos naturales, se estabilizan los materiales granulares existentes en las vías terciarias que van a ser pavimentadas, en algunos casos no es necesario adicionar nada para mejorarlos y en otras ocasiones se puede hacer un tratamiento de la capa más superficial con la adición de emulsión asfáltica, con el objetivo principal de evaluar el mejoramiento de sus propiedades físicas y mecánicas (Quiroz, 2017).

1.2. DELIMITACION DEL PROBLEMA

1.2.1. AREA GEOGRÁFICA

El área en estudio abarcó el tramo de 5 km entre caserío José Gálvez – ciudad Otuzco, provincia Otuzco, departamento La Libertad.



Figura 1. Características físicas de la delimitación de la investigación

1.2.2. ESPACIO METODOLÓGICO

Esta investigación está enfocada en determinar las causas que producen las excesivas lluvias y consecuentemente una baja en sus propiedades resistentes en el tramo del caserío José Galves – ciudad

Otuzco, provincia Otuzco, departamento La Libertad, y dar a conocer la influencia que tiene la emulsión asfáltica catiónica para mejorar dichas condiciones de resistencia. Para ello se realizaron actividades de ensayos de laboratorio con el fin de cumplir nuestros objetivos.

1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Determinar de qué manera influye las concentraciones de emulsión asfáltica catiónicas (%) en la estabilización del suelo arcilloso sobre las propiedades mecánicas de suelos; Proctor y CBR en el tramo de 5 km entre José Galves – ciudad Otuzco, provincia Otuzco, departamento La Libertad?

1.4. FORMULACION DE LA HIPOTESIS

Si incorporamos entre 4 y 6% de emulsión asfáltica a suelos arcillosos mejorarán las propiedades mecánicas del suelo; Proctor y CBR en el tramo de 5 km entre caserío José Galves – ciudad Otuzco, provincia Otuzco, departamento La Libertad.

1.5. OBJETIVOS DE ESTUDIOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar y aplicar emulsiones asfálticas catiónicas para la estabilización en el tramo de 5 km entre el caserío José Galves – ciudad Otuzco, provincia Otuzco, departamento La Libertad.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las propiedades mecánicas del suelo a estudiar y propiedades físicas de la emulsión asfáltica.
- Caracterizar las propiedades físicas del suelo luego de adicionarle la emulsión asfáltica.
- Determinar el porcentaje óptimo de emulsión asfáltica para una correcta mezcla

- Analizar y discutir los resultados obtenidos para determinar el mejoramiento del suelo estabilizado en relación al suelo natural.

1.5.3. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

1.5.3.1. Justificación Académica

El proyecto de tesis se justifica académicamente porque permitirá analizar procedimientos y metodologías para verificar la influencia de la emulsión asfáltica catiónica en suelos arcillosos y determinar relación humedad – densidad y CBR, y la determinación de parámetros geológicos en el caserío José Gálvez – ciudad Otuzco, provincia Otuzco, departamento La Libertad.

1.5.3.2. Justificación técnica

El presente proyecto está orientado al estudio de la influencia del comportamiento de las emulsiones asfálticas en suelos arcillosos ante el efecto de lluvias. Los análisis de las muestras serán evaluados en laboratorio de ensayos, el cual brindara información sobre la relación humedad – densidad y CBR. También Determinar las ventajas y desventajas que trae consigo la aplicación de emulsiones asfálticas, así como establecer la factibilidad del uso en la práctica con las normativas correspondientes del MTC

1.5.3.3. Justificación social

El mejoramiento y la adecuación de la red de carreteras del país se consideran pilares básicos del desarrollo nacional y forman parte de los planes para la preservación de los patrimonios viales de la nación. También reflejará un impacto social, ya que contribuirá a la inversión menor de costos, y por lo tanto mejor implementación de los trayectos lejanos de la

ciudad, donde los materiales son sumamente de costos elevados.

CAPITULO II
MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Washington Fernando Quiroz Vargas (2017), en su tesis “COMPARACIÓN ENTRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, Y LA ESTABILIDAD DE SUELOS CON ASFALTO Y DIÉSEL PARA DETERMINAR CUÁL ESTABILIZACIÓN PROPORCIONA MAYOR DENSIDAD APARENTE Y RELACIÓN DE SOPORTE CBR”. En la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador.

Presenta las siguientes conclusiones:

- El resultado de la investigación se concluye que para determinar el tipo de suelo a estabilizar se realizó el ensayo de Granulometría en el cual se obtuvo suelo de tipo Arena limosa.
- Se determinó que el suelo con el asfalto y emulsión asfáltica en caliente, dio como densidad aparente el valor de 2.484 gr/cm³, cuyo valor permite encontrar el CBR puntual, el mismo que da el esfuerzo portante del suelo. Numéricamente no se puede diferenciar una cantidad mayor, y se determina que son idénticos en capacidad portante. Detallando los ensayos realizados el primer CBR tiene un valor de 60 correspondiente a la estabilización de suelo con el 9 % de Emulsión Asfáltica, el segundo valor es de 59 correspondiente a la estabilización de suelo con el 3% de Asfalto y el 6% de Diésel, obteniendo el resultado base para cualquier estudio vial.
- En relación a costos resulta más conveniente realizar la estabilización de suelos con emulsión asfáltica, ya que para el porcentaje óptimo se gastó 26 dólares con ochenta centavos americanos.
- Se obtuvieron ensayos de emulsión asfáltica de 3, 6, 9 y 12% con sus valores de CBR con 8.8, 28, 60 y 51, respectivamente.

- Los ensayos de asfalto al 3% y diésel con 2, 4, 6 y 8% dieron como resultados del CBR con 18, 22, 59 y 51.5%.

Adriana Inés Torres Gracia (2015), en su tesis “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO, CON EMULSIÓN ASFÁLTICA Y/O CEMENTO, DE LOS MATERIALES GRANULARES EXISTENTE EN LAS VÍAS TERCARIAS”. En la Escuela Colombiana de Ingeniería – Colombia.

Presenta las siguientes conclusiones:

- No siempre la mejor alternativa para mejorar una vía es retirar todo el material existente realizando una excavación muy profunda para el mismo por uno nuevo, esto puede generar, altos costos, que pueden no compensar con los beneficios técnicos.
- Una buena alternativa si se desea mejorar una vía terciaria es mejorar el material granular existente, siempre y cuando sus características así lo permitan, y ejecutando un proceso como lo exige la norma verificando que cumpla los parámetros para obtener un buen material.
- Al momento que cualquier construcción de ingeniería no solo se debe pensar en la parte técnica y en la parte económica, todo lo anterior justifica que todos los sujetos que intervengan en la construcción deben conocer sobre el cuidado del medio ambiente y proteger los recursos naturales, por lo tanto a medida que se puedan reutilizar los materiales se está evitando la explotación de canteras, la contaminación por emisiones de gases generados por el transporte, el consumo de combustible.
- El material a estabilizar además de cumplir con las características físico-químicas mencionadas en este informe debe estar libre de materia orgánica o cualquier tipo de contaminación, ya que esto

podría generar alteraciones en los resultados finales, poniendo en riesgo el correcto funcionamiento y vida útil de la vía.

- Es importante controlar el material antes durante y después de la estabilización con los ensayos correspondientes y con la frecuencia indicada, porque de esto dependen los buenos resultados obtenidos.

Dagoberto Núñez Rojas (2011), en su tesis “ELECCIÓN Y DOSIFICACIÓN DEL CONGLOMERANTE EN ESTABILIZACIÓN DE SUELOS”. En el Instituto Tecnológico de Sonora – México.

Presenta las siguientes conclusiones:

- Se realizó la prueba para determinar los límites de Atterberg los cuales arrojaron un índice de plasticidad de 18.425.
- Por tener un índice de plasticidad mayor a 10, se determinó que era un suelo plástico y el conglomerante que reacciona mejor para este tipo de material e implica menores costos es el uso de Cal.
- Se realizó la prueba de Eades y Grim, la cual arrojó que el porcentaje óptimo de cal fue de 1% con un pH de 12.67.

Francisco David Rosero Alvarado (2013), en sus tesis “BASES ESTABILIZADAS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA PAVIMENTOS”. En la Universidad Central del Ecuador – Ecuador.

Presenta las siguientes conclusiones:

- Se determinó claramente una ganancia en el coeficiente estructural que aportan al pavimento las bases estabilizadas, se superó fácilmente el criterio mínimo de diseño.
- Los porcentajes de estabilización óptimas que cumplen con el diseño mínimo propuesto son los siguientes:

- Para la base estabilizada con emulsión CSS – 1 h y los agregados, el porcentaje mínimo de emulsión es de 6.2% y agua 8.7%.
- Para la base estabilizada con emulsión CSS – 1 h y los agregados, el porcentaje mínimo de emulsión es de 5.3% y agua 6.5%.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Víctor Manuel Villa Chaman (2017), en su tesis “RECICLADO IN SITU EN FRIO DE PAVIMENTOS EMPLEANDO EMULSIONES ASFÁLTICAS”. En la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Perú.

Presenta las siguientes conclusiones:

- El manejo de las emulsiones asfálticas está en la etapa de aprendizaje en el país, por lo que la experiencia, por parte del personal técnico a la hora del proceso de aplicación es limitada.
- No se pudo hallar especificaciones técnicas nacionales que permitieran seguir algunos parámetros, por lo que se tuvo que acudir a especificaciones de otros países que están más adelantados en la investigación y uso generalizado de esta técnica.
- Los valores obtenidos después de realizar algunos ensayos a la mezcla elaborada en obra, están dentro de lo permitido, hay valores que han variado significativamente en relación a la mezcla elaborada en el laboratorio, especialmente el valor de la estabilidad. Pero esta variación tiene respuesta al factor de no haber podido realizar la fabricación de las briquetas, a romper en la prensa Marshall, hasta una semana después de haber elaborado la mezcla. Aunque la muestra se aisló y se mantuvo su humedad, con el paso de los días el poder cementante de la emulsión pierde efecto y por ello este valor hay que tomarlo con cuidado.

- Otro factor que afectó en el comportamiento del MARE son los cambios que se hicieron sobre la marcha de la elaboración de la mezcla, como el agregarle la arena gruesa, lo que indica la poca flexibilidad del diseño de las mezclas con emulsiones asfálticas y recomendar seguir estrictamente las dosificaciones obtenidas en el laboratorio.
- Se puede afirmar que estos costos pueden reducirse aún más, en el caso de la rehabilitación con el método de reciclado in situ en frío con emulsión asfáltica, debido a que en el tramo de prueba se experimentó con esta técnica por lo que los rendimientos fueron bajos, pero con el tiempo estos irán mejorando con la experiencia y por lo tanto bajando los costos de ésta.

Dennis Roberto De la Cruz Salcedo (2010), en su tesis “DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN AFIRMADO ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, APLICACIÓN; CARRETERA CAÑETE-CHUPACA “. En la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú.

Presenta las siguientes conclusiones:

- La estabilización de suelos con emulsión asfáltica ofrece muchas ventajas frente a las mezclas asfálticas en caliente, en razón de no necesitar calentamiento. La presencia de humedad y la baja viscosidad del ligante, permiten que los agregados tengan un buen recubrimiento a temperatura ambiente.
- En suelos no cohesivos, la emulsión brinda cohesión y se busca el incremento de la resistencia y en suelos finos cohesivos, se busca que la emulsión le añada estabilización ante la presencia del agua y buena resistencia. Para la obtención del óptimo contenido de emulsión asfáltica se usa el ensayo del CBR o el Método Marshall Modificado.

- El agua es el elemento indeseable pero necesario para permitir inicialmente el mezclado otorgando estabilidad a la emulsión frente al agregado y luego, en menor cantidad para dar al conjunto suficiente compactabilidad para facilitar la primera compactación en obra.
- Antes de producido la ruptura de la emulsión asfáltica en la mezcla, la acción del agua es muy perjudicial ya que produce el arrastre del ligante.
- De la evaluación estructural del pavimento se observa bajos valores de CBR de la sub-rasante y de longitud características, lo que deduce que es un pavimento débil sobre una sub-rasante débil, lo cual no supone que sea una estructura no útil para el bajo tráfico que se presenta y que la emulsión no esté cumpliendo su función ya que ha logrado estabilizarlo ante la presencia del agua.

2.1.3. Antecedentes locales

Cesar Mendoza Quispe (2016), en su tesis “PROPUESTA DE UTILIZACION DE EMULSION ASFALTICA MODIFICADA EN EL MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA: LUCMA – 09 DE OCTUBRE, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN EL DISTRITO DE LUCMA, PROVINCIA GRAN CHIMU – LA LIBERTAD “. En la Universidad Privada de Trujillo – La Libertad.

Presenta las siguientes conclusiones:

- Se determinó que el Mortero Asfáltico influye de manera positiva para el mejoramiento de transitabilidad de la Carretera Lucma - 09 de octubre, mejorando la calidad de vida de los pobladores de la zona de influencia.
- Se concluye que el uso de Morteros Asfálticos reduce el costo de inversión en un 16.12% con respecto a un pavimento

asfáltico en caliente, en condiciones similares, con el cual concluimos que el uso de las emulsiones asfálticas en los pavimentos de las carreteras son económicas, siendo su uso a nivel de mejoramiento y mantenimiento, debido al bajo costo de la emulsión asfáltica, además de su fácil aplicación y preparación a pie de obra.

- Mediante la aplicación de Mortero Asfáltico a la Carretera Lucma - 09 de Octubre, se logró dar una mejor durabilidad a la superficie de rodadura, y al mismo tiempo prolongar el tiempo de vida útil de la carretera en mención, al cumplir ésta, el diseño planteado, en concordancia con los requerimientos de diseño, exigidos por el Manual de Carreteras del MTC (EG-2013).
- Al existir una superficie de rodadura uniforme, con buenas condiciones de transitabilidad, seguridad y confort con la colocación de la emulsión asfáltica, existirá un incremento de tránsito vehicular debido a que ya no habrán deterioros en la vía, que de acuerdo a la guía de observación la patología con mayor incidencia, es la presencia de polvo. Teniendo un efecto al usuario de manera positiva, logrando llegar a su destino en menor tiempo.

Jimmy Julián Córdor Alfaro (2016), en su tesis “TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA CON EMULSION ASFALTICA DE LA CARRETERA VALLE YACUS PROVINCIA DE JAUJA – REGION JUNIN. En la Universidad Cesar Vallejo – La Libertad.

Presenta las siguientes conclusiones:

- La aplicación de emulsión asfáltica como tratamiento superficial
- bicapa, influye significativamente en un 77% se rechaza la Ho.
- Se llegó a establecer que la aplicación de una metodología y diseño adecuado de la emulsión asfáltica como tratamiento

superficial bicapa, permite en un 42% elevar el nivel de serviciabilidad y se rechaza la H0. (A).

- Los suelos granulares, ofrecen resistencia al corte mucho más altas en comparación de los suelos finos, por lo que los suelos granulares son los más utilizados como base y sub base en una carretera. Los suelos finos, poseen mayor expansión, en relación a los suelos granulares.

2.2. FUNDAMENTACION TEORICA

2.2.1. Suelo

Es todo material suelto, desintegrado, que se encuentra en la corteza terrestre, cuyo conjunto forma un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas con organización de propiedades definidas, las mismas que cambian rápidamente en sentido vertical que en forma horizontal (Almeida y Sánchez, 2011).

2.2.1.1. Tipos de rocas

Son el resultado de un proceso de formación de la materia de origen o de la roca madre, esta mutación no alcanza un estado de equilibrio permanente, ya que continuamente intervienen agentes o factores de formación, que modifican las características físicas y químicas del suelo. Según Almeida y Sánchez (2011) indican que la “roca madre” puede ser de origen ígneo, sedimentario o metamórfico

- **Rocas ígneas.** También llamadas rocas magmáticas y son el resultado del enfriamiento y solidificación del magma. De acuerdo en donde se produzca dicha solidificación magmática y la posterior cristalización, se tienen 2 tipos: rocas ígneas intrusivas (bajo la

superficie) y rocas ígneas extrusivas (sobre la superficie).

- **Rocas sedimentarias.** Son las rocas más abundantes en la Tierra y su origen proviene de la desintegración de las rocas existentes en la corteza terrestres, los sedimentos de estas rocas al ser sometidas a procesos físicos y químicos dan el resultado de un material de cierta consistencia. Se tienen 3 tipos de rocas: detríticas, orgánicas y químicas.
- **Rocas metamórficas.** Son rocas ígneas o sedimentarias, que sufrieron transformaciones de tipo textural, mineralógico o químico. Estas rocas son cristalinas, entre estas se encuentran esquistos, cuarcitas, mármoles, pizarras y otras.

Los suelos provienen de la alteración de las rocas por acción de los fenómenos atmosféricos durante un tiempo apreciable (Ramos y Muñiz, 2013). El proceso de alteración denominado meteorización se realiza por la desintegración o descomposición de las rocas. La desintegración es un proceso mecánico que divide las rocas en partículas pequeñas que conservan las propiedades físicas o químicas de la roca madre; mientras que la descomposición es el proceso por el cual la roca se transforma en un producto de diferentes propiedades físicas y químicas (Nuñez, 2011).

2.2.1.2. Agentes de la meteorización

Los agentes de meteorización o intemperismo son; físicos, químicos y biológicos. Los agentes físicos producen desintegración, y los agentes químicos y biológicos producen descomposición (Quiroz, 2017).

- **Agentes físicos.** Son el agua, glaciares, viento y temperatura, producen que la roca madre se vaya desintegrando en materiales de menos tamaño facilitando al proceso de erosión y transporte, dando como resultado gravas y arenas.
- **Agentes químicos.** Es la hidratación, carbonatación, oxidación y solución, producen suelos finos y son las causantes de la formación de casi todas las arcillas.
- **Agentes biológicos.** Son vegetales y microorganismos; los microorganismos son los causantes de la formación de suelos orgánicos que normalmente constituyen la capa superficial de la corteza terrestre, y los vegetales al descomponerse dan origen a una clase especial de suelo denominado turba cuya principal características es su comportamiento elástico.

2.2.2. Asfalto

Es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes (Rivera, 2011). Con la aplicación de estas propiedades, el asfalto puede cumplir en la construcción de pavimentos, las siguientes funciones (Rondón y Reyes, 2015).

- Impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndolo poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua proveniente de la precipitación.

- Proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados, capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos.
- Mejora la capacidad portante de la estructura, permitiendo disminuir su espesor.

Los asfaltos son materiales aglomerantes de color oscuro, constituidos por complejas cadenas de hidrocarburos no volátiles y de elevado peso molecular. Estos pueden tener 2 orígenes; los derivados de petróleo y los naturales (Quiroz, 2017).

Los asfaltos naturales, se han producido a partir del petróleo, pero por un proceso natural de evaporación de las fracciones volátiles, dejando las asfálticas. Los asfaltos más utilizados son los derivados de petróleo, los cuales se obtienen por medio de un proceso de destilación industrial del crudo y representan más del 90% de la producción total de asfaltos (Rosero, 2013).

El asfalto de petróleo moderno, tiene las mismas características de durabilidad que el asfalto natural, pero tiene la importante ventaja adicional de ser refinado hasta una condición uniforme, libre de materias orgánicas y minerales extraños. Las propiedades del material permiten que se adhiera o integre a la superficie impermeabilizada, evitando que se levante por cambios bruscos de temperatura o dilataciones que se puedan presentar por diferentes motivos (Rosero, 2013).

2.2.3. Emulsión asfáltica

Es una dispersión estable de pequeños glóbulos de asfalto de agua. El asfalto y el agua son inmiscibles, por medio de un agente

emulsificante se logra la disolución y mezcla de los dos. Las emulsiones asfálticas son los materiales asfálticos líquidos estables constituidos por dos fases no miscibles, en los que la fase continua de la emulsión está formada por pequeños glóbulos de cemento asfáltico (Pintero, 2016). El emulsificante es una molécula formada por una cabeza iónica polar químicamente compatible con el agua y una cadena hidrocarbonada químicamente compatible con el asfalto (Rivera, 2011).

2.2.3.1. Composición de las emulsiones asfálticas

La composición de las emulsiones asfálticas lo constituyen: cemento asfáltico, agua y emulsificante (Rivera, 2011).

- **Cemento asfáltico.** Es el principal componente de la emulsión asfáltica y constituyendo entre 55 y 70% de la misma. Es necesario que el cemento asfáltico cumpla con las características fisicoquímicas y reológicas, además, de ser compatible con el agente emulsificante para producir la emulsión estable.
- **Agua.** El agua humedece y disuelve; se adhiere a otras sustancias y modera las reacciones químicas, estos factores permiten la producción de una emulsión satisfactoria. Además, el agua deberá ser pura y libre de materias extrañas.
- **Emulsificante.** Cuantitativamente es el menor componente pero es considerado un elemento esencial, ya que su función principal es de estabilizar y evitar la coalescencia (unión de los glóbulos de cemento asfáltico). El emulsificante permite el rompimiento oportuno y cambia la tensión superficial en el área de contacto.

2.2.3.2. Clasificación de las emulsiones asfálticas

De acuerdo con la emulsión empleada, se clasifican en dos emulsiones asfálticas: emulsiones aniónicas y catiónicas (Figura 1) (Salazar, 2011).

- **Emulsiones aniónicas.** Son sales sódicas o potásicas de ácidos orgánicos de cadena compleja. Son aquellas de polaridad de carga negativa y descargan en el ánodo ideal (ideales para agregados calizos que ionizan positivamente).
- **Emulsiones catiónicas.** Producto de la reacción de ácidos inorgánicos fuertes como ácidos clorhídricos, con aminas grasas. Son aquellas de polaridad de carga positiva y descargan en el ánodo (ideal para agregados silíceos que se ionizan negativamente).

Según Álvarez (2011), clasifica la estabilidad de las emulsiones asfálticas en rompimiento rápido, medio y lento, tal como se aprecia en la Tabla 1.

- **Emulsiones de rompimiento rápido.** Tienen poca o ninguna capacidad para mezclarse con agregados, se emplean normalmente para riegos de sello, sellos de arena y tratamiento superficiales en general. En riesgos de sello altas viscosidades de la emulsión son muy importante, ya que se evita el fenómeno de escurrimiento, da mejor embebido del pétreo y contribuye a la adherencia (mayor espesor de película sobre la superficie).

Tabla 1. Clasificación de las emulsiones asfálticas

Clasificación	Contenido de asfalto (% en masa)	Tipo de rompimiento	Polaridad
ARS-65	55	Rápido	Aniónica
ARS-60	60	Rápido	Aniónica
AMS-60	60	Medio	Aniónica
AMS-65	65	Medio	Aniónica
ASS-55	55	Lento	Aniónica
ASS-60	60	Lento	Aniónica
AIS-60	60	Para impregnación	Aniónica
CRS-60	60	Rápido	Catiónica
CRS-65	65	Rápido	Catiónica
CRS-70	70	Rápido	Catiónica
CMS-65	65	Medio	Catiónica
CSS-65	65	Lento	Catiónica
CIS-60	60	Para impregnación	Catiónica

Fuente: Álvarez (2011).

La razón de utilizar un asfalto relativamente blando, se fundamenta en que al colocar un espesor delgado de asfalto y al estar este expuesto a los agentes atmosféricos de forma directa, tiende a envejecerse muy rápido, perdiendo sus propiedades elásticas,

rigidizándose y resultando un material demasiado frágil imposible de generar una retención adecuada del agregado pétreo.

- **Emulsiones de rompimiento medio.** Designados para ser mezcladas con agregados porque no rompen al instante de entrar en contacto con el agregado. Esta cualidad permite que la mezcla sea manejable por un periodo de tiempo determinado. Se trabajan de manera adecuada con pétreos de E.A >75% y finos <5%. Se utilizan para mezclas in situ. La resistencia está dada por la trabazón entre las partículas del agregado requiriéndose de espesores mayores de película de ligante para proporcionar una durabilidad adecuada. Así mismo, la penetración del residuo asfáltico debe ser mayor a 100 dmm utilizándose aceites ligeros para hacer manejables las mezclas en almacenamiento.
- **Emulsiones de rompimiento lento.** Se diseñan para mezclarse con agregados finos, utilizados para carpetas asfálticas en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas. Designadas para máxima estabilidad de mezclado. Estas emulsiones tienen tiempo más largos de manejabilidad para garantizar un buen mezclado con materiales densamente gradados.
Se utilizan principalmente para mezclas de gradación densa, mezclas de arena y reciclados. Tienen baja viscosidad, la cual puede ser disminuida diluyendo la emulsión con agua.

2.2.3.3. Proceso de emulsificación asfáltica

Consiste en separar mecánicamente el cemento asfáltico caliente en diminutos glóbulos, los cuales son dispersados en agua tratada con una pequeña cantidad de agente emulsivo. Por lo tanto el sistema queda constituido por agua como fase continua y las micrométricas gotas de asfalto como fase dispersa. La separación mecánica del asfalto en estos pequeñísimos glóbulos de tamaño coloidal se logra mediante el uso de molinos coloidales. La ideal del funcionamiento de las emulsiones radica en que una vez evaporada el agua, el asfalto adquiere nuevamente su consistencia original debido a que los glóbulos dispersos se vuelven a unir, quedando en condiciones de actuar como cementante de los agregados pétreos (Torres, 2015).

2.2.3.4. Rotura de la emulsión asfáltica

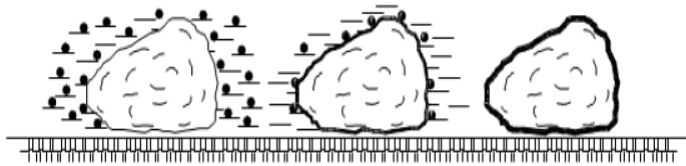
El emulsificante define el tipo de emulsión: las aniónicas con carga del glóbulo negativo y las catiónicas con carga positivo (Salazar, 2011).

Las emulsificación catiónicas y aniónicas son compuestos orgánicos de peso molecular relativamente elevado; su parte hidrocarbonada lineal o cíclica es soluble en el asfalto. Los emulsificantes aniónicos tienen grupos ácidos y los catiónicos grupos amínicos que se encuentran saponificados, su parte polar es soluble en el agua e hidrófila (Villa, 2014).

La parte polar orgánica se dirige hacia el asfalto y su parte polar inorgánica hacia el agua; con estas

emulsiones iónicas, los glóbulos adquieren cargas eléctricas del mismo signo, repeliéndose entre ellos. De acuerdo con su tipo y concentración; en presencia de una superficie mineral, pasado un tiempo determinado, las emulsiones depositan sobre esa superficie una película ligante. Este fenómeno se conoce como rotura. Previamente, la emulsión pasa por un intervalo en que se concentra su porcentaje de asfalto, convirtiéndose en una emulsión totalmente rota imposible de revivirse aun en presencia de humedad. En la Figura 1, se muestran los pasos por los que atraviesa una emulsión antes de tener la rotura completa (Villa 2014).

Figura 2. Pasos que atraviesa una emulsión hasta la rotura completa ante un material pétreo



Fuente: Villa (2014).

Entre los factores que influyen en la rotura de una emulsión son: la evaporación de la fase acuosa, la difusión del agua de la emulsión, y en menor grado, factores fisicoquímicos y la adsorción superficial de una parte del emulsificante en el material pétreo. La adsorción puede ser de la parte polar acida y ácidos grasos que efectúan su reacción con el material, lo cual destruye la película protectora, haciendo depositar el ligante sobre el agregado, esto origina la rotura de una

emulsión. Esta adsorción de la parte polar del jabón por los agregados, provoca la rotura de la emulsión haciendo que los glóbulos del asfalto se adhieran inmediatamente a las partículas del material pétreo, aun en presencia de humedad. En la mayoría de los casos, mejora la adherencia y permite una mejor distribución de la mezcla dentro de la masa (Mendoza, 2016).

Las desventajas de las emulsiones asfálticas son principalmente el tiempo de fraguado que estas requieren, la complicada química y reología que se desarrolla en las emulsiones; debido al mecanismo de fraguado. Estas emulsiones no logran una estabilidad aceptable con el agregado pétreo del asfalto, por ello son aplicables principalmente a caminos secundarios (carga vehicular no es regular ni posee alto peso) (Gonzales y otros, 207).

2.2.3.5. Propiedades de las emulsiones asfálticas

Las emulsiones asfálticas poseen propiedades que condicionan las características de la misma y su comportamiento. Mendoza (2016) hace mención de las principales propiedades:

- **Estabilidad de almacenamiento.** Todas las emulsiones asfálticas modifican en mayor o menor grado sus propiedades durante el manejo y almacenamiento. Una emulsión puede almacenarse durante varios meses sin producirse ningún deterioro y sin necesidad de calentarla para utilizarla. Sin

embargo es normal que para almacenamientos prolongados se presentan los siguientes fenómenos.

- **Formación de natas y sedimentos.** La nata es una película que se forma en la superficie de la emulsión por el contacto del asfalto con el aire; así mismo, la sedimentación consiste en un ligero aumento de la concentración del asfalto a medida que vamos descendiendo hacia la parte inferior del tanque de almacenamiento.
- **Formación de espuma.** Las emulsificaciones por su naturaleza química forma espuma, por lo que se debe tener cuidado de no incluir aire en el momento de mezclado o agitación. El llenado de estos tanques debe realizarse con una manguera flexible que se encuentre prolongada hasta unos 10 o 20 cm del fondo del tanque.
- **Estabilidad de la emulsión antes los agregados pétreos.** Resulta de la rotura de esta al entrar en contacto con el agregado. Mientras más fino sea el agregado la rotura de la emulsión será más rápido. La velocidad de rotura dependerá de la humedad del agregado, clima del lugar de la obra, tipo de emulgente, naturaleza química del cemento asfáltico y de la granulometría del agregado.
- **Adhesividad.** Depende del tipo y cantidad de emulgente, de la naturaleza del material bituminoso, de los aditivos incorporados al cemento asfáltico, del pH de la emulsión en donde los calores cercanos a 7 proveen una buena adherencia pero estabilidades menores de la mineralogía del agregado y de su velocidad de rotura.

- **Viscosidad.** Dependen directamente de la concentración de la emulsión. Valores por encima del 65% de asfalto residual incrementa rápidamente este parámetro. La viscosidad también varía con el tipo y cantidad de emulgente y de la granulometría de la emulsión. Las emulsiones asfálticas con glóbulos de tamaño uniforme son más viscosas que con tamaños bien graduados. La granulometría depende del tipo de ligante (cemento asfáltico) y de los fluidificantes del mismo (Almeida y Sánchez, 2011).
- **Características reológicas del residuo.** La consistencia del cemento asfáltico residual influye en las propiedades de la emulsión asfáltica. Cuando se utilizan fluidificantes se facilita la envuelta de las partículas de agregado pero se pueden generar problemas ante la acción directa del tránsito debido a un mal curado (evaporación de los solventes) produciéndose ahuellamientos y deformaciones prematuras. Los fluidificantes pueden llegar a perjudicar la adherencia dependiendo de su naturaleza por una disminución de la viscosidad del ligante residual (De la Cruz, 2010).

2.2.3.6. Ventajas ambientales de las emulsiones asfáltica

Según Mendoza (2016) indica las siguientes ventajas.

- Ahorro energético que consigue evitando el uso de asfaltos diluidos, y eliminando los procesos de calentamiento de los áridos como en las tecnologías en caliente.

- Eliminación del humo debido al calentamiento de ligante y áridos mediante quemadores de petróleo.
- Disminución de gases de los cementos asfálticos emanados de los tanques de almacenamiento y calefacción, de las cisternas de transporte y los producidos durante la extensión y compactación de las mezclas.
- Eliminación de polvo debido al manejo de áridos y en el funcionamiento de los secadores en las plantas asfálticas en caliente que no tengan dispositivos adecuados para evitar su lanzamiento a la atmosfera.
- Eliminación de la evaporación de solventes cuando se emplea mezclas en frío con asfaltos diluidos.

2.2.4. Patologías en carreteras afirmadas

2.2.4.1. Descripción del mecanismo de deterioro

El mecanismo de deterioro de un camino sin pavimentar a diferencia de las carreteras pavimentadas consiste en un proceso progresivo más acelerado. Los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las fracciones más gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tráfico) llegan a pulverizarse en condiciones secas. Estos finos pulverizados aparecen como material particulado en suspensión (polvo) y por la constante pérdida de éstos es que los agregados gruesos están de manera suelta ante la acción del tráfico, y es así que la superficie de rodadura comienza a desgastarse de manera progresiva dando lugar a la formación de las depresiones, baches, y ondulaciones (Mendoza, 2016).

Estos problemas estructurales y superficiales se presentan debido a la acción del tráfico y a las condiciones climáticas (lluvias, presencia de hielo, efecto del deshielo). El deterioro ocurre en varias etapas, desde un deterioro lento que no se percibe hasta un deterioro crítico donde se evidencia en una descomposición total del camino que involucra una nueva conformación o rehabilitación de la vía (Rondón y Reyes, 2015).

2.2.4.2. Defectos en vías sin pavimentar

Los efectos más comunes en vías sin pavimentar son:

Sección transversal impropia. Al ocurrir esto la carretera estará propensa a sufrir deterioro por problemas de circulación y de drenaje, por lo que se debe presentar una pendiente transversal suficiente para que las aguas superficiales sean evacuadas de manera rápida fuera de la plataforma (Torres, 2015).

Indicador de deterioro (respecto al área total afectada, en tramo de 50 metros).

- Ligero: $< 10\%$
- Medio: $10\% < x < 50\%$
- Fuerte: $50\% <$

Drenaje inadecuado. Se caracteriza por la acumulación de agua superficial en la plataforma, no necesariamente por el mal drenaje superficial o la inexistencia de elementos de drenaje profundo, sino por

falta de mantenimiento en las obras de arte (Torres, 2015).

Ondulaciones. Se distinguen por las deformaciones que ocurren en la superficie de rodadura, en intervalos regulares y perpendiculares al tráfico. Su origen se debe a una serie de factores tales como: continuo tráfico de vehículos, pérdida de finos, deficiencias en la capacidad de soporte, pendiente inadecuada y capas granulares de mala calidad (Rosero, 2013).

Indicador de deterioro (profundidad máxima media a partir de una regla de 3 metros colocada longitudinalmente).

- Ligero: < 1cm
- Medio: 1 cm < 2cm
- Fuerte: 2 cm <

Presencia de polvo. Se origina por la pérdida de la fracción fina de la base o de la capa granular de afirmado cuyo contenido en la mezcla es excesivo. Produce incomodidad dado que afectan: a la población, a la salud, a la operatividad de los vehículos y a los costos de mantenimiento al perder el equilibrio entre las mezclas de los agregados (Rosero, 2013).

Indicador de deterioro (respecto al espesor de la capa de polvo acumulado al borde de la vía)

- Ligero: < 2cm
- Medio: 2 cm < 3 cm
- Fuerte: 3 cm <

Baches. Se genera debido a la inexistencia de capas de revestimiento, deficiencias en la composición de la mezcla, ausencia de partículas aglutinantes en la composición de la carpeta de rodado, plataforma mal drenada y sin inclinación transversal (Rivera, 2011).

Indicador de deterioro.

- Baja: profundidad menor a 50 mm
- Media: profundidad entre 50 y 80 mm
- Alta: profundidad mayor a 80 mm

Surcos de rueda o ahuellamientos. Son depresiones que ocurren longitudinalmente al eje del camino. Se originan por la deformación permanente de la base o revestimiento y/o cuando tienen baja capacidad de soporte (Salazar, 2011).

Indicador de deterioro (respecto al área total afectada, en tramo de 100 metros).

- Ligero: <10%
- Medio: $10\% < x < 30\%$
- Fuerte: $30\% <$

Segregación de agregados. Se genera por el constante paso de vehículos sobre la superficie de circulación. Como resultado los agregados gruesos se depositan junto a los surcos de las ruedas y en su mayoría en los bordes de la plataforma. La causa principal es la falta de aglutinantes en la composición de las mezclas en los materiales (Salazar, 2011).

2.2.5. Granulometría

Se denomina distribución granulométrica de suelo a la subdivisión del mismo en diferentes fracciones seleccionadas por el tamaño de sus partículas. Las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, de forma correlativa para las diferentes fracciones (Rivera, 2011).

Para los suelos que contienen pequeña cantidad de partículas finas que deben ser separados de las partículas gruesas y que no pueden ser separados por un proceso mecánico de tamizado, se hace un prelavado inicial del suelo para remover las partículas finas; el material que queda retenido en el tamiz durante el proceso de lavado es luego secado y tamizado. Sin embargo, la parte de suelo que pasa por el tamiz en mención es analizado por la prueba del hidrómetro, la cual está basada en la ley de Stokes y corresponde básicamente a partículas arcillosas (Salazar, 2011).

2.2.6. Capacidad de absorción

Todos los agregados son porosos, algunos más que otros. La cantidad de líquido, que un agregado absorbe cuando es sumergido en un baño, determina su porosidad. La capacidad de un agregado de absorber agua (o asfalto) es un elemento importante de información. Si un agregado es altamente absorbente, entonces continuará absorbiendo asfalto después del mezclado inicial, dejando así menos asfalto en su superficie para ligar las demás partículas de agregado. Debido a esto, un agregado poroso, requiere cantidades, mucho mayores de

asfalto que las que requieren un agregado menos poroso (Salazar, 2011).

Los agregados altamente porosos y absorbentes, no son normalmente usados, a menos de que posean otras características que los hagan deseables, a pesar de su alta capacidad de absorción. Algunos ejemplos de estos materiales son la escoria de alto horno y ciertos agregados sintéticos. Estos componentes o ingredientes son altamente porosos, pero también son livianos en peso y poseen alta resistencia al desgaste Rondón y Reyes, 2015).

2.2.7. Compactación (Proctor Modificado)

Es la densificación de los suelos mediante la aplicación de energía mecánica, existe también un cambio en el contenido de humedad y la gradación del suelo. Uno de los factores importantes en la compactación es el contenido de humedad, la densidad seca máxima es mayor cuando menor es la diferencia entre el contenido de agua de compactación y el contenido de agua óptimo (Salazar, 2011).

2.2.8. Relación Soporte California (CBR) en laboratorio

El CBR (California Bearing Ratio) fue propuesto en 1929 por los ingenieros T.E. Stanton y O.J. Porter, del departamento de carreteras de Estado de California. El método CBR se ha generalizado y es uno de los más empleados para el cálculo de pavimentos (Salazar, 2011).

El índice de CBR, tiene la siguiente expresión:

$$CBR = \frac{\text{carga de prueba}}{\text{carga estandar}} \times 100$$

Los valores de carga normal o carga unitaria patrón para 0.1 y 0.2 de penetración, se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Carga unitaria de penetración del CBR

Penetración	Lb/pulg ²	kg/cm ²
0.1	1000	70
0.2	1500	105
0.3	1900	133
0.4	2300	161
0.5	2600	182

La relación CBR generalmente se determina para 0.1 y 0.2 de penetración, para un esfuerzo de 100 y 1500 Lb/pulg²

2.2.9. Definición de términos básicos

2.2.9.1. Micropavimento

Es la aplicación superficial de mezclas fluidas en pequeños espesores (3 a 20 mm) compuestas de material pétreo seleccionado, emulsiones asfálticas de rompimiento controlado, polímeros y aditivos modificadores, mediante máquinas aplicadoras diseñadas para este trabajo (Mendoza, 2016). La gran flexibilidad de esta técnica permite una gama amplia de usos tales como el mantenimiento y conservación de las superficies de los pavimentos (Almeida y Sánchez, 2011).

2.2.9.2. Dureza

Los materiales que se usan en las mezclas asfálticas deberán ser duros y resistir al desgaste debido al efecto pulido del tránsito y a los efectos abrasivos internos de las cargas repetidas. La estimación más comúnmente aceptada de la dureza de los agregados es la prueba de abrasión de Los Ángeles (Gonzales y otros, 2007).

2.2.9.3. Durabilidad o resistencia al intemperismo

Esta prueba mide la resistencia de los agregados a la desintegración en una solución saturada de sulfato de sodio o magnesio. Simula el intemperismo de los agregados que existen en la naturaleza (Mendoza, 2016).

2.2.9.4. Forma de partícula o textura de superficie

Por lo general, las especificaciones para agregados que se usan en la construcción de pavimentos, tienen requerimientos relacionados con la forma de la partícula, la textura de la superficie y la limpieza del agregado. Normalmente, las especificaciones para agregados que se usan en las mezclas asfálticas, requieren que los agregados sean resistentes, limpios, durables y libres de cantidades de exceso de piezas planas o alargadas; polvo, bolas de arcilla y otro material indeseable (Nuñez, 2011).

2.2.9.5. Peso específico

El peso específico de un agregado, es la proporción entre el peso de un volumen dado de agregado y el peso de un volumen igual de agua. El peso específico es una forma de expresar las características de peso y volumen de

materiales. Estas características son especialmente importantes en la producción de mezclas asfálticas debido a que el agregado y el asfalto son proporcionados, en la mezcla, de acuerdo al peso (Nuñez, 2011). Una razón por la cual es importante conocer el peso específico de los agregados, es que permite calcular el porcentaje de vacíos de aire, de las mezclas asfálticas compactadas (espacios de aire). Estos espacios, desempeñan una labor importante en la estructura de pavimento terminado. Todos los agregados son, hasta cierto punto, porosos. Se han desarrollado tres tipos de peso específico para tener en cuenta la porosidad del agregado, ya que esta propiedad de porosidad, afectará la cantidad de asfalto que se requiere para cubrir las partículas de agregado y también el porcentaje de vacíos de aire en la mezcla final (Quiroz, 2017).

CAPITULO III
MATERIAL Y METODOS

3.1. Población y muestra

3.1.1. Población

Corresponde al tramo de 5 km entre el caserío José Gálvez y la ciudad de Otuzco, provincia de Otuzco, departamento La Libertad.

Ubicación Política

- ❖ Departamento: La Libertad
- ❖ Provincia: Otuzco
- ❖ Distrito: Otuzco
- ❖ Región Geográfica: Sierra



Figura 3. Ubicación del departamento de La Libertad



Figura 4. Ubicación del distrito de Otuzco

3.1.2. Muestra

Nuestro estudio está limitado entre el caserío de José Galves y la ciudad de Otuzco con un tramo de 5 km aproximadamente según datos topográficos obtenido en campo.

3.2. Método y tipo de investigación

Método

Inductivo

Tipo de investigación

El presente trabajo es un estudio de tipo descriptivo, ya que se orientó a especificar las características y propiedades del lugar, y del fenómeno que se está analizando, de manera que se pueda hacer una interpretación correcta y precisa.

Esto se logrará a través de la recolección de datos ya existentes y el análisis sobre diversos aspectos de geología.

La investigación aplicada se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos.

La investigación descriptiva trabaja sobre realidades y su característica fundamental es presentar una interpretación correcta.

3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación que se utilizó fue la descripción, presentando el siguiente esquema.



Donde:

A: Alternativas de solución

B: Realidad de la zona

3.4. Variables de estudios y Operacionalización

3.4.1. Variables de estudios

Variable Independiente (VI):

Características del tramo de 5 km entre el caserío José Galves y la ciudad de Otuzco.

Variable Dependiente (VD):

Emulsiones asfálticas catiónicas para la estabilización.

3.4.2. Operacionalización

En la Tabla 3, se presenta la Operacionalización de las variables.

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable	Indicador	Medición
VI	Humedad	(%)
	Tramo	(m)
	Densidad	(g/cm ³)
VD	Cantidad de emulsión	(%)
	Absorción	(%)
	CBR	(Mpa)

Fuente: Elaborado por autores.

3.5. Instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Instrumentos metodológicos

Investigaciones científicas entre los años 2012-2017

3.5.2. Instrumentos de ingeniería

- ❖ Microsoft Word: Procesador de datos
- ❖ Microsoft Excel: Procesador de datos numéricos
- ❖ Auto Civil 3D 2015: Topografía
- ❖ Statistical Package Social Sciences: Procesador de datos estadísticos

3.5.3. Materiales de campo

- ❖ Wincha de 50 m
- ❖ 2 prismas
- ❖ 2 palas
- ❖ 10 sacos de tejido plástico
- ❖ Picota

3.5.4. Equipos

- ❖ Cámara fotográfica digital
- ❖ Nivel automático Pentax AL-270

3.5.5. Instrumentos de escritorio

- ❖ Cuaderno de apuntes
- ❖ Lapicero, regla y plumón indeleble
- ❖ Papel bond A4 de 80 gr.

3.6. Técnicas de análisis de datos

- ❖ Toma de datos
- ❖ Registros y procesamiento de datos

3.7. Modelos estadísticos de análisis de datos

3.7.1. Prueba de Levene

Es una prueba estadística inferencial utilizada para evaluar la igualdad de las varianzas para una variable calculada para dos o más grupos. Se pone a prueba la hipótesis nula de que las varianzas poblacionales son iguales (llamado homogeneidad de varianza. Si el p-valor resultante de la prueba de Levene es inferior a un cierto nivel de significación (típicamente 0.05), es poco probable que las diferencias obtenidas en las variaciones de la muestra se hayan producido sobre la base de un muestreo

aleatorio de una población con varianzas iguales. Por lo tanto, la hipótesis nula de igualdad de varianzas se rechaza y se concluye que hay una diferencia entre las variaciones en la población.

3.7.2. Prueba de Análisis de Varianza

Evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medidas de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

3.7.3. Prueba de Comparaciones múltiples de Duncan

Seguido de la prueba de Análisis de varianza, se realiza la prueba de comparaciones múltiples de Duncan para comparar los resultados mediante la formación de subgrupos y determinar de esta manera el mejor tratamiento. Todos los análisis estadísticos se realizaron a un nivel de confianza del 95%.

3.8. Obtención del suelo en campo

Pozo a cielo abierto. Se considera como el método más satisfactorio para conocer la condición del subsuelo, ya que permite una mejor inspección y clasificación del material explorado. Se puede ir observando las variaciones del material y establecer, en forma los espesores de los estratos, la profundidad del nivel freático, etc., sin embargo, este tipo de excavaciones no puede llevarse a cabo grandes profundidades en manera especial por la imposibilidad de controlar el flujo de agua bajo el nivel freático. Las muestras alteradas son porciones del suelo que se protegerán de la pérdida de humedad colocándolas en fundas plásticas, y las muestras inalteradas deberán tomarse con precaución, labrando la muestra, dicha muestra se le protegerá contra pérdidas de humedad envolviéndolas en telas con parafina (Almeida y Sánchez, 2011).

3.9. Ensayos y características del suelo

3.9.1. Clasificación del suelo (SUCS y AASHTO)

En la actualidad los sistemas más utilizados para la clasificación de suelos para el estudio de vías y aeropistas son el Unified Soil Classification System, conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el de American Association of State Highway Transportation Oficiala (AASHTO).

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Norma: ASTM D-2488. Esta clasificación divide al suelo en:

- **Suelos de grano grueso:** comprenden gravas y arenas. Son suelos de grano grueso, poseen una mínima cohesión; fácilmente identificables por inspección visual y se caracterizan por su alta permeabilidad, por su relativa estabilidad frente a las cargas del tráfico y por su baja expansión y comprensión al variar su contenido de humedad. Sin embargo son inestables cuando se encuentran confinados.
- **Suelos de grano fino:** comprenden limos y arcillas. Los limos son suelos de grano fino y de baja o mediana plasticidad, y con un tamaño intermedio entre arenas y arcillas. Son poco cohesivos, relativamente compresibles y expansibles y poseen una estabilidad variable frente a las cargas de tráfico. Las arcillas se caracterizan por su alto contenido de partículas finas, generalmente poseen una mediana plasticidad o alta. Son resistentes cuando están secos y cambian considerablemente de volumen con las variaciones de humedad.
- **Suelos orgánicos:** comprenden turbas y limos orgánicos. El término orgánico demuestra que son suelos que contienen una apreciable cantidad de materia orgánica animal o vegetal

en varios estados de descomposición. Se debe tener mucho cuidado con usar este suelo para fundaciones o como material de construcción, generalmente la materia orgánica reduce la capacidad de carga de un suelo.

Con los resultados obtenidos de la granulometría, la clasificación se le realiza de acuerdo a la Tabla 4 y la carta de plasticidad en la Figura 4.

Tabla 4. Clasificación de suelos (SUCS y AASHTO)

Símbolo	G	S	M	C	O
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limo orgánico y arcilla
Símbolo	Pt	H	L	W	P
Descripción	Turba, suelo altamente orgánico	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

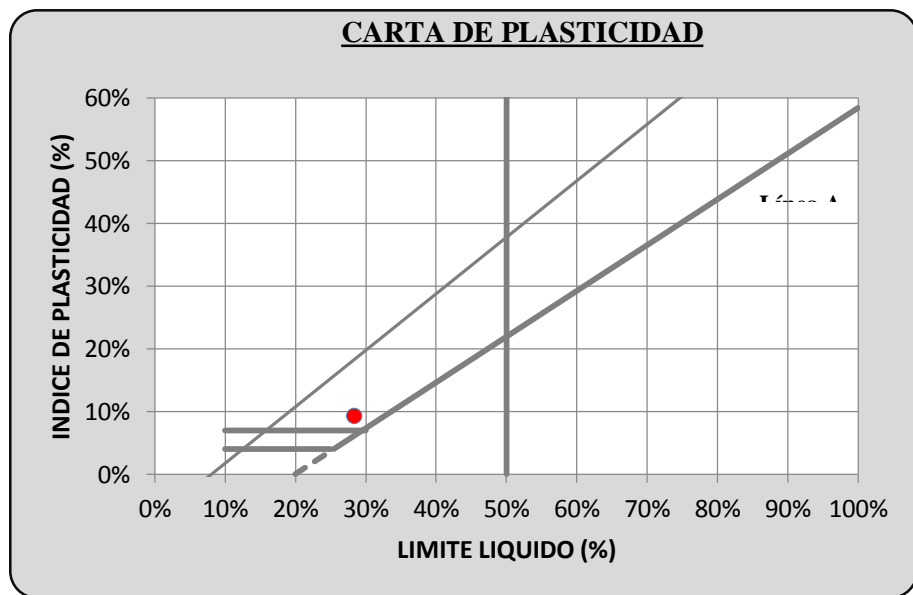


Figura 5. Carta de plasticidad

En la tabla 5, se encuentra el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Tabla 5. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos de grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
		(sin o con pocos finos)	GP		
		Gravas con finos	GM		
		(apreciable cantidad de finos)	GC		
	ARENAS	Arenas limpias	SW	$< 5\% \rightarrow$ GW, GP, SW, SP. $> 12\% \rightarrow$ GM, GC, SM, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.	
			(pocos o sin finos)		SP
		Arenas con finos	SM		
			(apreciable cantidad de finos)		SC
		Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas con finos		SM
					(apreciable cantidad de finos)
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:		ML	Ábaco de Casagrande 	
	Limos y arcillas:		CL		
	Límite líquido menor de 50		OL		
	Limos y arcillas:		MH		
	Limos y arcillas:		CH		
	Limos y arcillas:		OH		
	Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas:			PT
	Suelos muy orgánicos		PT		

American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO)

Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras. En esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos, según su granulometría, límite plástico e índice de plasticidad. En función del porcentaje que pasa por los tamices N° 200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción de que pasa por el tamiz N° 40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos, suelos granulares (no más del 35% que pasa por el tamiz N° 200) y suelos limo-arcillosos (más del 35% que pasa por el tamiz N° 200).

Como complemento de esta clasificación se tiene el índice de grupo, que permite caracterizar mejor cada suelo dentro de los grupos, ya que admiten suelos con porcentajes de fino y plasticidad muy diferentes. El índice de grupo se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$IG = (F - 35)\{0.2 + 0.005 (LL - 40)\} + 0.01 (F - 15) (IP - 10)$$

Donde:

F: porcentaje en peso que pasa por el tamiz N° 200 del material, expresado en número entero

LL: límite líquido

IP: índice de plasticidad

Después de obtener todos los resultados correspondientes, se realiza la clasificación con la Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de suelos según AASHTO

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)							Materiales Limo Arcillosos (más del 35% del total pasa el tamiz N° 200)			
Clasificación de Grupo	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 ó A-7-6
Porcentaje de material que pasa tamiz											
N° 10	50 máx										
N° 40	30 máx	50 máx	51 mín								
N° 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Porcentaje de la fracción que pasa tamiz N° 40											
LL				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
IP	6 máx	6 máx	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipos de material	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena Fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Terreno de fundación	Excelente a bueno						Regular a deficiente				

El índice de Plasticidad del subgrupo A – 7 – 5 es menor o igual a (LL – 30)

El índice de Plasticidad del subgrupo A – 7 – 6 es mayor a (LL – 30)

El índice de grupo se expresa en números enteros positivos; un numero negativo se expresa como IG = 0 y se escribe entre paréntesis a continuación de los símbolos de grupo o subgrupo correspondientes, por ejemplo A-2-4 (0). Generalmente cuanto menor es el IG de un suelo, mejores son las cualidades del suelo como explanada o capa de asiento del firme. Los suelos de los Grupos A-1, A.3, A-2-4 y A-2-5, que pueden calificarse de buenos a excelentes, tiene un IG = 0. Un IG = 20 o mayor corresponde a un

suelo de muy mala calidad, en condiciones medias de drenaje y compactación. El valor crítico de fino es $F=35$ con independencia de la plasticidad, y si el índice de plasticidad es superior a 10 este valor será $F = 15$. Los valores críticos del límite líquido y del índice de plasticidad serán, respectivamente 40 y 10. Por último, se debe señalar que para calcular el IG de los subgrupos A-2-6 y A-2-7 solo se considera el segundo sumando de la expresión.

3.9.1.1. Granulometría

Se denomina distribución granulométrica de suelo a la subdivisión del mismo en diferentes fracciones seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes. Las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, de forma correlativa para las diferentes fracciones (Salvador, 2014).

La separación en fracción se hace por medio de mallas de aberturas sucesivamente menores. La numeración de los tamices entre mallas iguales a mayores de 3/8 de pulgada. En la numeración de los tamices menores a estos. Para los suelos que contienen pequeña cantidad de partículas finas que deben ser separados de las partículas gruesas y que no pueden ser separados por un proceso mecánico de tamizado, se hace un prelavado inicial del suelo para remover las partículas finas; el material que queda retenido en el tamiz N° 200 durante el proceso de lavado es luego secado y tamizado. Sin embargo, la parte de suelo que pasa por el tamiz en mención es analizado por la prueba del hidrómetro, la cual está basada en la ley de Stokes y

corresponde básicamente a partículas arcillosas o limos finos (Manual de ensayo de materiales, 2016).

3.9.1.2. Límites Atterberg

También llamados límites de consistencia, y se basan en el concepto de que un suelo fino puede encontrarse en diferentes estados dependiendo del contenido de humedad. Los estados de consistencia son: sólido, semisólido, plástico y líquido (Manual de ensayo de materiales, 2016).

En la Figura 5, se puede observar que a medida que va aumentando el contenido de agua, va disminuyendo a la interacción de las partículas y el comportamiento del suelo se asemeja a la de un líquido.

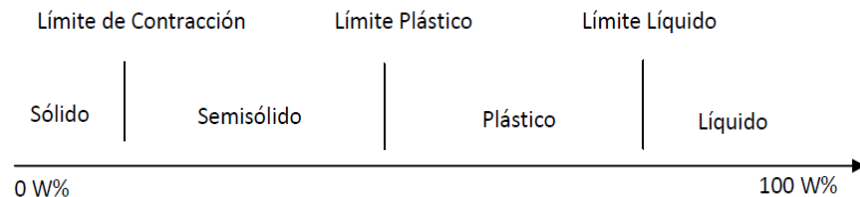


Figura 6. Límites de consistencia del suelo

Los límites de Atterberg son: límite líquido, límite plástico y límite de contracción. (ASTM D427-05).

- **Límite líquido (LL).** Es el contenido de agua de un suelo remoldeado en el punto de transición entre los estados líquido y plástico.
- **Límite plástico (LP).** Es el contenido de agua del suelo remoldeado en el punto de transición entre los estados plástico y semisólido.
- **Límite de contracción (LC).** Es el contenido máximo de humedad para el cual una reducción del contenido

de agua no origina una disminución en el volumen de la masa del suelo.

Relacionado con los límites de consistencia se tiene: Índice de plasticidad (IP). Es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico, es decir indica el rango dentro del cual se puede variar el contenido de humedad dentro de una condición plástica.

3.9.1.3. Contenido de sales solubles totales

En la primera parte del análisis se realiza la disolución de las sales presentes en la muestra. Luego de filtrar se obtiene una solución homogénea que contiene sales disueltas. Esta solución se lleva a evaporación, por lo tanto, las concentraciones de las sales aumentan, disminuyendo su solubilidad y formando cristales que luego de la evaporación total del agua se posan en el fondo del recipiente (Salvador, 2014).

3.9.1.4. Materia orgánica

El contenido de materia orgánica total del suelo se puede determinar de varias formas, entre ellas esta calcinación. Este método determina el contenido total de materia orgánica que posee el suelo, completo o en alguna de sus fracciones. Debe tenerse que con este método se obtienen valores más altos, ya que se volatilizan todas las formas de carbono orgánico presentes en la muestra (Manual de ensayo de materiales, 2016).

3.9.1.5. Ensayo de abrasión de los Ángeles

La palabra abrasión es la acción y efecto de desgastar por fricción. Con este ensayo conoceremos la durabilidad y la

resistencia que tendrá el concreto para la fabricación de losas, estructuras simples o estructuras que requieran que la resistencia del concreto sea la adecuada para ellas.

La máquina de los Ángeles se utiliza en ensayos para áridos como rocas, escorias y grava triturada y sin triturar. En lo referente al desgaste, también puede utilizarse para determinar los límites de abrasión indicados. Su rotación debe estar comprendida entre 30 y 33 revoluciones por minuto. Debe estar contrapesada e impulsada de modo de mantener una velocidad periférica uniforme. Está constituido por un tambor cilíndrico hueco de acero de 500 mm de longitud y 700 mm de diámetro, con su eje horizontal fijado a un dispositivo exterior que puede transmitirle un movimiento de rotación alrededor del eje. El tambor tiene una abertura para la introducción del material de ensayo y de la carga abrasiva; dicha abertura esta provista de una tapa (Salvador, 2014).

3.9.2. Compactación (Proctor Modificado)

La energía de compactación viene dada por la ecuación:

$$Y = \frac{n \cdot N \cdot P \cdot H}{V}$$

Donde:

Y: energía a aplicar en la muestra de suelo

n: número de capas a ser compactadas en el cilindro de moldeado

N: número de golpes aplicados por capa

P: peso del pisón

H: altura y caída del pisón

V: volumen del cilindro

El objetivo de la compactación es el mejoramiento de las propiedades de la masa del suelo, tenemos como ventajas de la compactación (Manual de ensayo de materiales, 2016).

- Reducción de los asentamientos debido a la disminución de la relación de vacíos
- Aumento de la resistencia del suelo
- Reducción de la contracción

3.9.3. Ensayo de Absorción

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y fórmulas en este modo operativo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción (Manual de ensayo de materiales, 2016).

3.9.4. Relación soporte California (CBR) en laboratorio

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Los resultados del CBR definió la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material chancado (Rondón y Reyes, 2015).

La expresión que define al CBR, es la siguiente:

$$\text{CBR} = (\text{carga unitaria del ensayo/carga unitaria patrón}) * 100 (\%)$$

Usualmente el número CBR, se basa en la relación de carga para una penetración de 2.5 mm (0.1”), sin embargo, si el valor de CBR a una penetración de 5 mm (0.2”) es mayor, el ensayo debe repetirse. Si en un segundo ensayo se produce nuevamente un valor de CBR mayor de 5 mm de penetración, dicho valor será aceptado como valor del ensayo. Los ensayos de CBR se hacen sobre muestras compactadas con un contenido de humedad óptimo, obtenido del ensayo de compactación Proctor (Rosero, 2013).

3.10. Ensayos a la emulsión asfáltica

Se evaluó la caracterización fisicoquímicas; Punto de inflación “Pensky Martens”, agua, viscosidad cinemática, partículas sólidas suspendidas y aspecto, y parámetros de humedad con el método secado directo, pH con el método ASTM D1293, sulfatos con el método ASTM D516, cloruros con el método ASTM D512 y resistividad específica de la emulsión con el método RA6014.

CAPITULO IV
RESULTADOS

4.1. PRUEBA DE LEVENE

En la Tabla 7, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores del CBR, se observa que existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Tabla 7. Prueba de Levene modificada para el CBR aplicado con emulsión asfáltica catiónica

Prueba de Levene	p
CBR	0.603

$p > 0.05$, existe homogeneidad de varianzas

4.2. ANÁLISIS DE VARIANZA

En la Tabla 8, se presenta el análisis de varianza para los valores del CBR aplicado con emulsión asfáltica catiónica. El análisis de varianza muestra que las adiciones de emulsión asfáltica catiónica presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre los resultados del CBR en la estabilización del suelo.

Tabla 8. Análisis de Varianza para el CBR aplicado con emulsión asfáltica catiónica

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Tratamiento	4372.751	4	1093.188	3892.502	0.000
Error	12.638	45	0.281		
Total	14422.000	50			

$P < 0.05$, existe efecto significativo

4.3. PRUEBA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE DUNCAN

En la Tabla 9, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos de cada subgrupo; en el subgrupo 5 se encuentra la muestra

con adición 8% de emulsión asfáltica catiónica que presenta mayor CBR con 31.10% y en el subgrupo 1 se encuentra la de menor CBR con 16% emulsión asfáltica catiónica con 6.08%.

Tabla 9. Prueba de Comparaciones múltiples de Duncan para el CBR aplicado con emulsión asfáltica catiónica

Tratamientos	N° calicatas	Subgrupo				
		1	2	3	4	5
16% emulsión	10	6.080				
0% emulsión	10		6.830			
12% emulsión	10			9.530		
4% emulsión	10				17.300	
8% emulsión	10					31.100

4.4. ESTUDIO GENERAL DEL SUELO

4.4.1. Obtención del suelo en campo

A continuación se presenta el proceso que se realizó para la obtención del suelo en campo en las Figuras 7 al 20.



Figura 7. Tramo de la carretera de OTUZCO dirigiéndose a José Gálvez.



Figura 8. Toma de medidas del ancho de la trocha carro sable



Figura 9. Excavación de las calicatas para obtener muestras del terreno



Figura 10. Medida de la altura de la calicata para lo obtención de nuestra muestra de terreno



Figura 11. Obtención de nuestro material pétreo y protegidas con bolsas herméticas



Figura 12. Muestras del terreno para la obtención de nuestras propiedades físicas



Figura 13. Secado de muestras obtenidas de las calicatas en cocina



Figura 14. Pesado del material para realizar los ensayos



Figura 15. Lavado del material para obtener las características del suelo



Figura 16. Método de ensayo estándar en agregado mineral por lavado



Figura 17. Secado al horno del material obtenido para obtener las características físicas



Figura 18. Analizando los Límites de Atterberg en la copa de Casa Grande



Figura 19. Calculando el (LL) Y (LP), según la Norma ASTM D4318-05



Figura 20. Compactación (Proctor Modificado) Norma ASTM D 1557

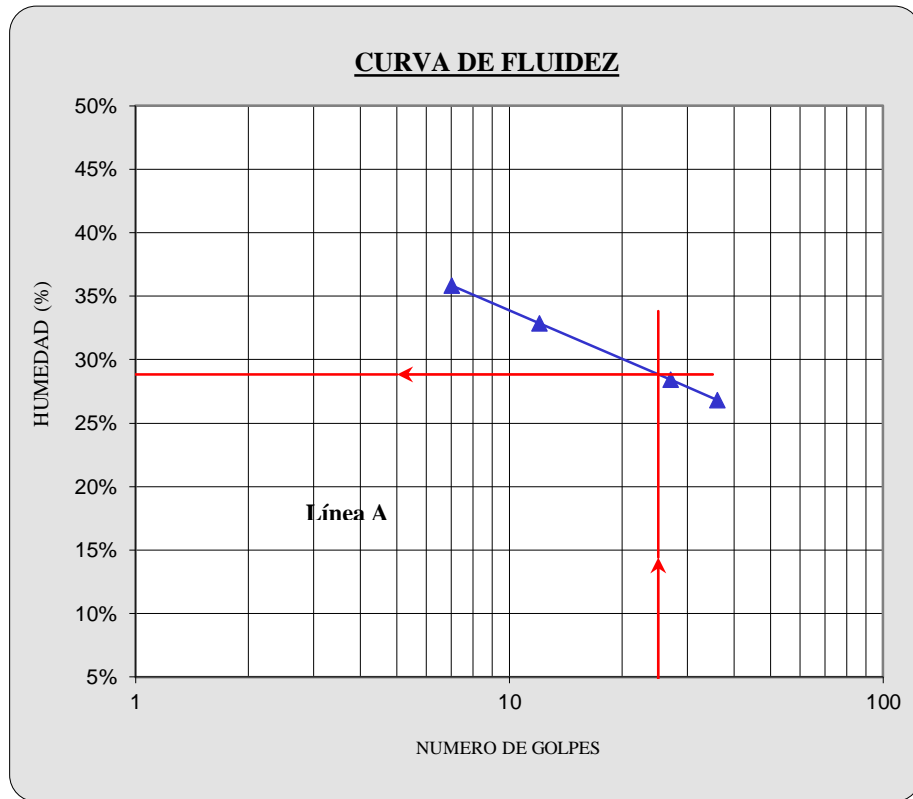


Figura 22. Curva de fluidez calicata 1

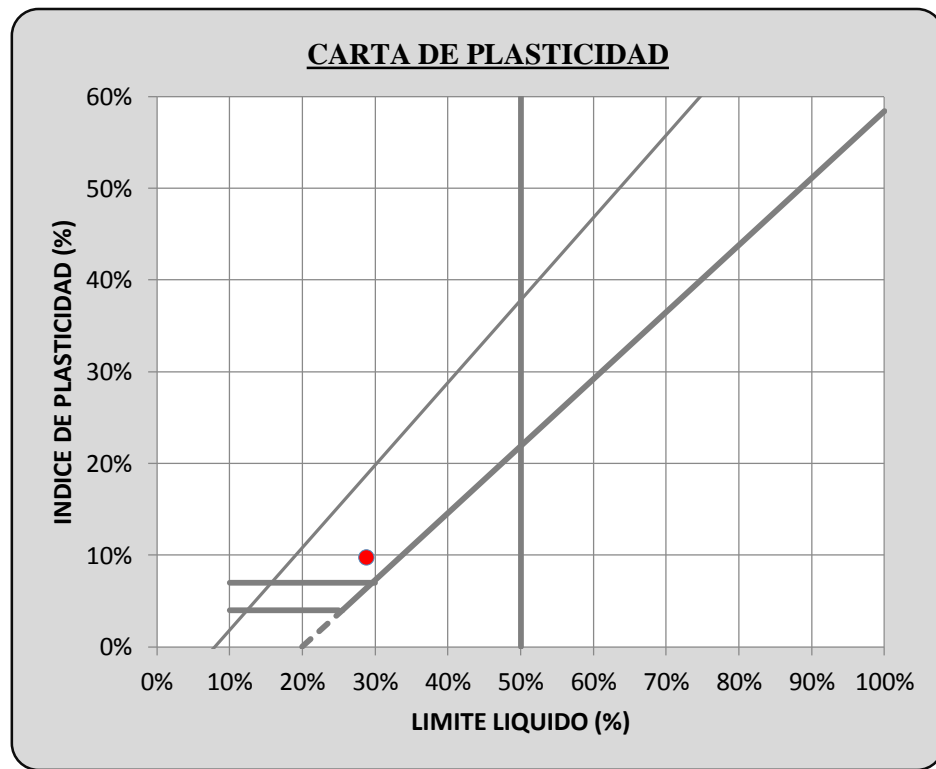


Figura 23. Carta de plasticidad calicata 1

Tabla 11. Clasificación de suelos de la calicata 2

CANTERA:	MATERIAL IN SITU				Sondaje:	C-2
CLASE DE SUELO:	ARENA ARCILLOSA				Muestra:	M-1
PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)						
Peso Original (gr)	500.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)	74.30				Límites	
Peso Tamizado (gr)	425.70				Superior	Inferior
ABERT. MALLA	Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
3/4"	19.050	16.02	3.20%	3.20%	96.80%	
1/2"	12.700	12.88	2.58%	5.78%	94.22%	
3/8"	9.525	8.02	1.60%	7.38%	92.62%	
No 4	4.750	2.65	0.53%	7.91%	92.09%	
No 8	2.381	12.02	2.40%	10.32%	89.68%	
No 10	2.000	11.04	2.21%	12.53%	87.47%	
No 16	1.191	80.25	16.05%	28.58%	71.42%	
No 30	0.595	111.67	22.33%	50.91%	49.09%	
No 40	0.420	62.33	12.47%	63.37%	36.63%	
No 50	0.296	25.33	5.07%	68.44%	31.56%	
No 100	0.149	53.36	10.67%	79.11%	20.89%	
No 200	0.075	30.14	6.03%	85.14%	14.86%	
Plato	74.30	14.86%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria	500.00	100.00%			7.30	
OBSERVACIONES:						
Tamaño Maximo:						1"
Límites de Consistencia:						
Limite Liquido:						28.55%
Limite Plastico:						19.19%
Limite de Contraccion:						16.45%
Indice de Plasticidad:						9.36%
Porcentaje en muestra:						
% Grava (3" a #4):						7.91%
% Arena (#4 a #200):						77.23%
% Finos (Menor a #200):						14.86%
Características Granulométricas:						
D60: (mm):						-
D50: (mm):						0.62
D30: (mm):						-
D10: (mm):						-
Cu:						-
Cc:						-
Clasificación:						
SUCS:						SC
AASHTO:						A-2-4 (0)

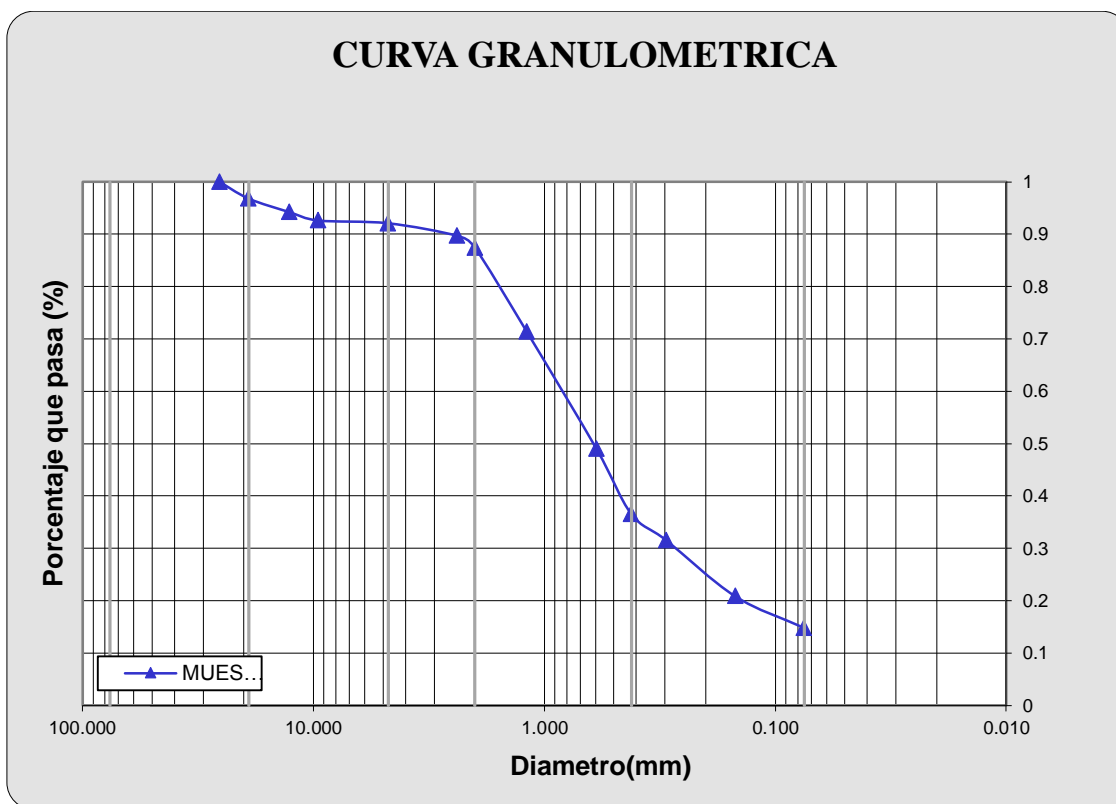


Figura 24. Curva granulométrica calicata 2

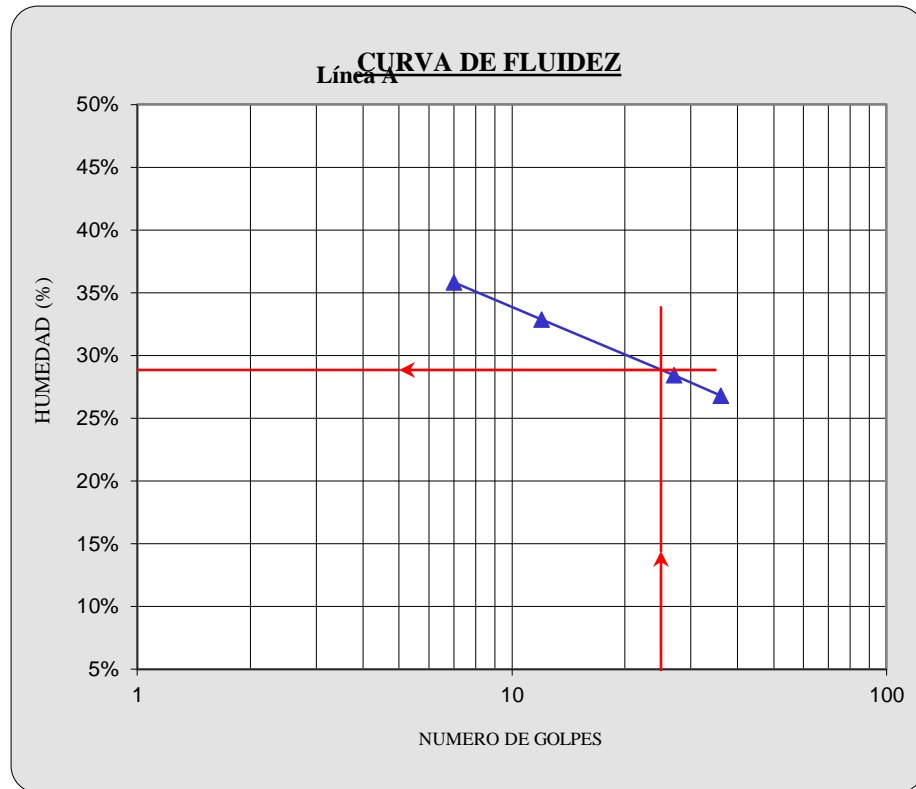


Figura 25. Curva de fluidez calicata 2

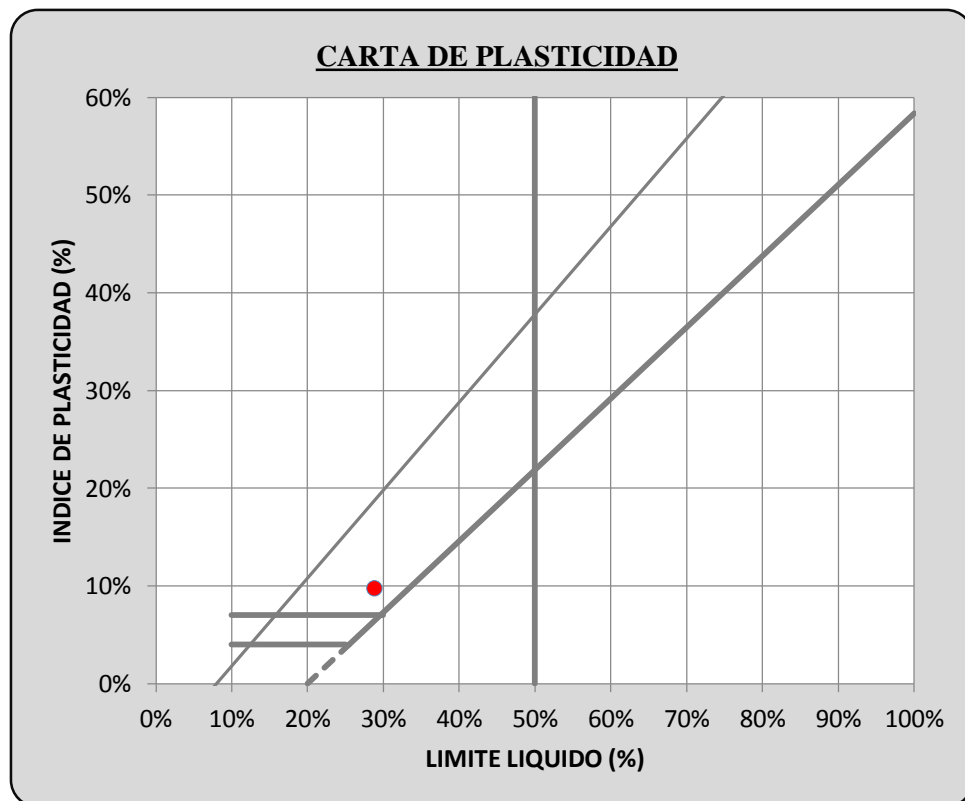


Figura 26. Carta de plasticidad calicata 2

Tabla 12. Clasificación de suelos de la calicata 3

CANTERA:		MATERIAL IN SITU				Sondaje:		C-3	
CLASE DE SUELO:		ARENA ARCILLOSA				Muestra:		M-1	
PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)									
Peso Original (gr)		500.00		Especificaciones		OBSERVACIONES:			
Pérd. por lavado (gr)		70.12		Límites		Tamaño Máximo: 1"			
Peso Tamizado (gr)		429.89		Superior		Inferior		Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido: 28.81%	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plastico: 19.18%	
2"	50.800							Limite de Contraccion: 16.38%	
1 1/2"	38.100							Indice de Plasticidad: 9.63%	
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Porcentaje en muestra:	
3/4"	19.050	21.02	4.20%	4.20%	95.80%			% Grava (3" a #4): 10.08%	
1/2"	12.700	16.33	3.27%	7.47%	92.53%			% Arena (#4 a #200): 75.90%	
3/8"	9.525	12.02	2.40%	9.87%	90.13%			% Finos (Menor a #200): 14.02%	
No 4	4.750	1.02	0.20%	10.08%	89.92%			Características Granulométricas:	
No 8	2.381	5.36	1.07%	11.15%	88.85%			D60: (mm): -	
No 10	2.000	8.25	1.65%	12.80%	87.20%			D50: (mm): 0.69	
No 16	1.191	75.25	15.05%	27.85%	72.15%			D30: (mm): -	
No 30	0.595	132.02	26.40%	54.25%	45.75%			D10: (mm): -	
No 40	0.420	55.02	11.00%	65.26%	34.74%			Cu: -	
No 50	0.296	15.02	3.00%	68.26%	31.74%			Cc: -	
No 100	0.149	63.23	12.65%	80.91%	19.10%			Clasificación:	
No 200	0.075	25.36	5.07%	85.98%	14.02%			SUCS: SC	
Plato		70.12	14.02%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		AASHTO: A-2-4 (0)	
Sumatoria		500.00	100.00%			7.60			

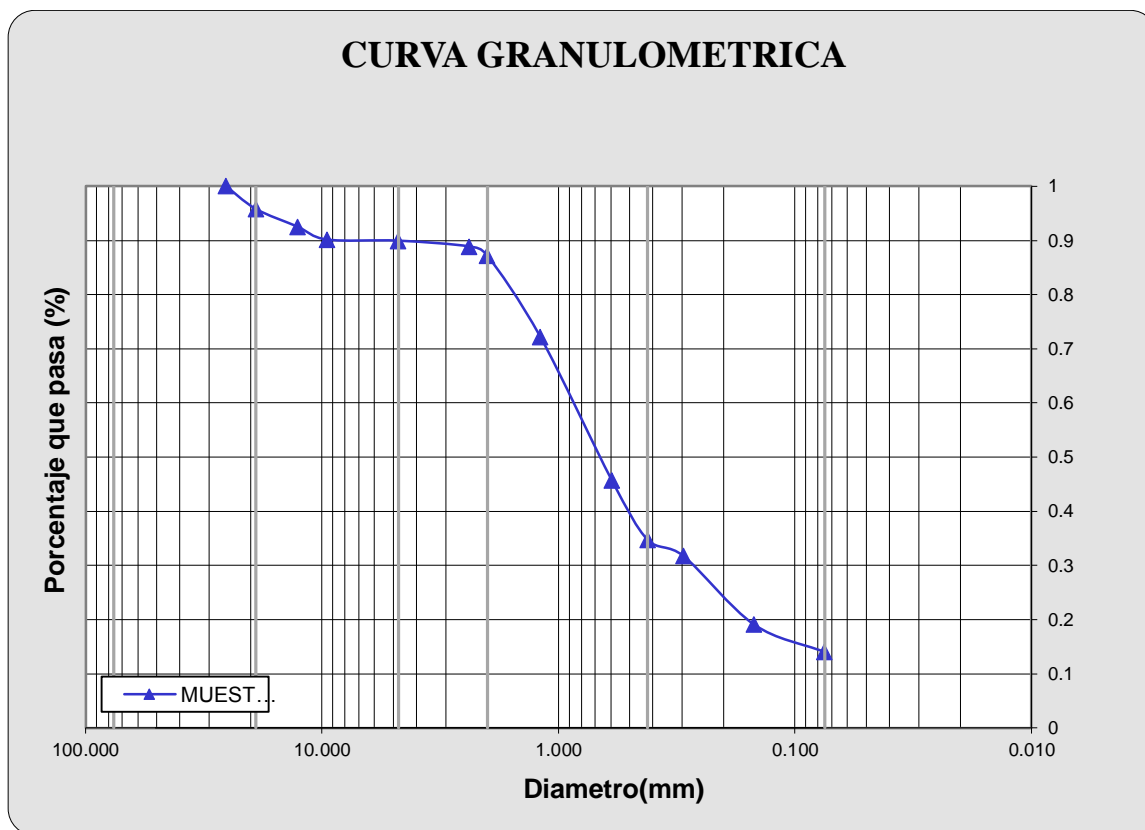


Figura 27. Curva granulométrica calicata 3

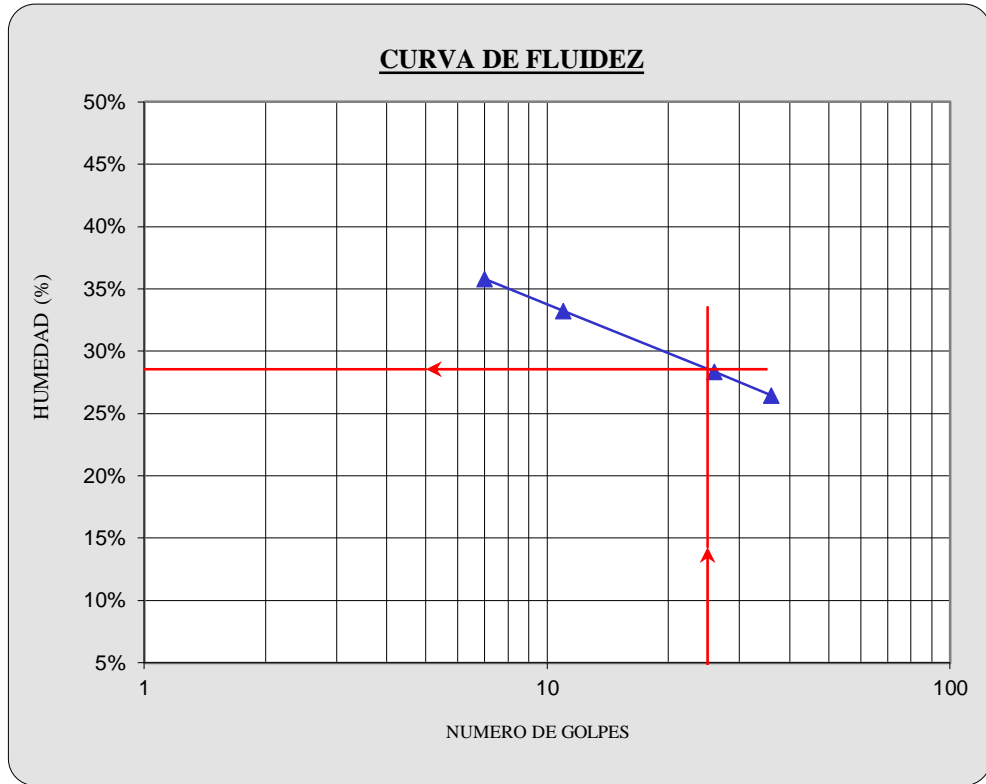


Figura 28. Curva de fluidez calicata 3

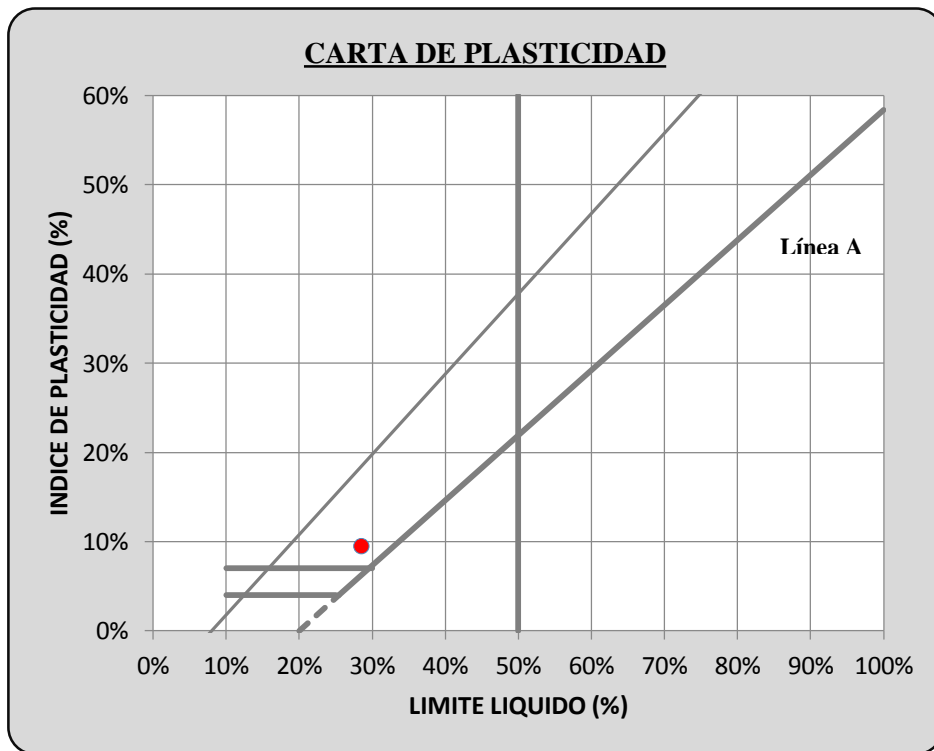


Figura 29. Curva granulométrica calicata 3

Tabla 13. Clasificación de suelos de la calicata 4

CANTERA:		MATERIAL IN SITU				Sondaje:		C-4	
CLASE DE SUELO:		ARENA ARCILLOSA				Muestra:		M-1	
PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)									
Peso Original (gr)		500.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado (gr)		60.27				Límites		Tamaño Máximo: 1"	
Peso Tamizado (gr)		439.73				Superior Inferior		Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso		% Ret		% Pasa		% Pasa	
Pulg/malla		mm		Retenido		Acumulado		Pasa	
2"		50.800						Limite Líquido: 28.49%	
1 1/2"		38.100						Limite Plástico: 19.30%	
1"		25.400		0.00		0.00%		0.00%	
3/4"		19.050		14.20		2.84%		2.84%	
1/2"		12.700		16.80		3.36%		6.20%	
3/8"		9.525		2.72		0.54%		6.74%	
No 4		4.750		0.77		0.15%		6.90%	
No 8		2.381		10.78		2.16%		9.05%	
No 10		2.000		13.87		2.77%		11.83%	
No 16		1.191		89.58		17.92%		29.74%	
No 30		0.595		126.64		25.33%		55.07%	
No 40		0.420		48.00		9.60%		64.67%	
No 50		0.296		22.85		4.57%		69.24%	
No 100		0.149		63.08		12.62%		81.86%	
No 200		0.075		30.44		6.09%		87.95%	
Plato		60.27		12.05%		100.00%		0.00%	
Sumatoria		500.00		100.00%				0.00%	
						Contenido de humedad (%)		8.30	
								Características Granulométricas:	
								D60: (mm): -	
								D50: (mm): 0.71	
								D30: (mm): -	
								D10: (mm): -	
								Cu: -	
								Cc: -	
								Clasificación:	
								SUCS: SC	
								AASHTO: A-2-4 (0)	

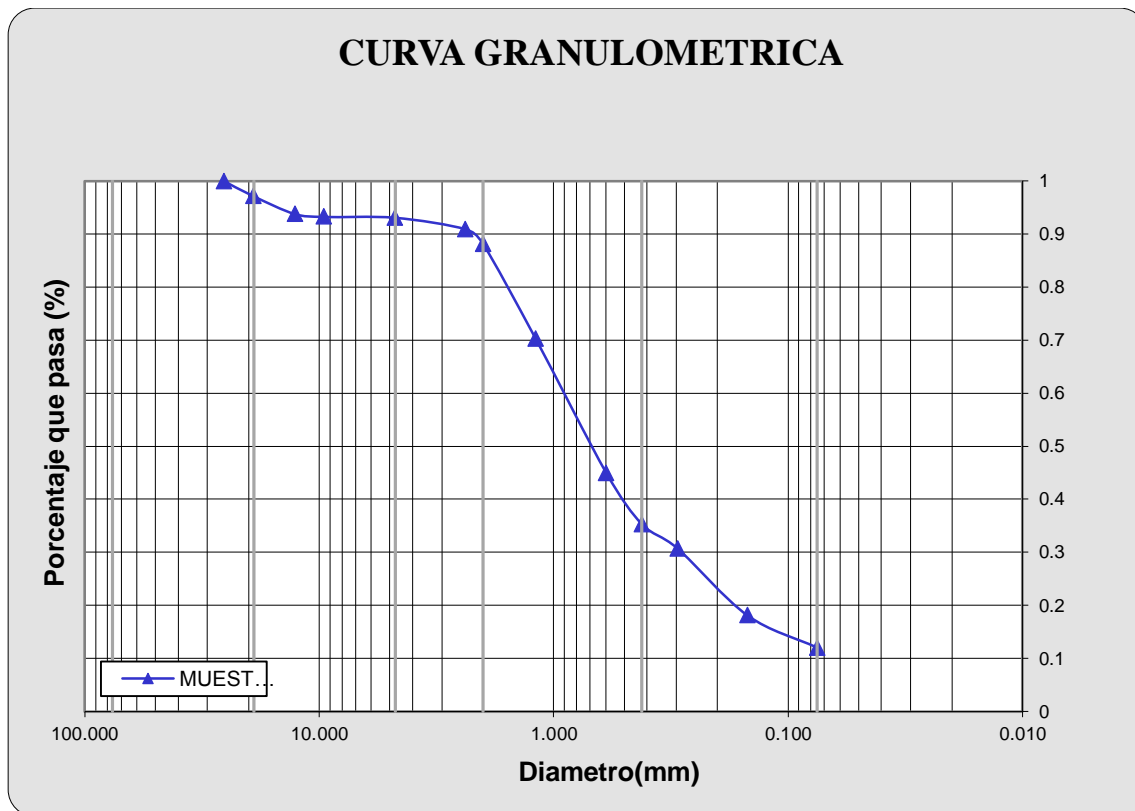


Figura 30. Curva granulométrica calicata 4

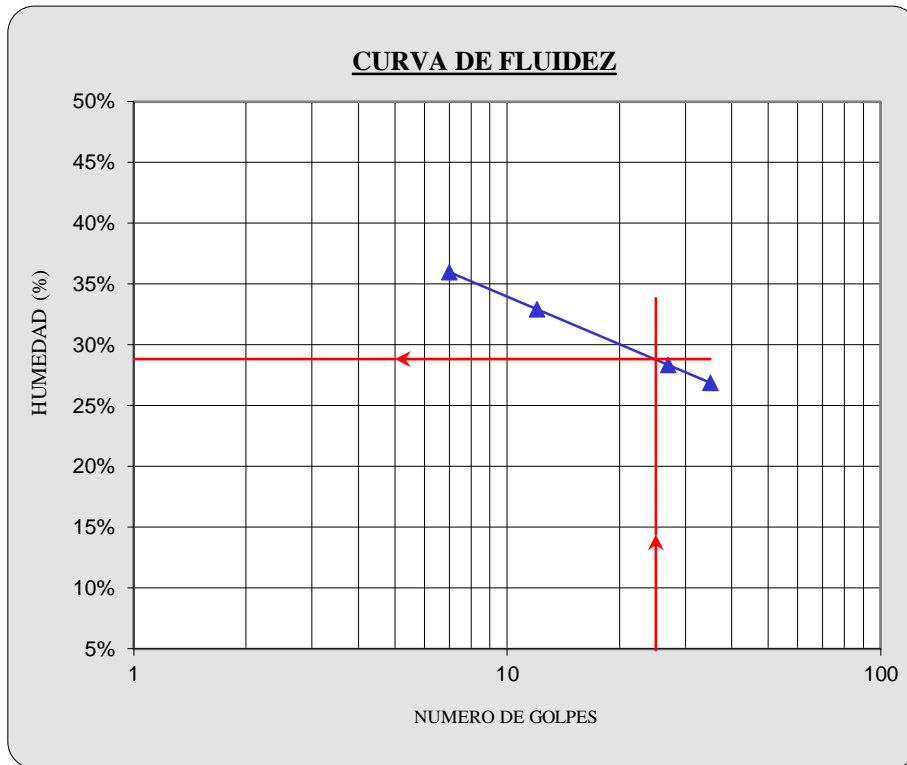


Figura 31. Curva granulométrica calicata 4

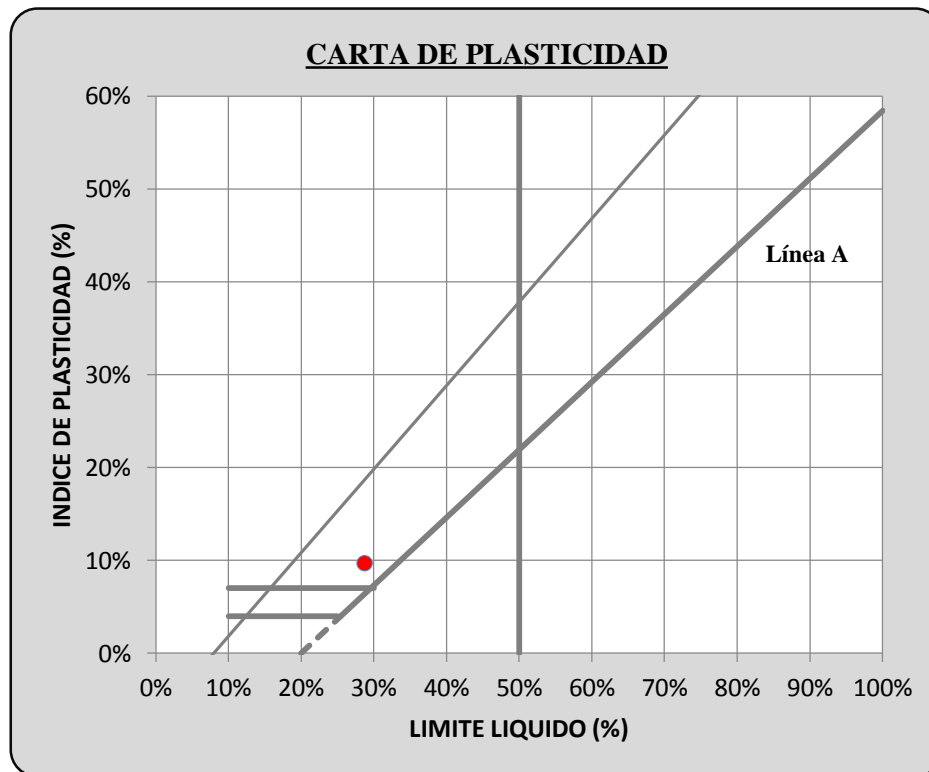


Figura 32. Carta de plasticidad calicata 4

Tabla 14. Clasificación de suelos de la calicata 5

CANTERA:		MATERIAL IN SITU				Sondaje:		C-5	
CLASE DE SUELO:		ARENA ARCILLOSA				Muestra:		M-1	
PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)									
Peso Original (gr)		500.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado (gr)		102.55				Límites		Tamaño Máximo: 1"	
Peso Tamizado (gr)		397.45				Superior Inferior		Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido: 28.36%	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plastico: 18.47%	
2"	50.800							Limite de Contraccion: 15.73%	
1 1/2"	38.100							Indice de Plasticidad: 9.89%	
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Porcentaje en muestra:	
3/4"	19.050	14.01	2.80%	2.80%	97.20%			% Grava (3" a #4): 7.13%	
1/2"	12.700	13.02	2.60%	5.41%	94.59%			% Arena (#4 a #200): 72.36%	
3/8"	9.525	8.02	1.60%	7.01%	92.99%			% Finos (Menor a #200): 20.51%	
No 4	4.750	0.59	0.12%	7.13%	92.87%			Características Granulométricas:	
No 8	2.381	2.69	0.54%	7.67%	92.33%			D60: (mm): -	
No 10	2.000	6.39	1.28%	8.94%	91.06%			D50: (mm): 0.59	
No 16	1.191	82.02	16.40%	25.35%	74.65%			D30: (mm): -	
No 30	0.595	121.01	24.20%	49.55%	50.45%			D10: (mm): -	
No 40	0.420	51.45	10.29%	59.84%	40.16%			Cu: -	
No 50	0.296	13.65	2.73%	62.57%	37.43%			Cc: -	
No 100	0.149	62.58	12.52%	75.09%	24.91%			Clasificación:	
No 200	0.075	22.02	4.40%	79.49%	20.51%			SUCS: SC	
Plato		102.55	20.51%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		AASHTO: A-2-4 (0)	
Sumatoria		500.00	100.00%			9.20			

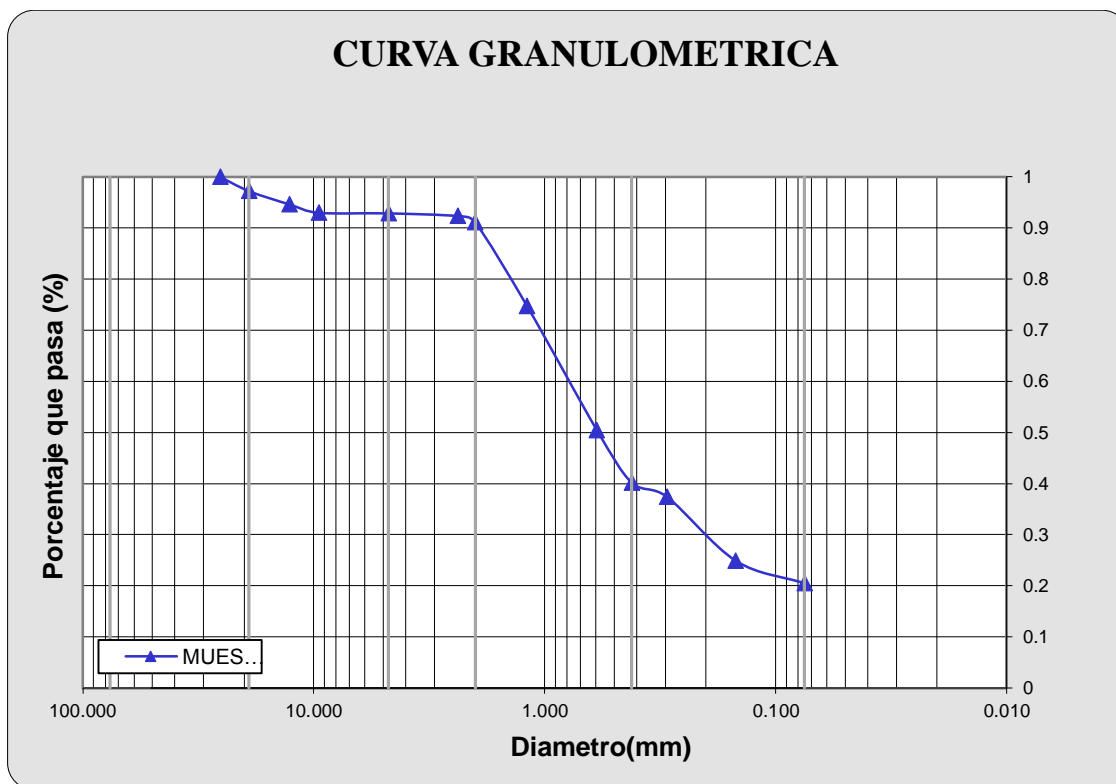


Figura 33. Curva granulométrica calicata 5

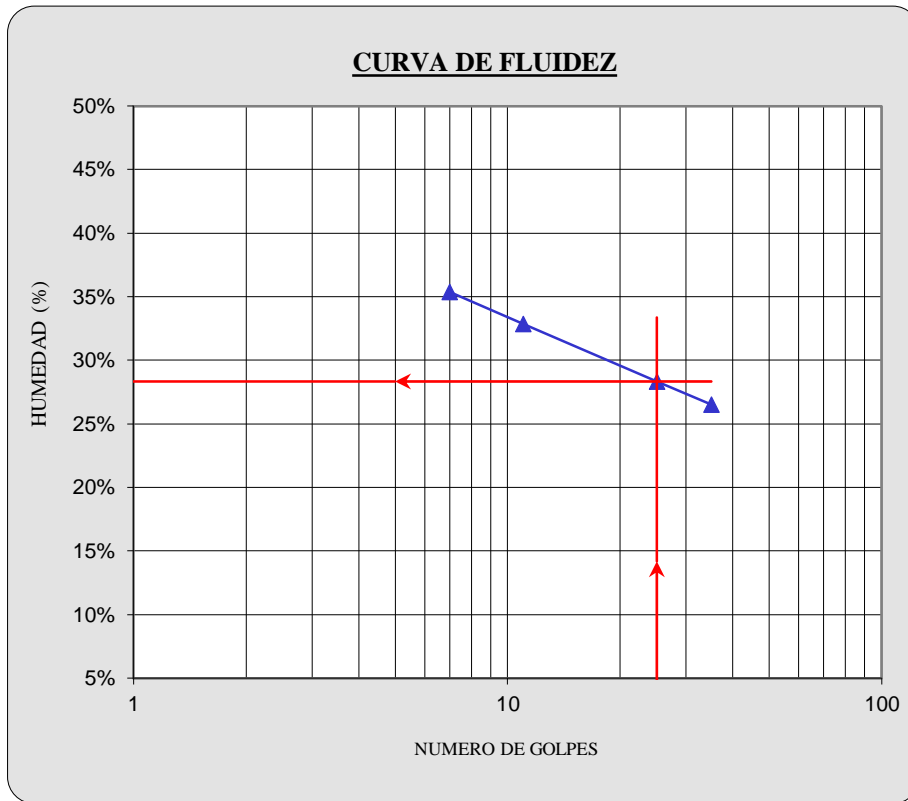


Figura 34. Carta de fluidez calicata 5

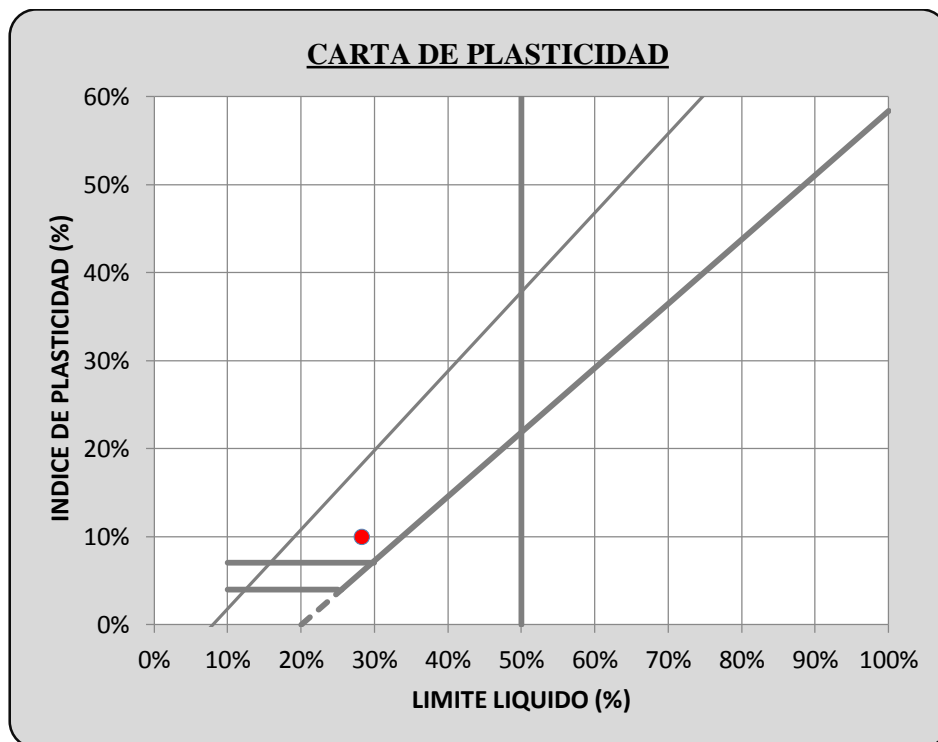


Figura 35. Carta de plasticidad calicata 5

Tabla 15. Clasificación de suelos de la calicata 6

CANTERA:		MATERIAL IN SITU				Sondaje:		C-6	
CLASE DE SUELO:		ARENA ARCILLOSA				Muestra:		M-1	
PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)									
Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado(gr)		277.13				Límites		Tamaño Máximo: 1 1/2"	
Peso Tamizado (gr)		722.87				Superior Inferior		Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido: 30.95%	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plastico: 19.38%	
2"	50.800							Limite de Contraccion: 16.09%	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Indice de Plasticidad: 11.56%	
1"	25.400	193.34	19.33%	19.33%	80.67%			Porcentaje en muestra:	
3/4"	19.050	46.05	4.61%	23.94%	76.06%			% Grava (3" a #4): 27.84%	
1/2"	12.700	8.95	0.90%	24.83%	75.17%			% Arena (#4 a #200): 44.45%	
3/8"	9.525	3.12	0.31%	25.15%	74.85%			% Finos (Menor a #200): 27.71%	
No 4	4.750	26.91	2.69%	27.84%	72.16%			Características Granulometricas:	
No 8	2.381	61.12	6.11%	33.95%	66.05%			D60: (mm): -	
No 10	2.000	20.72	2.07%	36.02%	63.98%			D50: (mm): 0.60	
No 16	1.191	66.84	6.68%	42.71%	57.30%			D30: (mm): -	
No 30	0.595	73.88	7.39%	50.09%	49.91%			D10: (mm): -	
No 40	0.420	33.01	3.30%	53.39%	46.61%			Cu: -	
No 50	0.296	20.13	2.01%	55.41%	44.59%			Cc: -	
No 100	0.149	92.82	9.28%	64.69%	35.31%			Clasificación:	
No 200	0.075	75.98	7.60%	72.29%	27.71%			SUCS: SC	
Plato		277.13	27.71%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		AASHTO: A-2-6 [0]	
Sumatoria		1000.00	100.00%			9.60			

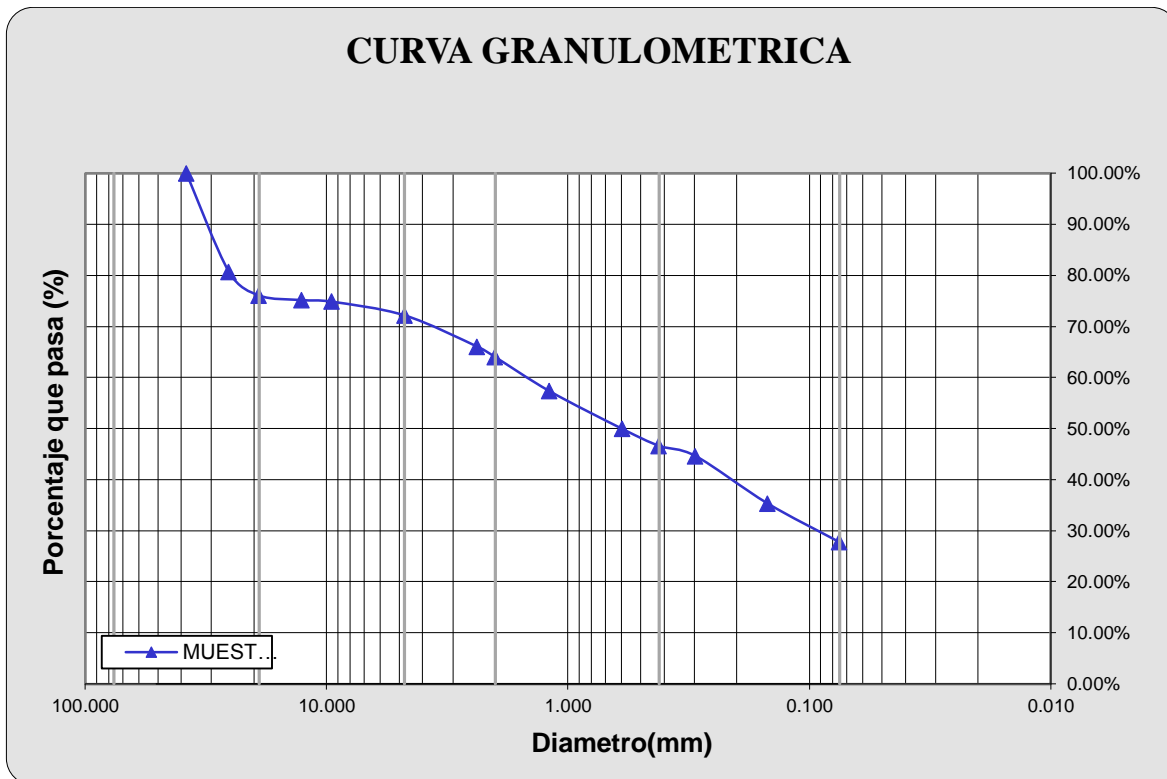


Figura 36. Curva granulométrica calicata 6

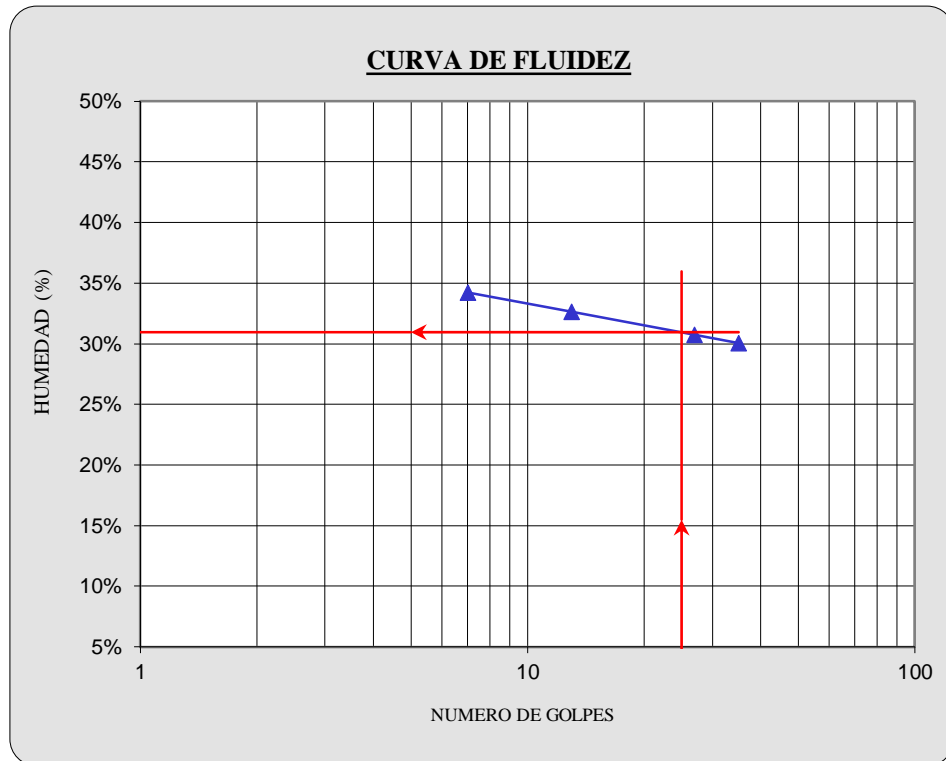


Figura 37. Curva de fluidez calicata 6

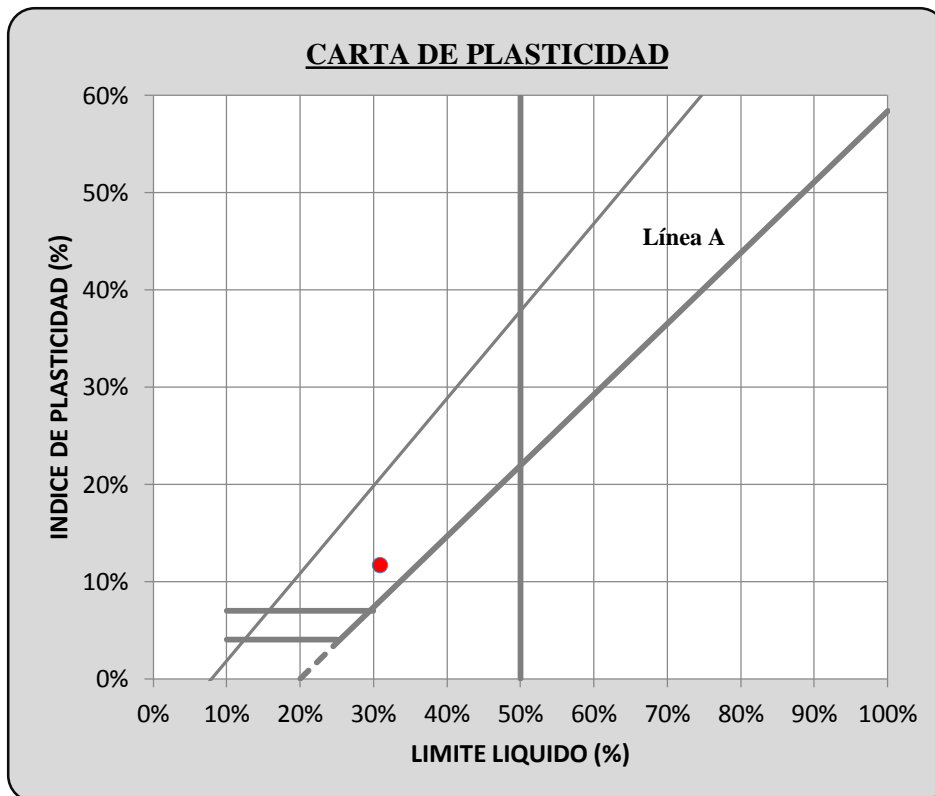


Figura 38. Carta de plasticidad calicata 6

Tabla 16. Clasificación de suelos de la calicata 7

CANTERA:		MATERIAL IN SITU				Sondaje:		C-7	
CLASE DE SUELO:		ARENA ARCILLOSA				Muestra:		M-1	
PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)									
Peso Original (gr)		1000.00		Especificaciones		OBSERVACIONES:			
Pérd. por lavado (gr)		256.15		Límites					
Peso Tamizado (gr)		743.86		Superior		Inferior		Tamaño Máximo: 1 1/2"	
ABERT. MALLA		Peso		% Ret		% Pasa		Límites de Consistencia:	
Pulg/malla		Retenido		Acumulado		Pasa		Limite Liquido: 30.48%	
mm		Retenido		Pasa		Pasa		Limite Plastico: 19.21%	
2"		50.800						Limite de Contraccion: 16.02%	
1 1/2"		38.100		0.00		0.00%		Indice de Plasticidad: 11.27%	
1"		25.400		185.02		18.50%		Porcentaje en muestra:	
3/4"		19.050		58.22		5.82%		% Grava (3" a #4): 32.27%	
1/2"		12.700		12.14		1.21%		% Arena (#4 a #200): 42.11%	
3/8"		9.525		5.03		0.50%		% Finos (Menor a #200): 25.61%	
No 4		4.750		62.32		6.23%		Características Granulométricas:	
No 8		2.381		44.02		4.40%		D60: (mm): -	
No 10		2.000		12.65		1.27%		D50: (mm): 0.74	
No 16		1.191		58.36		5.84%		D30: (mm): -	
No 30		0.595		82.02		8.20%		D10: (mm): -	
No 40		0.420		25.60		2.56%		Cu: -	
No 50		0.296		35.32		3.53%		Cc: -	
No 100		0.149		75.14		7.51%		Clasificación:	
No 200		0.075		88.02		8.80%		SUCS: SC	
Plato		256.15		25.61%		100.00%		AASHTO: A-2-6 (0)	
Sumatoria		1000.00		100.00%		0.00%		Contenido de humedad (%): 7.90	

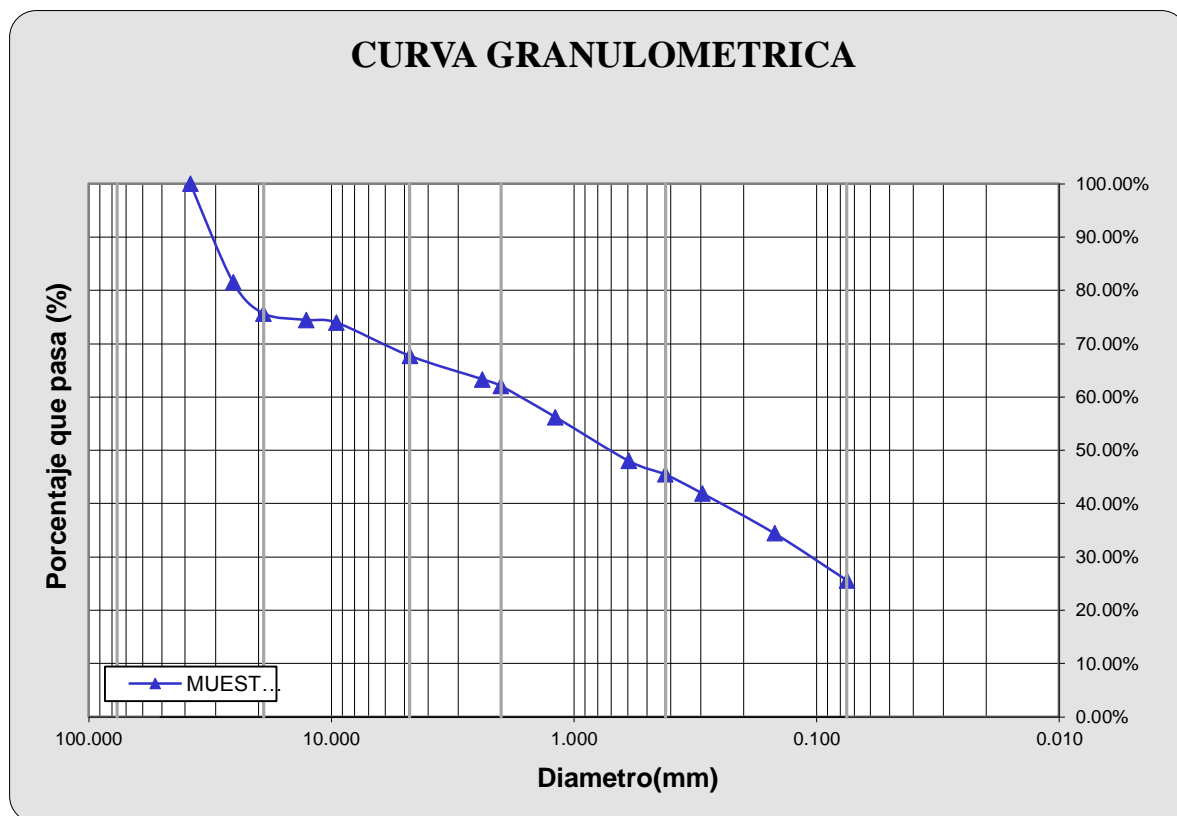


Figura 39. Curva granulométrica calicata 7

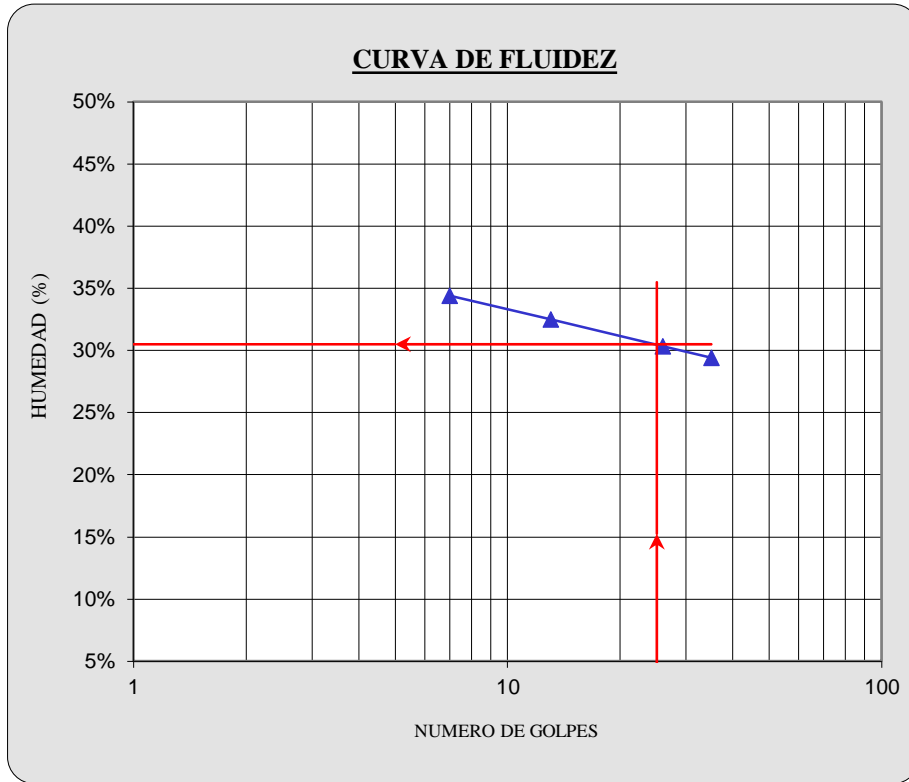


Figura 40. Curva de fluidez calicata 7

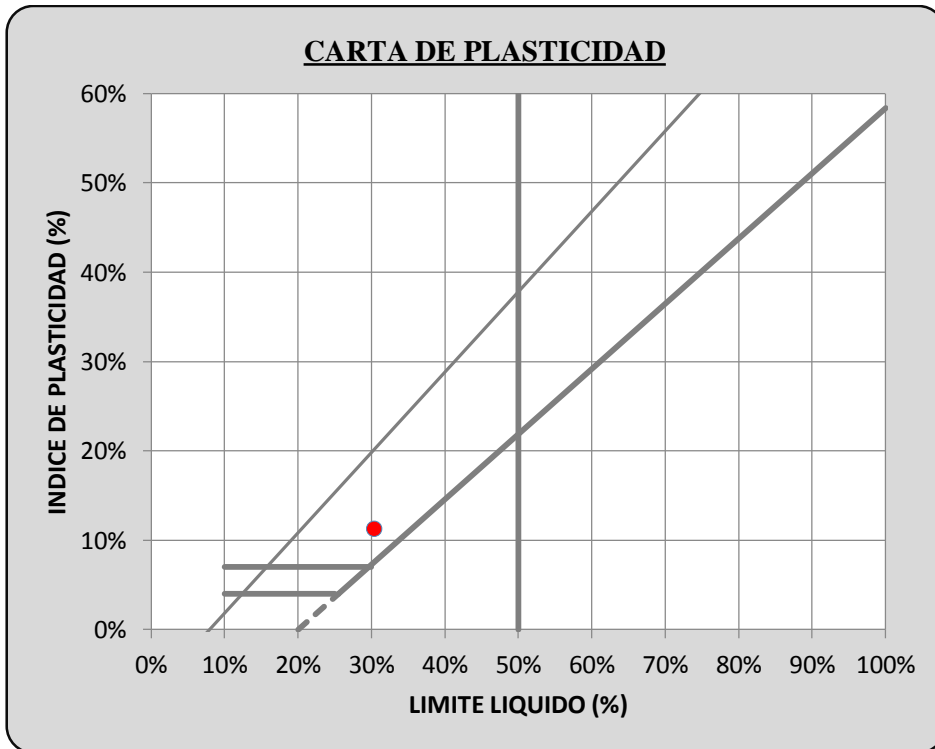


Figura 41. Carta de plasticidad calicata 7

Tabla 17. Clasificación de suelos de la calicata 8

CANTERA:		MATERIAL IN SITU				Sondaje:		C-8	
CLASE DE SUELO:		ARENA ARCILLOSA				Muestra:		M-1	
PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)									
Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado (gr)		254.94				Límites		Tamaño Máximo: 1 1/2"	
Peso Tamizado (gr)		745.06				Superior Inferior		Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido: 30.95%	
Pulg/malla		Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plastico: 19.58%	
mm								Limite de Contraccion: 16.30%	
2"		50.800						Indice de Plasticidad: 11.37%	
1 1/2"		38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Porcentaje en muestra:	
1"		25.400	175.25	17.53%	17.53%	82.48%		% Grava (3" a #4): 28.69%	
3/4"		19.050	66.25	6.63%	24.15%	75.85%		% Arena (#4 a #200): 45.82%	
1/2"		12.700	12.33	1.23%	25.38%	74.62%		% Finos (Menor a #200): 25.49%	
3/8"		9.525	5.02	0.50%	25.88%	74.12%		Características Granulométricas:	
No 4		4.750	28.02	2.80%	28.69%	71.31%		D60: (mm): -	
No 8		2.381	65.33	6.53%	35.22%	64.78%		D50: (mm): 0.53	
No 10		2.000	23.45	2.35%	37.56%	62.44%		D30: (mm): -	
No 16		1.191	55.02	5.50%	43.07%	56.93%		D10: (mm): -	
No 30		0.595	47.25	4.73%	47.79%	52.21%		Cu: -	
No 40		0.420	63.25	6.33%	54.12%	45.88%		Cc: -	
No 50		0.296	30.33	3.03%	57.15%	42.85%		Clasificación:	
No 100		0.149	75.25	7.53%	64.67%	35.33%		SUCS: SC	
No 200		0.075	98.33	9.83%	74.51%	25.49%		AASHTO: A-2-6 (0)	
Plato		254.94	25.49%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		5.20	
Sumatoria		1000.00	100.00%						

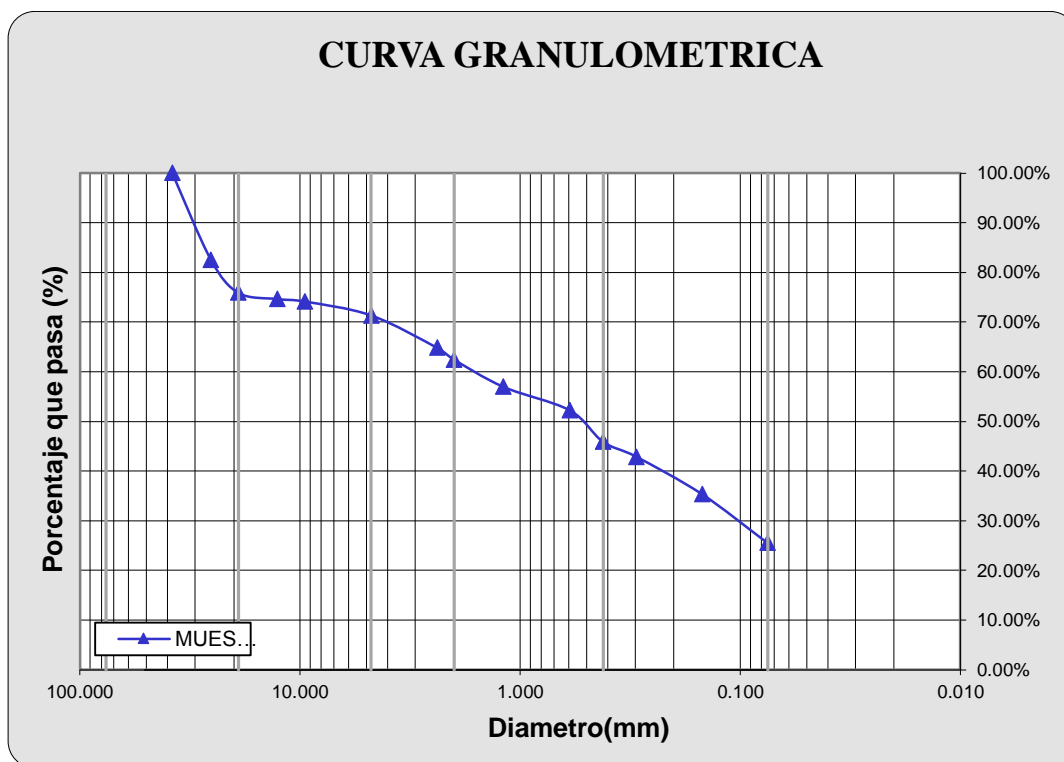


Figura 42. Curva granulométrica calicata 8

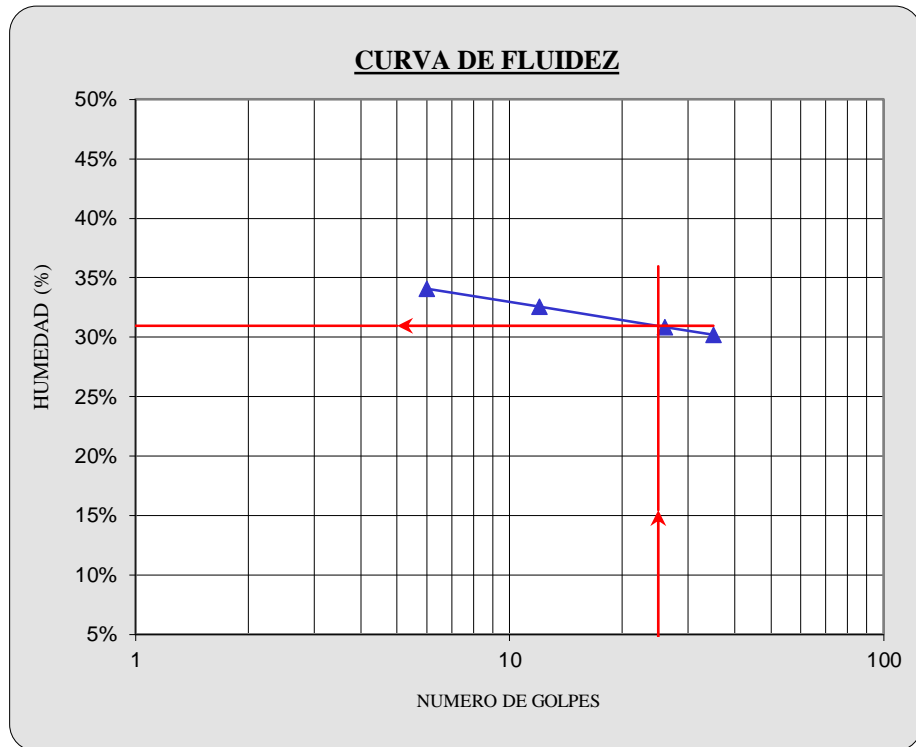


Figura 43. Curva de fluidez calicata 8

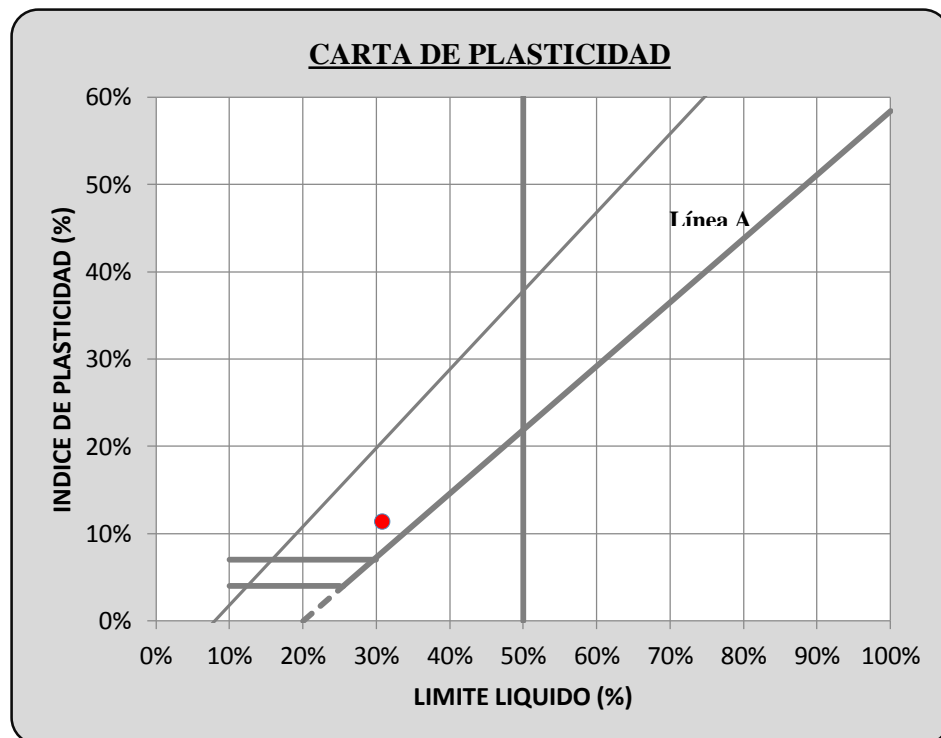


Figura 44. Carta de plasticidad calicata 8

Tabla 18. Clasificación de suelos de la calicata 9

CANTERA:		MATERIAL IN SITU				Sondaje:		C-9	
CLASE DE SUELO:		ARENA ARCILLOSA				Muestra:		M-1	
PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)									
Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado (gr)		168.74				Límites		Tamaño Máximo: 1 1/2"	
Peso Tamizado (gr)		831.26				Superior Inferior		Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido: 30.97%	
Pulg/malla		Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plastico: 19.45%	
2"		50.800						Limite de Contraccion: 16.16%	
1 1/2"		38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Indice de Plasticidad: 11.52%	
1"		25.400	165.25	16.53%	16.53%	83.48%		Porcentaje en muestra:	
3/4"		19.050	68.25	6.83%	23.35%	76.65%		% Grava (3" a #4): 35.14%	
1/2"		12.700	76.25	7.63%	30.98%	69.03%		% Arena (#4 a #200): 47.98%	
3/8"		9.525	19.33	1.93%	32.91%	67.09%		% Finos (Menor a #200): 16.87%	
No 4		4.750	22.37	2.24%	35.14%	64.86%		Características Granulométricas:	
No 8		2.381	65.25	6.53%	41.67%	58.33%		D60: (mm): -	
No 10		2.000	42.12	4.21%	45.88%	54.12%		D50: (mm): 1.25	
No 16		1.191	44.30	4.43%	50.31%	49.69%		D30: (mm): -	
No 30		0.595	63.20	6.32%	56.63%	43.37%		D10: (mm): -	
No 40		0.420	55.02	5.50%	62.13%	37.87%		Cu: -	
No 50		0.296	86.32	8.63%	70.77%	29.24%		Cc: -	
No 100		0.149	65.36	6.54%	77.30%	22.70%		Clasificación:	
No 200		0.075	58.25	5.83%	83.13%	16.87%		SUCS: SC	
Plato		168.74	16.87%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		AASHTO: A-2-6 (0)	
Sumatoria		1000.00	100.00%			7.90			

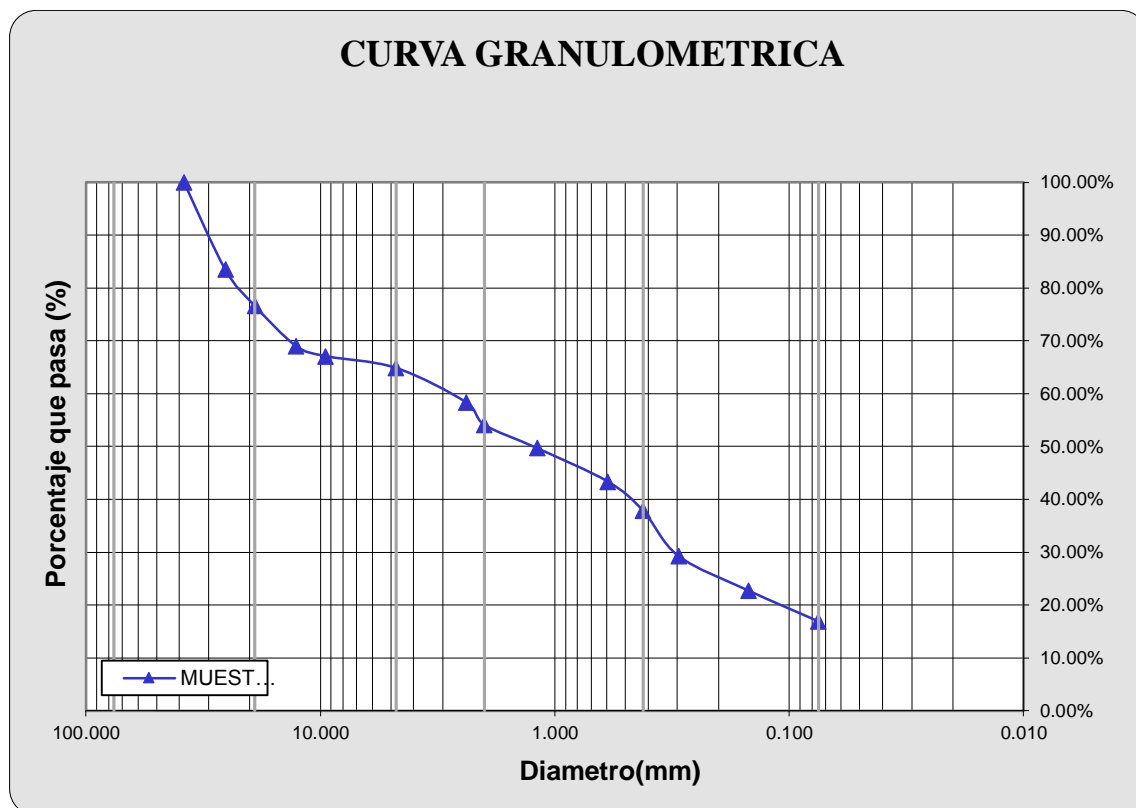


Figura 45. Curva granulométrica calicata 9

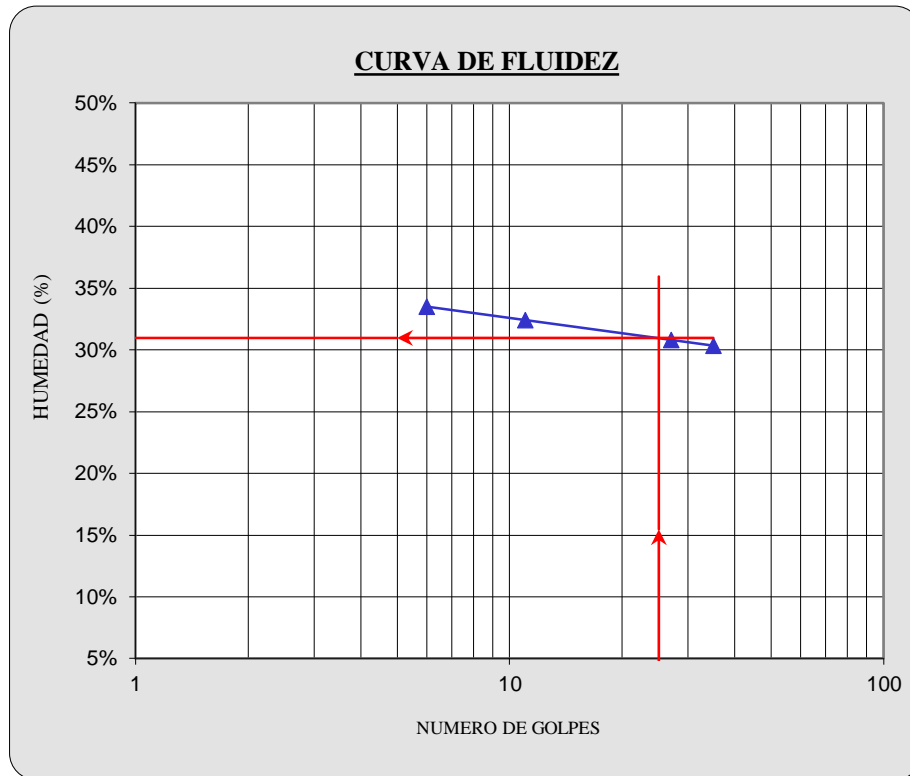


Figura 46. Curva de fluidez calicata 9

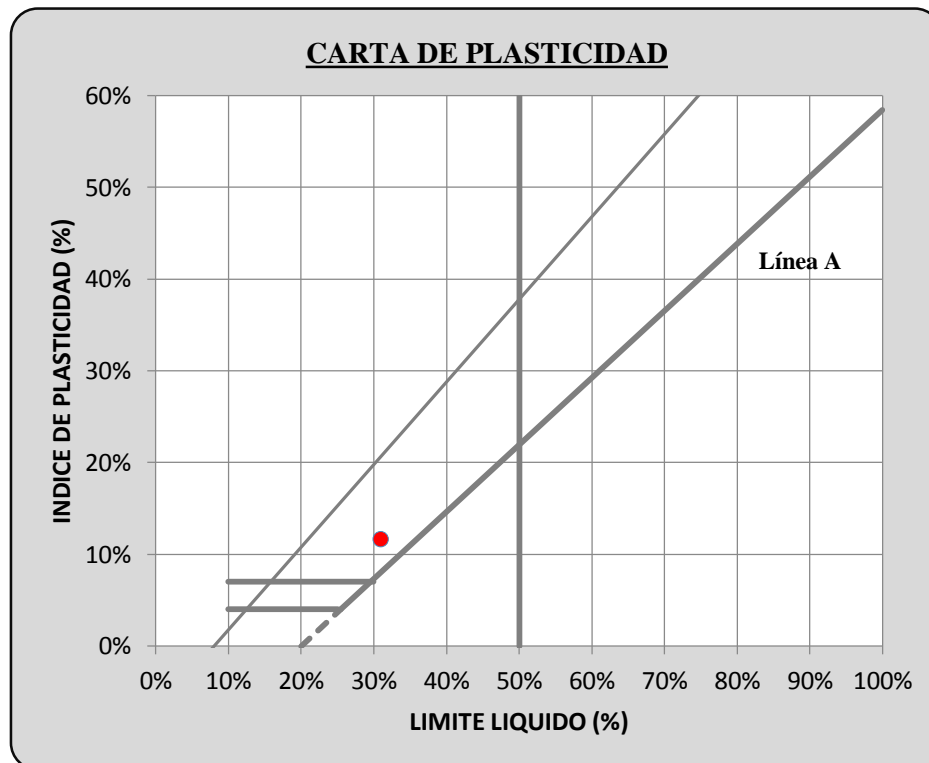


Figura 47. Carta de plasticidad calicata 9

Tabla 19. Clasificación de suelos de la calicata 10

CANTERA:		MATERIAL IN SITU				Sondaje:		C-10	
CLASE DE SUELO:		ARENA ARCILLOSA				Muestra:		M-1	
PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)									
Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		OBSERVACIONES:	
Pérd. por lavado (gr)		230.32				Límites		Tamaño Máximo: 1 1/2"	
Peso Tamizado (gr)		769.68				Superior Inferior		Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido: 30.93%	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plastico: 19.03%	
2"		50.800						Limite de Contraccion: 15.73%	
1 1/2"		38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Indice de Plasticidad: 11.91%	
1"		25.400	142.10	14.21%	14.21%	85.79%		Porcentaje en muestra:	
3/4"		19.050	55.02	5.50%	19.71%	80.29%		% Grava (3" a #4): 33.45%	
1/2"		12.700	89.32	8.93%	28.64%	71.36%		% Arena (#4 a #200): 43.52%	
3/8"		9.525	25.65	2.57%	31.21%	68.79%		% Finos (Menor a #200): 23.03%	
No 4		4.750	22.40	2.24%	33.45%	66.55%		Características Granulométricas:	
No 8		2.381	42.40	4.24%	37.69%	62.31%		D60: (mm): -	
No 10		2.000	88.25	8.83%	46.51%	53.49%		D50: (mm): 1.55	
No 16		1.191	62.30	6.23%	52.74%	47.26%		D30: (mm): -	
No 30		0.595	55.02	5.50%	58.25%	41.75%		D10: (mm): -	
No 40		0.420	25.30	2.53%	60.78%	39.22%		Cu: -	
No 50		0.296	63.32	6.33%	67.11%	32.89%		Cc: -	
No 100		0.149	41.40	4.14%	71.25%	28.75%		Clasificación:	
No 200		0.075	57.20	5.72%	76.97%	23.03%		SUCS: SC	
Plato		230.32	23.03%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		AASHTO: A-2-6 (0)	
Sumatoria		1000.00	100.00%			7.30			

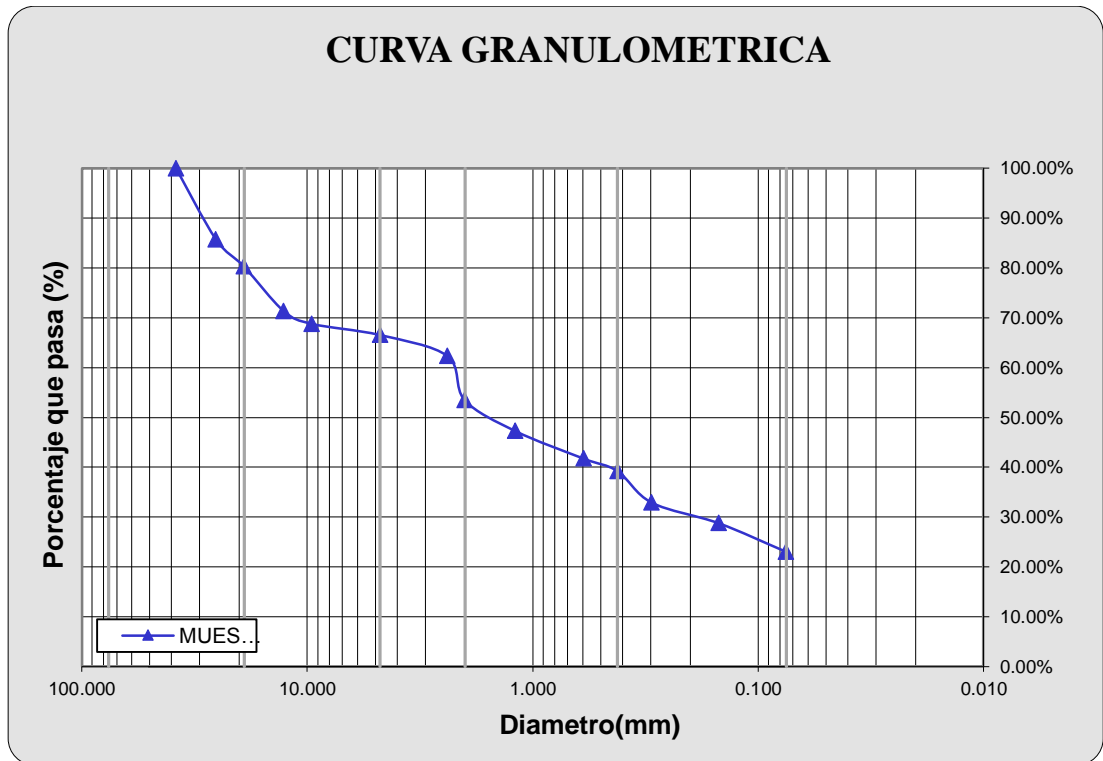


Figura 48. Curva granulométrica calicata 10

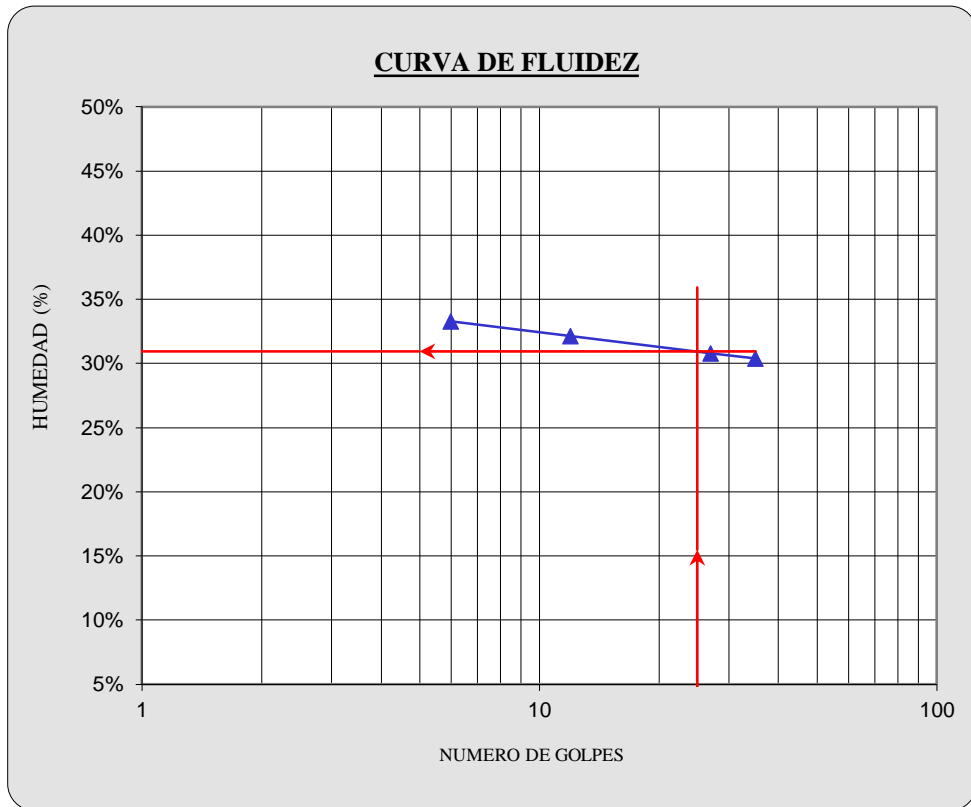


Figura 49. Curva de fluidez calicata 10

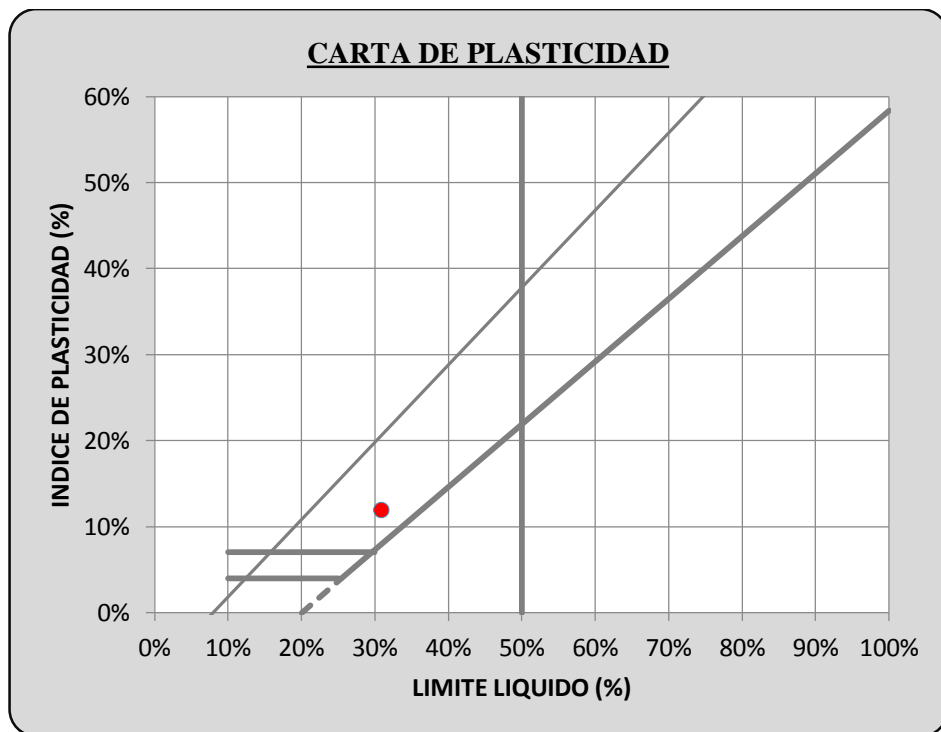


Figura 50. Carta de plasticidad calicata 10

Contenido de sales solubles totales ASTM D-516

En la Tabla 17, se presenta la cantidad de exposición a sulfatos en el contenido de sales solubles totales ASTM D-516. Y en las Tablas 18 al 27, se presentan los resultados del contenido de sales solubles total para cada calicata

Tabla 20. Cantidad de exposición a sulfatos en contenido de sales solubles totales

SULFATO (SO4) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO4 < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO4 < 0.20	Moderada
0.20 <= SO4 <= 2.00	Severa
SO4 > 2.00	Muy Severa

Tabla 21. Contenido de sales solubles totales en calicata 1

MUESTRA:	C-1,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	298.46
PESO FIOLA + SALES (g):	201.40
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.10

Tabla 22. Contenido de sales solubles totales en calicata 2

MUESTRA:	C-2,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	310.00
PESO FIOLA + SALES (g):	201.40
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.09

Tabla 23. Contenido de sales solubles totales en calicata 3

MUESTRA:	C-3,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	314.52
PESO FIOLA + SALES (g):	201.40
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.09

Tabla 24. Contenido de sales solubles totales en calicata 4

MUESTRA:	C-4,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	320.21
PESO FIOLA + SALES (g):	201.40
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.08

Tabla 25. Contenido de sales solubles totales en calicata 5

MUESTRA:	C-5,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	321.40
PESO FIOLA + SALES (g):	201.40
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.08

Tabla 26. Contenido de sales solubles totales en calicata 6

MUESTRA:	C-6,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	301.45
PESO FIOLA + SALES (g):	201.38
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.08

Tabla 27. Contenido de sales solubles totales en calicata 7

MUESTRA:	C-7,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	301.38
PESO FIOLA + SALES (g):	201.38
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.08

Tabla 28. Contenido de sales solubles totales en calicata 8

MUESTRA:	C-8,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	300.55
PESO FIOLA + SALES (g):	201.35
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.05

Tabla 29. Contenido de sales solubles totales en calicata 9

MUESTRA:	C-9,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	300.55
PESO FIOLA + SALES (g):	201.33
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.03

Tabla 30. Contenido de sales solubles totales en calicata 10

MUESTRA:	C-10,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO FIOLA (g):	201.30
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	300.55
PESO FIOLA + SALES (g):	201.32
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.02

Materia orgánica

A continuación se presentan en las Tablas 31 al 40, el contenido de materia orgánica presente en cada calicata.

Tabla 31. Materia orgánica en calicata 1

MUESTRA: TIPO: PROFUNDIDAD (mts): PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g): PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g): MATERIA ORGANICA (g):	C-1,M-1 SP - 500.00 493.00 7.00
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	1.42

Tabla 32. Materia orgánica en calicata 2

MUESTRA: TIPO: PROFUNDIDAD (mts): PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g): PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g): MATERIA ORGANICA (g):	C-2,M-1 SC - 500.00 482.25 17.75
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	3.68

Tabla 33. Materia orgánica en calicata 3

MUESTRA: TIPO: PROFUNDIDAD (mts): PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g): PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g): MATERIA ORGANICA (g):	C-3,M-1 SC - 500.00 486.25 13.75
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	2.83

Tabla 34. Materia orgánica en calicata 4

MUESTRA: TIPO: PROFUNDIDAD (mts): PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g): PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g): MATERIA ORGANICA (g):	C-4,M-1 SC - 500.00 490.25 9.75
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	1.99

Tabla 35. Materia orgánica en calicata 5

MUESTRA: TIPO: PROFUNDIDAD (mts): PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g): PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g): MATERIA ORGANICA (g):	C-5,M-1 SC - 500.00 485.50 14.50
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	2.99

Tabla 36. Materia orgánica en calicata 6

MUESTRA: TIPO: PROFUNDIDAD (mts): PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g): PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g): MATERIA ORGANICA (g):	C-6,M-1 SC - 500.00 490.00 10.00
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	2.04

Tabla 37. Materia orgánica en calicata 7

MUESTRA: TIPO: PROFUNDIDAD (mts): PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g): PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g): MATERIA ORGANICA (g):	C-7,M-1 SC - 500.00 490.05 9.95
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	2.03

Tabla 38. Materia orgánica en calicata 8

MUESTRA:	C-8,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g):	500.00
PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g):	491.25
MATERIA ORGANICA (g):	8.75
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	1.78

Tabla 39. Materia orgánica en calicata 9

MUESTRA:	C-9,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g):	500.00
PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g):	496.25
MATERIA ORGANICA (g):	3.75
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	0.76

Tabla 40. Materia orgánica en calicata 10

MUESTRA:	C-10,M-1
TIPO:	SC
PROFUNDIDAD (mts):	-
PESO MUESTRA ANTES DE CALCINAR (g):	500.00
PESO MUESTRA DESPUES DE CALCINAR (g):	492.85
MATERIA ORGANICA (g):	7.15
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%):	1.45

Ensayo de abrasión

A continuación se presenta en las Tablas 41 al 50 el Ensayo de Resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles de cada calicata.

Tabla 41. Ensayo de abrasión para calicata 1

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1200	300	20.00
Desgaste de abrasión:				20.00 %

Tabla 42. Ensayo de abrasión para calicata 2

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1130.25	369.75	24.65
Desgaste de abrasión:				24.65 %

Tabla 43. Ensayo de abrasión para calicata 3

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1150.25	349.75	23.32
Desgaste de abrasión:				23.32 %

Tabla 44. Ensayo de abrasión para calicata 4

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1165.35	334.65	22.31
Desgaste de abrasión:				22.31 %

Tabla 45. Ensayo de abrasión para calicata 5

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1235.2	264.8	17.65
Desgaste de abrasión:				17.65 %

Tabla 46. Ensayo de abrasión para calicata 6

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1146	354	23.60
Desgaste de abrasión:				23.60 %

Tabla 47. Ensayo de abrasión para calicata 7

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1210	290	19.33
Desgaste de abrasión:				19.33 %

Tabla 48. Ensayo de abrasión para calicata 8

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1320	180	12.00
Desgaste de abrasión:				12.00 %

Tabla 49. Ensayo de abrasión para calicata 9

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1110	390	26.00
Desgaste de abrasión:				26.00 %

Tabla 50. Ensayo de abrasión para calicata 10

Mallas que Pasa - Retiene	Peso Inicial (gr)	Peso después del ensayo retenido en Malla Nº 12 (gr)	Peso que pasa T. Nº 12 después del Ensayo (gr)	Porcentaje de Abrasión del Agregado (%)
Total	1500	1080	420	28.00
Desgaste de abrasión:				28.00 %

4.4.2.2. Compactación (Proctor Modificado)

En las Figuras 51 al 60, se presentan los ensayos de compactación de cada calicata.

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-1,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc):	1.85
OCH(%):	10.89

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	55.92	62.74	69.34	68.40	65.21
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	53.80	59.00	64.50	61.40	58.61
Peso del Agua (gr)	2.12	3.74	4.84	7.00	6.60
Peso tara (gr)	18.16	20.22	20.04	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	35.64	38.78	44.46	41.26	36.20
Contenido de humedad (%)	5.95	9.64	10.89	16.97	18.23

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3780	3920	3950	3920	3900
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1776	1916	1946	1916	1896
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.87	2.02	2.05	2.02	2.00
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.77	1.84	1.85	1.73	1.69

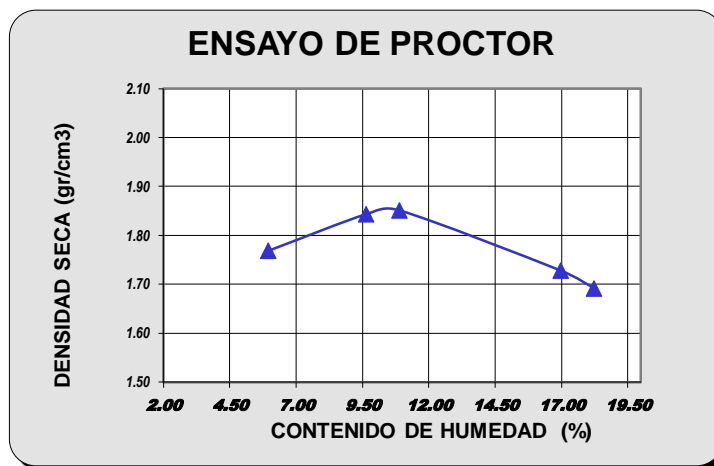


Figura 51. Compactación en calicata 1

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-2,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc):	1.85
OCH(%):	11.10

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	56.32	62.36	67.25	65.36	57.56
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	53.00	58.50	62.50	59.85	52.80
Peso del Agua (gr)	3.32	3.86	4.75	5.51	4.76
Peso tara (gr)	18.16	20.22	19.72	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	34.84	38.28	42.78	39.71	30.39
Contenido de humedad (%)	9.53	10.08	11.10	13.88	15.66

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3820	3880	3950	3850	3800
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1816	1876	1946	1846	1796
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.92	1.98	2.05	1.95	1.89
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.75	1.80	1.85	1.71	1.64

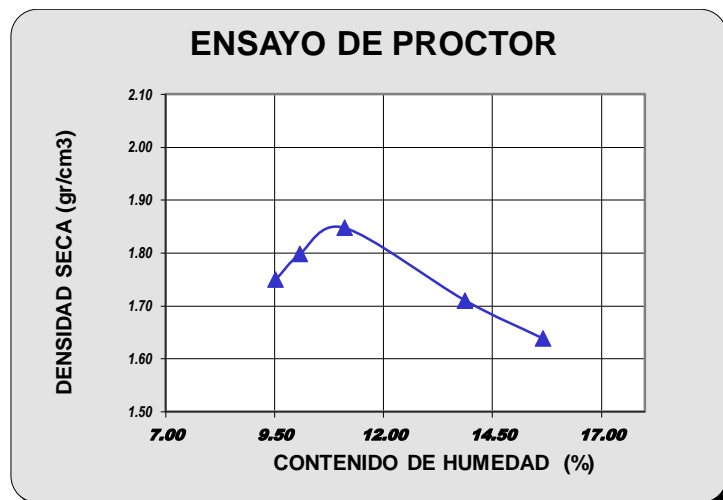


Figura 52. Compactación en calicata 2

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-3,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc):	1.86
OCH(%):	11.31

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	53.25	59.32	56.32	53.65	56.05
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	50.25	55.55	52.60	49.70	51.20
Peso del Agua (gr)	3.00	3.77	3.72	3.95	4.85
Peso tara (gr)	18.16	20.22	19.72	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	32.09	35.33	32.88	29.56	28.79
Contenido de humedad (%)	9.35	10.67	11.31	13.36	16.85

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3880	3950	3970	3920	3820
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1876	1946	1966	1916	1816
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.98	2.05	2.07	2.02	1.92
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.81	1.86	1.86	1.78	1.64

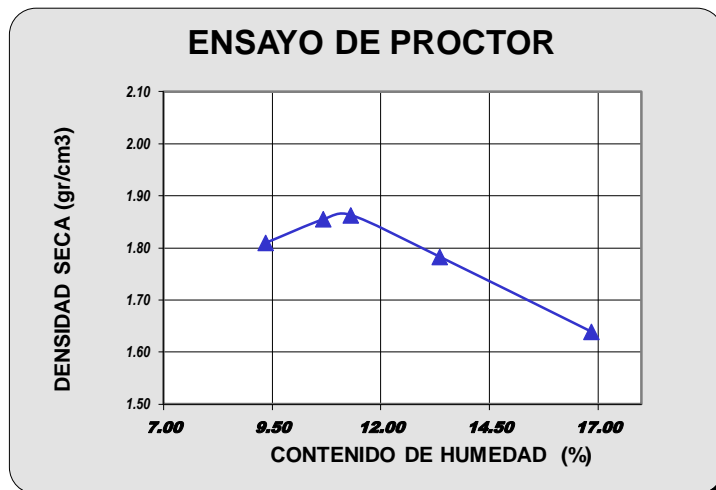


Figura 53. Compactación en calicata 3

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-4,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc): 1.85

OCH(%): 11.61

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	58.25	57.25	59.32	54.01	56.25
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	55.00	53.68	55.20	49.88	51.77
Peso del Agua (gr)	3.25	3.57	4.12	4.13	4.48
Peso tara (gr)	18.16	20.22	19.72	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	36.84	33.46	35.48	29.74	29.36
Contenido de humedad (%)	8.82	10.67	11.61	13.89	15.26

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3800	3920	3960	3860	3800
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1796	1916	1956	1856	1796
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.89	2.02	2.06	1.96	1.89
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.74	1.83	1.85	1.72	1.64

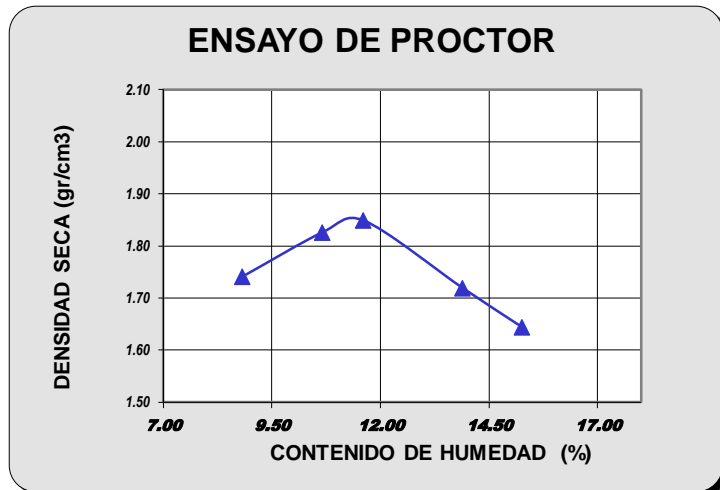


Figura 54. Compactación en calicata 4

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-5,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc): 1.85

OCH(%): 10.60

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	61.02	62.05	60.40	64.10	63.50
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	57.50	58.30	56.50	59.00	58.00
Peso del Agua (gr)	3.52	3.75	3.90	5.10	5.50
Peso tara (gr)	18.16	20.22	19.72	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	39.34	38.08	36.78	38.86	35.59
Contenido de humedad (%)	8.95	9.85	10.60	13.12	15.45

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3820	3900	3940	3900	3800
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1816	1896	1936	1896	1796
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.92	2.00	2.04	2.00	1.89
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.76	1.82	1.85	1.77	1.64

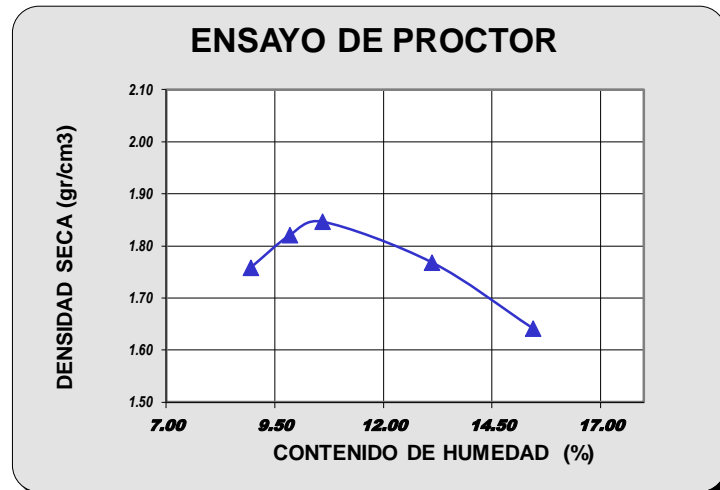


Figura 55. Compactación en calicata 5

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-6,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc): 1.85

OCH(%): 11.25

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	50.02	54.11	56.30	53.70	63.50
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	47.20	50.90	52.60	49.50	58.00
Peso del Agua (gr)	2.82	3.21	3.70	4.20	5.50
Peso tara (gr)	18.16	20.22	19.72	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	29.04	30.68	32.88	29.36	35.59
Contenido de humedad (%)	9.71	10.46	11.25	14.31	15.45

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3880	3920	3960	3900	3870
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1876	1916	1956	1896	1866
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.98	2.02	2.06	2.00	1.97
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.80	1.83	1.85	1.75	1.71

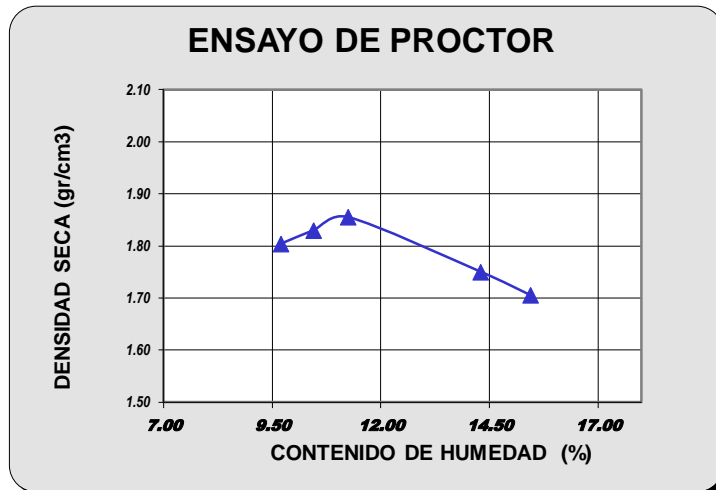


Figura 56. Compactación en calicata 6

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-7,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc): 1.86

OCH(%): 11.26

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	62.20	58.11	59.25	63.30	57.20
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	59.00	54.90	55.25	58.22	52.50
Peso del Agua (gr)	3.20	3.21	4.00	5.08	4.70
Peso tara (gr)	18.16	20.22	19.72	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	40.84	34.68	35.53	38.08	30.09
Contenido de humedad (%)	7.84	9.26	11.26	13.34	15.62

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3800	3890	3970	3930	3870
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1796	1886	1966	1926	1866
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.89	1.99	2.07	2.03	1.97
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.76	1.82	1.86	1.79	1.70

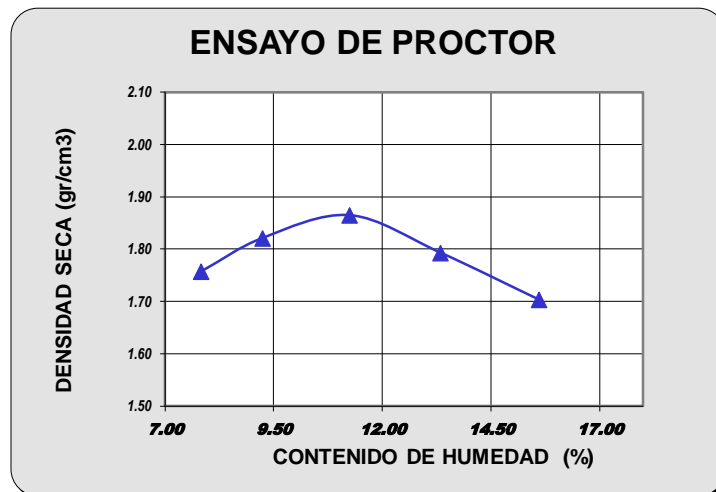


Figura 57. Compactación en calicata 7

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-8,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc): 1.85

OCH(%): 11.68

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	68.25	68.00	58.25	63.33	53.60
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	64.30	63.80	54.22	58.00	49.00
Peso del Agua (gr)	3.95	4.20	4.03	5.33	4.60
Peso tara (gr)	18.16	20.22	19.72	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	46.14	43.58	34.50	37.86	26.59
Contenido de humedad (%)	8.56	9.64	11.68	14.08	17.30

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3800	3870	3960	3950	3870
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1796	1866	1956	1946	1866
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.89	1.97	2.06	2.05	1.97
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.75	1.80	1.85	1.80	1.68

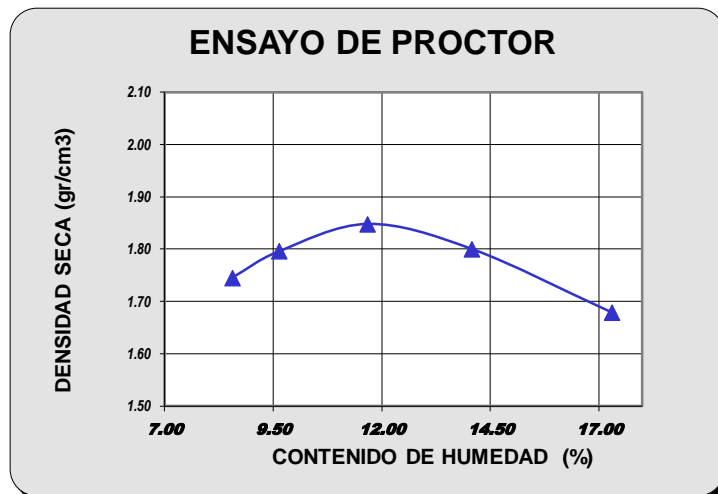


Figura 58. Compactación en calicata 8

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-9,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc): 1.85

OCH(%): 11.59

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	51.02	54.20	56.30	51.40	52.20
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	48.50	51.20	52.50	47.50	48.00
Peso del Agua (gr)	2.52	3.00	3.80	3.90	4.20
Peso tara (gr)	18.16	20.22	19.72	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	30.34	30.98	32.78	27.36	25.59
Contenido de humedad (%)	8.31	9.68	11.59	14.25	16.41

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3800	3880	3960	3940	3870
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1796	1876	1956	1936	1866
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.89	1.98	2.06	2.04	1.97
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.75	1.80	1.85	1.79	1.69

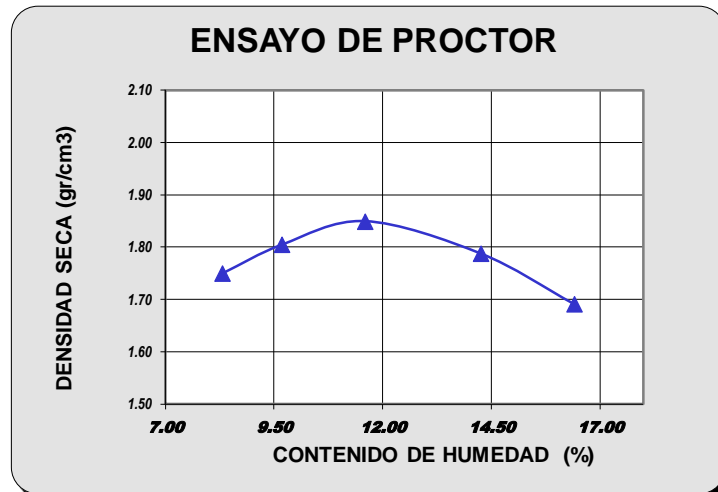


Figura 59. Compactación en calicata 9

CANTERA : MATERIAL IN SITU (C-10,M-1)

DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 947.85 cm³

DSM(g/cc):	1.86
OCH(%):	11.15

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	55.25	54.20	51.71	52.88	53.50
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	52.10	51.00	48.50	49.00	49.50
Peso del Agua (gr)	3.15	3.20	3.21	3.88	4.00
Peso tara (gr)	18.16	20.22	19.72	20.14	22.41
Peso Suelo Seco (gr)	33.94	30.78	28.78	28.86	27.09
Contenido de humedad (%)	9.28	10.40	11.15	13.44	14.77

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3850	3930	3960	3920	3870
Peso Molde (gr)	2004	2004	2004	2004	2004
Peso Suelo Húmedo (gr)	1846	1926	1956	1916	1866
Volumen Suelo Húmedo (gr)	947.85	947.85	947.85	947.85	947.85
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.95	2.03	2.06	2.02	1.97
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.78	1.84	1.86	1.78	1.72

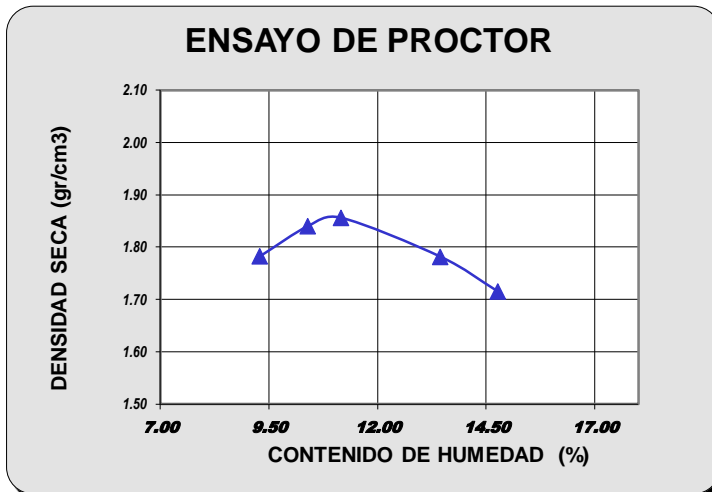


Figura 60. Compactación en calicata 10

4.4.2.3. Absorción de agua por saturación

En las Tablas 51 al 60, se presentan los resultados de la absorción de agua por saturación para cada calicata.

Tabla 51. Absorción de agua por saturación en calicata 1

Muestra: C -1			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.76	3.65	3.15
4	4.05	3.20	2.91
8	3.13	2.68	2.23
12	2.70	2.13	1.72
16	2.39	1.64	1.17

Tabla 52. Absorción de agua por saturación en calicata 2

Muestra: C - 2			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.73	3.58	3.64
4	4.05	3.30	3.03
8	3.09	2.85	2.44
12	2.76	1.85	1.60
16	2.36	1.55	0.91

Tabla 53. Absorción de agua por saturación en calicata 3

Muestra: C - 3			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.75	3.76	3.23
4	4.04	3.25	2.99
8	3.14	2.76	2.35
12	2.72	2.03	1.67
16	2.40	1.64	1.07

Tabla 54. Absorción de agua por saturación en calicata 4

Muestra: C - 4			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.78	3.55	3.15
4	4.02	3.38	2.98
8	3.10	2.75	2.32
12	2.78	2.08	1.67
16	2.38	1.63	1.18

Tabla 55. Absorción de agua por saturación en calicata 5

Muestra: C - 5			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.76	3.60	3.14
4	4.04	3.31	2.90
8	3.18	2.79	2.42
12	2.71	4.97	1.63
16	2.43	1.61	1.03

Tabla 56. Absorción de agua por saturación en calicata 6

Muestra: C - 6			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.65	3.74	3.13
4	4.07	3.31	2.80
8	3.17	2.86	2.35
12	2.73	1.94	1.71
16	2.38	1.60	1.12

Tabla 57. Absorción de agua por saturación en calicata 7

Muestra: C - 7			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.59	3.60	3.16
4	4.24	3.25	2.92
8	3.13	2.72	2.42
12	2.73	2.10	1.66
16	2.37	1.66	1.01

Tabla 58. Absorción de agua por saturación en calicata 8

Muestra: C - 8			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.60	3.65	3.17
4	3.97	3.29	2.98
8	3.13	2.80	2.40
12	2.71	2.13	0.39
16	2.45	1.59	1.10

Tabla 59. Absorción de agua por saturación en calicata 9

Muestra: C - 9			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.77	3.65	3.12
4	4.00	3.35	2.91
8	3.10	2.83	2.33
12	3.13	2.11	1.71
16	2.47	1.62	1.07

Tabla 60. Absorción de agua por saturación en calicata 10

Muestra: C - 10			
GOLPES	12	26	55
	ABSORCION		
0	4.70	3.73	3.29
4	3.96	3.28	3.00
8	3.21	2.86	2.42
12	2.69	2.09	1.64
16	2.38	1.58	1.10

4.4.2.4. Relación Soporte California (CBR) en laboratorio

A continuación en las Figuras 61 al 86, se presenta el procedimiento del CBR para la obtención de los resultados de laboratorio.



Figura 61. Muestra de suelo tamizada por malla N°4



Figura 62. Materiales utilizados para el ensayo de CBR



Figura 63. Máquina para CBR: Prensa HUMBOLDT



Figura 64. Latas de acero inoxidable para el secado de muestras



Figura 65. Amasado de suelo preparado con agua



Figura 66. Adición de emulsión asfáltica catiónica a la muestra de suelo



Figura 67. Suelo después de la adición de emulsión y agua



Figura 68. Ensamblaje del molde cilíndrico de compactación



Figura 69. Pesado de molde cilíndrico



Figura 70. Compactado de muestra



Figura 71. Vista superior de la compactación de suelo con emulsión asfáltica



Figura 72. Pesado molde después de la compactación de suelo



Figura 73. Molde preparado para el ensayo de CBR



Figura 74. Proceso de saturación de moldes preparados por 96 horas

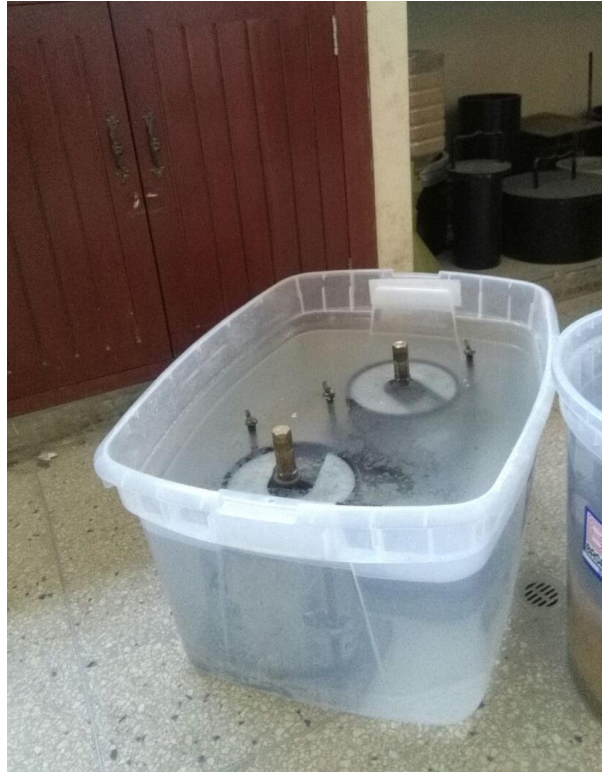


Figura 75. Proceso de saturación de muestras con emulsión por 96 horas



Figura 76. Medición de expansión del suelo en molde de CBR



Figura 77. Molde con suelo después de la saturación



Figura 78. Molde con muestra más emulsión asfáltica después de la saturación



Figura 79. Molde preparado con sobrecargas para el ensayo de CBR



Figura 80. Ensayo de CBR en la prensa HUMBOLDT



Figura 81. Ensayo de CBR de muestras con emulsión asfáltica



Figura 82. Muestra patrón después del ensayo de CBR



**Figura 83. Muestra con 4% de emulsión asfáltica.
Después del ensayo de CBR**



**Figura 84. Muestra con 8% de emulsión asfáltica.
Después del ensayo de CBR**



**Figura 85. Muestra con 12% de emulsión asfáltica.
Después del ensayo de CBR**



**Figura 86. Muestra con 16% de emulsión asfáltica.
Después del ensayo de CBR**

En la tabla 61, se presentan los resultados de las diferentes adiciones de emulsión asfáltica catiónica (0, 4, 8, 12 y 16%).

Tabla 61. Resumen del CBR en las diferentes adiciones de emulsión asfáltica catiónica

N° Calicatas	CBR				
	0%	4%	8%	12%	16%
C1	6	17.5	31	9	6.6
C2	6.2	17	31	9.4	6.1
C3	6.4	17	30	9.3	6
C4	6.6	17.2	32	9.2	6
C5	6.6	16.8	33	9.8	6.2
C6	6.7	17.4	31	9.8	6
C7	7.2	17.6	31.5	9.7	6.1
C8	7.6	17	30.5	9.8	5.9
C9	7.6	17.7	31	9.6	5.9
C10	7.4	17.8	30	9.7	6
Promedio	6.83	17.3	31.1	9.53	6.08

En la Figura 87, se muestra un comportamiento creciente hasta la adición del 8% de emulsión asfáltica catiónica, alcanzando el mayor resultado de CBR con 31.1% y a cantidades mayores existe disminuciones de CBR.

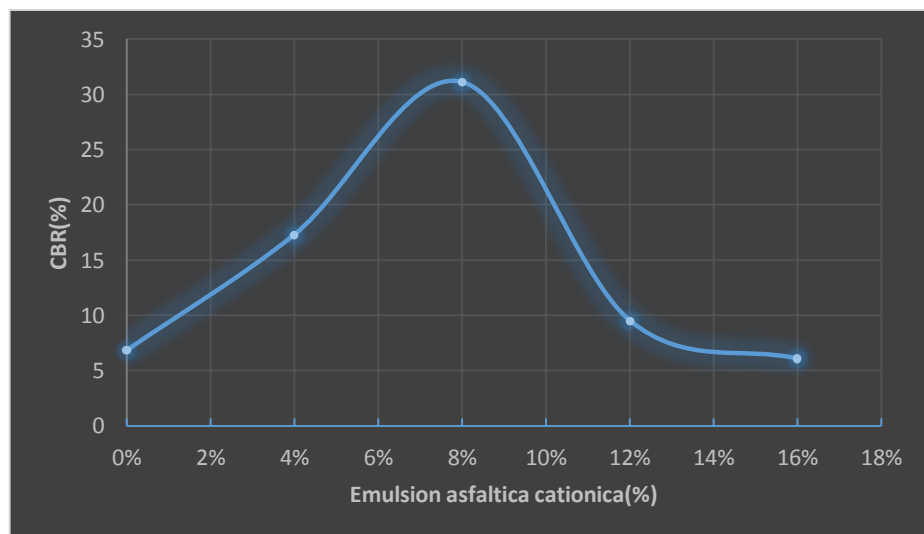


Figura 87. Comportamiento de las diferentes adiciones de emulsión asfáltica catiónica

4.4.3. Ensayo a emulsión asfáltica

A continuación se presentan en las Tablas 62 y 63, la caracterización y la composición fisicoquímica de la emulsión asfáltica respectivamente.

Cuadro 62. Caracterización a emulsión asfáltica

Caracterización	Resultado	Parámetros
Punto de inflamación “Pensky Martens”	42	35-45
Agua (%)	0	0-0.2
Viscosidad cinemática a 60 °C	57	30-60
Partículas sólidas suspendidas	NEGATIVO	NEGATIVO
Aspecto	HOMOGENEO	HOMOGENEO

Cuadro 63. Análisis fisicoquímicos a emulsión asfáltica

Análisis	Unidades	Muestra	Método
Clase		Arenoso	UV
Humedad	%	1.12	Secado directo
pH		8.27	ASTMD 1293
Sulfatos	Mg/kg	365	ASTMD 516
Cloruros	Mg/kg	577	ASTMD 512
Resistividad específica	Ohm/cm	5119	RA6014

CAPITULO V
DISCUSION DE RESULTADOS

En el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, las muestras del suelo fueron tomadas cada 500 m para conocer el tipo de suelo; además, en cada punto se tomó muestras a profundidad entre 1 a 1.50 metros, con el objetivo de determinar la capacidad de soporte del suelo y conocer las variaciones de las características del suelo en diferentes profundidades. Así mismo el tipo de granulometría elegida para la carretera de acuerdo a sus características, para esta investigación Tipo II, también cumple con los requisitos exigidos por el Manual de Carreteras.

Después de realizar los diferentes ensayos de clasificación del suelo, los resultados fueron los siguientes:

En el Ensayo de Resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles tuvo un promedio total de 21.9% del muestro de las 10 calicatas. En la determinación de la absorción de agua por saturación, se aprecia en la Figura 88, el comportamiento de la absorción de agua por saturación en las diferentes adiciones de emulsión asfáltica catiónica, la cual presentó un comportamiento decreciente a medida que aumenta la adición de la emulsión asfáltica catiónica y a mayor cantidad de golpes los valores de absorción de agua es inferior que a menores cantidad de golpes.

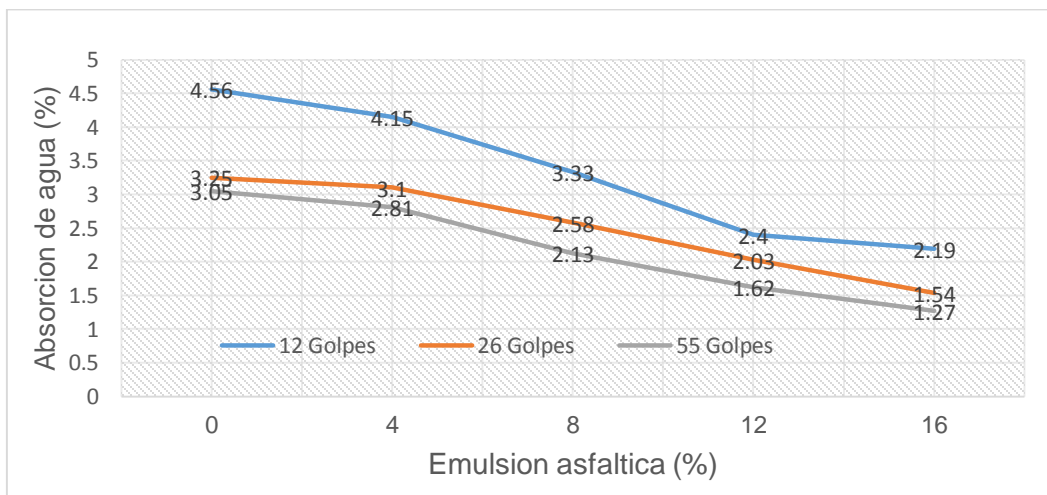


Figura 88. Resumen del comportamiento de la absorción de agua por saturación

En la Tabla 64, se presenta el promedio de los límites de consistencia promedio de las diferentes alícuotas.

Tabla 64. Resumen de resultados de los límites de consistencia

Limistes de consistencia	Cantidad
Limite Liquido:	29.73%
Liquido Plástico:	19.90%
Límite de Contracción:	16.18%
Índice de Plasticidad:	10.54%

En el contenido de materia orgánica disponible en las muestras de las calicatas fue de 1.38%.

En el contenido de sales solubles totales, se obtuvo 0.13%, mostrando una exposición a sulfatos moderada.

En el ensayo de Proctor modificado, el porcentaje del contenido de humedad varía de 7.84 hasta 17.30% y la densidad seca varía entre 1.64 y 1.85%; el porcentaje de CBR varía entre 6.08 y 31.1; mostrándose que a mayor densidad seca se obtiene un valor mayor de porcentaje de CBR.

Los ensayos realizados a la emulsión asfáltica catiónica cumple con las especificaciones, tal como se muestra en la Tabla 62 y 63, de esta forma de aprueba la utilización de este tipo de emulsión catiónica para la estabilización en campo.

El suelo contiene alta humedad natural, generalmente estas son mayores a las humedades optimas, esto se debe al tipo de zona de estudio, siendo una zona de alta pluviosidad lo que se debería tomar en cuenta para el proceso

constructivo de dicha zona. Estas altas humedades son cercanas al límite líquido de los suelos, esto quiere decir que se encuentran en una condiciones entre plástica y casi líquida, generando que la estructura del pavimento sea casi inestable.

Almeida y Sánchez (2011) indicaron que existe una disminución del porcentaje de absorción de agua y luego de la saturación en el ensayo de CBR cuando hay un aumento en el porcentaje de emulsión asfáltica, siendo este un efecto positivo de la misma sobre el suelo, ya que existe una disminución de la permeabilidad del suelo por la aplicación de dicha emulsión asfáltica, dichos resultados oscilaron entre 1.02 y 4.10%. Este mismo comportamiento tuvo nuestras muestras, pero con valores superiores que oscilaron 1.26 a 4.56%.

En la Tabla 58, se aprecia que al realizar el ensayo de CBR con diferentes porcentajes de emulsión asfáltica, llegando hasta un 30%, vemos que el efecto de la emulsión asfáltica sobre el tipo de suelo estudiado en el aumento del porcentaje de CBR es casi nulo. Este resultado se debe al tipo de suelo que se tiene en la subrasante, ya que los porcentajes de fino oscilan entre 43 y 60%, siendo valores muy elevados, causando que la emulsión asfáltica nunca llegue a adherirse al suelo en su totalidad.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

- Los ensayos que se elaboraron en este informe, son de suma importancia puesto que los agregados obtenidos de las calicatas son con el fin de obtener las propiedades físicas, las cuales deben cumplir con el RDN°18-2014 MTC-14, manual de ensayos de materiales.
- Se determinaron las propiedades mecánicas del tramo de 5 km entre caserío José Galves – ciudad Otuzco, provincia Otuzco, departamento La Libertad, obteniendo como resultados:
Con un total de muestras de 10 calicatas. En granulometría: los resultados promedios fueron para grava: 19.66%, arena: 60.72% y finos: 19.61% y según la clasificación para SUCS: SC y AASHTO: A-2-6. En el Ensayo de Resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles tuvo un promedio de 21.69%. En el contenido de materia orgánica fue de 2.10%. En el contenido de sales solubles totales fue 0.07%, mostrando una exposición a sulfatos Insignificante. En el ensayo de Durabilidad al Sulfato de Sodio y/o Sulfato de Magnesio fue de 1.82%.
En el ensayo de Proctor modificado; el contenido de humedad fue de 11.24%, con una densidad promedio de 1.85 (g/cc). Los ensayos realizados a la emulsión asfáltica catiónica cumple con las especificaciones, de esta forma se aprueba la utilización de este tipo de emulsión catiónica para la estabilización en campo.
- Se caracterizaron las propiedades físicas del suelo luego de adicionarle la emulsión asfáltica obteniendo los siguientes resultados:
En los resultados de Relación Soporte California (CBR) oscilaron entre 6.08 y 31.1%. A continuación se detallan los resultados para cada concentración de emulsión asfáltica catiónica.

	CBR - CON EMULSION ASFALTICA CATIONICA %				
	0%	4%	8%	12%	16%
PROMEDIO	6.83	17.3	31.1	9.53	6.08

En la prueba de absorción por saturación ASTM C 127-04; los valores promedios de agua absorbida en los espacios internos de los poros de las partículas sometidas a los tres especímenes de 12, 26 y 55 golpes con los diferentes concentraciones de emulsión asfáltica catiónica.

	% DE ABSORCION DE AGUA				
	0%	4%	8%	12%	16%
PROMEDIO	3.86	3.43	2.77	2.22	1.70

- Se determinó el porcentaje óptimo de emulsión asfáltica para una correcta mezcla, siendo la adición de 8% de emulsión asfáltica catiónica con un valor mayor CBR de 31.1% y absorción de agua por saturación con un valor promedio 2.77%

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

- Emplear emulsiones asfálticas para la estabilización como alternativa para evitar profundización, mejorando el coeficiente estructural de las capas del pavimento.
- Conocer previamente las condiciones climáticas de la zona a realizar este tipo de investigación, ya que este es un limitante para la aplicación de este método.
- El material asfáltico será adicionado de acuerdo al porcentaje óptimo obtenido en el laboratorio mediante estudios previos, el cual se debe agregar sobre la sub-rasante durante el proceso de mezclado, mediante un dispositivo que permita medir la correcta dosificación.
- Realizar investigaciones con los parámetros de porcentajes de finos, límite líquido e índice de plasticidad; así, como en bases y sub bases con los parámetros establecidos según. El Manual de Carreteras y comprobar el efecto sobre las emulsiones asfálticas en diferentes situaciones de características de muestras.
- En el ensayo de Relación de Soporte de California (CBR), después del moldeo de las muestras se deberá dejar en la piscina de agua por un periodo mínimo de 96 horas o hasta verificar el aseguramiento de la muestra esté saturada completamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Almeida, F. y Sánchez, E. (2011). *Estabilización de suelos con el uso de emulsiones asfálticas catiónicas de rotura lenta, caso de estudio vía las Mercedes, Puerto Nuevo, provincia de Santo Domingo de los Tsachilas*. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ecuador.

De la Cruz, D. (2010). *Diseño y evaluación de una afirmado estabilizado con emulsión asfáltica, aplicación; carretera Cañete-Chupaca*. (Tesis para para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

Gonzales, W., Jiménez, M. y López, R. (2007). *Guía básica para el uso de emulsiones asfálticas en la estabilización de bases en caminos de baja intensidad en el Salvador*. (Tesis para para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad de El Salvador.

Mendoza, C. (2016). *Propuesta de utilización de emulsión asfáltica modificada en el mantenimiento de la carretera: Lucma-09 de octubre, para morar la transitabilidad vehicular en el distrito de Lucma, provincia de Gran Chimú-La Libertad*. (Tesis para para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad Privada de Trujillo. Perú.

Nuñez, D. (2011). *Elección y dosificación del conglomerante en estabilización de suelos*. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Instituto Tecnológico de Sonora. México.

Pinero, A. (2016). *Análisis y aplicación de emulsiones asfálticas de rotura lenta para la estabilización de zahorras destinadas para capas de pavimentos*. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad de Cartagena. Colombia.

Quiroz, W. (2017). *Comparación entre la estabilización de suelos con emulsión asfáltica y la estabilización de suelos con asfalto y diésel para determinar cuál estabilización proporciona mayor densidad aparente y relación de soporte CBR.*

(Tesis para para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

Ramos, B. y Muñiz, C. (2013). *Propuesta de diseño de mezcla asfáltica en frío de graduación densa como alternativa para el mantenimiento de pavimentos flexibles.* (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad Centroamericana. Nicaragua.

Rivera, G. (2011). *Emulsiones asfálticas.* Cuarta Edición. México: Editorial Alfaomega. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=TGz9MAAACAAJ>

Rondón, H. y Reyes, F. (2015). *Pavimentos, Materiales, construcción y diseño.* Primera Edición. Bogotá: Ecoe Ediciones

Rosero, F. (2013). *Bases estabilizadas con emulsión asfáltica para pavimentos.* (Tesis para optar el Título de Ingeniero civil). Universidad Central del Ecuador.

Salazar, J. (2011). *Guía para la realización de ensayos y clasificación de asfaltos, emulsiones asfálticas y asfálticas y asfaltos rebajados según el Reglamento Técnico Centroamericano.* Métodos y Materiales, Tomo 1.

Torres, A. (2015). *Propuesta metodológica para la evaluación y mejoramiento con emulsión asfáltica y/o cemento de los materiales*

granulares existentes en las vías terciarias. (Tesis para para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Colombia.

Villa, V. (2014). *Reciclado in situ en frio de pavimentos empleando emulsiones asfálticas aplicado en colegio FAP Manuel Polo Jiménez, Urb. San Gabino-Santiago de Surco.* (Tesis para para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: ESTUDIO DE SUELOS

Determinación de la absorción de agua por saturación

Calicata 1

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	11.498	12.437	12.337	11.470	12.447	12.235
PESO SATURADO (g)	12.045	12.891	12.725	11.935	12.845	12.591
ABSORCION(%)	4.76	3.65	3.15	4.05	3.20	2.91
	3.85			3.39		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.347	12.255	12.456	12.273	12.468	12.438
PESO SATURADO (g)	12.733	12.583	12.734	12.604	12.734	12.652
ABSORCION(%)	3.13	2.68	2.23	2.70	2.13	1.72
	2.68			2.18		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.456	12.429	12.328
PESO SATURADO (g)	12.754	12.633	12.472
ABSORCION(%)	2.39	1.64	1.17
	1.73		


 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. C.I.P. N° 197384

CALICATA: 2

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	11.488	12.387	12.458	11.378	12.436	12.271
PESO SATURADO (g)	12.031	12.831	12.911	11.839	12.846	12.643
ABSORCION(%)	4.73	3.58	3.64	4.05	3.30	3.03
	3.98			3.46		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.439	12.362	12.499	12.381	12.515	12.528
PESO SATURADO (g)	12.823	12.714	12.804	12.723	12.746	12.729
ABSORCION(%)	3.09	2.85	2.44	2.76	1.85	1.60
	2.79			2.07		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.523	12.544	12.478
PESO SATURADO (g)	12.819	12.739	12.592
ABSORCION(%)	2.36	1.55	0.91
	1.61		


 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

CALICATA: 3

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	11.977	12.455	12.365	12.157	12.39	12.315
PESO SATURADO (g)	12.546	12.923	12.764	12.648	12.793	12.683
ABSORCION(%)	4.75	3.76	3.23	4.04	3.25	2.99
	3.91			3.43		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.442	12.412	12.528	12.444	12.441	12.549
PESO SATURADO (g)	12.833	12.754	12.823	12.783	12.694	12.758
ABSORCION(%)	3.14	2.76	2.35	2.72	2.03	1.67
	2.75			2.14		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.351	12.507	12.513
PESO SATURADO (g)	12.647	12.712	12.647
ABSORCION(%)	2.40	1.64	1.07
	1.70		



 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. C.I.P. N° 197384

CALICATA: 4

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	11.817	12.491	12.243	12.053	12.341	11.985
PESO SATURADO (g)	12.382	12.935	12.629	12.538	12.758	12.342
ABSORCION(%)	4.78	3.55	3.15	4.02	3.38	2.98
	3.83			3.46		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.467	12.449	12.353	12.147	12.399	12.484
PESO SATURADO (g)	12.854	12.791	12.639	12.485	12.657	12.693
ABSORCION(%)	3.10	2.75	2.32	2.78	2.08	1.67
	2.72			2.18		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.544	12.651	12.594
PESO SATURADO (g)	12.843	12.857	12.742
ABSORCION(%)	2.38	1.63	1.18
	1.73		



 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

CALICATA: 5

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	11.896	12.406	12.454	12.084	12.13	12.537
PESO SATURADO (g)	12.462	12.853	12.845	12.572	12.532	12.901
ABSORCION(%)	4.76	3.60	3.14	4.04	3.31	2.90
	3.83			3.42		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.161	12.505	12.158	12.492	11.877	12.53
PESO SATURADO (g)	12.548	12.854	12.452	12.831	12.467	12.734
ABSORCION(%)	3.18	2.79	2.42	2.71	4.97	1.63
	2.80			3.10		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.322	12.348	12.714
PESO SATURADO (g)	12.621	12.547	12.845
ABSORCION(%)	2.43	1.61	1.03
	1.69		



 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

CALICATA: 6

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.166	12.1	12.367	11.907	12.157	12.56
PESO SATURADO (g)	12.732	12.552	12.754	12.392	12.560	12.912
ABSORCION(%)	4.65	3.74	3.13	4.07	3.31	2.80
	3.84			3.40		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.254	12.223	12.655	12.426	12.657	12.372
PESO SATURADO (g)	12.642	12.572	12.953	12.765	12.902	12.583
ABSORCION(%)	3.17	2.86	2.35	2.73	1.94	1.71
	2.79			2.12		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.552	12.439	12.399
PESO SATURADO (g)	12.851	12.638	12.538
ABSORCION(%)	2.38	1.60	1.12
	1.70		



 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

CALICATA: 7

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.338	12.331	12.190	11.497	12.389	12.314
PESO SATURADO (g)	12.904	12.775	12.575	11.984	12.792	12.673
ABSORCION(%)	4.59	3.60	3.16	4.24	3.25	2.92
	3.78			3.47		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.377	12.609	12.291	12.420	12.327	12.391
PESO SATURADO (g)	12.765	12.952	12.589	12.759	12.586	12.597
ABSORCION(%)	3.13	2.72	2.42	2.73	2.10	1.66
	2.76			2.16		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.594	12.55	12.704
PESO SATURADO (g)	12.893	12.758	12.832
ABSORCION(%)	2.37	1.66	1.01
	1.68		



 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

CALICATA: 8

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.280	12.309	12.189	12.307	12.269	12.413
PESO SATURADO (g)	12.845	12.758	12.576	12.795	12.673	12.783
ABSORCION(%)	4.60	3.65	3.17	3.97	3.29	2.98
	3.81			3.41		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.361	12.399	12.396	12.515	12.135	12.773
PESO SATURADO (g)	12.748	12.746	12.694	12.854	12.394	12.823
ABSORCION(%)	3.13	2.80	2.40	2.71	2.13	0.39
	2.78			1.74		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.16	12.488	12.497
PESO SATURADO (g)	12.458	12.687	12.635
ABSORCION(%)	2.45	1.59	1.10
	1.72		


 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. C.I.P. N° 197384

CALICATA: 9

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	11.914	12.13	12.204	12.242	12.043	12.227
PESO SATURADO (g)	12.482	12.573	12.585	12.732	12.446	12.583
ABSORCION(%)	4.77	3.65	3.12	4.00	3.35	2.91
	3.85			3.42		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.466	12.335	12.613	12.445	12.482	12.362
PESO SATURADO (g)	12.852	12.684	12.907	12.835	12.745	12.573
ABSORCION(%)	3.10	2.83	2.33	3.13	2.11	1.71
	2.75			2.32		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.085	12.42	12.289
PESO SATURADO (g)	12.383	12.621	12.421
ABSORCION(%)	2.47	1.62	1.07
	1.72		



 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

CALICATA: 10

ENSAYO	0%			4%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.067	12.026	11.962	12.309	12.271	12.122
PESO SATURADO (g)	12.634	12.475	12.356	12.797	12.673	12.486
ABSORCION(%)	4.70	3.73	3.29	3.96	3.28	3.00
	3.91			3.41		

ENSAYO	8%			12%		
MUESTRA	12	26	55	12	26	55
PESO SECO (g)	12.131	12.222	12.295	12.599	12.420	12.534
PESO SATURADO (g)	12.520	12.572	12.593	12.938	12.679	12.739
ABSORCION(%)	3.21	2.86	2.42	2.69	2.09	1.64
	2.83			2.14		

ENSAYO	16%		
MUESTRA	12	26	55
PESO SECO (g)	12.560	12.584	12.25
PESO SATURADO (g)	12.859	12.783	12.385
ABSORCION(%)	2.38	1.58	1.10
	1.69		


 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

ANEXO 2: INDICE DE CBR DE SUELOS

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 1

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12080	12407	12492
Peso suelo húmedo (g)	4147	4472	4581
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.95	2.11	2.16
Densidad seca(g/cm³)	1.73	1.85	1.90
Contenido de humedad(%)	13.10	13.82	13.72

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	145.64	89.87	132.57	97.38	78.48	117.51
Rec + suelo seco g	139.64	87.48	128.44	95.11	72.64	114.84
Peso del recipiente g	92.15	69.87	98.71	78.59	30.15	95.35
Peso del suelo seco g	47.49	17.61	29.73	16.52	42.49	19.49
Peso del agua g	6.00	2.39	4.13	2.27	5.84	2.67
Contenido de Humedad %	12.63	13.57	13.89	13.74	13.74	13.70
Humedad promedio %	13.10		13.82		13.72	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.845	2.891	0.82	1.456	2.508	0.83	3.194	4.466	1.00

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.3	0.001932	0.16
0.05	1.27	0.44	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.55	0.001932	0.28
0.1	2.54	0.65	0.001932	0.34
0.125	3.18	0.74	0.001932	0.38
0.15	3.81	0.82	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.9	0.001932	0.47
0.2	5.08	0.96	0.001932	0.50
0.3	7.62	1.21	0.001932	0.63
0.4	10.16	1.4	0.001932	0.72
0.5	12.7	1.55	0.001932	0.80

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

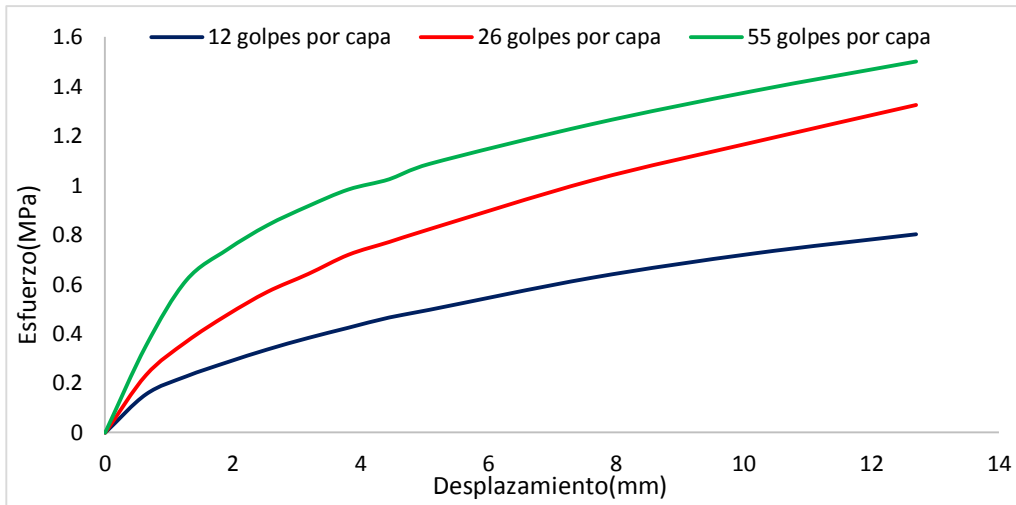
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.45	0.001932	0.23
0.050	1.27	0.71	0.001932	0.37
0.075	1.91	0.92	0.001932	0.48
0.100	2.54	1.1	0.001932	0.57
0.125	3.18	1.24	0.001932	0.64
0.150	3.81	1.39	0.001932	0.72
0.175	4.45	1.49	0.001932	0.77
0.200	5.08	1.59	0.001932	0.82
0.300	7.62	1.97	0.001932	1.02
0.400	10.16	2.27	0.001932	1.17
0.500	12.70	2.56	0.001932	1.33

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.352
0.05	1.27	1.19	0.001932	0.616
0.075	1.91	1.43	0.001932	0.740
0.1	2.54	1.62	0.001932	0.839
0.125	3.18	1.77	0.001932	0.916
0.15	3.81	1.90	0.001932	0.983
0.175	4.45	1.98	0.001932	1.025
0.2	5.08	2.10	0.001932	1.087
0.3	7.62	2.41	0.001932	1.247
0.4	10.16	2.67	0.001932	1.382
0.5	12.7	2.90	0.001932	1.501

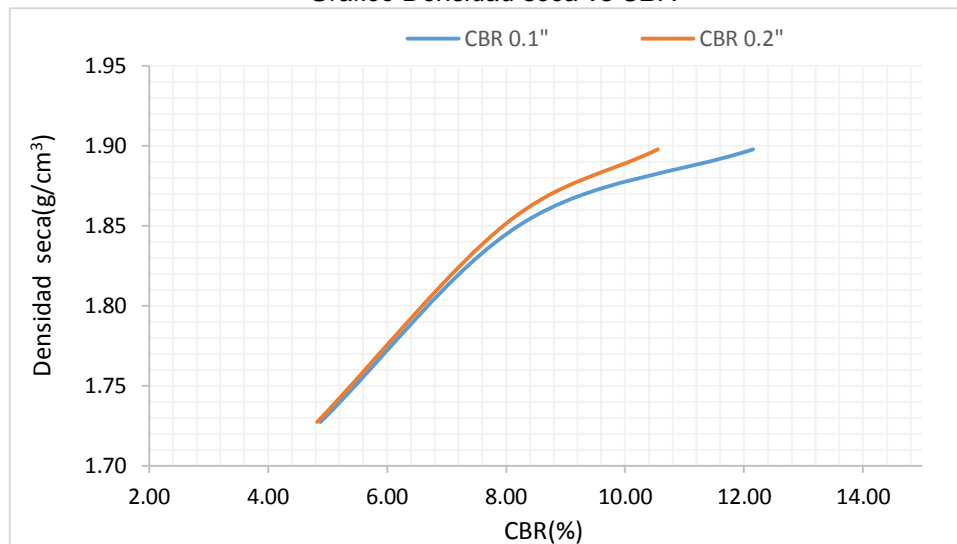
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.34	6.9	4.88
12	0.2	0.50	10.3	4.82
26	0.1	0.57	6.9	8.25
26	0.2	0.82	10.3	7.99
55	0.1	0.84	6.9	12.15
55	0.2	1.09	10.3	10.55

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.73	4.88	4.82
26	1.85	8.25	7.99
55	1.90	12.15	10.55

Grafico Densidad seca vs CBR



Resultado final del ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6	%

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 2

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12052	12312	12462
Peso suelo húmedo (g)	4119	4377	4551
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.94	2.06	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.82	1.89
Contenido de humedad(%)	13.37	13.25	13.56

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes			26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	100.06	165.15	187.65	197.32	98.46	110.11	
Rec + suelo seco g	93.52	158.42	181.12	195.11	92.69	104.36	
Peso del recipiente g	44.34	108.32	131.32	178.59	50.11	62.01	
Peso del suelo seco g	49.18	50.10	49.80	16.52	42.58	42.35	
Peso del agua g	6.54	6.73	6.53	2.21	5.77	5.75	
Contenido de Humedad %	13.30	13.43	13.11	13.38	13.55	13.58	
Humedad promedio %	13.37			13.25		13.56	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.466	3.59	0.89	2.423	3.571	0.90	1.412	2.524	0.88

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.31	0.001932	0.16
0.05	1.27	0.43	0.001932	0.22
0.075	1.91	0.54	0.001932	0.28
0.1	2.54	0.65	0.001932	0.34
0.125	3.18	0.74	0.001932	0.38
0.15	3.81	0.82	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.9	0.001932	0.47
0.2	5.08	0.97	0.001932	0.50
0.3	7.62	1.22	0.001932	0.63
0.4	10.16	1.42	0.001932	0.73
0.5	12.7	1.57	0.001932	0.81

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.72	0.001932	0.37
0.075	1.91	0.94	0.001932	0.49
0.100	2.54	1.13	0.001932	0.58
0.125	3.18	1.25	0.001932	0.65
0.150	3.81	1.4	0.001932	0.72
0.175	4.45	1.49	0.001932	0.77
0.200	5.08	1.59	0.001932	0.82
0.300	7.62	1.97	0.001932	1.02
0.400	10.16	2.28	0.001932	1.18
0.500	12.70	2.57	0.001932	1.33

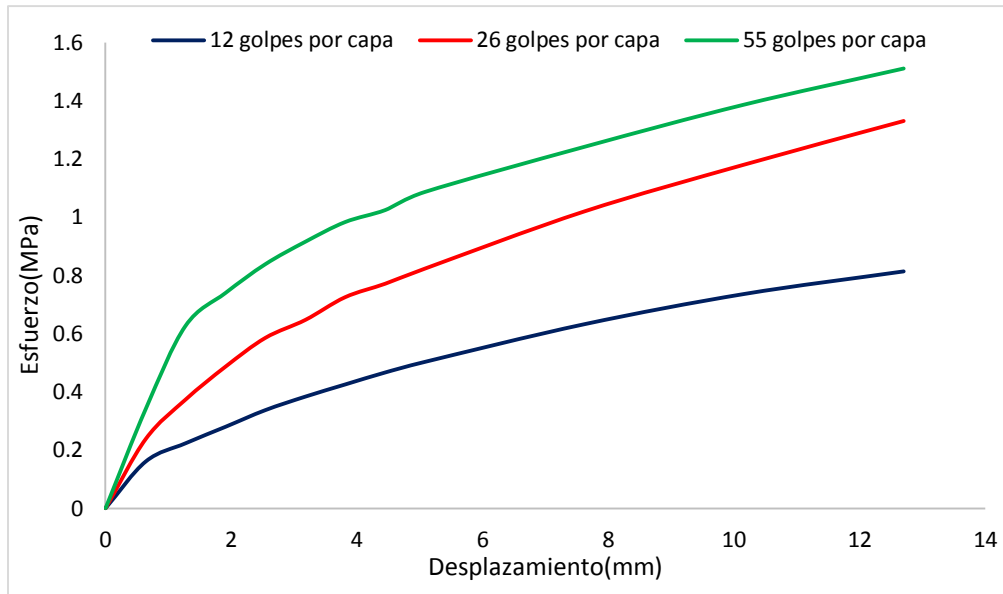
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.66	0.001932	0.342
0.05	1.27	1.21	0.001932	0.626
0.075	1.91	1.43	0.001932	0.740
0.1	2.54	1.62	0.001932	0.839
0.125	3.18	1.77	0.001932	0.916
0.15	3.81	1.90	0.001932	0.983
0.175	4.45	1.98	0.001932	1.025
0.2	5.08	2.10	0.001932	1.087
0.3	7.62	2.40	0.001932	1.242
0.4	10.16	2.68	0.001932	1.387
0.5	12.7	2.92	0.001932	1.511

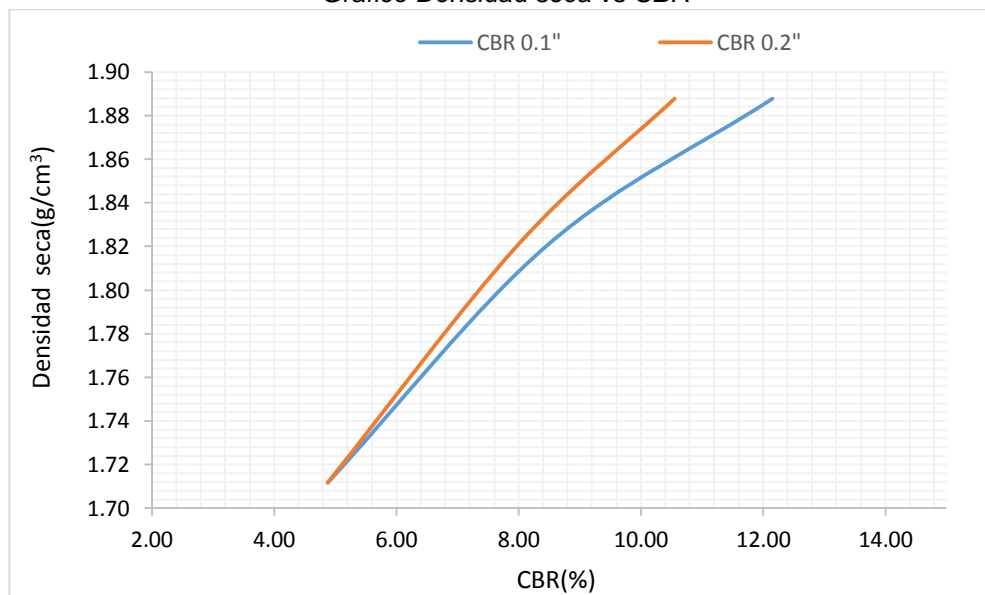
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.34	6.9	4.88
12	0.2	0.50	10.3	4.87
26	0.1	0.58	6.9	8.48
26	0.2	0.82	10.3	7.99
55	0.1	0.84	6.9	12.15
55	0.2	1.09	10.3	10.55

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	4.88	4.87
26	1.82	8.48	7.99
55	1.89	12.15	10.55

Grafico Densidad seca vs CBR



Resultado final del ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6.2	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6.15	%

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 3

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12052	12307	12469
Peso suelo húmedo (g)	4119	4372	4558
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.94	2.06	2.15
Densidad seca(g/cm³)	1.72	1.82	1.90
Contenido de humedad(%)	13.07	13.14	13.26

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	132.15	216.48	246.54	192.32	134.95	110.11
Rec + suelo seco g	125.39	208.69	240.18	186.11	128.34	104.47
Peso del recipiente g	73.45	149.32	191.64	139.01	78.39	62.01
Peso del suelo seco g	51.94	59.37	48.54	47.10	49.95	42.46
Peso del agua g	6.76	7.79	6.36	6.21	6.61	5.64
Contenido de Humedad %	13.02	13.12	13.10	13.18	13.23	13.28
Humedad promedio %	13.07		13.14		13.26	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.31	3.329	0.80	1.324	2.367	0.82	3.487	4.436	0.75

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.17
0.05	1.27	0.44	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.55	0.001932	0.28
0.1	2.54	0.66	0.001932	0.34
0.125	3.18	0.75	0.001932	0.39
0.15	3.81	0.82	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.91	0.001932	0.47
0.2	5.08	0.98	0.001932	0.51
0.3	7.62	1.23	0.001932	0.64
0.4	10.16	1.43	0.001932	0.74
0.5	12.7	1.58	0.001932	0.82

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

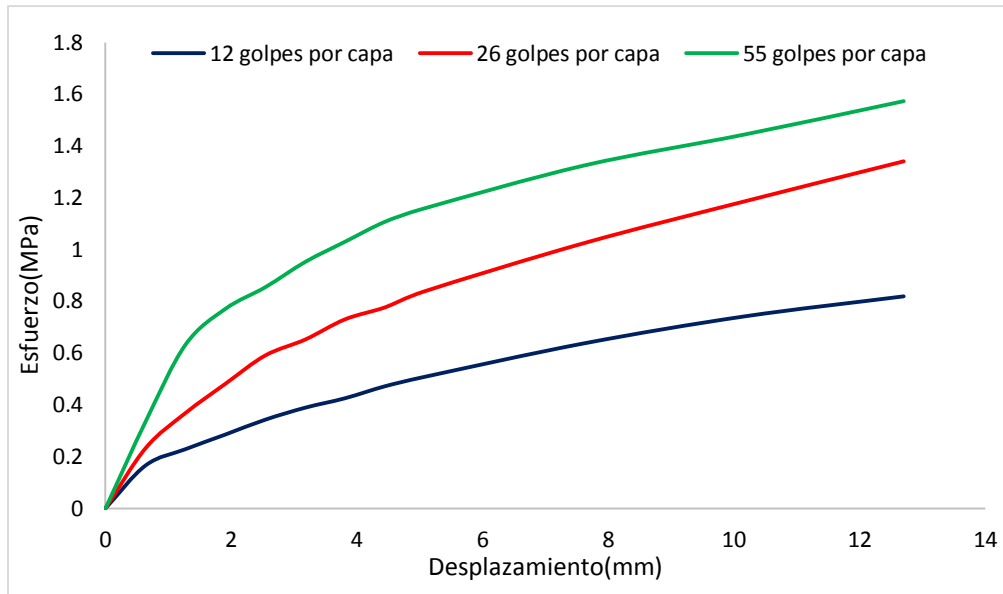
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.45	0.001932	0.23
0.050	1.27	0.71	0.001932	0.37
0.075	1.91	0.93	0.001932	0.48
0.100	2.54	1.14	0.001932	0.59
0.125	3.18	1.26	0.001932	0.65
0.150	3.81	1.41	0.001932	0.73
0.175	4.45	1.5	0.001932	0.78
0.200	5.08	1.62	0.001932	0.84
0.300	7.62	1.98	0.001932	1.02
0.400	10.16	2.29	0.001932	1.19
0.500	12.70	2.59	0.001932	1.34

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.336
0.05	1.27	1.22	0.001932	0.631
0.075	1.91	1.49	0.001932	0.771
0.1	2.54	1.65	0.001932	0.854
0.125	3.18	1.84	0.001932	0.952
0.15	3.81	1.99	0.001932	1.030
0.175	4.45	2.14	0.001932	1.108
0.2	5.08	2.24	0.001932	1.159
0.3	7.62	2.56	0.001932	1.325
0.4	10.16	2.79	0.001932	1.444
0.5	12.7	3.04	0.001932	1.573

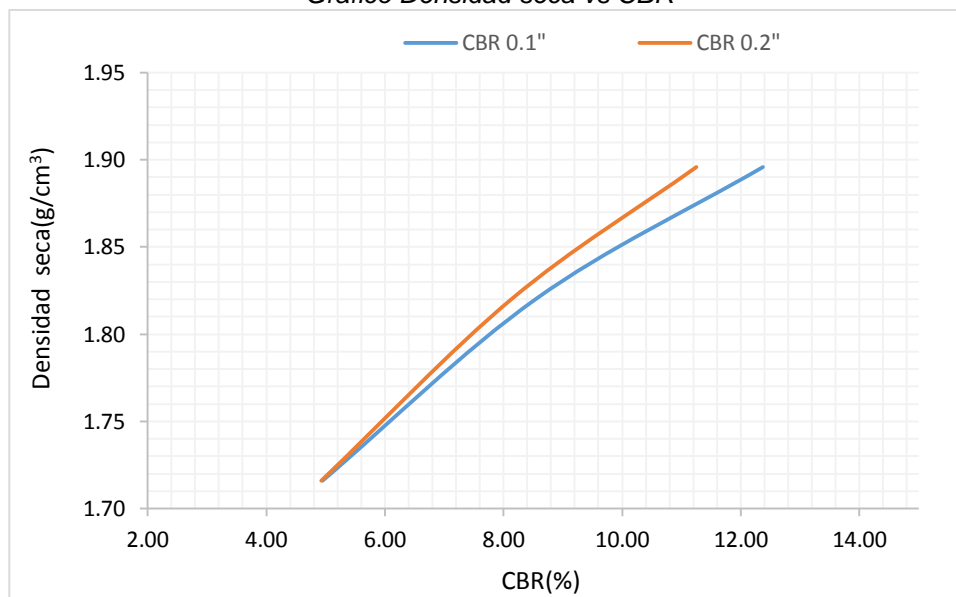
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.34	6.9	4.95
12	0.2	0.51	10.3	4.92
26	0.1	0.59	6.9	8.55
26	0.2	0.84	10.3	8.14
55	0.1	0.85	6.9	12.38
55	0.2	1.16	10.3	11.26

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.72	4.95	4.92
26	1.82	8.55	8.14
55	1.90	12.38	11.26

Grafico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6.4	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6.2	%

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 4

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12049	12309	12469
Peso suelo húmedo (g)	4116	4374	4558
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.94	2.06	2.15
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.82	1.90
Contenido de humedad(%)	13.07	13.21	13.26

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	152.16	126.47	246.61	192.31	134.95	115.11
Rec + suelo seco g	145.39	118.69	240.18	186.11	128.34	109.47
Peso del recipiente g	93.46	59.32	191.64	139.01	78.39	67.01
Peso del suelo seco g	51.93	59.37	48.54	47.10	49.95	42.46
Peso del agua g	6.77	7.78	6.43	6.20	6.61	5.64
Contenido de Humedad %	13.04	13.10	13.25	13.16	13.23	13.28
Humedad promedio %	13.07		13.21		13.26	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %
96	3.245	4.321	0.85	3.254	4.215	0.76	3.487	4.436	0.75

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.17
0.05	1.27	0.5	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.62	0.001932	0.32
0.1	2.54	0.76	0.001932	0.39
0.125	3.18	0.85	0.001932	0.44
0.15	3.81	0.92	0.001932	0.48
0.175	4.45	1.01	0.001932	0.52
0.2	5.08	1.09	0.001932	0.56
0.3	7.62	1.34	0.001932	0.69
0.4	10.16	1.56	0.001932	0.81
0.5	12.7	1.79	0.001932	0.93

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

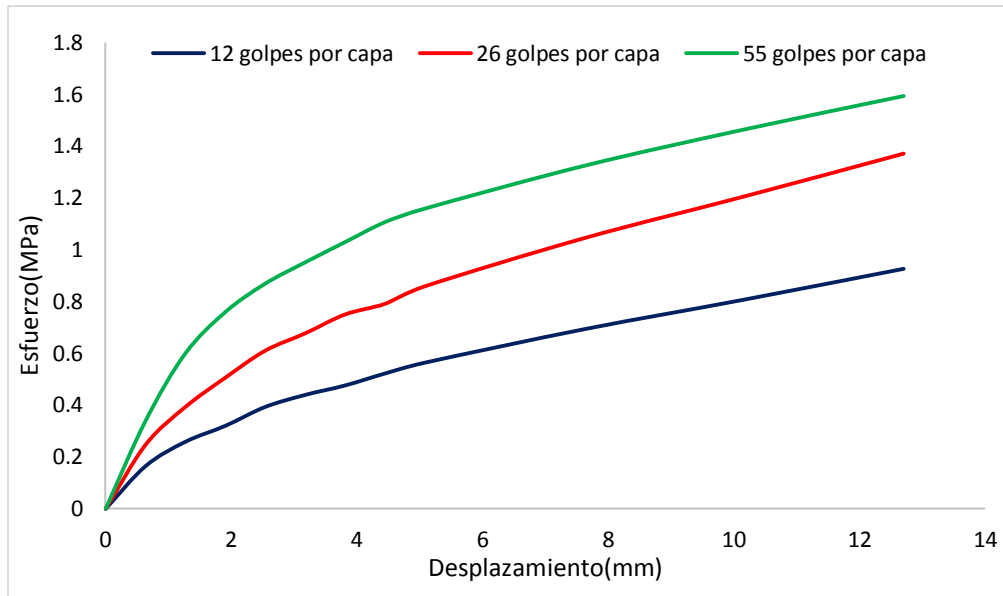
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.48	0.001932	0.25
0.050	1.27	0.76	0.001932	0.39
0.075	1.91	0.98	0.001932	0.51
0.100	2.54	1.18	0.001932	0.61
0.125	3.18	1.31	0.001932	0.68
0.150	3.81	1.45	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.53	0.001932	0.79
0.200	5.08	1.66	0.001932	0.86
0.300	7.62	2.02	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.33	0.001932	1.21
0.500	12.70	2.65	0.001932	1.37

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.66	0.001932	0.342
0.05	1.27	1.16	0.001932	0.600
0.075	1.91	1.47	0.001932	0.761
0.1	2.54	1.68	0.001932	0.870
0.125	3.18	1.84	0.001932	0.952
0.15	3.81	1.99	0.001932	1.030
0.175	4.45	2.14	0.001932	1.108
0.2	5.08	2.24	0.001932	1.159
0.3	7.62	2.56	0.001932	1.325
0.4	10.16	2.83	0.001932	1.465
0.5	12.7	3.08	0.001932	1.594

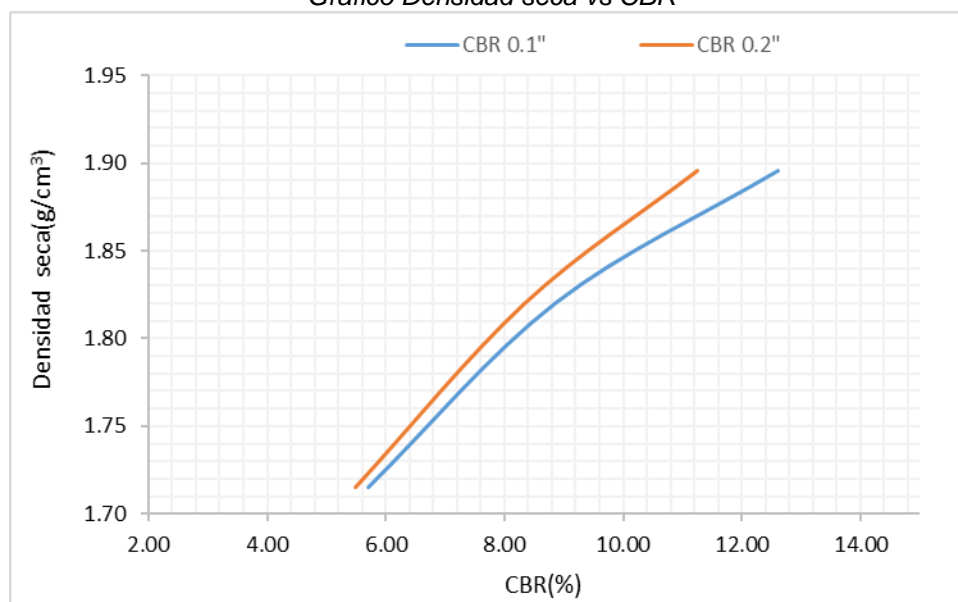
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.39	6.9	5.70
12	0.2	0.56	10.3	5.48
26	0.1	0.61	6.9	8.85
26	0.2	0.86	10.3	8.34
55	0.1	0.87	6.9	12.60
55	0.2	1.16	10.3	11.26

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	5.70	5.48
26	1.82	8.85	8.34
55	1.90	12.60	11.26

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6.4	%

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 5

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12044	12301	12462
Peso suelo húmedo (g)	4111	4366	4551
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.94	2.06	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.82	1.89
Contenido de humedad(%)	13.24	13.23	13.26

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	186.48	198.40	128.34	192.31	134.95	117.11
Rec + suelo seco g	180.24	192.47	122.14	186.11	128.34	111.47
Peso del recipiente g	133.48	147.35	75.51	139.01	78.39	69.01
Peso del suelo seco g	46.76	45.12	46.63	47.10	49.95	42.46
Peso del agua g	6.24	5.93	6.20	6.20	6.61	5.64
Contenido de Humedad %	13.34	13.14	13.30	13.16	13.23	13.28
Humedad promedio %	13.24		13.23		13.26	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.369	2.276	0.71	3.254	4.215	0.76	3.487	4.436	0.75

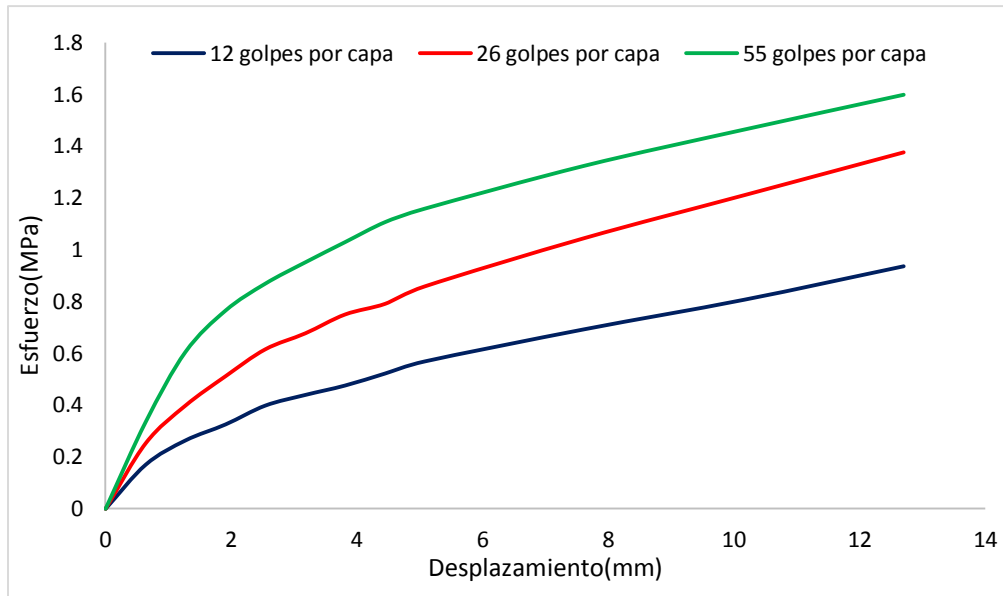
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.33	0.001932	0.17
0.05	1.27	0.51	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.63	0.001932	0.33
0.1	2.54	0.77	0.001932	0.40
0.125	3.18	0.85	0.001932	0.44
0.15	3.81	0.92	0.001932	0.48
0.175	4.45	1.01	0.001932	0.52
0.2	5.08	1.1	0.001932	0.57
0.3	7.62	1.34	0.001932	0.69
0.4	10.16	1.56	0.001932	0.81
0.5	12.7	1.81	0.001932	0.94

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.49	0.001932	0.25
0.050	1.27	0.77	0.001932	0.40
0.075	1.91	0.99	0.001932	0.51
0.100	2.54	1.19	0.001932	0.62
0.125	3.18	1.31	0.001932	0.68
0.150	3.81	1.45	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.53	0.001932	0.79
0.200	5.08	1.66	0.001932	0.86
0.300	7.62	2.02	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.34	0.001932	1.21
0.500	12.70	2.66	0.001932	1.38

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.336
0.05	1.27	1.17	0.001932	0.606
0.075	1.91	1.48	0.001932	0.766
0.1	2.54	1.68	0.001932	0.870
0.125	3.18	1.84	0.001932	0.952
0.15	3.81	1.99	0.001932	1.030
0.175	4.45	2.14	0.001932	1.108
0.2	5.08	2.24	0.001932	1.159
0.3	7.62	2.56	0.001932	1.325
0.4	10.16	2.83	0.001932	1.465
0.5	12.7	3.09	0.001932	1.599

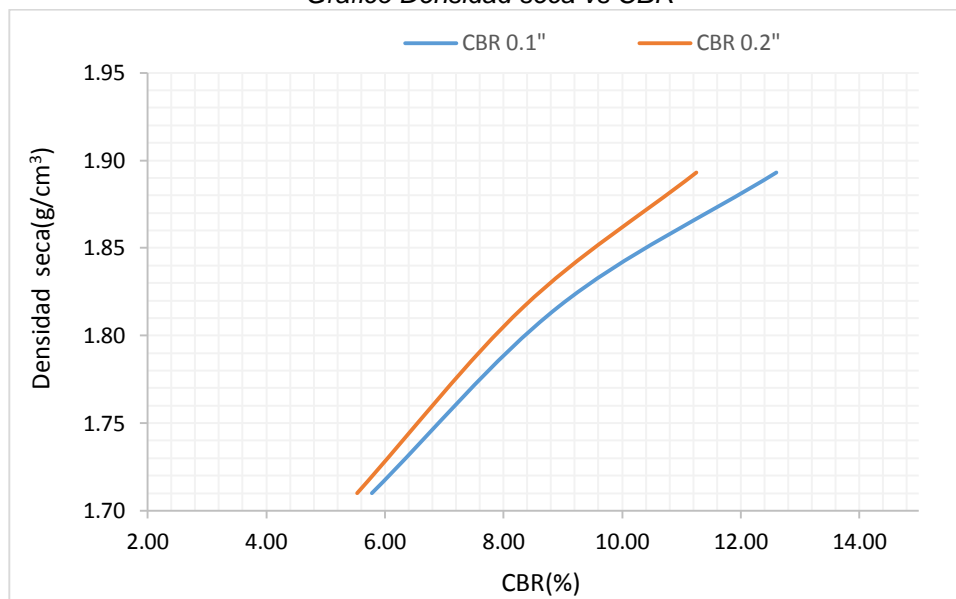
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.40	6.9	5.78
12	0.2	0.57	10.3	5.53
26	0.1	0.62	6.9	8.93
26	0.2	0.86	10.3	8.34
55	0.1	0.87	6.9	12.60
55	0.2	1.16	10.3	11.26

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	5.78	5.53
26	1.82	8.93	8.34
55	1.89	12.60	11.26

Grafico Densidad seca vs CBR



El resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6.4	%

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 6

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12021	12289	12458
Peso suelo húmedo (g)	4088	4354	4547
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.05	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.81	1.89
Contenido de humedad(%)	13.28	13.23	13.14

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	248.54	208.61	128.34	192.31	198.56	241.24
Rec + suelo seco g	242.19	202.41	122.14	186.11	192.47	235.00
Peso del recipiente g	194.00	156.05	75.51	139.01	146.00	187.64
Peso del suelo seco g	48.19	46.36	46.63	47.10	46.47	47.36
Peso del agua g	6.35	6.20	6.20	6.20	6.09	6.24
Contenido de Humedad %	13.18	13.37	13.30	13.16	13.11	13.18
Humedad promedio %	13.28		13.23		13.14	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.369	2.276	0.71	3.254	4.215	0.76	2.597	3.547	0.75

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.64	0.001932	0.33
0.1	2.54	0.79	0.001932	0.41
0.125	3.18	0.87	0.001932	0.45
0.15	3.81	0.94	0.001932	0.49
0.175	4.45	1.03	0.001932	0.53
0.2	5.08	1.11	0.001932	0.57
0.3	7.62	1.35	0.001932	0.70
0.4	10.16	1.57	0.001932	0.81
0.5	12.7	1.82	0.001932	0.94

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.49	0.001932	0.25
0.050	1.27	0.77	0.001932	0.40
0.075	1.91	0.99	0.001932	0.51
0.100	2.54	1.19	0.001932	0.62
0.125	3.18	1.31	0.001932	0.68
0.150	3.81	1.45	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.53	0.001932	0.79
0.200	5.08	1.66	0.001932	0.86
0.300	7.62	2.02	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.34	0.001932	1.21
0.500	12.70	2.66	0.001932	1.38

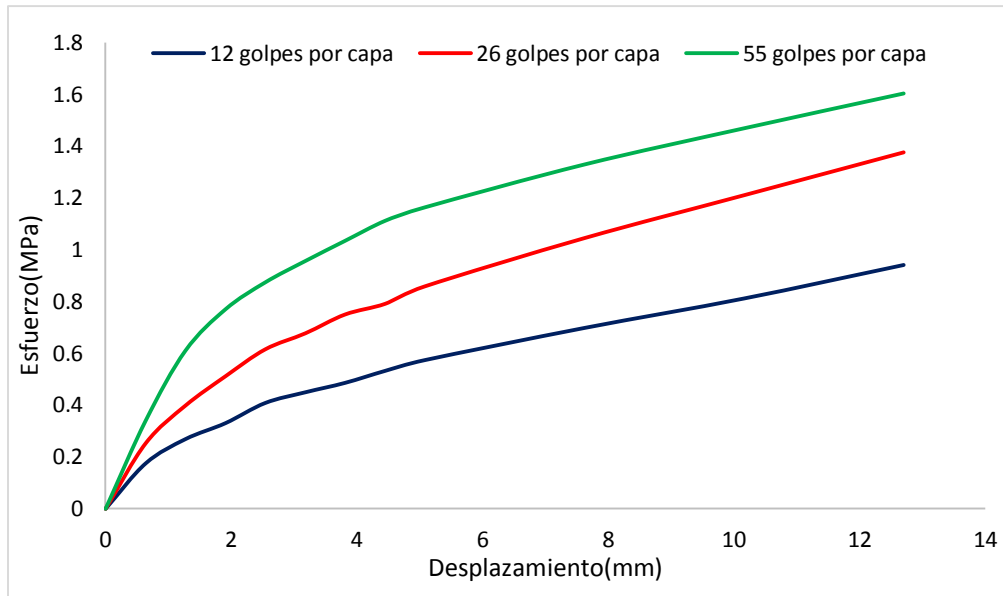
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.66	0.001932	0.342
0.05	1.27	1.18	0.001932	0.611
0.075	1.91	1.49	0.001932	0.771
0.1	2.54	1.69	0.001932	0.875
0.125	3.18	1.85	0.001932	0.958
0.15	3.81	2.00	0.001932	1.035
0.175	4.45	2.15	0.001932	1.113
0.2	5.08	2.25	0.001932	1.165
0.3	7.62	2.57	0.001932	1.330
0.4	10.16	2.84	0.001932	1.470
0.5	12.7	3.10	0.001932	1.605

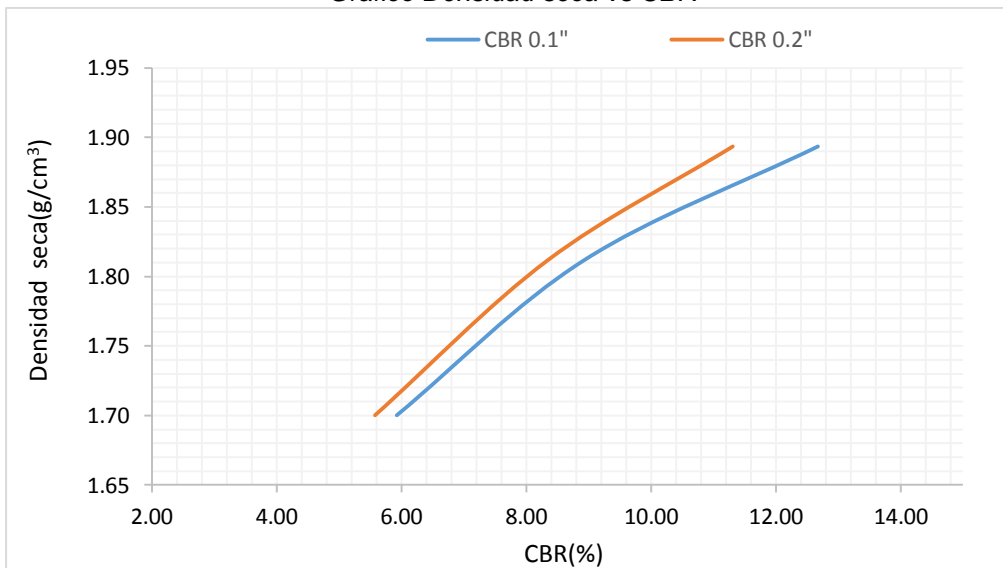
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.41	6.9	5.93
12	0.2	0.57	10.3	5.58
26	0.1	0.62	6.9	8.93
26	0.2	0.86	10.3	8.34
55	0.1	0.87	6.9	12.68
55	0.2	1.16	10.3	11.31

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	5.93	5.58
26	1.81	8.93	8.34
55	1.89	12.68	11.31

Grafico Densidad seca vs CBR



El resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6.7	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6.5	%

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 7

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12014	12271	12421
Peso suelo húmedo (g)	4081	4336	4510
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.04	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.80	1.88
Contenido de humedad(%)	13.28	13.26	13.28

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	156.84	187.34	147.25	192.31	145.61	207.18
Rec + suelo seco g	152.57	181.24	141.32	186.11	139.54	201.34
Peso del recipiente g	120.64	135.00	96.89	139.01	93.94	157.24
Peso del suelo seco g	31.93	46.24	44.43	47.10	45.60	44.10
Peso del agua g	4.27	6.10	5.93	6.20	6.07	5.84
Contenido de Humedad %	13.37	13.19	13.35	13.16	13.31	13.24
Humedad promedio %	13.28		13.26		13.28	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.237	2.347	0.87	2.345	3.345	0.79	1.647	2.654	0.79

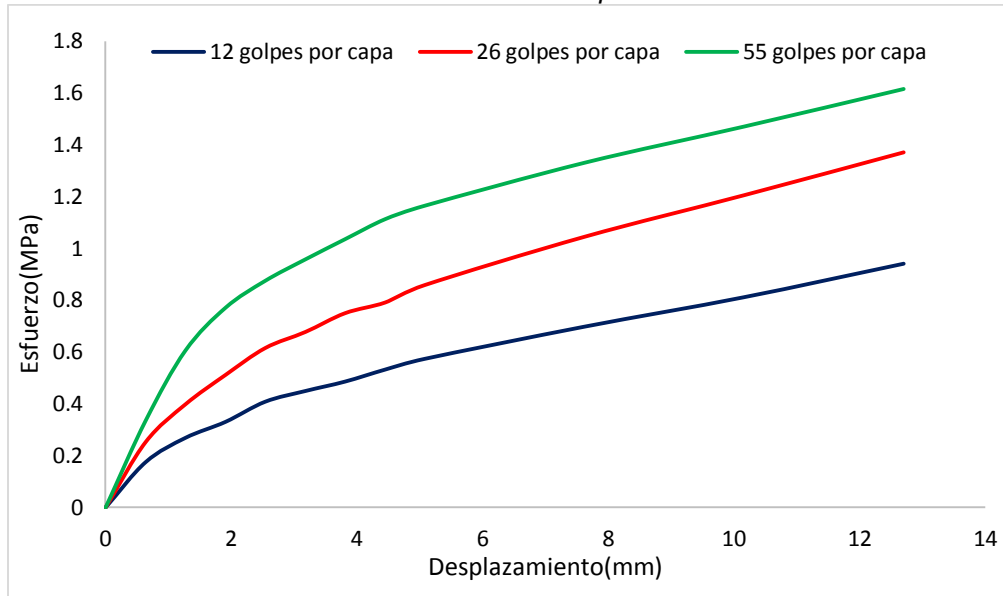
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.64	0.001932	0.33
0.1	2.54	0.79	0.001932	0.41
0.125	3.18	0.87	0.001932	0.45
0.15	3.81	0.94	0.001932	0.49
0.175	4.45	1.03	0.001932	0.53
0.2	5.08	1.11	0.001932	0.57
0.3	7.62	1.35	0.001932	0.70
0.4	10.16	1.57	0.001932	0.81
0.5	12.7	1.82	0.001932	0.94

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.49	0.001932	0.25
0.050	1.27	0.77	0.001932	0.40
0.075	1.91	0.99	0.001932	0.51
0.100	2.54	1.19	0.001932	0.62
0.125	3.18	1.31	0.001932	0.68
0.150	3.81	1.45	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.53	0.001932	0.79
0.200	5.08	1.66	0.001932	0.86
0.300	7.62	2.02	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.33	0.001932	1.21
0.500	12.70	2.65	0.001932	1.37

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.336
0.05	1.27	1.17	0.001932	0.606
0.075	1.91	1.49	0.001932	0.771
0.1	2.54	1.69	0.001932	0.875
0.125	3.18	1.85	0.001932	0.958
0.15	3.81	2.00	0.001932	1.035
0.175	4.45	2.15	0.001932	1.113
0.2	5.08	2.25	0.001932	1.165
0.3	7.62	2.57	0.001932	1.330
0.4	10.16	2.84	0.001932	1.470
0.5	12.7	3.12	0.001932	1.615

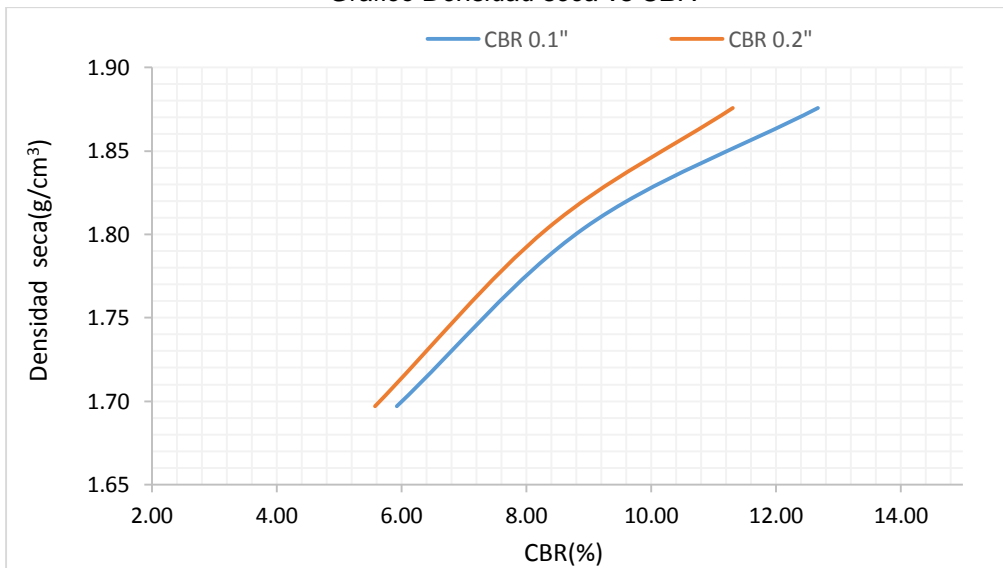
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.41	6.9	5.93
12	0.2	0.57	10.3	5.58
26	0.1	0.62	6.9	8.93
26	0.2	0.86	10.3	8.34
55	0.1	0.87	6.9	12.68
55	0.2	1.16	10.3	11.31

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	5.93	5.58
26	1.80	8.93	8.34
55	1.88	12.68	11.31

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	7.2	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	7	%

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 8

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12014	12272	12421
Peso suelo húmedo (g)	4081	4337	4510
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.04	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.80	1.88
Contenido de humedad(%)	13.19	13.36	13.12

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	210.36	234.12	119.34	183.29	192.34	146.01
Rec + suelo seco g	204.15	228.14	113.21	177.21	186.34	139.46
Peso del recipiente g	157.22	182.69	67.00	132.01	140.41	89.78
Peso del suelo seco g	46.93	45.45	46.21	45.20	45.93	49.68
Peso del agua g	6.21	5.98	6.13	6.08	6.00	6.55
Contenido de Humedad %	13.23	13.16	13.27	13.45	13.06	13.18
Humedad promedio %	13.19		13.36		13.12	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.465	3.567	0.87	1.986	2.998	0.80	2.314	3.421	0.87

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.64	0.001932	0.33
0.1	2.54	0.78	0.001932	0.40
0.125	3.18	0.87	0.001932	0.45
0.15	3.81	0.94	0.001932	0.49
0.175	4.45	1.03	0.001932	0.53
0.2	5.08	1.12	0.001932	0.58
0.3	7.62	1.36	0.001932	0.70
0.4	10.16	1.58	0.001932	0.82
0.5	12.7	1.82	0.001932	0.94

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.49	0.001932	0.25
0.050	1.27	0.78	0.001932	0.40
0.075	1.91	0.99	0.001932	0.51
0.100	2.54	1.2	0.001932	0.62
0.125	3.18	1.33	0.001932	0.69
0.150	3.81	1.46	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.54	0.001932	0.80
0.200	5.08	1.67	0.001932	0.86
0.300	7.62	2.03	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.34	0.001932	1.21
0.500	12.70	2.65	0.001932	1.37

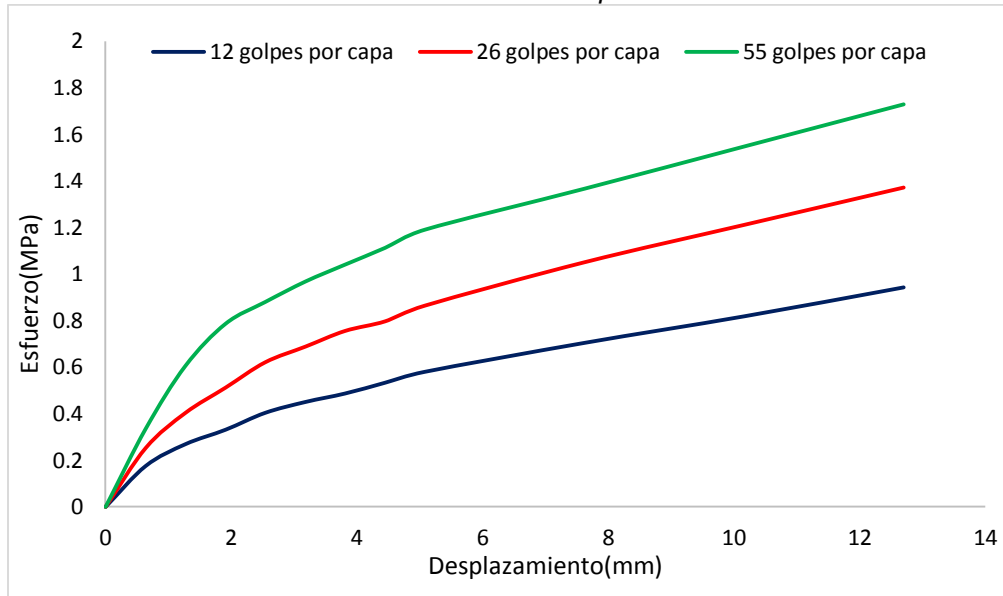
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.336
0.05	1.27	1.17	0.001932	0.606
0.075	1.91	1.52	0.001932	0.787
0.1	2.54	1.70	0.001932	0.880
0.125	3.18	1.87	0.001932	0.968
0.15	3.81	2.01	0.001932	1.040
0.175	4.45	2.15	0.001932	1.113
0.2	5.08	2.30	0.001932	1.190
0.3	7.62	2.64	0.001932	1.366
0.4	10.16	2.99	0.001932	1.548
0.5	12.7	3.34	0.001932	1.729

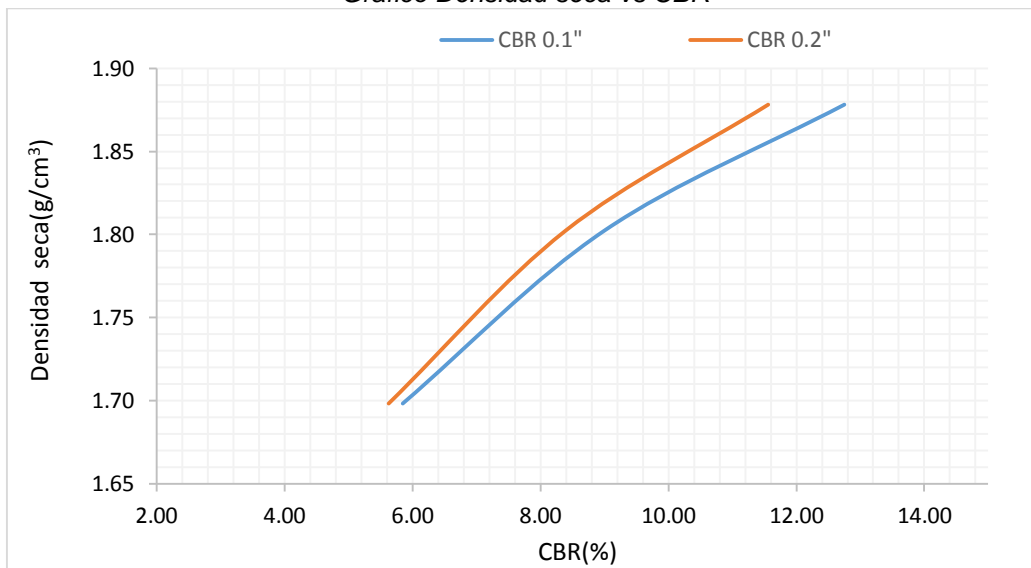
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.40	6.9	5.85
12	0.2	0.58	10.3	5.63
26	0.1	0.62	6.9	9.00
26	0.2	0.86	10.3	8.39
55	0.1	0.88	6.9	12.75
55	0.2	1.19	10.3	11.56

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	5.85	5.63
26	1.80	9.00	8.39
55	1.88	12.75	11.56

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	7.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	7.4	%

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 9

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12014	12272	12421
Peso suelo húmedo (g)	4081	4337	4510
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.04	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.80	1.88
Contenido de humedad(%)	13.19	13.36	13.12

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	210.36	234.12	119.34	183.29	192.34	146.01
Rec + suelo seco g	204.15	228.14	113.21	177.21	186.34	139.46
Peso del recipiente g	157.22	182.69	67.00	132.01	140.41	89.78
Peso del suelo seco g	46.93	45.45	46.21	45.20	45.93	49.68
Peso del agua g	6.21	5.98	6.13	6.08	6.00	6.55
Contenido de Humedad %	13.23	13.16	13.27	13.45	13.06	13.18
Humedad promedio %	13.19		13.36		13.12	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.465	3.567	0.87	1.986	2.998	0.80	2.314	3.421	0.87

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.05	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.64	0.001932	0.33
0.1	2.54	0.78	0.001932	0.40
0.125	3.18	0.87	0.001932	0.45
0.15	3.81	0.94	0.001932	0.49
0.175	4.45	1.03	0.001932	0.53
0.2	5.08	1.12	0.001932	0.58
0.3	7.62	1.36	0.001932	0.70
0.4	10.16	1.58	0.001932	0.82
0.5	12.7	1.82	0.001932	0.94

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.49	0.001932	0.25
0.050	1.27	0.78	0.001932	0.40
0.075	1.91	0.99	0.001932	0.51
0.100	2.54	1.2	0.001932	0.62
0.125	3.18	1.33	0.001932	0.69
0.150	3.81	1.46	0.001932	0.76
0.175	4.45	1.54	0.001932	0.80
0.200	5.08	1.67	0.001932	0.86
0.300	7.62	2.03	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.34	0.001932	1.21
0.500	12.70	2.65	0.001932	1.37

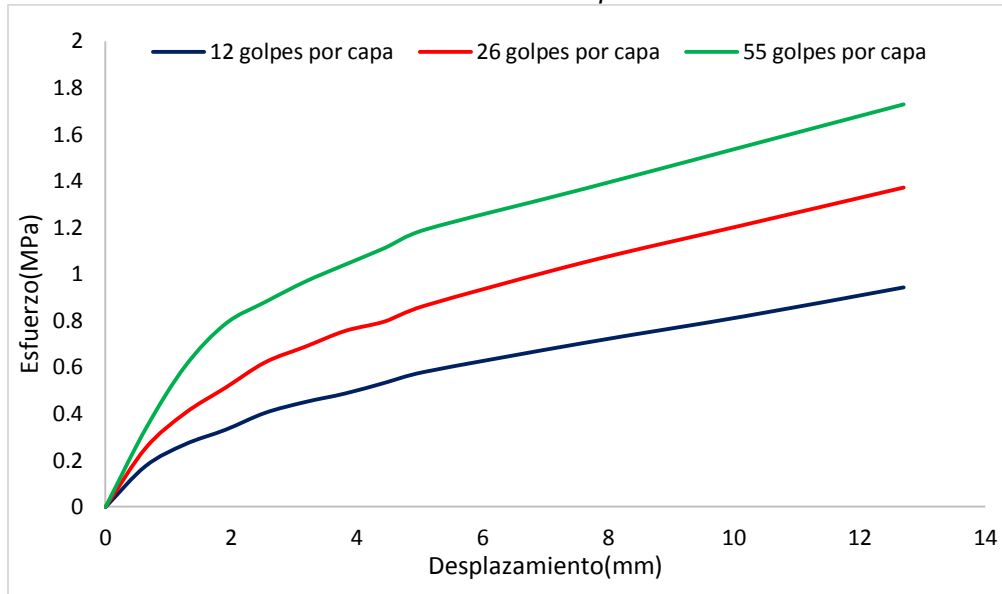
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.336
0.05	1.27	1.17	0.001932	0.606
0.075	1.91	1.52	0.001932	0.787
0.1	2.54	1.70	0.001932	0.880
0.125	3.18	1.87	0.001932	0.968
0.15	3.81	2.01	0.001932	1.040
0.175	4.45	2.15	0.001932	1.113
0.2	5.08	2.30	0.001932	1.190
0.3	7.62	2.64	0.001932	1.366
0.4	10.16	2.99	0.001932	1.548
0.5	12.7	3.34	0.001932	1.729

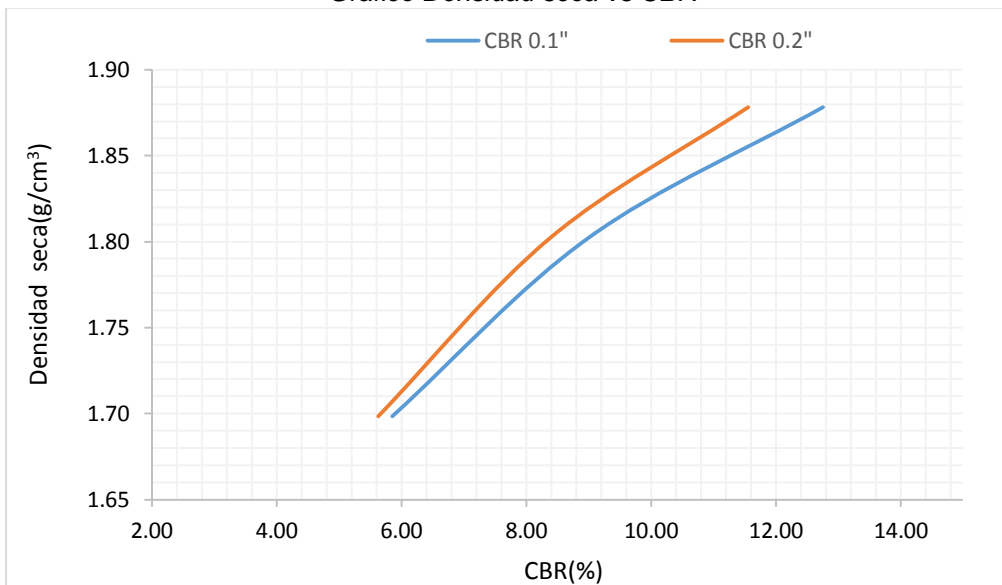
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.40	6.9	5.85
12	0.2	0.58	10.3	5.63
26	0.1	0.62	6.9	9.00
26	0.2	0.86	10.3	8.39
55	0.1	0.88	6.9	12.75
55	0.2	1.19	10.3	11.56

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	5.85	5.63
26	1.80	9.00	8.39
55	1.88	12.75	11.56

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	7.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	7.4	%

MUESTRA: 0% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 10

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12011	12254	12410
Peso suelo húmedo (g)	4078	4319	4499
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.03	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.79	1.86
Contenido de humedad(%)	13.37	13.52	13.64

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	184.12	176.58	198.57	156.72	199.64	148.24
Rec + suelo seco g	178.32	170.39	192.38	150.64	193.48	142.65
Peso del recipiente g	134.67	124.37	146.24	106.00	147.99	101.99
Peso del suelo seco g	43.65	46.02	46.14	44.64	45.49	40.66
Peso del agua g	5.80	6.19	6.19	6.08	6.16	5.59
Contenido de Humedad %	13.29	13.45	13.42	13.62	13.54	13.75
Humedad promedio %	13.37		13.52		13.64	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.475	2.574	0.87	2.333	3.458	0.89	4.015	5.034	0.80

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.17
0.05	1.27	0.51	0.001932	0.26
0.075	1.91	0.63	0.001932	0.33
0.1	2.54	0.76	0.001932	0.39
0.125	3.18	0.86	0.001932	0.45
0.15	3.81	0.93	0.001932	0.48
0.175	4.45	1.02	0.001932	0.53
0.2	5.08	1.1	0.001932	0.57
0.3	7.62	1.36	0.001932	0.70
0.4	10.16	1.58	0.001932	0.82
0.5	12.7	1.82	0.001932	0.94

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.48	0.001932	0.25
0.050	1.27	0.77	0.001932	0.40
0.075	1.91	0.98	0.001932	0.51
0.100	2.54	1.18	0.001932	0.61
0.125	3.18	1.32	0.001932	0.68
0.150	3.81	1.45	0.001932	0.75
0.175	4.45	1.54	0.001932	0.80
0.200	5.08	1.67	0.001932	0.86
0.300	7.62	2.03	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.33	0.001932	1.21
0.500	12.70	2.64	0.001932	1.37

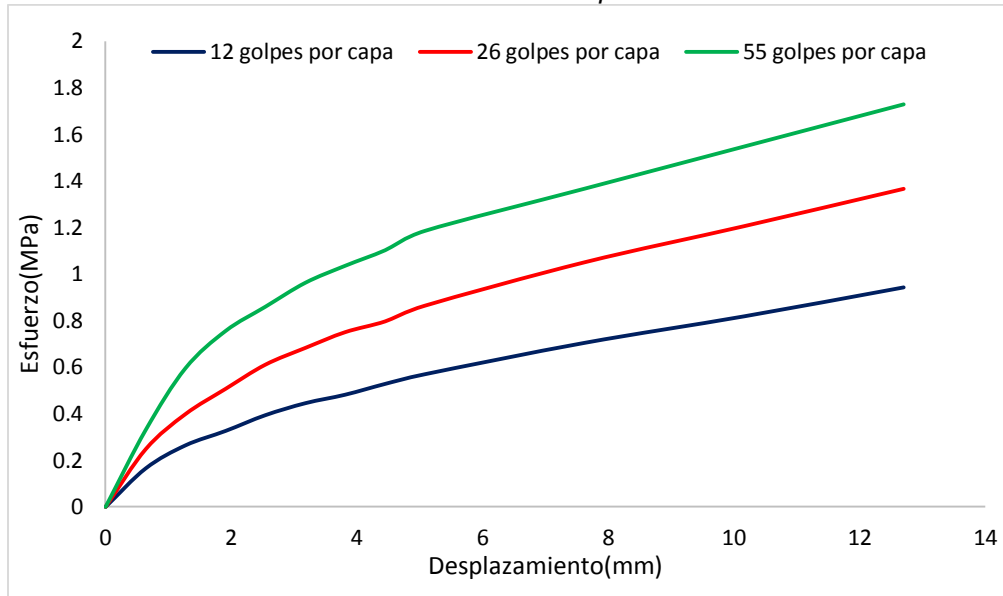
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.64	0.001932	0.331
0.05	1.27	1.15	0.001932	0.595
0.075	1.91	1.46	0.001932	0.756
0.1	2.54	1.66	0.001932	0.859
0.125	3.18	1.86	0.001932	0.963
0.15	3.81	2.00	0.001932	1.035
0.175	4.45	2.13	0.001932	1.102
0.2	5.08	2.29	0.001932	1.185
0.3	7.62	2.64	0.001932	1.366
0.4	10.16	2.99	0.001932	1.548
0.5	12.7	3.34	0.001932	1.729

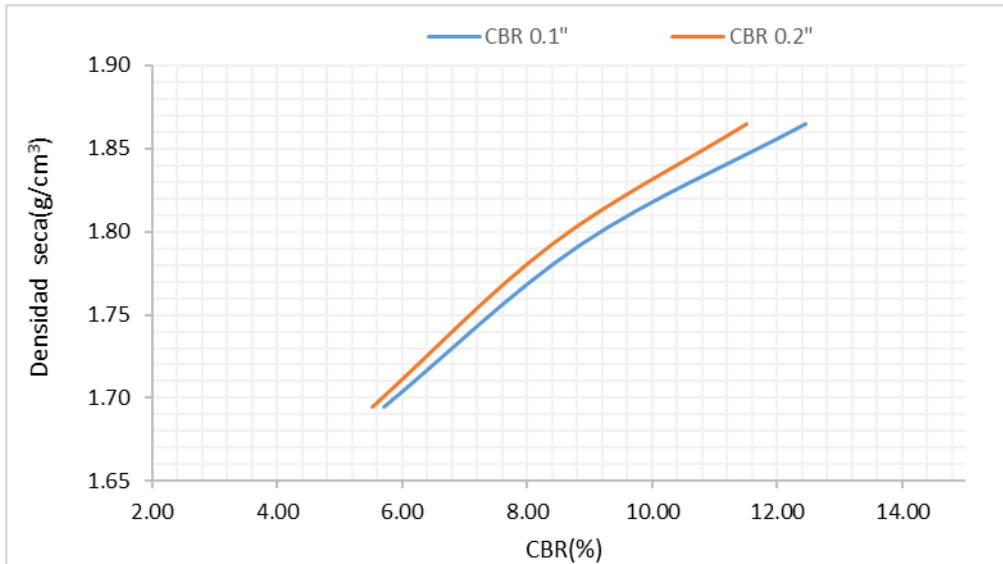
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.39	6.9	5.70
12	0.2	0.57	10.3	5.53
26	0.1	0.61	6.9	8.85
26	0.2	0.86	10.3	8.39
55	0.1	0.86	6.9	12.45
55	0.2	1.19	10.3	11.51

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	5.70	5.53
26	1.79	8.85	8.39
55	1.86	12.45	11.51

Gráfico Densidad seca vs CBR



El resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	7.4	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	7.3	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 1

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11986	12315	12475
Peso suelo húmedo (g)	4053	4380	4564
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.91	2.06	2.15
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.81	1.90
Contenido de humedad(%)	13.06	13.82	13.33

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	350.45	313.99	132.57	97.38	187.65	117.51
Rec + suelo seco g	325.71	288.96	128.44	95.11	181.24	114.84
Peso del recipiente g	137.29	96.37	98.71	78.59	132.14	95.21
Peso del suelo seco g	188.42	192.59	29.73	16.52	49.10	19.63
Peso del agua g	24.74	25.03	4.13	2.27	6.41	2.67
Contenido de Humedad %	13.13	13.00	13.89	13.74	13.05	13.60
Humedad promedio %	13.06		13.82		13.33	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.476	3.412	0.74	2.344	3.322	0.77	2.684	3.642	0.75

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.78	0.001932	0.40
0.05	1.27	1.36	0.001932	0.70
0.075	1.91	1.72	0.001932	0.89
0.1	2.54	1.96	0.001932	1.01
0.125	3.18	2.22	0.001932	1.15
0.15	3.81	2.39	0.001932	1.24
0.175	4.45	2.56	0.001932	1.33
0.2	5.08	2.68	0.001932	1.39
0.3	7.62	2.97	0.001932	1.54
0.4	10.16	3.18	0.001932	1.65
0.5	12.7	3.41	0.001932	1.77

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

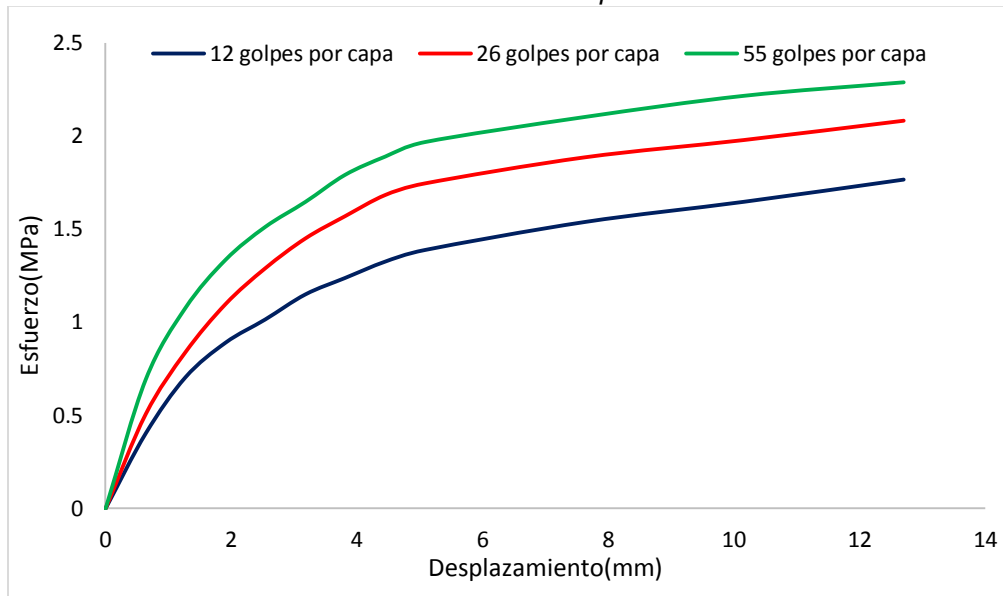
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.98	0.001932	0.51
0.050	1.27	1.62	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.12	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.49	0.001932	1.29
0.125	3.18	2.8	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.03	0.001932	1.57
0.175	4.45	3.25	0.001932	1.68
0.200	5.08	3.37	0.001932	1.74
0.300	7.62	3.64	0.001932	1.88
0.400	10.16	3.82	0.001932	1.98
0.500	12.70	4.02	0.001932	2.08

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.34	0.001932	0.694
0.05	1.27	2.08	0.001932	1.077
0.075	1.91	2.58	0.001932	1.335
0.1	2.54	2.92	0.001932	1.511
0.125	3.18	3.18	0.001932	1.646
0.15	3.81	3.46	0.001932	1.791
0.175	4.45	3.65	0.001932	1.889
0.2	5.08	3.80	0.001932	1.967
0.3	7.62	4.06	0.001932	2.101
0.4	10.16	4.28	0.001932	2.215
0.5	12.7	4.42	0.001932	2.288

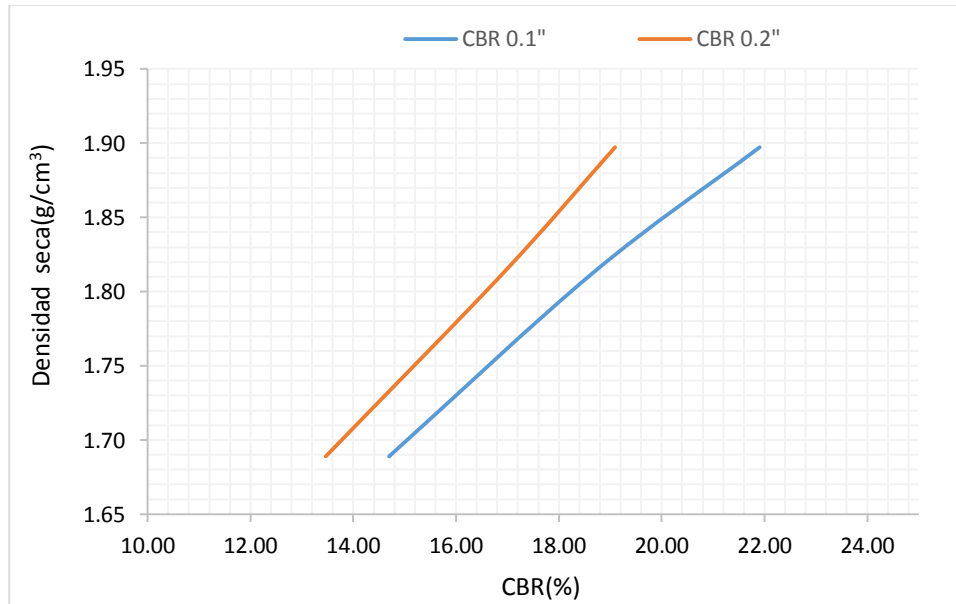
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.01	6.9	14.70
12	0.2	1.39	10.3	13.47
26	0.1	1.29	6.9	18.68
26	0.2	1.74	10.3	16.94
55	0.1	1.51	6.9	21.90
55	0.2	1.97	10.3	19.10

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	14.70	13.47
26	1.81	18.68	16.94
55	1.90	21.90	19.10

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	16	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 2

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11994	12326	12478
Peso suelo húmedo (g)	4061	4391	4567
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.91	2.07	2.15
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.83	1.90
Contenido de humedad(%)	13.07	13.12	13.39

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	198.65	178.64	165.00	139.42	196.41	167.24
Rec + suelo seco g	192.48	172.62	158.65	133.27	190.01	161.41
Peso del recipiente g	145.34	126.47	110.00	86.61	142.01	118.03
Peso del suelo seco g	47.14	46.15	48.65	46.66	48.00	43.38
Peso del agua g	6.17	6.02	6.35	6.15	6.40	5.83
Contenido de Humedad %	13.09	13.04	13.05	13.18	13.33	13.44
Humedad promedio %	13.07		13.12		13.39	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	3.241	4.221	0.77	3.184	4.129	0.74	1.954	2.867	0.72

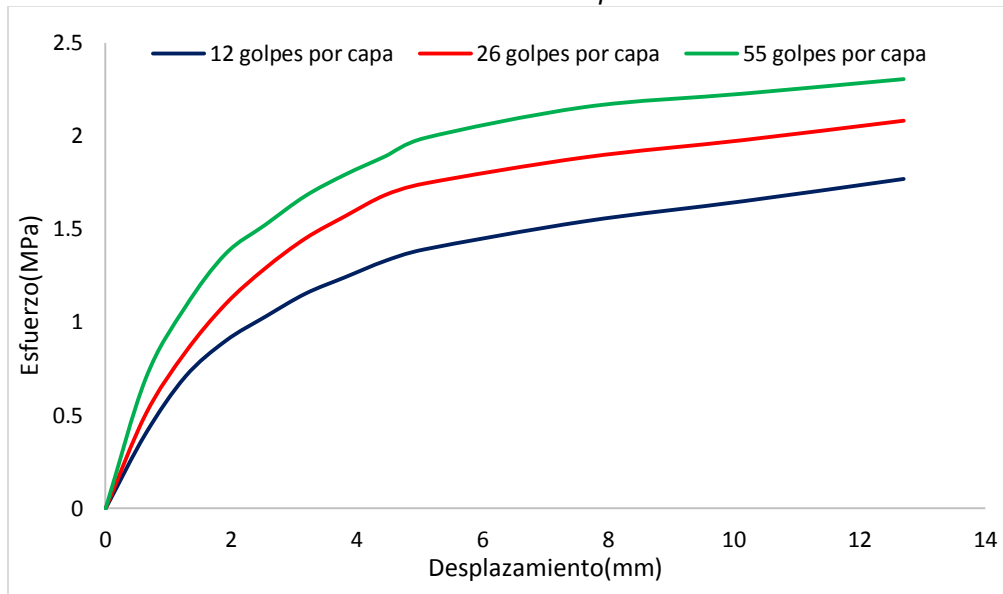
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.78	0.001932	0.40
0.05	1.27	1.37	0.001932	0.71
0.075	1.91	1.74	0.001932	0.90
0.1	2.54	1.99	0.001932	1.03
0.125	3.18	2.23	0.001932	1.15
0.15	3.81	2.4	0.001932	1.24
0.175	4.45	2.57	0.001932	1.33
0.2	5.08	2.69	0.001932	1.39
0.3	7.62	2.98	0.001932	1.54
0.4	10.16	3.19	0.001932	1.65
0.5	12.7	3.42	0.001932	1.77

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.98	0.001932	0.51
0.050	1.27	1.62	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.12	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.49	0.001932	1.29
0.125	3.18	2.8	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.03	0.001932	1.57
0.175	4.45	3.25	0.001932	1.68
0.200	5.08	3.37	0.001932	1.74
0.300	7.62	3.64	0.001932	1.88
0.400	10.16	3.82	0.001932	1.98
0.500	12.70	4.02	0.001932	2.08

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.35	0.001932	0.699
0.05	1.27	2.09	0.001932	1.082
0.075	1.91	2.64	0.001932	1.366
0.1	2.54	2.94	0.001932	1.522
0.125	3.18	3.24	0.001932	1.677
0.15	3.81	3.46	0.001932	1.791
0.175	4.45	3.65	0.001932	1.889
0.2	5.08	3.84	0.001932	1.988
0.3	7.62	4.16	0.001932	2.153
0.4	10.16	4.30	0.001932	2.226
0.5	12.7	4.45	0.001932	2.303

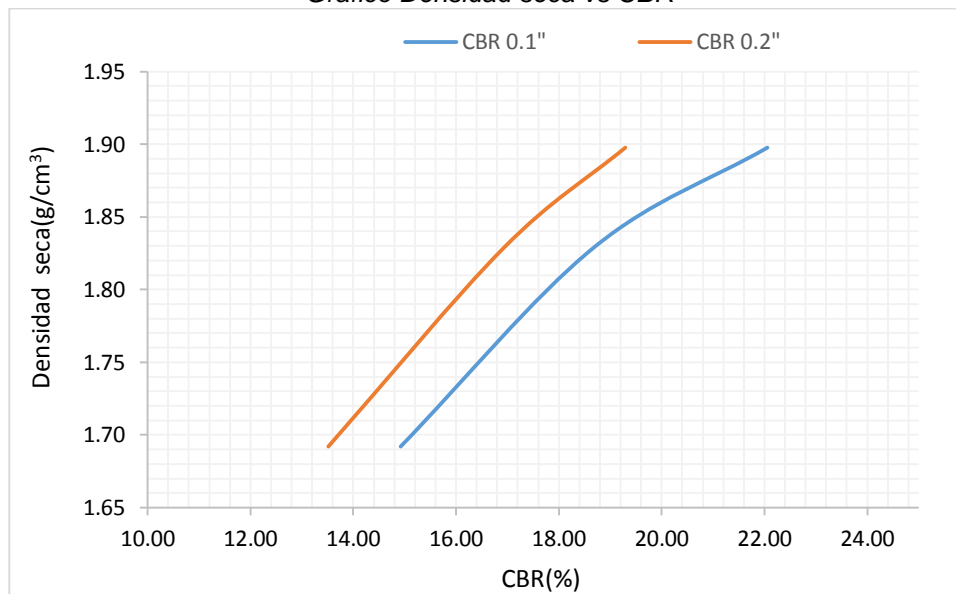
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.03	6.9	14.93
12	0.2	1.39	10.3	13.52
26	0.1	1.29	6.9	18.68
26	0.2	1.74	10.3	16.94
55	0.1	1.52	6.9	22.05
55	0.2	1.99	10.3	19.30

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	14.93	13.52
26	1.83	18.68	16.94
55	1.90	22.05	19.30

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	15	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 3

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12010	12326	12478
Peso suelo húmedo (g)	4077	4391	4567
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.07	2.15
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.83	1.90
Contenido de humedad(%)	13.19	13.12	13.24

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	134.24	172.34	165.00	139.42	178.64	208.24
Rec + suelo seco g	128.21	166.34	158.65	133.27	172.32	202.37
Peso del recipiente g	82.14	121.21	110.00	86.61	124.35	158.24
Peso del suelo seco g	46.07	45.13	48.65	46.66	47.97	44.13
Peso del agua g	6.03	6.00	6.35	6.15	6.32	5.87
Contenido de Humedad %	13.09	13.29	13.05	13.18	13.17	13.30
Humedad promedio %	13.19		13.12		13.24	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.654	3.597	0.74	2.654	3.584	0.73	0.945	1.874	0.73

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.77	0.001932	0.40
0.05	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	1.75	0.001932	0.91
0.1	2.54	1.98	0.001932	1.02
0.125	3.18	2.23	0.001932	1.15
0.15	3.81	2.42	0.001932	1.25
0.175	4.45	2.59	0.001932	1.34
0.2	5.08	2.69	0.001932	1.39
0.3	7.62	2.98	0.001932	1.54
0.4	10.16	3.19	0.001932	1.65
0.5	12.7	3.44	0.001932	1.78

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

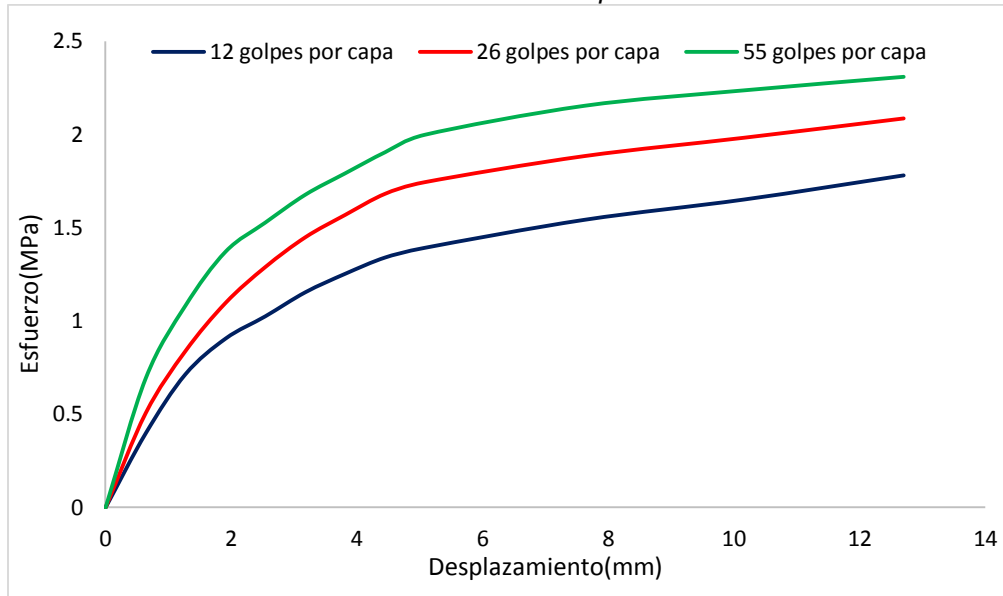
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.98	0.001932	0.51
0.050	1.27	1.62	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.12	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.49	0.001932	1.29
0.125	3.18	2.8	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.03	0.001932	1.57
0.175	4.45	3.25	0.001932	1.68
0.200	5.08	3.37	0.001932	1.74
0.300	7.62	3.64	0.001932	1.88
0.400	10.16	3.83	0.001932	1.98
0.500	12.70	4.03	0.001932	2.09

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.34	0.001932	0.694
0.05	1.27	2.09	0.001932	1.082
0.075	1.91	2.65	0.001932	1.372
0.1	2.54	2.95	0.001932	1.527
0.125	3.18	3.24	0.001932	1.677
0.15	3.81	3.46	0.001932	1.791
0.175	4.45	3.68	0.001932	1.905
0.2	5.08	3.86	0.001932	1.998
0.3	7.62	4.16	0.001932	2.153
0.4	10.16	4.32	0.001932	2.236
0.5	12.7	4.46	0.001932	2.308

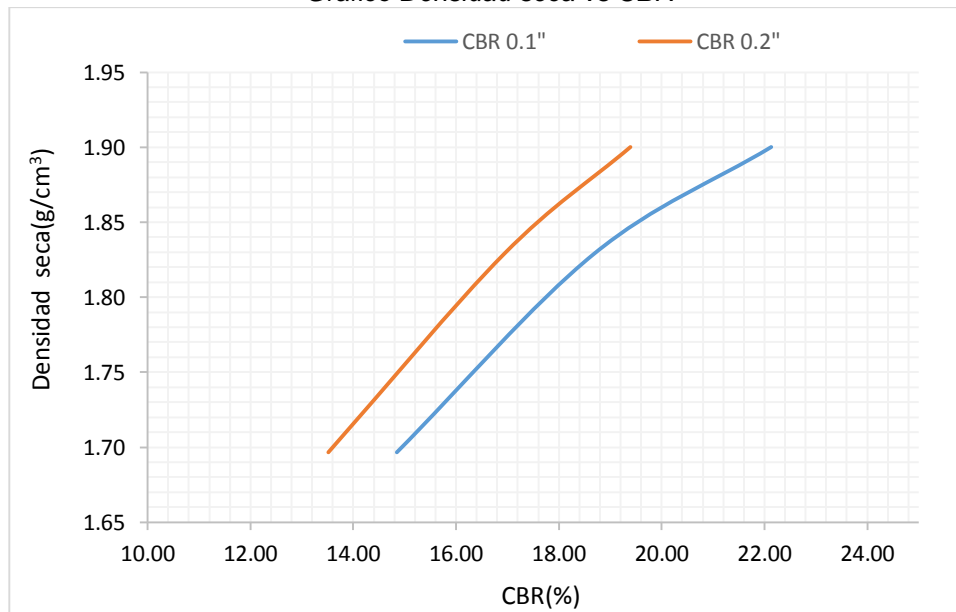
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.02	6.9	14.85
12	0.2	1.39	10.3	13.52
26	0.1	1.29	6.9	18.68
26	0.2	1.74	10.3	16.94
55	0.1	1.53	6.9	22.13
55	0.2	2.00	10.3	19.40

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	14.85	13.52
26	1.83	18.68	16.94
55	1.90	22.13	19.40

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	15	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 4

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12034	12312	12457
Peso suelo húmedo (g)	4101	4377	4546
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.06	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.82	1.89
Contenido de humedad(%)	13.11	13.31	13.17

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	146.34	187.32	192.41	136.47	178.64	184.23
Rec + suelo seco g	140.21	181.24	186.00	130.12	172.32	178.62
Peso del recipiente g	93.65	134.65	138.24	82.00	124.35	136.01
Peso del suelo seco g	46.56	46.59	47.76	48.12	47.97	42.61
Peso del agua g	6.13	6.08	6.41	6.35	6.32	5.61
Contenido de Humedad %	13.17	13.05	13.42	13.20	13.17	13.17
Humedad promedio %	13.11		13.31		13.17	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.245	2.224	0.77	0.984	1.9245	0.74	2.475	3.415	0.74

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.78	0.001932	0.40
0.05	1.27	1.39	0.001932	0.72
0.075	1.91	1.76	0.001932	0.91
0.1	2.54	1.99	0.001932	1.03
0.125	3.18	2.24	0.001932	1.16
0.15	3.81	2.43	0.001932	1.26
0.175	4.45	2.59	0.001932	1.34
0.2	5.08	2.7	0.001932	1.40
0.3	7.62	2.99	0.001932	1.55
0.4	10.16	3.2	0.001932	1.66
0.5	12.7	3.45	0.001932	1.79

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

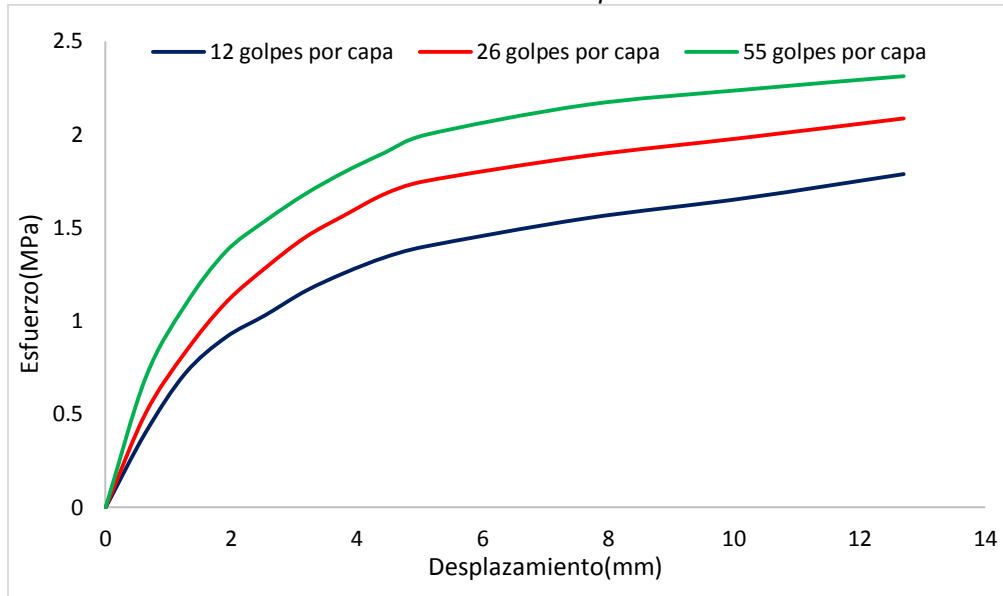
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.98	0.001932	0.51
0.050	1.27	1.61	0.001932	0.83
0.075	1.91	2.12	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.48	0.001932	1.28
0.125	3.18	2.8	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.03	0.001932	1.57
0.175	4.45	3.25	0.001932	1.68
0.200	5.08	3.38	0.001932	1.75
0.300	7.62	3.64	0.001932	1.88
0.400	10.16	3.83	0.001932	1.98
0.500	12.70	4.03	0.001932	2.09

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.35	0.001932	0.699
0.05	1.27	2.10	0.001932	1.087
0.075	1.91	2.65	0.001932	1.372
0.1	2.54	2.97	0.001932	1.537
0.125	3.18	3.25	0.001932	1.682
0.15	3.81	3.48	0.001932	1.801
0.175	4.45	3.68	0.001932	1.905
0.2	5.08	3.86	0.001932	1.998
0.3	7.62	4.17	0.001932	2.158
0.4	10.16	4.33	0.001932	2.241
0.5	12.7	4.47	0.001932	2.314

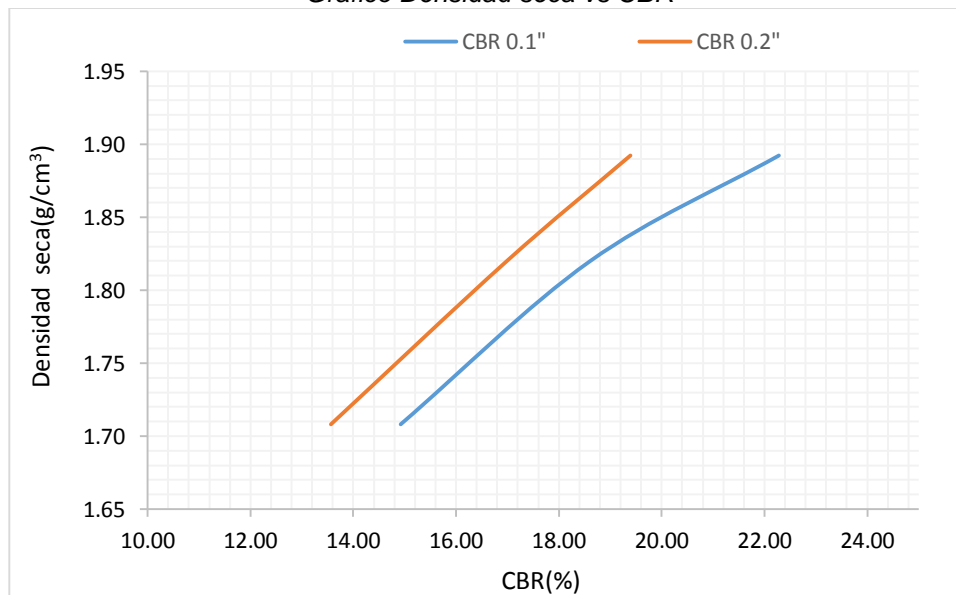
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.03	6.9	14.93
12	0.2	1.40	10.3	13.57
26	0.1	1.28	6.9	18.60
26	0.2	1.75	10.3	16.99
55	0.1	1.54	6.9	22.28
55	0.2	2.00	10.3	19.40

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	14.93	13.57
26	1.82	18.60	16.99
55	1.89	22.28	19.40

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17.2	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	15.4	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 5

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12037	12317	12455
Peso suelo húmedo (g)	4104	4382	4544
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.06	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.82	1.89
Contenido de humedad(%)	13.12	13.31	13.46

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	126.45	187.32	192.41	136.47	127.24	172.41
Rec + suelo seco g	120.34	181.24	186.00	130.12	121.34	166.21
Peso del recipiente g	74.00	134.65	138.24	82.00	77.62	120.00
Peso del suelo seco g	46.34	46.59	47.76	48.12	43.72	46.21
Peso del agua g	6.11	6.08	6.41	6.35	5.90	6.20
Contenido de Humedad %	13.19	13.05	13.42	13.20	13.49	13.42
Humedad promedio %	13.12		13.31		13.46	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.048	2.991	0.74	2.354	3.241	0.70	2.621	3.524	0.71

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.77	0.001932	0.40
0.05	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	1.76	0.001932	0.91
0.1	2.54	1.99	0.001932	1.03
0.125	3.18	2.24	0.001932	1.16
0.15	3.81	2.43	0.001932	1.26
0.175	4.45	2.59	0.001932	1.34
0.2	5.08	2.7	0.001932	1.40
0.3	7.62	2.99	0.001932	1.55
0.4	10.16	3.21	0.001932	1.66
0.5	12.7	3.42	0.001932	1.77

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

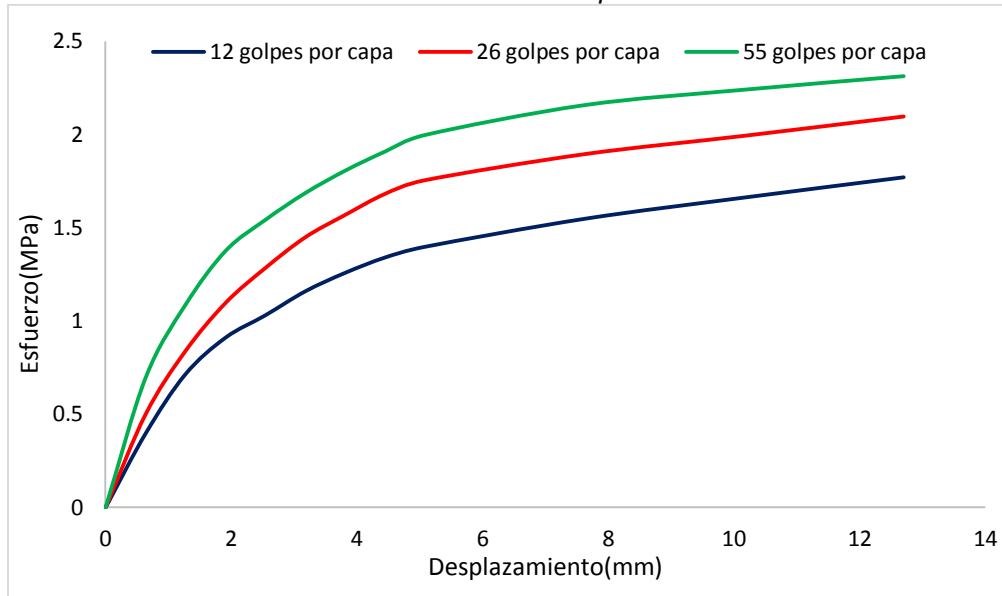
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.97	0.001932	0.50
0.050	1.27	1.62	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.12	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.48	0.001932	1.28
0.125	3.18	2.8	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.03	0.001932	1.57
0.175	4.45	3.25	0.001932	1.68
0.200	5.08	3.39	0.001932	1.75
0.300	7.62	3.66	0.001932	1.89
0.400	10.16	3.85	0.001932	1.99
0.500	12.70	4.05	0.001932	2.10

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.35	0.001932	0.699
0.05	1.27	2.10	0.001932	1.087
0.075	1.91	2.66	0.001932	1.377
0.1	2.54	2.98	0.001932	1.542
0.125	3.18	3.26	0.001932	1.687
0.15	3.81	3.49	0.001932	1.806
0.175	4.45	3.69	0.001932	1.910
0.2	5.08	3.86	0.001932	1.998
0.3	7.62	4.17	0.001932	2.158
0.4	10.16	4.33	0.001932	2.241
0.5	12.7	4.47	0.001932	2.314

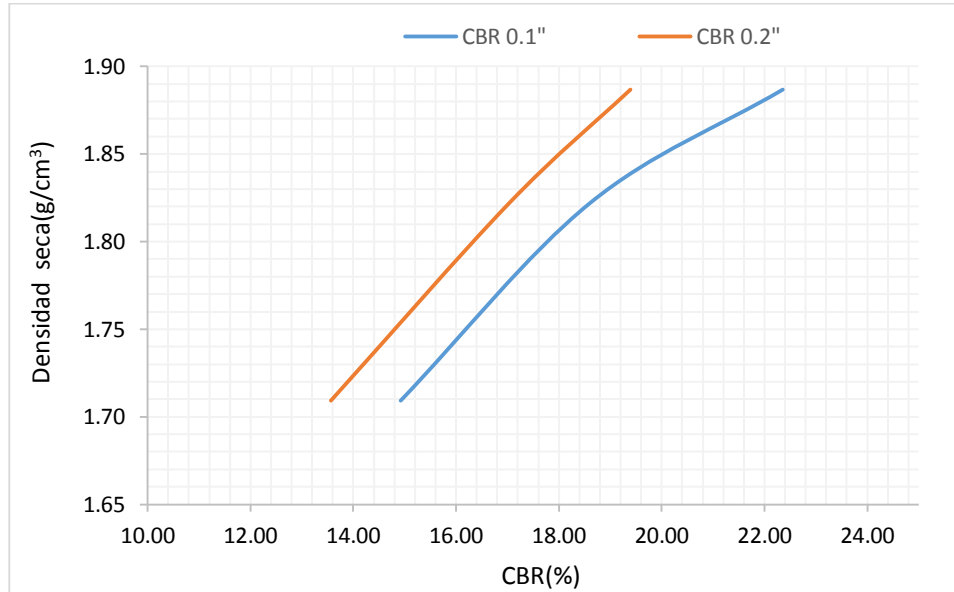
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.03	6.9	14.93
12	0.2	1.40	10.3	13.57
26	0.1	1.28	6.9	18.60
26	0.2	1.75	10.3	17.04
55	0.1	1.54	6.9	22.35
55	0.2	2.00	10.3	19.40

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	14.93	13.57
26	1.82	18.60	17.04
55	1.89	22.35	19.40

Grafico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	16.8	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	15.2	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 6

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12001	12285	12424
Peso suelo húmedo (g)	4068	4350	4513
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.05	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.81	1.88
Contenido de humedad(%)	13.21	13.33	13.32

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	175.34	172.64	190.21	176.37	204.65	184.23
Rec + suelo seco g	169.24	166.32	184.31	170.31	198.34	178.23
Peso del recipiente g	122.41	119.17	139.92	125.00	150.89	133.24
Peso del suelo seco g	46.83	47.15	44.39	45.31	47.45	44.99
Peso del agua g	6.10	6.32	5.90	6.06	6.31	6.00
Contenido de Humedad %	13.03	13.40	13.29	13.37	13.30	13.34
Humedad promedio %	13.21		13.33		13.32	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.954	2.854	0.71	2.642	3.566	0.73	1.962	2.867	0.71

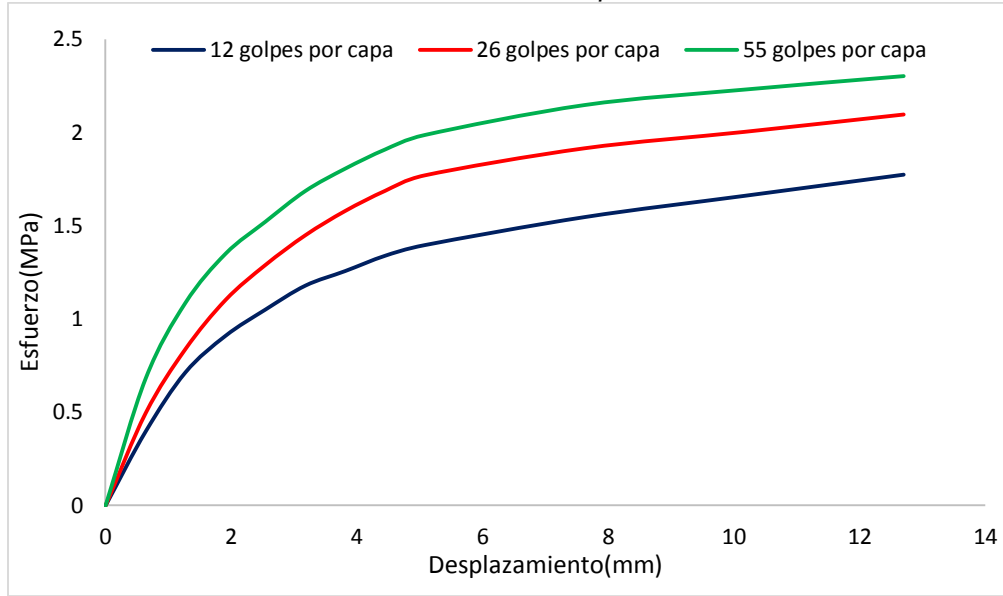
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.77	0.001932	0.40
0.05	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	1.76	0.001932	0.91
0.1	2.54	2.03	0.001932	1.05
0.125	3.18	2.28	0.001932	1.18
0.15	3.81	2.43	0.001932	1.26
0.175	4.45	2.59	0.001932	1.34
0.2	5.08	2.7	0.001932	1.40
0.3	7.62	2.99	0.001932	1.55
0.4	10.16	3.21	0.001932	1.66
0.5	12.7	3.43	0.001932	1.78

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.96	0.001932	0.50
0.050	1.27	1.62	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.13	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.49	0.001932	1.29
0.125	3.18	2.8	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.05	0.001932	1.58
0.175	4.45	3.26	0.001932	1.69
0.200	5.08	3.42	0.001932	1.77
0.300	7.62	3.7	0.001932	1.92
0.400	10.16	3.87	0.001932	2.00
0.500	12.70	4.05	0.001932	2.10

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.32	0.001932	0.683
0.05	1.27	2.10	0.001932	1.087
0.075	1.91	2.61	0.001932	1.351
0.1	2.54	2.94	0.001932	1.522
0.125	3.18	3.26	0.001932	1.687
0.15	3.81	3.49	0.001932	1.806
0.175	4.45	3.69	0.001932	1.910
0.2	5.08	3.84	0.001932	1.988
0.3	7.62	4.15	0.001932	2.148
0.4	10.16	4.31	0.001932	2.231
0.5	12.7	4.45	0.001932	2.303

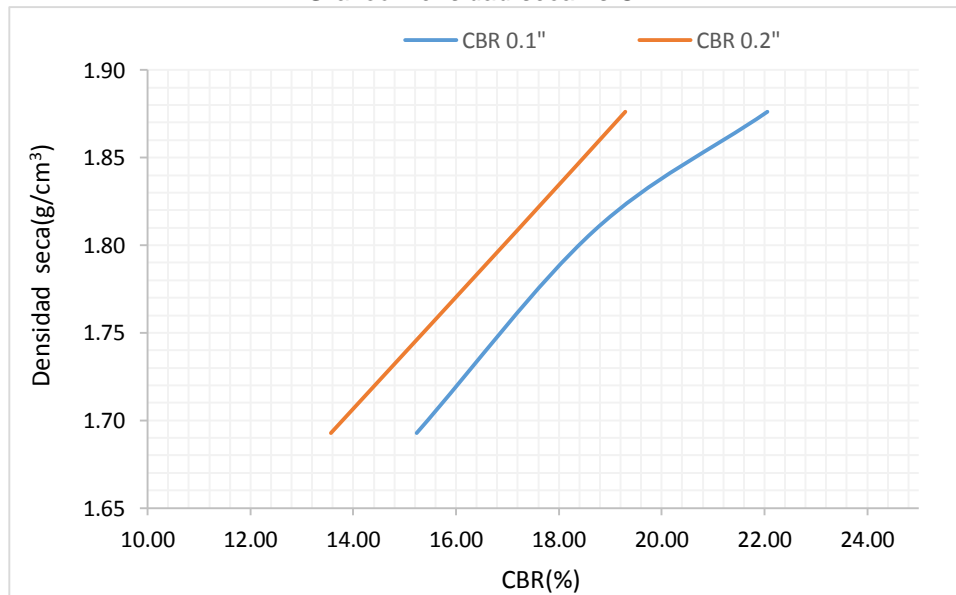
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.05	6.9	15.23
12	0.2	1.40	10.3	13.57
26	0.1	1.29	6.9	18.68
26	0.2	1.77	10.3	17.19
55	0.1	1.52	6.9	22.05
55	0.2	1.99	10.3	19.30

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	15.23	13.57
26	1.81	18.68	17.19
55	1.88	22.05	19.30

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17.4	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	16.2	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 7

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12014	12281	12447
Peso suelo húmedo (g)	4081	4346	4536
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.05	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.81	1.89
Contenido de humedad(%)	13.15	13.26	13.36

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	145.23	207.21	176.01	193.45	174.62	182.64
Rec + suelo seco g	139.21	201.21	170.15	187.34	168.21	176.34
Peso del recipiente g	92.99	156.00	126.00	141.24	120.21	129.21
Peso del suelo seco g	46.22	45.21	44.15	46.10	48.00	47.13
Peso del agua g	6.02	6.00	5.86	6.11	6.41	6.30
Contenido de Humedad %	13.02	13.27	13.27	13.25	13.35	13.37
Humedad promedio %	13.15		13.26		13.36	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %
96	2.344	3.278	0.74	2.345	3.245	0.71	3.451	4.315	0.68

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.79	0.001932	0.41
0.05	1.27	1.39	0.001932	0.72
0.075	1.91	1.77	0.001932	0.92
0.1	2.54	2.04	0.001932	1.06
0.125	3.18	2.29	0.001932	1.19
0.15	3.81	2.44	0.001932	1.26
0.175	4.45	2.6	0.001932	1.35
0.2	5.08	2.71	0.001932	1.40
0.3	7.62	3	0.001932	1.55
0.4	10.16	3.22	0.001932	1.67
0.5	12.7	3.44	0.001932	1.78

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.95	0.001932	0.49
0.050	1.27	1.61	0.001932	0.83
0.075	1.91	2.12	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.48	0.001932	1.28
0.125	3.18	2.8	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.02	0.001932	1.56
0.175	4.45	3.21	0.001932	1.66
0.200	5.08	3.37	0.001932	1.74
0.300	7.62	3.6	0.001932	1.86
0.400	10.16	3.86	0.001932	2.00
0.500	12.70	4.04	0.001932	2.09

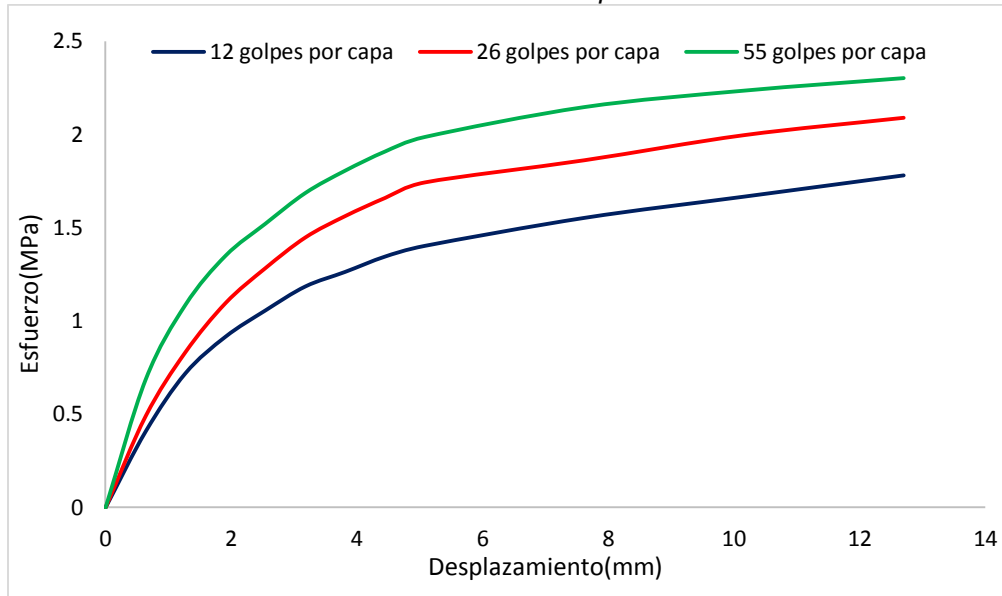
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.33	0.001932	0.688
0.05	1.27	2.10	0.001932	1.087
0.075	1.91	2.61	0.001932	1.351
0.1	2.54	2.94	0.001932	1.522
0.125	3.18	3.26	0.001932	1.687
0.15	3.81	3.49	0.001932	1.806
0.175	4.45	3.69	0.001932	1.910
0.2	5.08	3.84	0.001932	1.988
0.3	7.62	4.15	0.001932	2.148
0.4	10.16	4.32	0.001932	2.236
0.5	12.7	4.45	0.001932	2.303

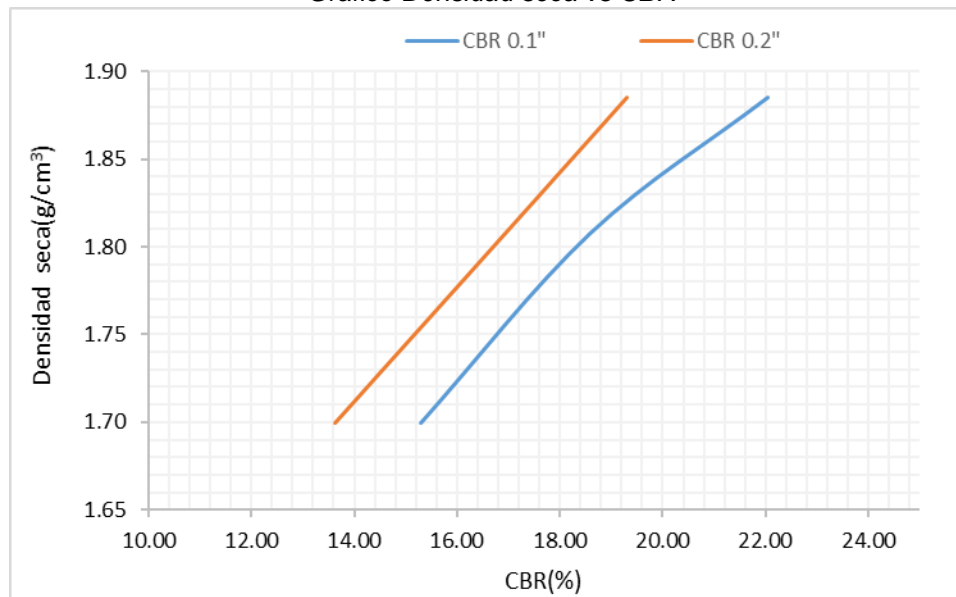
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.06	6.9	15.30
12	0.2	1.40	10.3	13.62
26	0.1	1.28	6.9	18.60
26	0.2	1.74	10.3	16.94
55	0.1	1.52	6.9	22.05
55	0.2	1.99	10.3	19.30

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	15.30	13.62
26	1.81	18.60	16.94
55	1.89	22.05	19.30

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	16.2	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 8

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12078	12294	12542
Peso suelo húmedo (g)	4145	4359	4631
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.95	2.05	2.18
Densidad seca(g/cm³)	1.72	1.81	1.93
Contenido de humedad(%)	13.20	13.21	13.21

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	154.36	198.65	162.45	176.82	198.65	196.47
Rec + suelo seco g	148.37	192.62	156.34	170.24	192.45	190.13
Peso del recipiente g	102.95	147.00	110.45	120.00	145.67	142.00
Peso del suelo seco g	45.42	45.62	45.89	50.24	46.78	48.13
Peso del agua g	5.99	6.03	6.11	6.58	6.20	6.34
Contenido de Humedad %	13.19	13.22	13.31	13.10	13.25	13.17
Humedad promedio %	13.20		13.21		13.21	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %
96	1.347	2.242	0.70	1.654	2.564	0.72	2.654	3.542	0.70

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.78	0.001932	0.40
0.05	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	1.78	0.001932	0.92
0.1	2.54	2.05	0.001932	1.06
0.125	3.18	2.3	0.001932	1.19
0.15	3.81	2.45	0.001932	1.27
0.175	4.45	2.61	0.001932	1.35
0.2	5.08	2.72	0.001932	1.41
0.3	7.62	3.01	0.001932	1.56
0.4	10.16	3.23	0.001932	1.67
0.5	12.7	3.45	0.001932	1.79

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

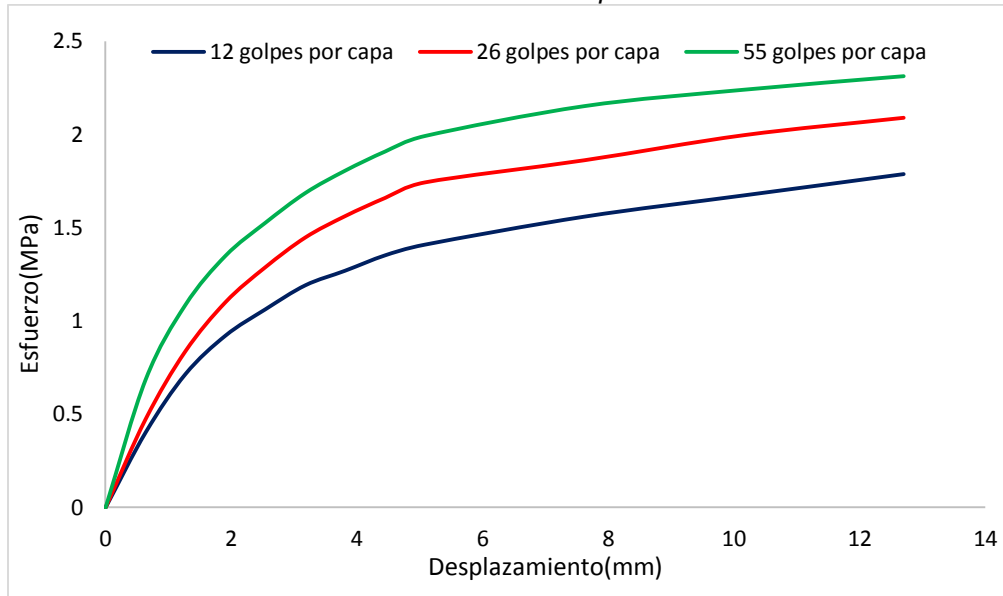
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.92	0.001932	0.48
0.050	1.27	1.62	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.13	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.49	0.001932	1.29
0.125	3.18	2.8	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.02	0.001932	1.56
0.175	4.45	3.21	0.001932	1.66
0.200	5.08	3.37	0.001932	1.74
0.300	7.62	3.6	0.001932	1.86
0.400	10.16	3.86	0.001932	2.00
0.500	12.70	4.04	0.001932	2.09

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.33	0.001932	0.688
0.05	1.27	2.10	0.001932	1.087
0.075	1.91	2.61	0.001932	1.351
0.1	2.54	2.95	0.001932	1.527
0.125	3.18	3.26	0.001932	1.687
0.15	3.81	3.49	0.001932	1.806
0.175	4.45	3.69	0.001932	1.910
0.2	5.08	3.85	0.001932	1.993
0.3	7.62	4.16	0.001932	2.153
0.4	10.16	4.33	0.001932	2.241
0.5	12.7	4.47	0.001932	2.314

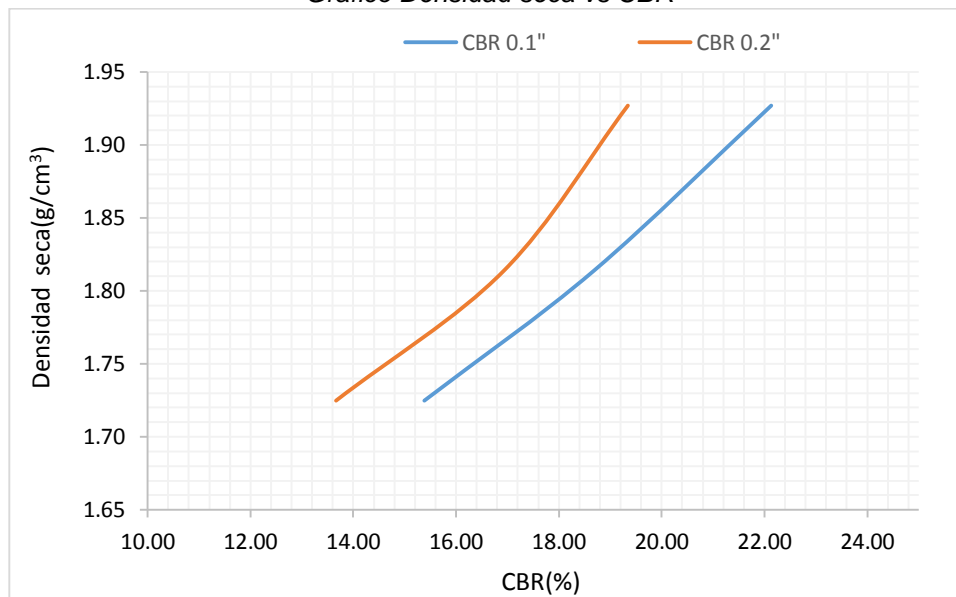
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.06	6.9	15.38
12	0.2	1.41	10.3	13.67
26	0.1	1.29	6.9	18.68
26	0.2	1.74	10.3	16.94
55	0.1	1.53	6.9	22.13
55	0.2	1.99	10.3	19.35

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.72	15.38	13.67
26	1.81	18.68	16.94
55	1.93	22.13	19.35

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	16.2	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 9

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12054	12281	12541
Peso suelo húmedo (g)	4121	4346	4630
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.94	2.05	2.18
Densidad seca(g/cm³)	1.72	1.81	1.93
Contenido de humedad(%)	13.14	13.27	13.12

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	207.24	212.34	176.28	176.82	156.12	182.42
Rec + suelo seco g	201.32	206.00	170.18	170.21	150.19	176.34
Peso del recipiente g	156.12	157.89	124.57	120.00	105.00	130.02
Peso del suelo seco g	45.20	48.11	45.61	50.21	45.19	46.32
Peso del agua g	5.92	6.34	6.10	6.61	5.93	6.08
Contenido de Humedad %	13.10	13.18	13.37	13.16	13.12	13.13
Humedad promedio %	13.14		13.27		13.12	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.147	3.124	0.77	2.654	3.621	0.76	3.481	4.412	0.73

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.78	0.001932	0.40
0.05	1.27	1.38	0.001932	0.71
0.075	1.91	1.78	0.001932	0.92
0.1	2.54	2.05	0.001932	1.06
0.125	3.18	2.3	0.001932	1.19
0.15	3.81	2.45	0.001932	1.27
0.175	4.45	2.61	0.001932	1.35
0.2	5.08	2.72	0.001932	1.41
0.3	7.62	3.01	0.001932	1.56
0.4	10.16	3.23	0.001932	1.67
0.5	12.7	3.45	0.001932	1.79

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.92	0.001932	0.48
0.025	0.64	0.92	0.001932	0.48
0.050	1.27	1.62	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.13	0.001932	1.10
0.100	2.54	2.5	0.001932	1.29
0.125	3.18	2.8	0.001932	1.45
0.150	3.81	3.01	0.001932	1.56
0.175	4.45	3.2	0.001932	1.66
0.200	5.08	3.35	0.001932	1.73
0.300	7.62	3.6	0.001932	1.86
0.400	10.16	3.86	0.001932	2.00
0.500	12.70	4.04	0.001932	2.09

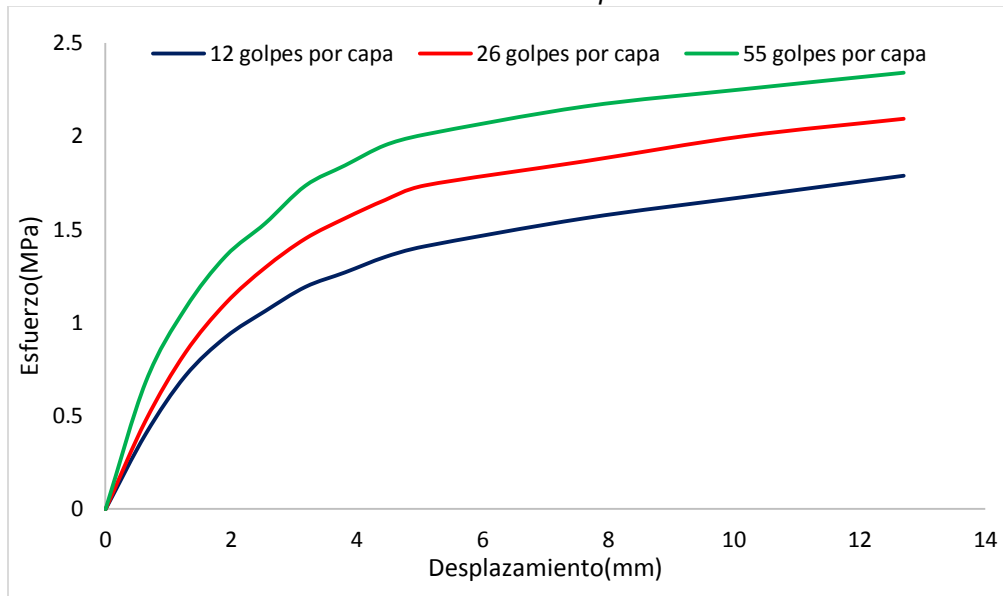
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.32	0.001932	0.683
0.05	1.27	2.08	0.001932	1.077
0.075	1.91	2.62	0.001932	1.356
0.1	2.54	2.96	0.001932	1.532
0.125	3.18	3.35	0.001932	1.734
0.15	3.81	3.56	0.001932	1.843
0.175	4.45	3.77	0.001932	1.951
0.2	5.08	3.88	0.001932	2.008
0.3	7.62	4.17	0.001932	2.158
0.4	10.16	4.35	0.001932	2.252
0.5	12.7	4.52	0.001932	2.340

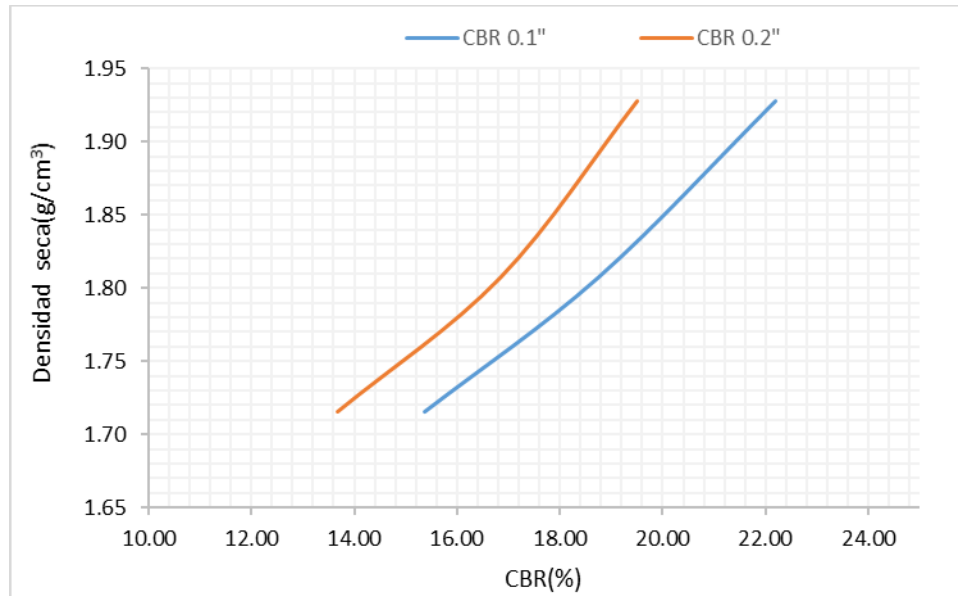
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.06	6.9	15.38
12	0.2	1.41	10.3	13.67
26	0.1	1.29	6.9	18.75
26	0.2	1.73	10.3	16.83
55	0.1	1.53	6.9	22.20
55	0.2	2.01	10.3	19.50

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.72	15.38	13.67
26	1.81	18.75	16.83
55	1.93	22.20	19.50

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17.7	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	16	%

MUESTRA: 4% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 10

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12047	12271	12548
Peso suelo húmedo (g)	4114	4336	4637
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.94	2.04	2.18
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.80	1.93
Contenido de humedad(%)	13.30	13.22	13.32

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	168.42	178.69	146.32	169.15	179.68	199.41
Rec + suelo seco g	162.31	172.34	140.01	163.18	173.24	193.56
Peso del recipiente g	116.32	124.62	92.32	117.99	124.51	150.00
Peso del suelo seco g	45.99	47.72	47.69	45.19	48.73	43.56
Peso del agua g	6.11	6.35	6.31	5.97	6.44	5.85
Contenido de Humedad %	13.29	13.31	13.23	13.21	13.22	13.43
Humedad promedio %	13.30		13.22		13.32	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %
96	1.248	2.195	0.75	3.42	4.35	0.73	6.154	7.121	0.76

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.79	0.001932	0.41
0.05	1.27	1.39	0.001932	0.72
0.075	1.91	1.77	0.001932	0.92
0.1	2.54	2.06	0.001932	1.07
0.125	3.18	2.31	0.001932	1.20
0.15	3.81	2.45	0.001932	1.27
0.175	4.45	2.61	0.001932	1.35
0.2	5.08	2.72	0.001932	1.41
0.3	7.62	3.01	0.001932	1.56
0.4	10.16	3.24	0.001932	1.68
0.5	12.7	3.47	0.001932	1.80

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.91	0.001932	0.47
0.050	1.27	1.63	0.001932	0.84
0.075	1.91	2.14	0.001932	1.11
0.100	2.54	2.51	0.001932	1.30
0.125	3.18	2.82	0.001932	1.46
0.150	3.81	3.02	0.001932	1.56
0.175	4.45	3.22	0.001932	1.67
0.200	5.08	3.36	0.001932	1.74
0.300	7.62	3.61	0.001932	1.87
0.400	10.16	3.86	0.001932	2.00
0.500	12.70	4.04	0.001932	2.09

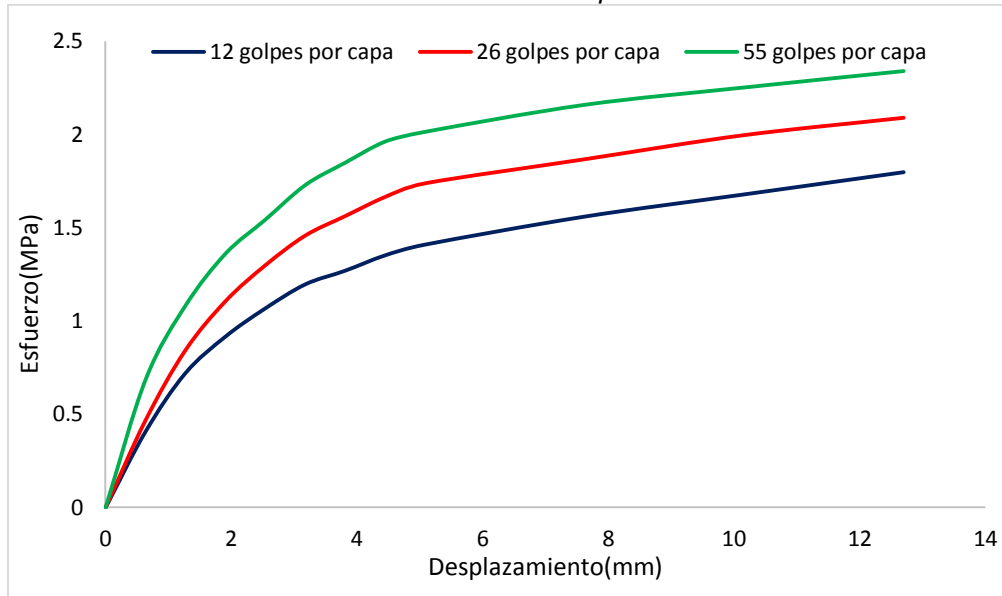
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.33	0.001932	0.688
0.05	1.27	2.09	0.001932	1.082
0.075	1.91	2.63	0.001932	1.361
0.1	2.54	2.98	0.001932	1.542
0.125	3.18	3.34	0.001932	1.729
0.15	3.81	3.57	0.001932	1.848
0.175	4.45	3.79	0.001932	1.962
0.2	5.08	3.89	0.001932	2.013
0.3	7.62	4.17	0.001932	2.158
0.4	10.16	4.35	0.001932	2.252
0.5	12.7	4.52	0.001932	2.340

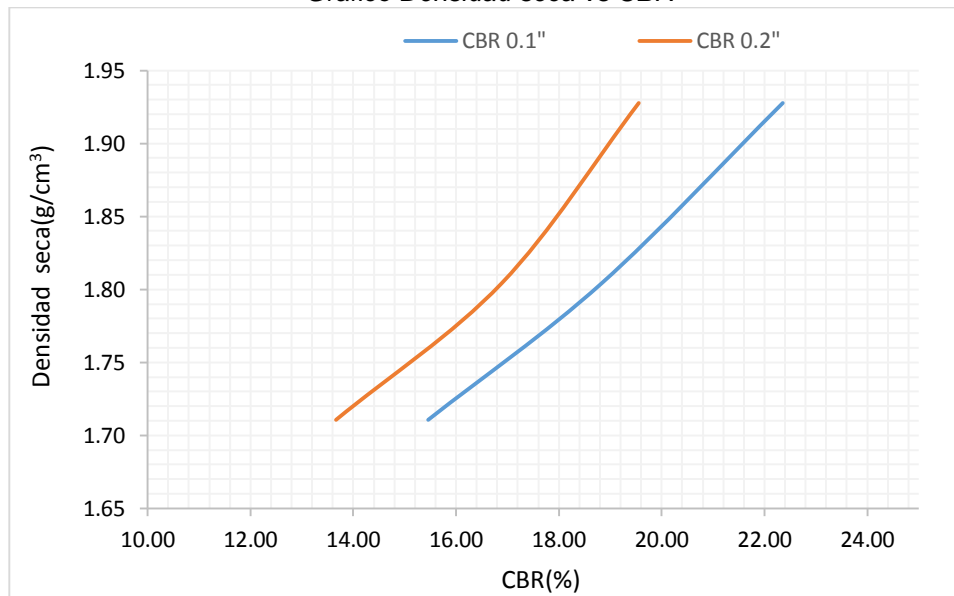
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.07	6.9	15.45
12	0.2	1.41	10.3	13.67
26	0.1	1.30	6.9	18.83
26	0.2	1.74	10.3	16.88
55	0.1	1.54	6.9	22.35
55	0.2	2.01	10.3	19.55

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	15.45	13.67
26	1.80	18.83	16.88
55	1.93	22.35	19.55

Grafico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17.8	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	16.2	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 1

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12004	12240	12407
Peso suelo húmedo (g)	4071	4305	4496
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.03	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.79	1.87
Contenido de humedad(%)	13.32	13.38	13.33

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	184.65	189.22	149.65	176.32	187.65	117.51
Rec + suelo seco g	178.42	183.21	143.21	170.14	181.24	114.84
Peso del recipiente g	131.54	138.21	95.00	124.00	132.14	95.21
Peso del suelo seco g	46.88	45.00	48.21	46.14	49.10	19.63
Peso del agua g	6.23	6.01	6.44	6.18	6.41	2.67
Contenido de Humedad %	13.29	13.36	13.36	13.39	13.05	13.60
Humedad promedio %	13.32		13.38		13.33	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.471	3.345	0.69	5.421	6.302	0.69	1.245	2.145	0.71

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.41	0.001932	0.73
0.05	1.27	2.34	0.001932	1.21
0.075	1.91	3.04	0.001932	1.57
0.1	2.54	3.52	0.001932	1.82
0.125	3.18	3.88	0.001932	2.01
0.15	3.81	4.18	0.001932	2.16
0.175	4.45	4.42	0.001932	2.29
0.2	5.08	4.61	0.001932	2.39
0.3	7.62	4.84	0.001932	2.51
0.4	10.16	4.96	0.001932	2.57
0.5	12.7	5.12	0.001932	2.65

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.74	0.001932	0.90
0.050	1.27	2.89	0.001932	1.50
0.075	1.91	3.72	0.001932	1.93
0.100	2.54	4.22	0.001932	2.18
0.125	3.18	4.65	0.001932	2.41
0.150	3.81	4.99	0.001932	2.58
0.175	4.45	5.27	0.001932	2.73
0.200	5.08	5.45	0.001932	2.82
0.300	7.62	5.74	0.001932	2.97
0.400	10.16	5.86	0.001932	3.03
0.500	12.70	6.02	0.001932	3.12

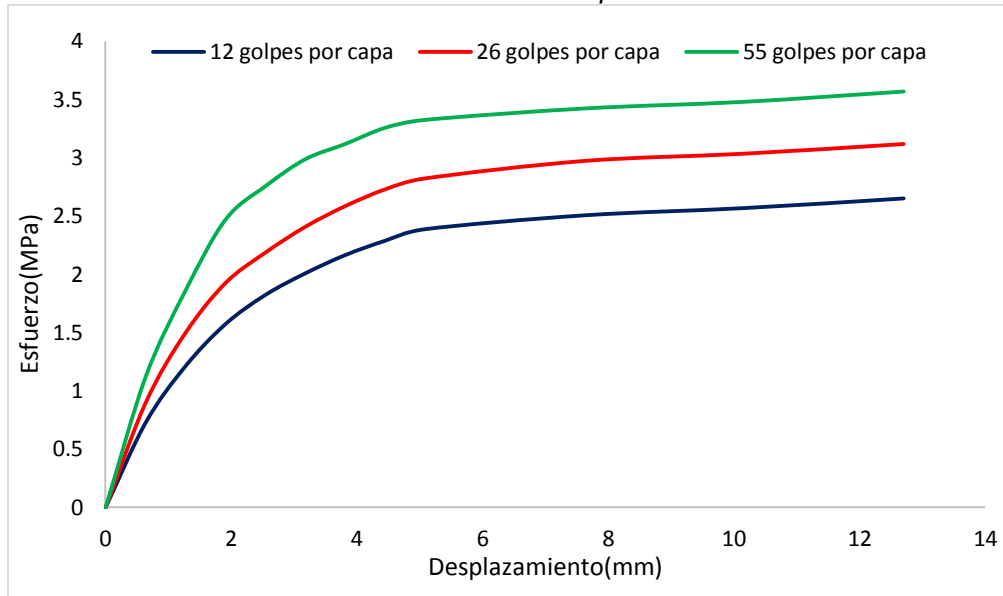
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.17	0.001932	1.123
0.05	1.27	3.59	0.001932	1.858
0.075	1.91	4.77	0.001932	2.469
0.1	2.54	5.32	0.001932	2.754
0.125	3.18	5.77	0.001932	2.987
0.15	3.81	6.02	0.001932	3.116
0.175	4.45	6.29	0.001932	3.256
0.2	5.08	6.42	0.001932	3.323
0.3	7.62	6.61	0.001932	3.421
0.4	10.16	6.72	0.001932	3.478
0.5	12.7	6.89	0.001932	3.566

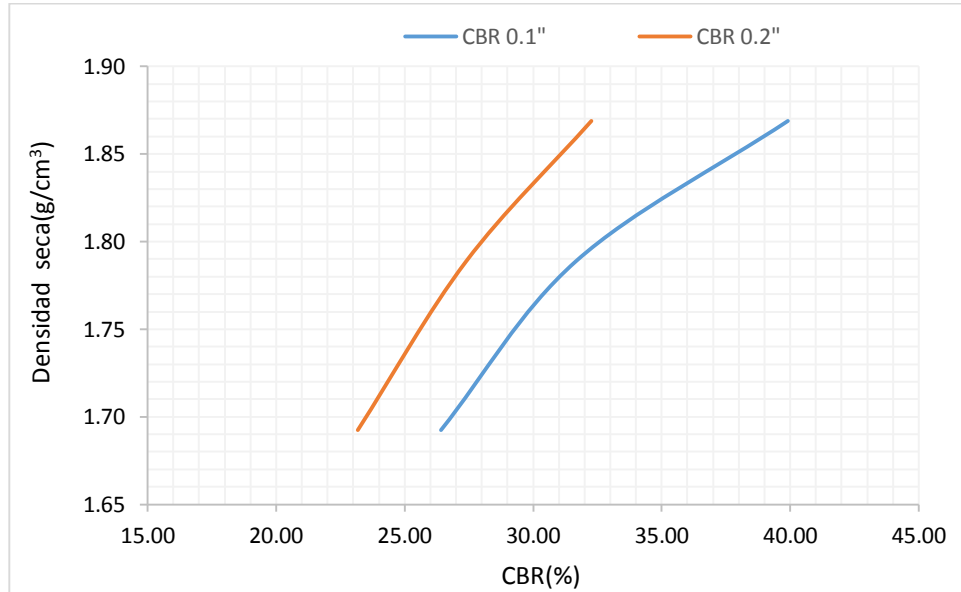
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.82	6.9	26.41
12	0.2	2.39	10.3	23.17
26	0.1	2.18	6.9	31.66
26	0.2	2.82	10.3	27.39
55	0.1	2.75	6.9	39.91
55	0.2	3.32	10.3	32.26

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	26.41	23.17
26	1.79	31.66	27.39
55	1.87	39.91	32.26

Grafico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	31	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	27	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 2

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12008	12248	12417
Peso suelo húmedo (g)	4075	4313	4506
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.03	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.79	1.88
Contenido de humedad(%)	13.10	13.38	13.18

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes			26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	176.21	178.62	149.65	176.32	168.48	169.24	
Rec + suelo seco g	170.12	172.44	143.21	170.14	162.24	163.28	
Peso del recipiente g	123.45	125.45	95.00	124.00	114.67	118.24	
Peso del suelo seco g	46.67	46.99	48.21	46.14	47.57	45.04	
Peso del agua g	6.09	6.18	6.44	6.18	6.24	5.96	
Contenido de Humedad %	13.05	13.15	13.36	13.39	13.12	13.23	
Humedad promedio %	13.10		13.38		13.18		

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.699	3.587	0.70	2.964	3.867	0.71	2.654	3.578	0.73

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.42	0.001932	0.73
0.05	1.27	2.35	0.001932	1.22
0.075	1.91	3.05	0.001932	1.58
0.1	2.54	3.55	0.001932	1.84
0.125	3.18	3.89	0.001932	2.01
0.15	3.81	4.21	0.001932	2.18
0.175	4.45	4.44	0.001932	2.30
0.2	5.08	4.63	0.001932	2.40
0.3	7.62	4.84	0.001932	2.51
0.4	10.16	4.99	0.001932	2.58
0.5	12.7	5.18	0.001932	2.68

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.75	0.001932	0.91
0.050	1.27	2.9	0.001932	1.50
0.075	1.91	3.72	0.001932	1.93
0.100	2.54	4.23	0.001932	2.19
0.125	3.18	4.67	0.001932	2.42
0.150	3.81	5	0.001932	2.59
0.175	4.45	5.28	0.001932	2.73
0.200	5.08	5.46	0.001932	2.83
0.300	7.62	5.74	0.001932	2.97
0.400	10.16	5.86	0.001932	3.03
0.500	12.70	6.03	0.001932	3.12

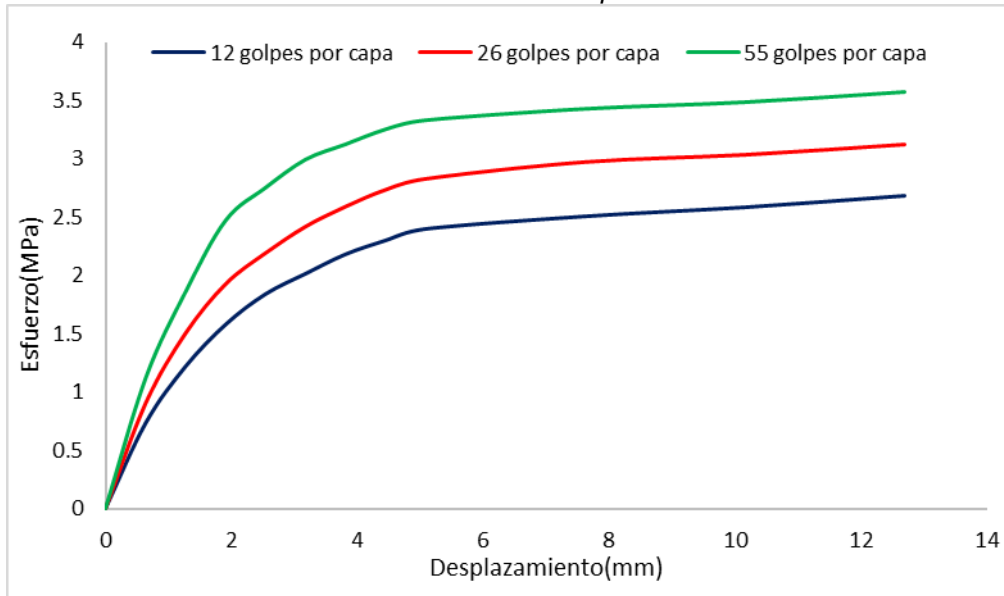
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.17	0.001932	1.123
0.05	1.27	3.59	0.001932	1.858
0.075	1.91	4.78	0.001932	2.474
0.1	2.54	5.32	0.001932	2.754
0.125	3.18	5.79	0.001932	2.997
0.15	3.81	6.04	0.001932	3.126
0.175	4.45	6.29	0.001932	3.256
0.2	5.08	6.44	0.001932	3.333
0.3	7.62	6.63	0.001932	3.432
0.4	10.16	6.74	0.001932	3.489
0.5	12.7	6.91	0.001932	3.577

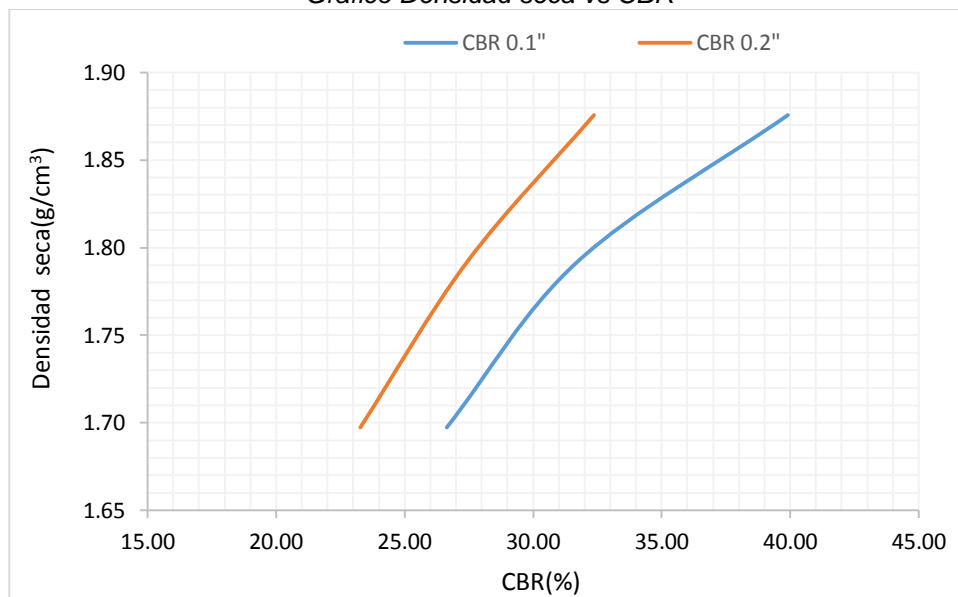
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.84	6.9	26.63
12	0.2	2.40	10.3	23.27
26	0.1	2.19	6.9	31.73
26	0.2	2.83	10.3	27.44
55	0.1	2.75	6.9	39.91
55	0.2	3.33	10.3	32.36

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	26.63	23.27
26	1.79	31.73	27.44
55	1.88	39.91	32.36

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	31	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	27.5	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 3

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12012	12259	12435
Peso suelo húmedo (g)	4079	4324	4524
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.04	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.80	1.89
Contenido de humedad(%)	13.00	13.05	12.99

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	174.24	184.67	199.44	204.24	186.44	174.21
Rec + suelo seco g	168.21	178.24	193.24	198.32	180.45	168.42
Peso del recipiente g	121.59	129.00	145.68	153.00	134.54	123.68
Peso del suelo seco g	46.62	49.24	47.56	45.32	45.91	44.74
Peso del agua g	6.03	6.43	6.20	5.92	5.99	5.79
Contenido de Humedad %	12.93	13.06	13.04	13.06	13.05	12.94
Humedad promedio %	13.00		13.05		12.99	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	3.421	4.247	0.65	1.364	2.214	0.67	0.954	1.811	0.67

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.42	0.001932	0.73
0.05	1.27	2.35	0.001932	1.22
0.075	1.91	3.05	0.001932	1.58
0.1	2.54	3.55	0.001932	1.84
0.125	3.18	3.89	0.001932	2.01
0.15	3.81	4.21	0.001932	2.18
0.175	4.45	4.44	0.001932	2.30
0.2	5.08	4.63	0.001932	2.40
0.3	7.62	4.84	0.001932	2.51
0.4	10.16	4.99	0.001932	2.58
0.5	12.7	5.18	0.001932	2.68

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

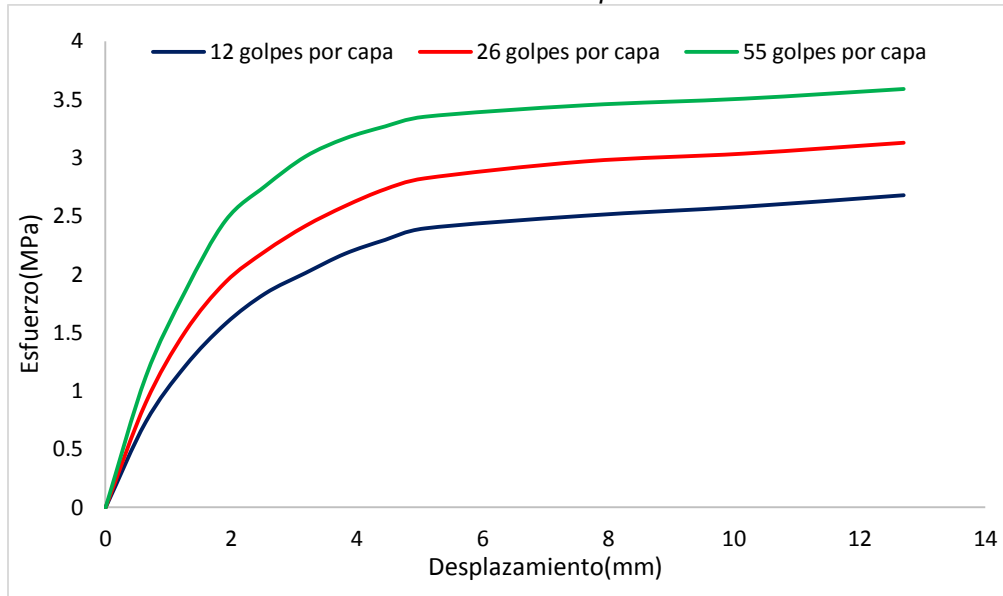
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.74	0.001932	0.90
0.050	1.27	2.92	0.001932	1.51
0.075	1.91	3.74	0.001932	1.94
0.100	2.54	4.25	0.001932	2.20
0.125	3.18	4.67	0.001932	2.42
0.150	3.81	5	0.001932	2.59
0.175	4.45	5.28	0.001932	2.73
0.200	5.08	5.46	0.001932	2.83
0.300	7.62	5.74	0.001932	2.97
0.400	10.16	5.87	0.001932	3.04
0.500	12.70	6.05	0.001932	3.13

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.17	0.001932	1.123
0.05	1.27	3.59	0.001932	1.858
0.075	1.91	4.76	0.001932	2.464
0.1	2.54	5.33	0.001932	2.759
0.125	3.18	5.82	0.001932	3.012
0.15	3.81	6.12	0.001932	3.168
0.175	4.45	6.32	0.001932	3.271
0.2	5.08	6.48	0.001932	3.354
0.3	7.62	6.67	0.001932	3.452
0.4	10.16	6.78	0.001932	3.509
0.5	12.7	6.94	0.001932	3.592

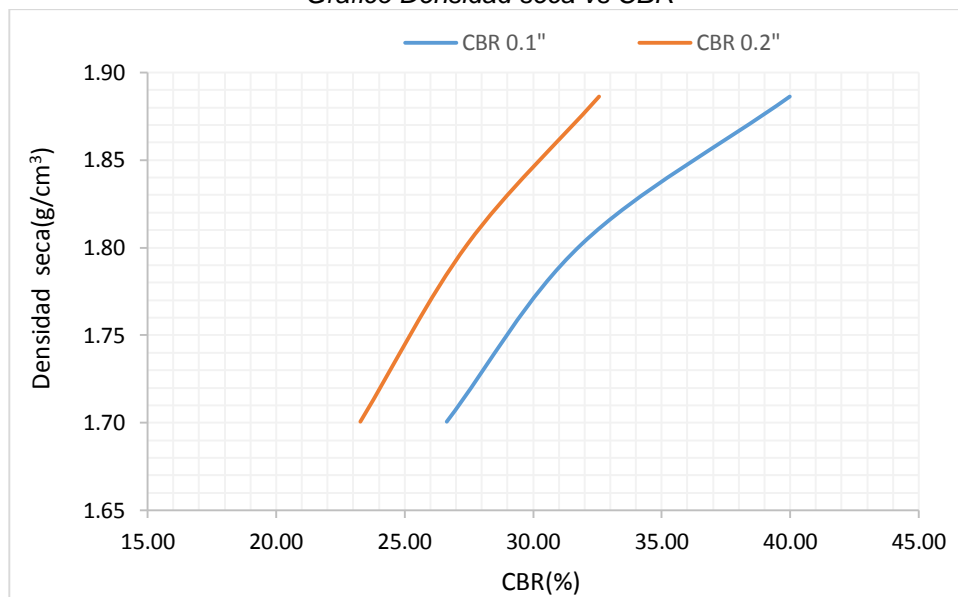
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.84	6.9	26.63
12	0.2	2.40	10.3	23.27
26	0.1	2.20	6.9	31.88
26	0.2	2.83	10.3	27.44
55	0.1	2.76	6.9	39.98
55	0.2	3.35	10.3	32.56

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	26.63	23.27
26	1.80	31.88	27.44
55	1.89	39.98	32.56

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	30	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	26.5	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 4

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11984	12199	12421
Peso suelo húmedo (g)	4051	4264	4510
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.91	2.01	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.77	1.88
Contenido de humedad(%)	13.14	13.20	13.19

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	186.47	199.24	204.66	174.24	162.47	187.11
Rec + suelo seco g	180.21	193.24	198.57	168.21	156.84	181.12
Peso del recipiente g	132.47	147.64	152.24	122.74	114.00	135.89
Peso del suelo seco g	47.74	45.60	46.33	45.47	42.84	45.23
Peso del agua g	6.26	6.00	6.09	6.03	5.63	5.99
Contenido de Humedad %	13.11	13.16	13.14	13.26	13.14	13.24
Humedad promedio %	13.14		13.20		13.19	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	3.241	4.125	0.70	0.987	1.867	0.69	4.65	5.532	0.69

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.4	0.001932	0.72
0.05	1.27	2.35	0.001932	1.22
0.075	1.91	3.04	0.001932	1.57
0.1	2.54	3.54	0.001932	1.83
0.125	3.18	3.89	0.001932	2.01
0.15	3.81	4.21	0.001932	2.18
0.175	4.45	4.44	0.001932	2.30
0.2	5.08	4.63	0.001932	2.40
0.3	7.62	4.84	0.001932	2.51
0.4	10.16	4.99	0.001932	2.58
0.5	12.7	5.18	0.001932	2.68

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

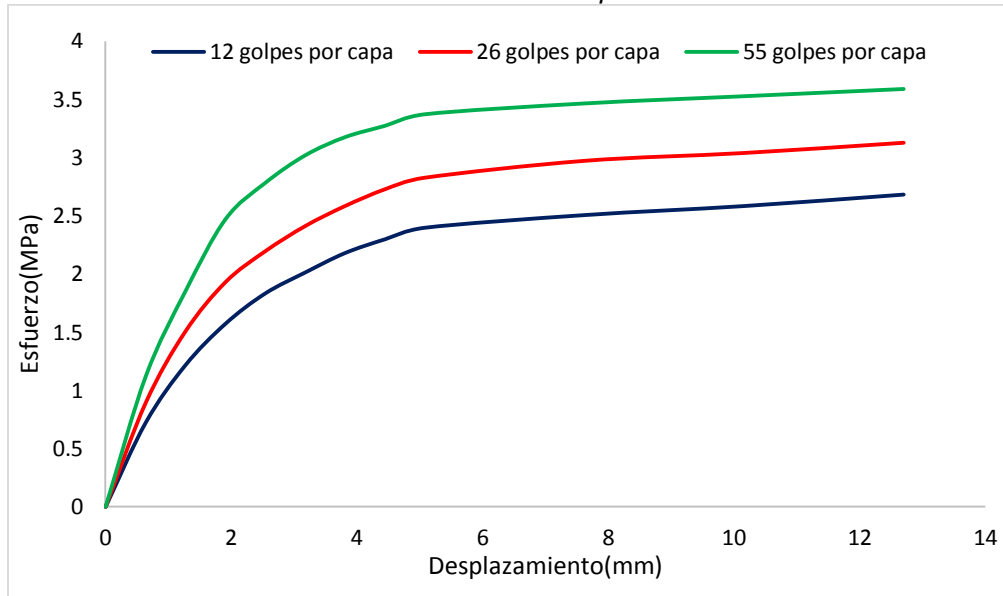
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.73	0.001932	0.90
0.050	1.27	2.91	0.001932	1.51
0.075	1.91	3.73	0.001932	1.93
0.100	2.54	4.24	0.001932	2.19
0.125	3.18	4.66	0.001932	2.41
0.150	3.81	4.99	0.001932	2.58
0.175	4.45	5.27	0.001932	2.73
0.200	5.08	5.46	0.001932	2.83
0.300	7.62	5.74	0.001932	2.97
0.400	10.16	5.87	0.001932	3.04
0.500	12.70	6.04	0.001932	3.13

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.17	0.001932	1.123
0.05	1.27	3.58	0.001932	1.853
0.075	1.91	4.78	0.001932	2.474
0.1	2.54	5.38	0.001932	2.785
0.125	3.18	5.84	0.001932	3.023
0.15	3.81	6.14	0.001932	3.178
0.175	4.45	6.33	0.001932	3.276
0.2	5.08	6.52	0.001932	3.375
0.3	7.62	6.70	0.001932	3.468
0.4	10.16	6.82	0.001932	3.530
0.5	12.7	6.94	0.001932	3.592

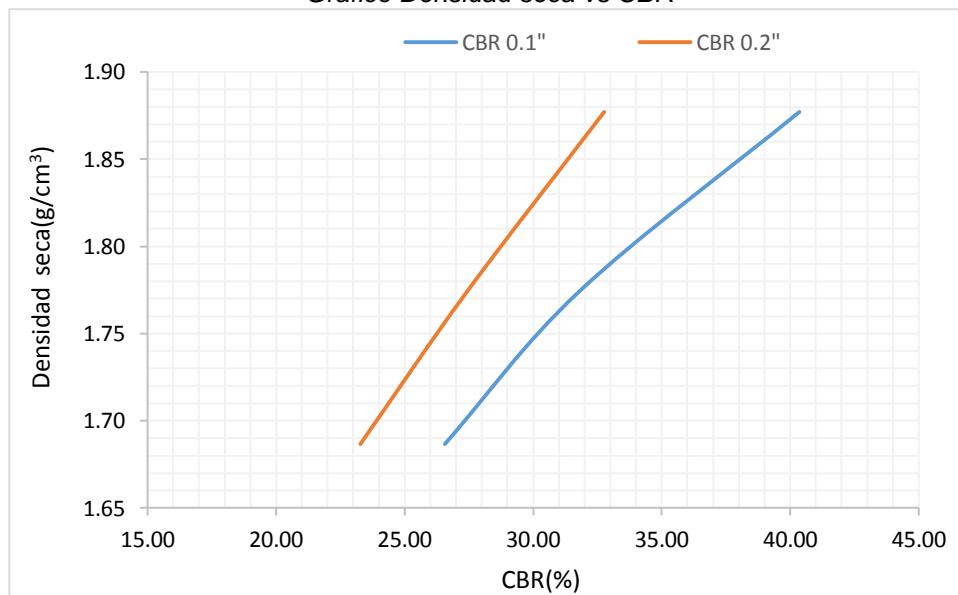
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.83	6.9	26.56
12	0.2	2.40	10.3	23.27
26	0.1	2.19	6.9	31.81
26	0.2	2.83	10.3	27.44
55	0.1	2.78	6.9	40.36
55	0.2	3.37	10.3	32.76

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	26.56	23.27
26	1.77	31.81	27.44
55	1.88	40.36	32.76

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	32	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	28	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 5

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11974	12148	12421
Peso suelo húmedo (g)	4041	4213	4510
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.90	1.98	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.68	1.75	1.88
Contenido de humedad(%)	13.23	13.23	13.10

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	146.84	179.69	208.12	178.32	186.44	142.95
Rec + suelo seco g	140.22	173.45	202.34	172.31	180.45	136.24
Peso del recipiente g	90.12	126.32	158.43	127.12	134.54	85.24
Peso del suelo seco g	50.10	47.13	43.91	45.19	45.91	51.00
Peso del agua g	6.62	6.24	5.78	6.01	5.99	6.71
Contenido de Humedad %	13.21	13.24	13.16	13.30	13.05	13.16
Humedad promedio %	13.23		13.23		13.10	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
0	1.121	2.101	0.77	3.445	4.398	0.75	2.555	3.498	0.74

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.42	0.001932	0.73
0.05	1.27	2.36	0.001932	1.22
0.075	1.91	3.05	0.001932	1.58
0.1	2.54	3.55	0.001932	1.84
0.125	3.18	3.89	0.001932	2.01
0.15	3.81	4.22	0.001932	2.18
0.175	4.45	4.45	0.001932	2.30
0.2	5.08	4.64	0.001932	2.40
0.3	7.62	4.84	0.001932	2.51
0.4	10.16	4.99	0.001932	2.58
0.5	12.7	5.18	0.001932	2.68

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

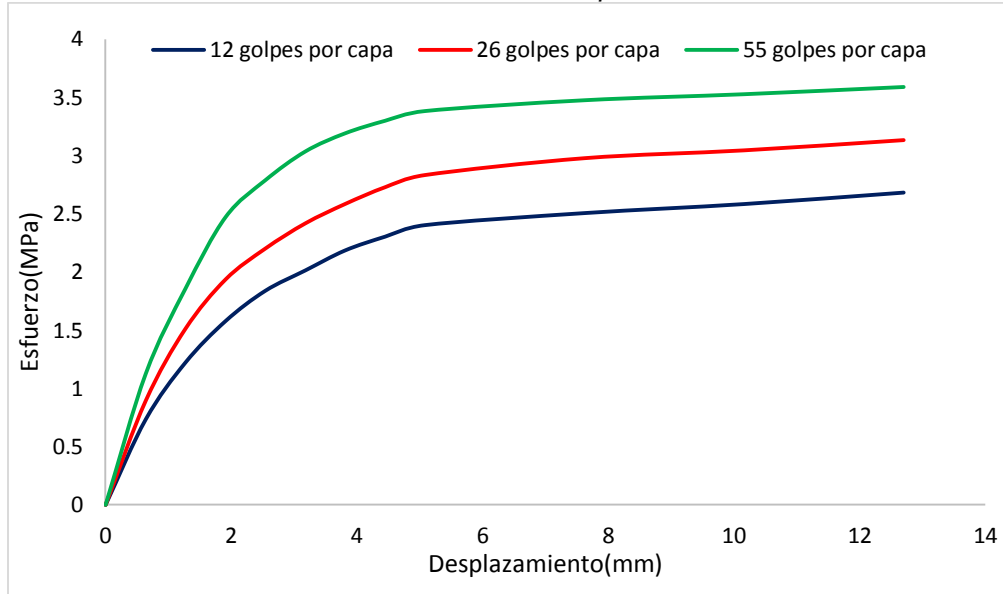
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.73	0.001932	0.90
0.050	1.27	2.92	0.001932	1.51
0.075	1.91	3.74	0.001932	1.94
0.100	2.54	4.25	0.001932	2.20
0.125	3.18	4.67	0.001932	2.42
0.150	3.81	4.99	0.001932	2.58
0.175	4.45	5.27	0.001932	2.73
0.200	5.08	5.47	0.001932	2.83
0.300	7.62	5.75	0.001932	2.98
0.400	10.16	5.88	0.001932	3.04
0.500	12.70	6.05	0.001932	3.13

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.18	0.001932	1.128
0.05	1.27	3.59	0.001932	1.858
0.075	1.91	4.78	0.001932	2.474
0.1	2.54	5.39	0.001932	2.790
0.125	3.18	5.87	0.001932	3.038
0.15	3.81	6.17	0.001932	3.194
0.175	4.45	6.38	0.001932	3.302
0.2	5.08	6.54	0.001932	3.385
0.3	7.62	6.72	0.001932	3.478
0.4	10.16	6.82	0.001932	3.530
0.5	12.7	6.94	0.001932	3.592

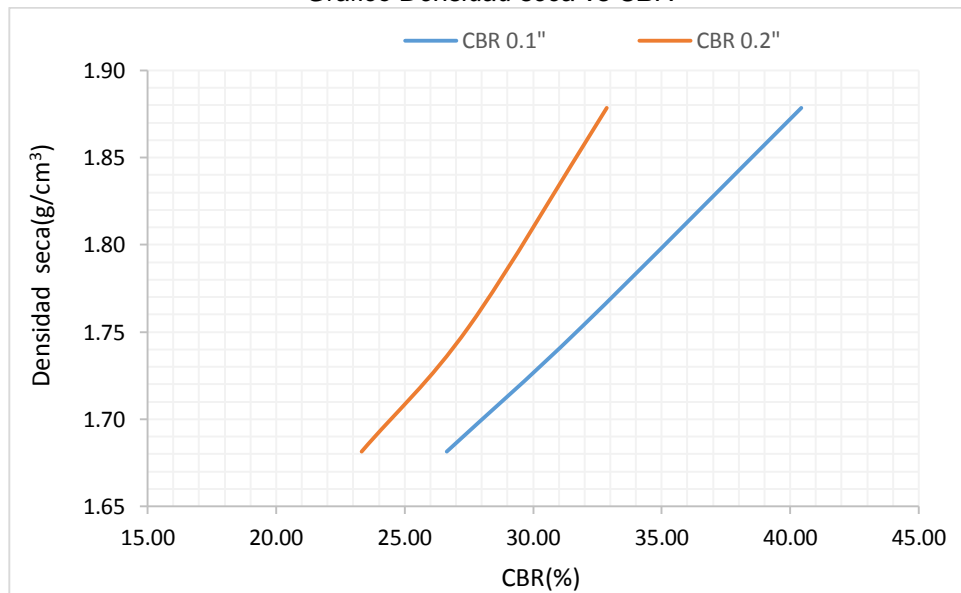
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.84	6.9	26.63
12	0.2	2.40	10.3	23.32
26	0.1	2.20	6.9	31.88
26	0.2	2.83	10.3	27.49
55	0.1	2.79	6.9	40.43
55	0.2	3.39	10.3	32.86

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.68	26.63	23.32
26	1.75	31.88	27.49
55	1.88	40.43	32.86

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	33	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	28.5	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 6

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11947	12241	12449
Peso suelo húmedo (g)	4014	4306	4538
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.89	2.03	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.67	1.79	1.89
Contenido de humedad(%)	13.36	13.14	13.33

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes			26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	199.49	158.42	187.64	146.87	187.28	189.64	
Rec + suelo seco g	193.45	152.47	181.42	140.24	181.47	183.48	
Peso del recipiente g	148.18	108.00	134.02	89.84	138.00	137.17	
Peso del suelo seco g	45.27	44.47	47.40	50.40	43.47	46.31	
Peso del agua g	6.04	5.95	6.22	6.63	5.81	6.16	
Contenido de Humedad %	13.34	13.38	13.12	13.15	13.37	13.30	
Humedad promedio %	13.36			13.14	13.33		

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.654	3.542	0.70	2.448	3.354	0.71	4.254	5.187	0.73

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.4	0.001932	0.72
0.05	1.27	2.35	0.001932	1.22
0.075	1.91	3.04	0.001932	1.57
0.1	2.54	3.53	0.001932	1.83
0.125	3.18	3.88	0.001932	2.01
0.15	3.81	4.21	0.001932	2.18
0.175	4.45	4.44	0.001932	2.30
0.2	5.08	4.65	0.001932	2.41
0.3	7.62	4.82	0.001932	2.49
0.4	10.16	4.97	0.001932	2.57
0.5	12.7	5.17	0.001932	2.68

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

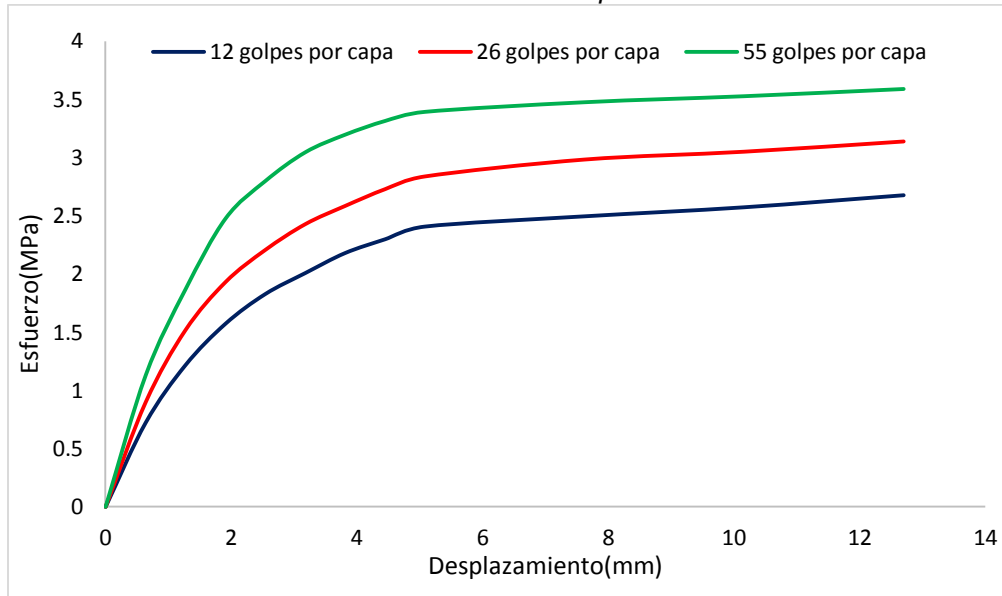
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.74	0.001932	0.90
0.050	1.27	2.93	0.001932	1.52
0.075	1.91	3.73	0.001932	1.93
0.100	2.54	4.26	0.001932	2.20
0.125	3.18	4.69	0.001932	2.43
0.150	3.81	4.99	0.001932	2.58
0.175	4.45	5.27	0.001932	2.73
0.200	5.08	5.48	0.001932	2.84
0.300	7.62	5.76	0.001932	2.98
0.400	10.16	5.89	0.001932	3.05
0.500	12.70	6.06	0.001932	3.14

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.19	0.001932	1.134
0.05	1.27	3.61	0.001932	1.869
0.075	1.91	4.79	0.001932	2.479
0.1	2.54	5.41	0.001932	2.800
0.125	3.18	5.89	0.001932	3.049
0.15	3.81	6.18	0.001932	3.199
0.175	4.45	6.41	0.001932	3.318
0.2	5.08	6.56	0.001932	3.395
0.3	7.62	6.72	0.001932	3.478
0.4	10.16	6.82	0.001932	3.530
0.5	12.7	6.94	0.001932	3.592

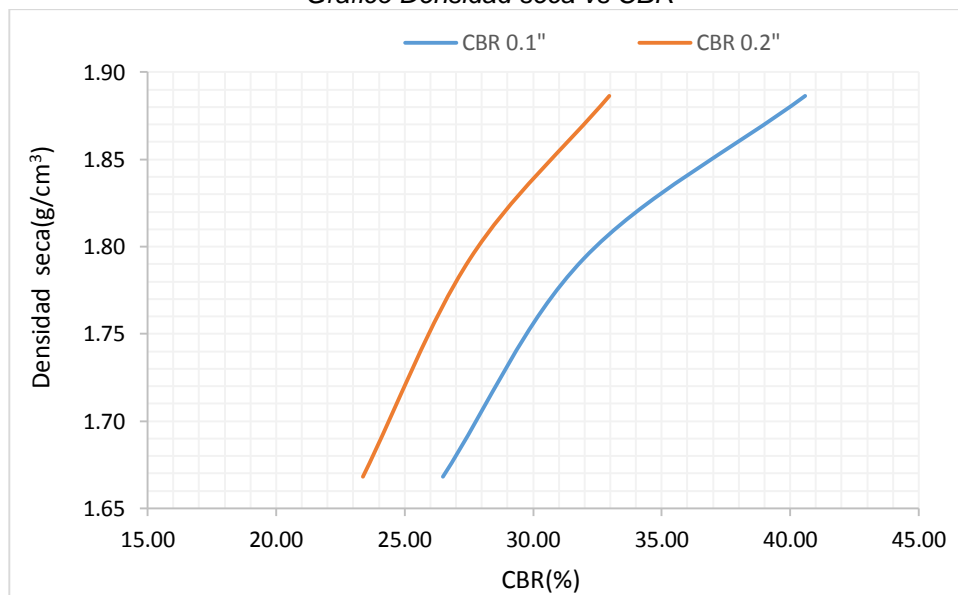
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.83	6.9	26.48
12	0.2	2.41	10.3	23.37
26	0.1	2.20	6.9	31.96
26	0.2	2.84	10.3	27.54
55	0.1	2.80	6.9	40.58
55	0.2	3.40	10.3	32.97

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.67	26.48	23.37
26	1.79	31.96	27.54
55	1.89	40.58	32.97

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	31	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	27	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 7

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11987	12247	12449
Peso suelo húmedo (g)	4054	4312	4538
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.91	2.03	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.79	1.89
Contenido de humedad(%)	13.24	13.25	13.32

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	178.64	198.99	204.27	246.21	193.04	186.77
Rec + suelo seco g	172.58	192.61	198.45	240.12	186.42	180.24
Peso del recipiente g	126.24	144.98	154.67	194.00	137.42	130.54
Peso del suelo seco g	46.34	47.63	43.78	46.12	49.00	49.70
Peso del agua g	6.06	6.38	5.82	6.09	6.62	6.53
Contenido de Humedad %	13.08	13.39	13.29	13.20	13.51	13.14
Humedad promedio %	13.24		13.25		13.32	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %
96	1.984	2.867	0.70	2.654	3.547	0.70	0.989	1.867	0.69

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.42	0.001932	0.73
0.05	1.27	2.37	0.001932	1.23
0.075	1.91	3.06	0.001932	1.58
0.1	2.54	3.55	0.001932	1.84
0.125	3.18	3.9	0.001932	2.02
0.15	3.81	4.23	0.001932	2.19
0.175	4.45	4.48	0.001932	2.32
0.2	5.08	4.72	0.001932	2.44
0.3	7.62	5.12	0.001932	2.65
0.4	10.16	5.24	0.001932	2.71
0.5	12.7	5.35	0.001932	2.77

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.76	0.001932	0.91
0.050	1.27	2.95	0.001932	1.53
0.075	1.91	3.75	0.001932	1.94
0.100	2.54	4.31	0.001932	2.23
0.125	3.18	4.74	0.001932	2.45
0.150	3.81	5.05	0.001932	2.61
0.175	4.45	5.31	0.001932	2.75
0.200	5.08	5.49	0.001932	2.84
0.300	7.62	5.79	0.001932	3.00
0.400	10.16	5.92	0.001932	3.06
0.500	12.70	6.08	0.001932	3.15

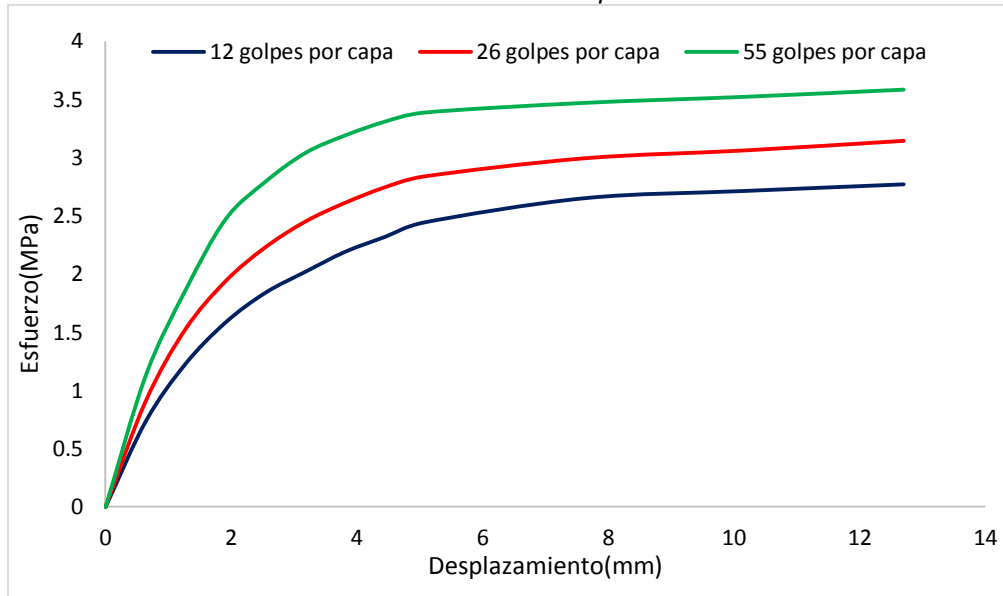
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.18	0.001932	1.128
0.05	1.27	3.59	0.001932	1.858
0.075	1.91	4.77	0.001932	2.469
0.1	2.54	5.39	0.001932	2.790
0.125	3.18	5.87	0.001932	3.038
0.15	3.81	6.16	0.001932	3.188
0.175	4.45	6.39	0.001932	3.307
0.2	5.08	6.54	0.001932	3.385
0.3	7.62	6.70	0.001932	3.468
0.4	10.16	6.80	0.001932	3.520
0.5	12.7	6.92	0.001932	3.582

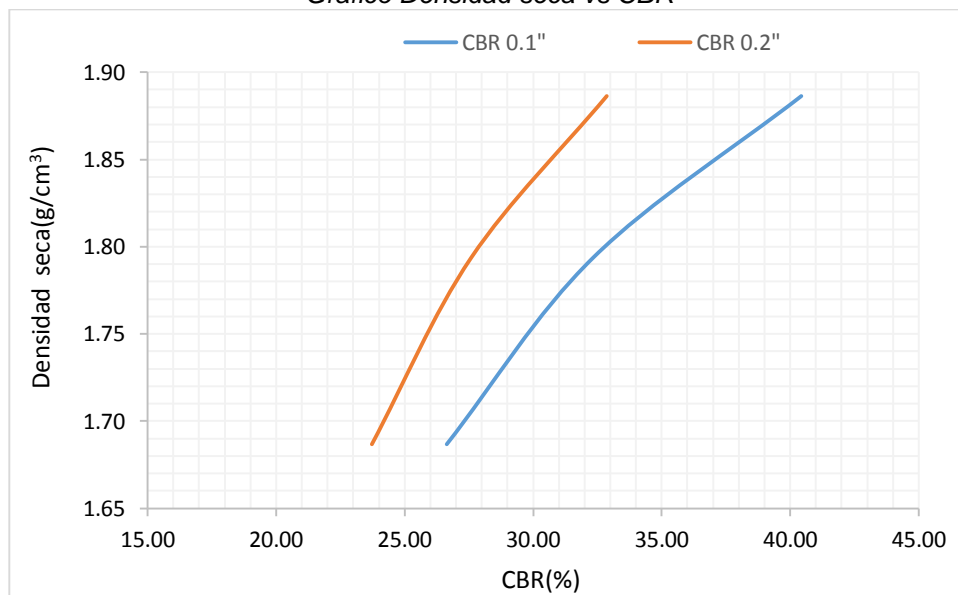
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.84	6.9	26.63
12	0.2	2.44	10.3	23.72
26	0.1	2.23	6.9	32.33
26	0.2	2.84	10.3	27.59
55	0.1	2.79	6.9	40.43
55	0.2	3.39	10.3	32.86

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	26.63	23.72
26	1.79	32.33	27.59
55	1.89	40.43	32.86

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	31.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	27	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 8

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12021	12241	12433
Peso suelo húmedo (g)	4088	4306	4522
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.03	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.79	1.88
Contenido de humedad(%)	13.05	13.05	13.02

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes			26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	196.24	208.42	199.44	184.32	186.44	174.21	
Rec + suelo seco g	190.21	202.14	193.24	178.29	180.45	168.00	
Peso del recipiente g	144.00	154.03	145.68	132.14	134.54	120.24	
Peso del suelo seco g	46.21	48.11	47.56	46.15	45.91	47.76	
Peso del agua g	6.03	6.28	6.20	6.03	5.99	6.21	
Contenido de Humedad %	13.05	13.05	13.04	13.07	13.05	13.00	
Humedad promedio %	13.05			13.05		13.02	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.154	3.084	0.73	3.464	4.3241	0.68	2.984	3.865	0.69

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.43	0.001932	0.74
0.05	1.27	2.35	0.001932	1.22
0.075	1.91	3.05	0.001932	1.58
0.1	2.54	3.56	0.001932	1.84
0.125	3.18	3.89	0.001932	2.01
0.15	3.81	4.21	0.001932	2.18
0.175	4.45	4.44	0.001932	2.30
0.2	5.08	4.64	0.001932	2.40
0.3	7.62	4.84	0.001932	2.51
0.4	10.16	4.99	0.001932	2.58
0.5	12.7	5.18	0.001932	2.68

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

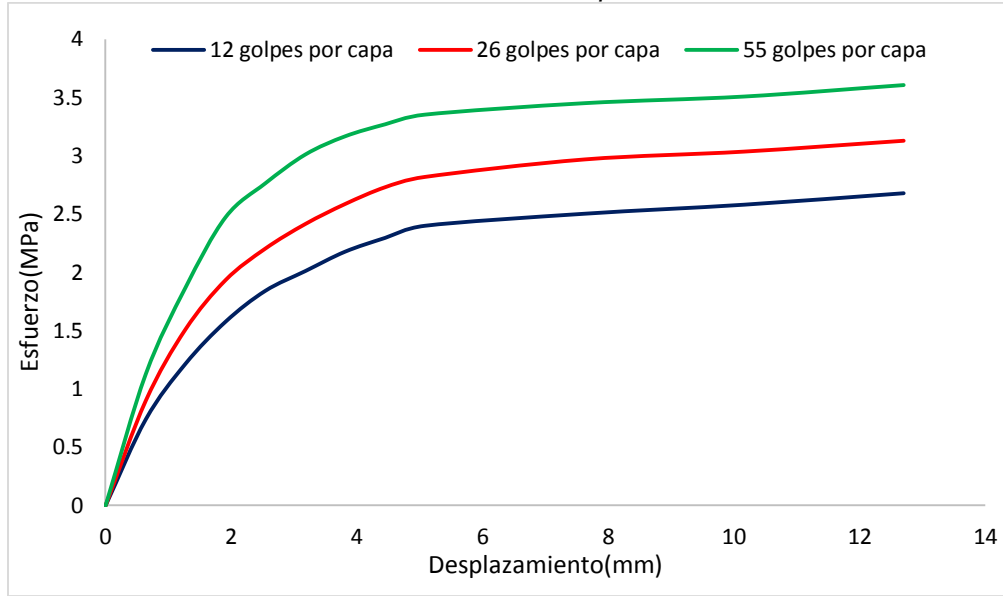
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.74	0.001932	0.90
0.050	1.27	2.92	0.001932	1.51
0.075	1.91	3.74	0.001932	1.94
0.100	2.54	4.26	0.001932	2.20
0.125	3.18	4.67	0.001932	2.42
0.150	3.81	5	0.001932	2.59
0.175	4.45	5.28	0.001932	2.73
0.200	5.08	5.45	0.001932	2.82
0.300	7.62	5.74	0.001932	2.97
0.400	10.16	5.87	0.001932	3.04
0.500	12.70	6.05	0.001932	3.13

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.18	0.001932	1.128
0.05	1.27	3.61	0.001932	1.869
0.075	1.91	4.78	0.001932	2.474
0.1	2.54	5.34	0.001932	2.764
0.125	3.18	5.82	0.001932	3.012
0.15	3.81	6.12	0.001932	3.168
0.175	4.45	6.32	0.001932	3.271
0.2	5.08	6.48	0.001932	3.354
0.3	7.62	6.67	0.001932	3.452
0.4	10.16	6.78	0.001932	3.509
0.5	12.7	6.97	0.001932	3.608

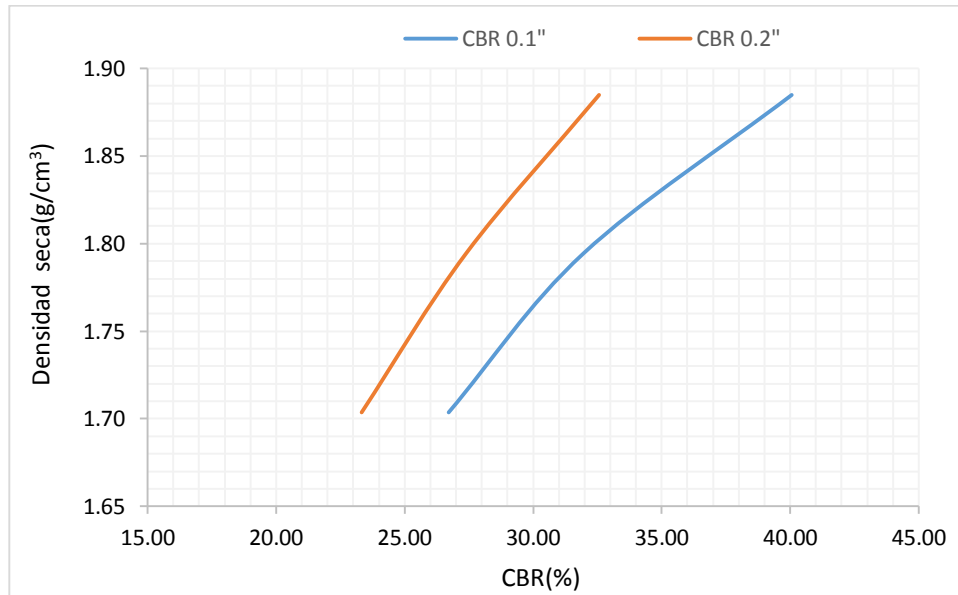
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.84	6.9	26.71
12	0.2	2.40	10.3	23.32
26	0.1	2.20	6.9	31.96
26	0.2	2.82	10.3	27.39
55	0.1	2.76	6.9	40.06
55	0.2	3.35	10.3	32.56

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	26.71	23.32
26	1.79	31.96	27.39
55	1.88	40.06	32.56

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	30.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	27	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 9

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12018	12241	12407
Peso suelo húmedo (g)	4085	4306	4496
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.03	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.79	1.87
Contenido de humedad(%)	13.32	13.38	13.33

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	184.65	189.22	149.65	176.32	187.65	117.51
Rec + suelo seco g	178.42	183.21	143.21	170.14	181.24	114.84
Peso del recipiente g	131.54	138.21	95.00	124.00	132.14	95.21
Peso del suelo seco g	46.88	45.00	48.21	46.14	49.10	19.63
Peso del agua g	6.23	6.01	6.44	6.18	6.41	2.67
Contenido de Humedad %	13.29	13.36	13.36	13.39	13.05	13.60
Humedad promedio %	13.32		13.38		13.33	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
0	3.247	4.157	0.72	3.442	4.325	0.70	3.254	4.165	0.72

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.41	0.001932	0.73
0.05	1.27	2.34	0.001932	1.21
0.075	1.91	3.04	0.001932	1.57
0.1	2.54	3.52	0.001932	1.82
0.125	3.18	3.88	0.001932	2.01
0.15	3.81	4.18	0.001932	2.16
0.175	4.45	4.42	0.001932	2.29
0.2	5.08	4.61	0.001932	2.39
0.3	7.62	4.84	0.001932	2.51
0.4	10.16	4.96	0.001932	2.57
0.5	12.7	5.12	0.001932	2.65

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.74	0.001932	0.90
0.050	1.27	2.89	0.001932	1.50
0.075	1.91	3.72	0.001932	1.93
0.100	2.54	4.22	0.001932	2.18
0.125	3.18	4.65	0.001932	2.41
0.150	3.81	4.99	0.001932	2.58
0.175	4.45	5.27	0.001932	2.73
0.200	5.08	5.45	0.001932	2.82
0.300	7.62	5.74	0.001932	2.97
0.400	10.16	5.86	0.001932	3.03
0.500	12.70	6.02	0.001932	3.12

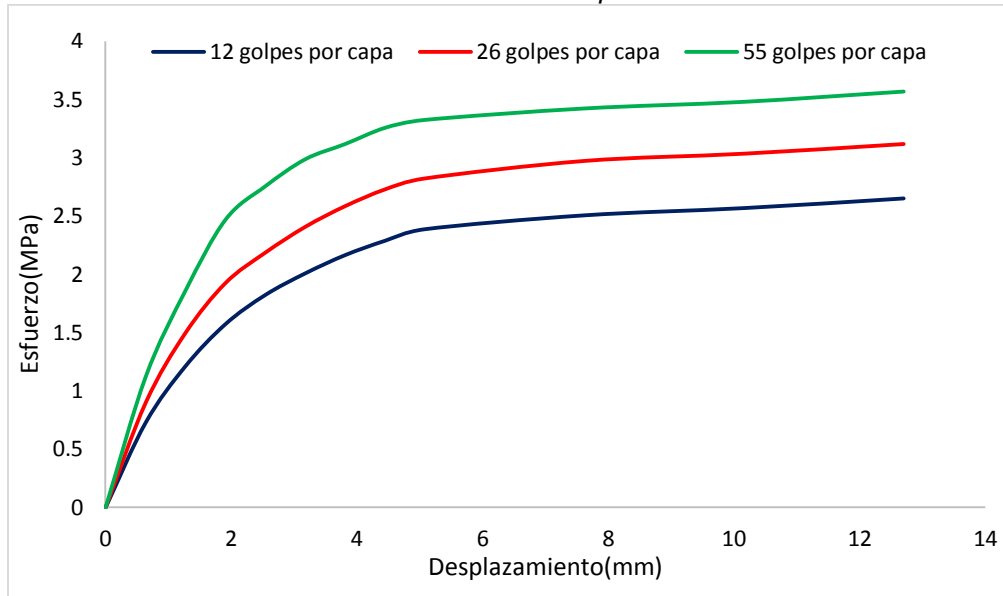
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.17	0.001932	1.123
0.05	1.27	3.59	0.001932	1.858
0.075	1.91	4.77	0.001932	2.469
0.1	2.54	5.32	0.001932	2.754
0.125	3.18	5.77	0.001932	2.987
0.15	3.81	6.02	0.001932	3.116
0.175	4.45	6.29	0.001932	3.256
0.2	5.08	6.42	0.001932	3.323
0.3	7.62	6.61	0.001932	3.421
0.4	10.16	6.72	0.001932	3.478
0.5	12.7	6.89	0.001932	3.566

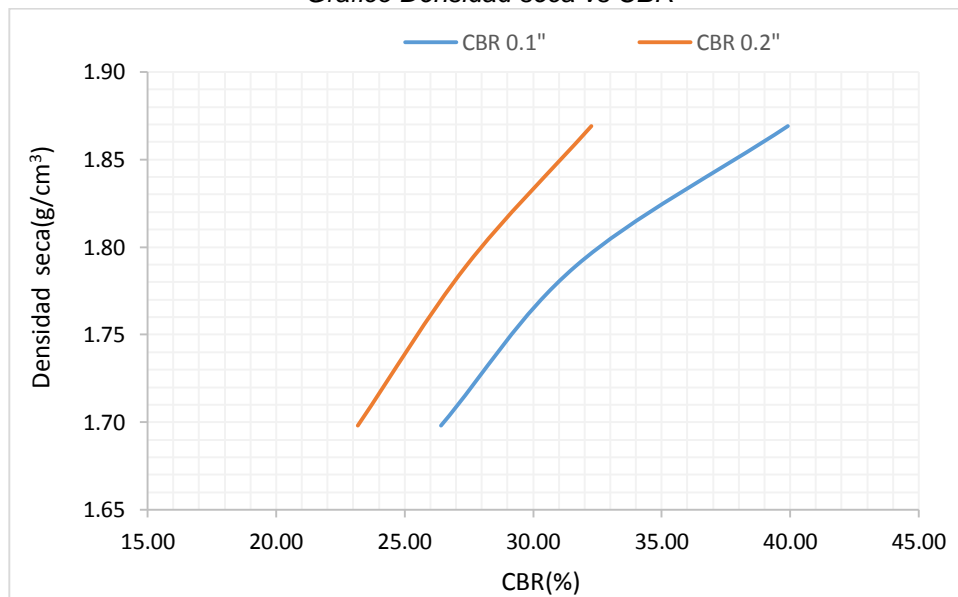
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.82	6.9	26.41
12	0.2	2.39	10.3	23.17
26	0.1	2.18	6.9	31.66
26	0.2	2.82	10.3	27.39
55	0.1	2.75	6.9	39.91
55	0.2	3.32	10.3	32.26

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	26.41	23.17
26	1.79	31.66	27.39
55	1.87	39.91	32.26

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	31	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	27	%

MUESTRA: 8% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 10

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12024	12268	12446
Peso suelo húmedo (g)	4091	4333	4535
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.04	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.81	1.89
Contenido de humedad(%)	13.00	13.05	12.99

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	174.44	184.65	196.44	205.24	187.44	154.21
Rec + suelo seco g	168.41	178.22	190.24	199.32	181.45	148.42
Peso del recipiente g	121.79	128.98	142.68	154.00	135.54	103.68
Peso del suelo seco g	46.62	49.24	47.56	45.32	45.91	44.74
Peso del agua g	6.03	6.43	6.20	5.92	5.99	5.79
Contenido de Humedad %	12.93	13.06	13.04	13.06	13.05	12.94
Humedad promedio %	13.00		13.05		12.99	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.478	3.384	0.71	2.654	3.541	0.70	2.888	3.756	0.68

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	1.42	0.001932	0.73
0.05	1.27	2.35	0.001932	1.22
0.075	1.91	3.05	0.001932	1.58
0.1	2.54	3.55	0.001932	1.84
0.125	3.18	3.89	0.001932	2.01
0.15	3.81	4.21	0.001932	2.18
0.175	4.45	4.44	0.001932	2.30
0.2	5.08	4.63	0.001932	2.40
0.3	7.62	4.84	0.001932	2.51
0.4	10.16	4.99	0.001932	2.58
0.5	12.7	5.18	0.001932	2.68

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.74	0.001932	0.90
0.050	1.27	2.92	0.001932	1.51
0.075	1.91	3.74	0.001932	1.94
0.100	2.54	4.25	0.001932	2.20
0.125	3.18	4.67	0.001932	2.42
0.150	3.81	5	0.001932	2.59
0.175	4.45	5.28	0.001932	2.73
0.200	5.08	5.46	0.001932	2.83
0.300	7.62	5.74	0.001932	2.97
0.400	10.16	5.87	0.001932	3.04
0.500	12.70	6.05	0.001932	3.13

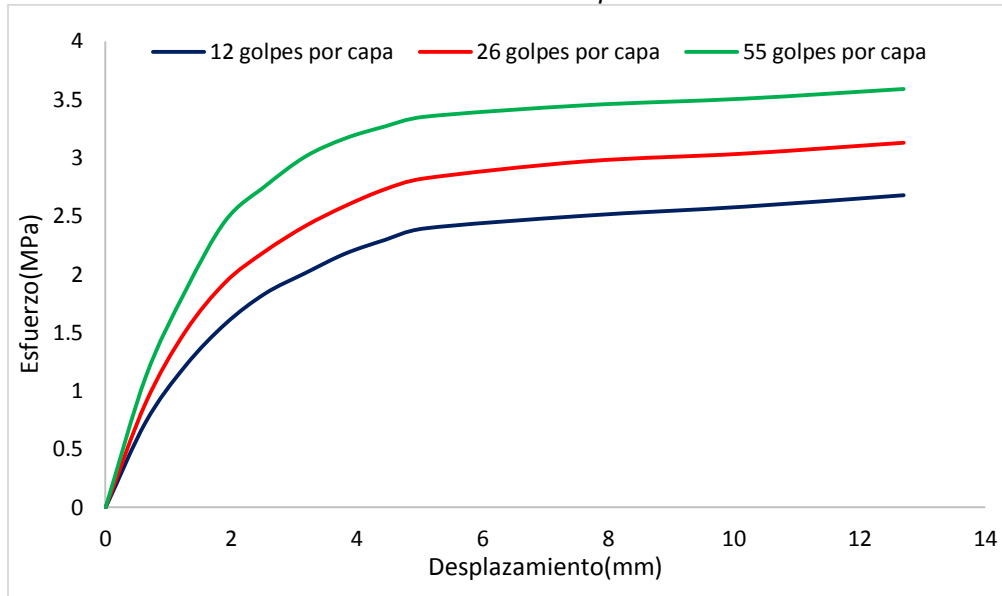
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	2.17	0.001932	1.123
0.05	1.27	3.59	0.001932	1.858
0.075	1.91	4.76	0.001932	2.464
0.1	2.54	5.33	0.001932	2.759
0.125	3.18	5.82	0.001932	3.012
0.15	3.81	6.12	0.001932	3.168
0.175	4.45	6.32	0.001932	3.271
0.2	5.08	6.48	0.001932	3.354
0.3	7.62	6.67	0.001932	3.452
0.4	10.16	6.78	0.001932	3.509
0.5	12.7	6.94	0.001932	3.592

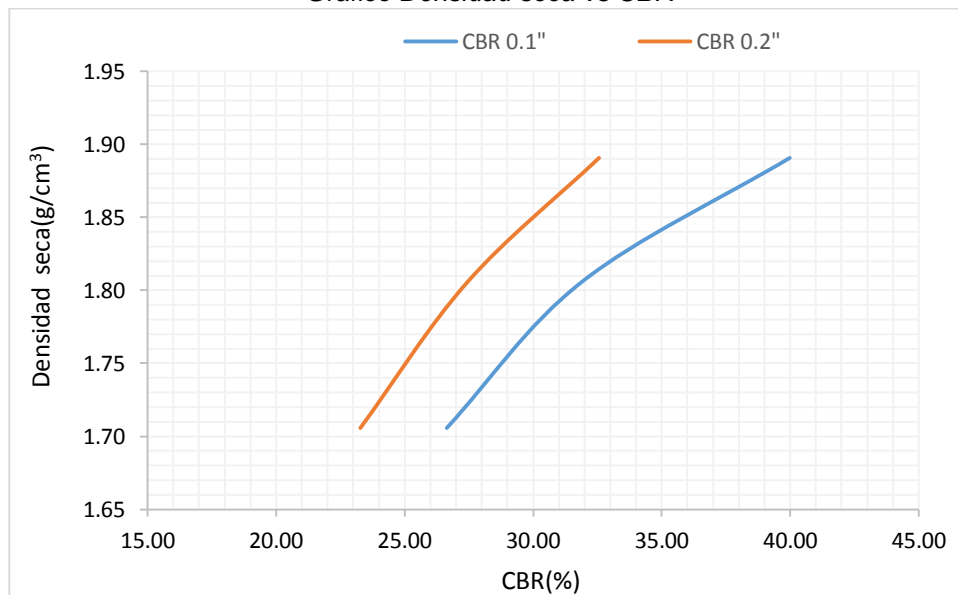
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.84	6.9	26.63
12	0.2	2.40	10.3	23.27
26	0.1	2.20	6.9	31.88
26	0.2	2.83	10.3	27.44
55	0.1	2.76	6.9	39.98
55	0.2	3.35	10.3	32.56

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	26.63	23.27
26	1.81	31.88	27.44
55	1.89	39.98	32.56

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	30	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	26.5	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 1

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12020	12342	12425
Peso suelo húmedo (g)	4087	4407	4514
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.08	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.82	1.87
Contenido de humedad(%)	13.10	13.82	13.72

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	145.64	89.87	132.57	97.38	78.48	117.51
Rec + suelo seco g	139.64	87.48	128.44	95.11	72.64	114.84
Peso del recipiente g	92.15	69.87	98.71	78.59	30.15	95.35
Peso del suelo seco g	47.49	17.61	29.73	16.52	42.49	19.49
Peso del agua g	6.00	2.39	4.13	2.27	5.84	2.67
Contenido de Humedad %	12.63	13.57	13.89	13.74	13.74	13.70
Humedad promedio %	13.10		13.82		13.72	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.354	3.425	0.84	2.465	3.478	0.80	2.688	3.654	0.76

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.5	0.001932	0.26
0.05	1.27	0.74	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.91	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.04	0.001932	0.54
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.15	3.81	1.22	0.001932	0.63
0.175	4.45	1.28	0.001932	0.66
0.2	5.08	1.34	0.001932	0.69
0.3	7.62	1.52	0.001932	0.79
0.4	10.16	1.67	0.001932	0.86
0.5	12.7	1.76	0.001932	0.91

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.62	0.001932	0.32
0.050	1.27	1	0.001932	0.52
0.075	1.91	1.22	0.001932	0.63
0.100	2.54	1.39	0.001932	0.72
0.125	3.18	1.51	0.001932	0.78
0.150	3.81	1.63	0.001932	0.84
0.175	4.45	1.72	0.001932	0.89
0.200	5.08	1.78	0.001932	0.92
0.300	7.62	2.03	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.26	0.001932	1.17
0.500	12.70	2.47	0.001932	1.28

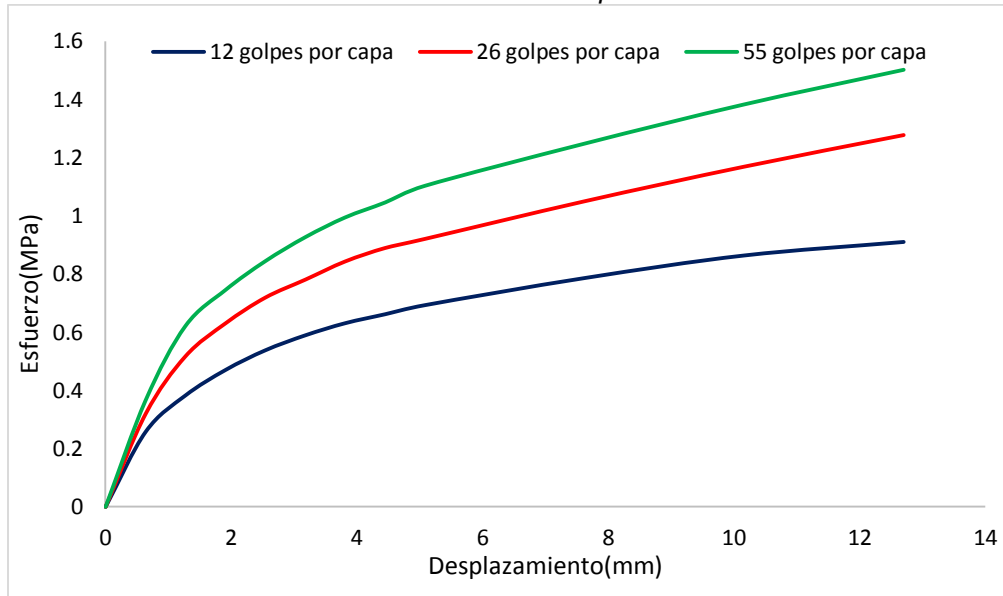
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.71	0.001932	0.367
0.05	1.27	1.20	0.001932	0.621
0.075	1.91	1.44	0.001932	0.745
0.1	2.54	1.63	0.001932	0.844
0.125	3.18	1.79	0.001932	0.927
0.15	3.81	1.92	0.001932	0.994
0.175	4.45	2.02	0.001932	1.046
0.2	5.08	2.13	0.001932	1.102
0.3	7.62	2.41	0.001932	1.247
0.4	10.16	2.67	0.001932	1.382
0.5	12.7	2.90	0.001932	1.501

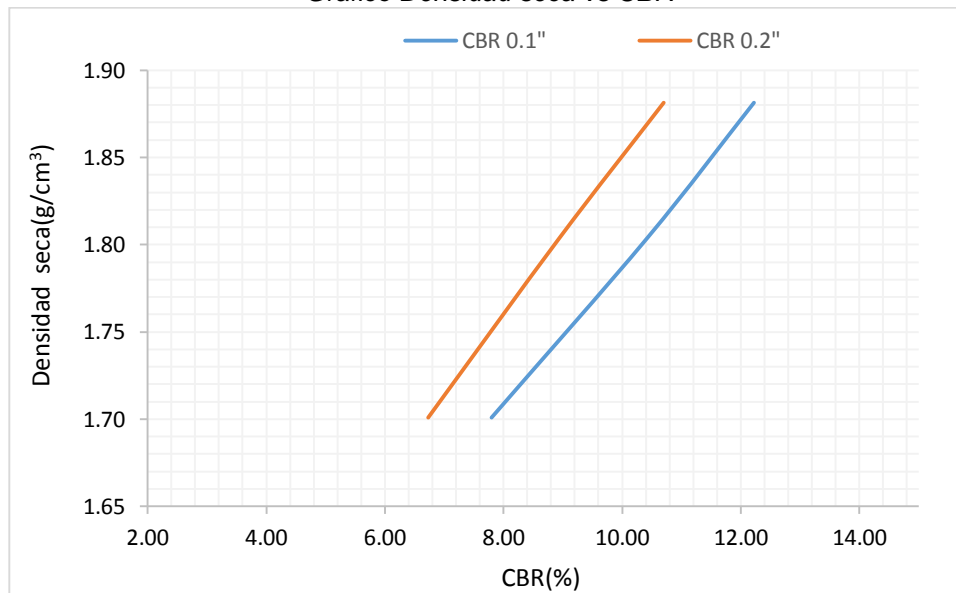
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.33	6.9	4.73
12	0.2	0.49	10.3	4.72
26	0.1	0.56	6.9	8.10
26	0.2	0.81	10.3	7.84
55	0.1	0.84	6.9	12.15
55	0.2	1.09	10.3	10.55

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	7.80	6.73
26	1.82	10.43	8.94
55	1.87	12.23	10.70

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	8.6	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 2

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12020	12342	12425
Peso suelo húmedo (g)	4087	4407	4514
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.08	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.83	1.87
Contenido de humedad(%)	13.31	13.19	13.72

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	189.47	177.12	189.78	197.54	78.48	117.51
Rec + suelo seco g	186.24	171.24	183.22	195.11	72.64	114.84
Peso del recipiente g	162.00	127.00	133.24	176.78	30.15	95.35
Peso del suelo seco g	24.24	44.24	49.98	18.33	42.49	19.49
Peso del agua g	3.23	5.88	6.56	2.43	5.84	2.67
Contenido de Humedad %	13.33	13.29	13.13	13.26	13.74	13.70
Humedad promedio %	13.31		13.19		13.72	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	3.145	4.012	0.68	1.688	2.547	0.68	3.145	4.026	0.69

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.51	0.001932	0.26
0.05	1.27	0.74	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.91	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.04	0.001932	0.54
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.15	3.81	1.22	0.001932	0.63
0.175	4.45	1.28	0.001932	0.66
0.2	5.08	1.34	0.001932	0.69
0.3	7.62	1.52	0.001932	0.79
0.4	10.16	1.67	0.001932	0.86
0.5	12.7	1.76	0.001932	0.91

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

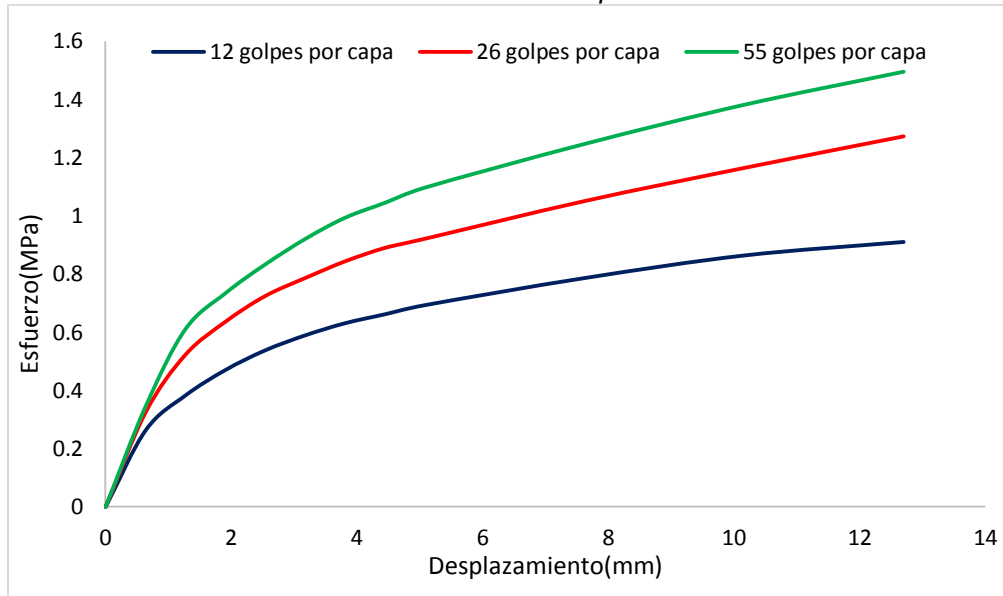
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.63	0.001932	0.33
0.050	1.27	1.01	0.001932	0.52
0.075	1.91	1.23	0.001932	0.64
0.100	2.54	1.4	0.001932	0.72
0.125	3.18	1.52	0.001932	0.79
0.150	3.81	1.63	0.001932	0.84
0.175	4.45	1.72	0.001932	0.89
0.200	5.08	1.78	0.001932	0.92
0.300	7.62	2.03	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.25	0.001932	1.16
0.500	12.70	2.46	0.001932	1.27

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.67	0.001932	0.347
0.05	1.27	1.18	0.001932	0.611
0.075	1.91	1.42	0.001932	0.735
0.1	2.54	1.61	0.001932	0.833
0.125	3.18	1.78	0.001932	0.921
0.15	3.81	1.92	0.001932	0.994
0.175	4.45	2.02	0.001932	1.046
0.2	5.08	2.12	0.001932	1.097
0.3	7.62	2.41	0.001932	1.247
0.4	10.16	2.67	0.001932	1.382
0.5	12.7	2.89	0.001932	1.496

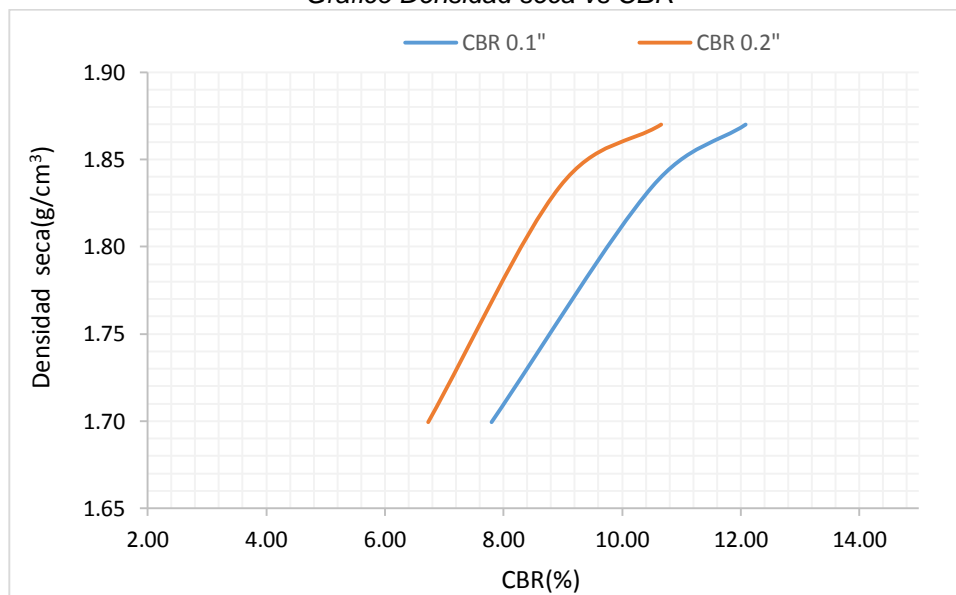
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.54	6.9	7.80
12	0.2	0.69	10.3	6.73
26	0.1	0.72	6.9	10.50
26	0.2	0.92	10.3	8.94
55	0.1	0.83	6.9	12.08
55	0.2	1.10	10.3	10.65

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	7.80	6.73
26	1.83	10.50	8.94
55	1.87	12.08	10.65

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9.4	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	7.8	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 3

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12021	12348	12431
Peso suelo húmedo (g)	4088	4413	4520
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.08	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.84	1.88
Contenido de humedad(%)	13.13	13.18	13.33

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes			26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	188.66	146.21	192.14	139.00	178.21	184.62	
Rec + suelo seco g	182.45	140.08	186.21	133.21	172.42	178.21	
Peso del recipiente g	135.12	93.42	141.56	88.94	129.12	130.00	
Peso del suelo seco g	47.33	46.66	44.65	44.27	43.30	48.21	
Peso del agua g	6.21	6.13	5.93	5.79	5.79	6.41	
Contenido de Humedad %	13.12	13.14	13.28	13.08	13.37	13.30	
Humedad promedio %	13.13		13.18		13.33		

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.998	3.854	0.67	2.45	3.341	0.70	4.652	5.512	0.68

Ensayo de CBR

12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.49	0.001932	0.25
0.05	1.27	0.73	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.9	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.03	0.001932	0.53
0.125	3.18	1.13	0.001932	0.58
0.15	3.81	1.21	0.001932	0.63
0.175	4.45	1.28	0.001932	0.66
0.2	5.08	1.33	0.001932	0.69
0.3	7.62	1.51	0.001932	0.78
0.4	10.16	1.65	0.001932	0.85
0.5	12.7	1.76	0.001932	0.91

Ensayo de CBR

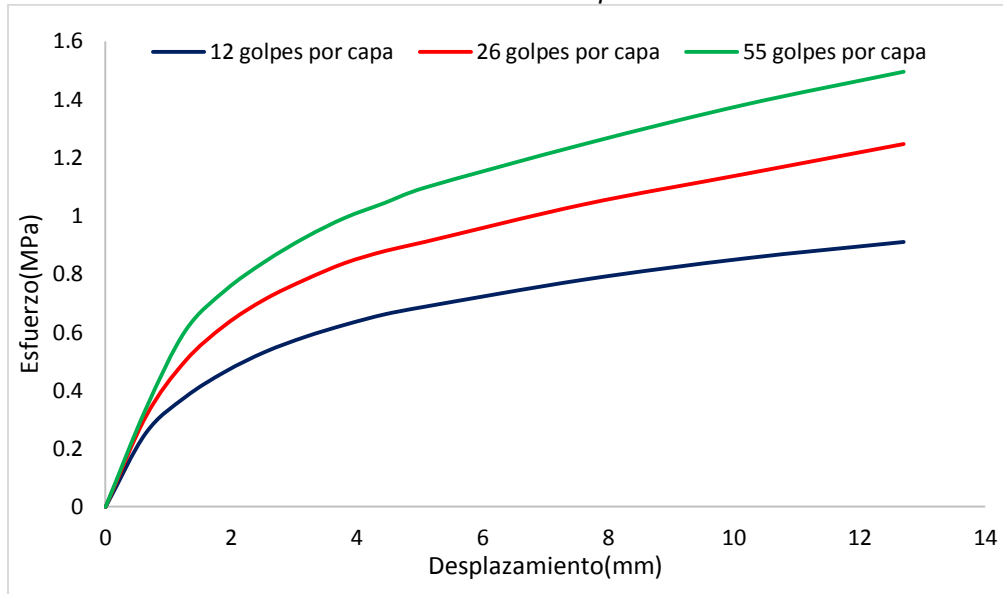
26 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.6	0.001932	0.31
0.050	1.27	0.97	0.001932	0.50
0.075	1.91	1.21	0.001932	0.63
0.100	2.54	1.38	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.51	0.001932	0.78
0.150	3.81	1.62	0.001932	0.84
0.175	4.45	1.7	0.001932	0.88
0.200	5.08	1.76	0.001932	0.91
0.300	7.62	2.01	0.001932	1.04
0.400	10.16	2.21	0.001932	1.14
0.500	12.70	2.41	0.001932	1.25

Ensayo de CBR

55 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.336
0.05	1.27	1.17	0.001932	0.606
0.075	1.91	1.44	0.001932	0.745
0.1	2.54	1.63	0.001932	0.844
0.125	3.18	1.79	0.001932	0.927
0.15	3.81	1.92	0.001932	0.994
0.175	4.45	2.02	0.001932	1.046
0.2	5.08	2.12	0.001932	1.097
0.3	7.62	2.41	0.001932	1.247
0.4	10.16	2.67	0.001932	1.382
0.5	12.7	2.89	0.001932	1.496

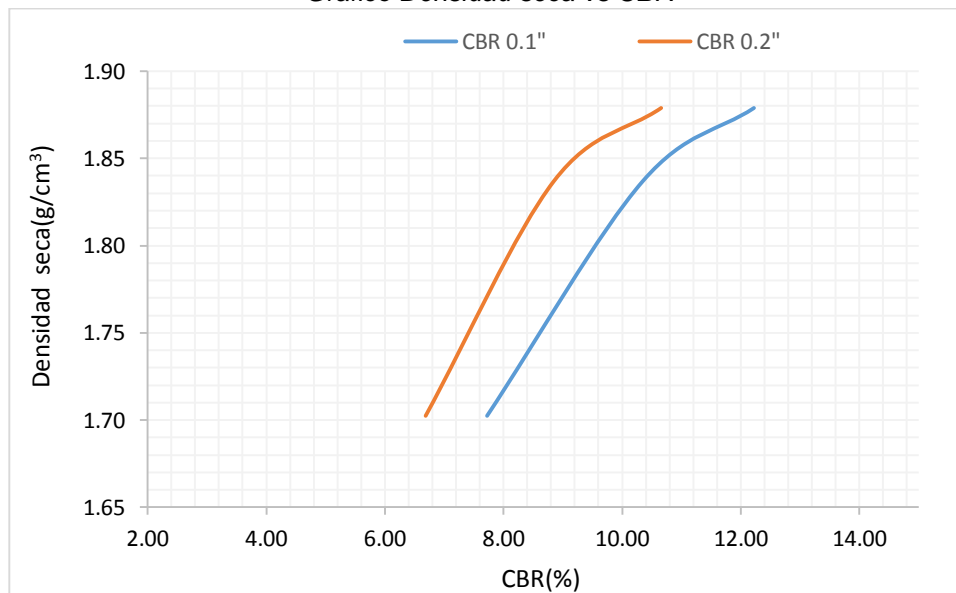
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.53	6.9	7.73
12	0.2	0.69	10.3	6.68
26	0.1	0.71	6.9	10.35
26	0.2	0.91	10.3	8.84
55	0.1	0.84	6.9	12.23
55	0.2	1.10	10.3	10.65

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	7.73	6.68
26	1.84	10.35	8.84
55	1.88	12.23	10.65

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9.3	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	7.9	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 4

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11999	12311	12431
Peso suelo húmedo (g)	4066	4376	4520
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.06	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.82	1.88
Contenido de humedad(%)	13.32	13.33	13.16

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	175.24	186.24	183.62	184.21	182.11	181.23
Rec + suelo seco g	169.21	180.11	177.22	178.39	176.08	175.23
Peso del recipiente g	124.00	134.00	128.92	135.00	130.12	129.75
Peso del suelo seco g	45.21	46.11	48.30	43.39	45.96	45.48
Peso del agua g	6.03	6.13	6.40	5.82	6.03	6.00
Contenido de Humedad %	13.34	13.29	13.25	13.41	13.12	13.19
Humedad promedio %	13.32		13.33		13.16	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.424	2.341	0.72	3.556	4.462	0.71	2.347	3.214	0.68

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.49	0.001932	0.25
0.05	1.27	0.73	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.9	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.03	0.001932	0.53
0.125	3.18	1.13	0.001932	0.58
0.15	3.81	1.21	0.001932	0.63
0.175	4.45	1.28	0.001932	0.66
0.2	5.08	1.33	0.001932	0.69
0.3	7.62	1.51	0.001932	0.78
0.4	10.16	1.65	0.001932	0.85
0.5	12.7	1.76	0.001932	0.91

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.6	0.001932	0.31
0.050	1.27	0.97	0.001932	0.50
0.075	1.91	1.21	0.001932	0.63
0.100	2.54	1.38	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.51	0.001932	0.78
0.150	3.81	1.62	0.001932	0.84
0.175	4.45	1.7	0.001932	0.88
0.200	5.08	1.76	0.001932	0.91
0.300	7.62	2.01	0.001932	1.04
0.400	10.16	2.21	0.001932	1.14
0.500	12.70	2.41	0.001932	1.25

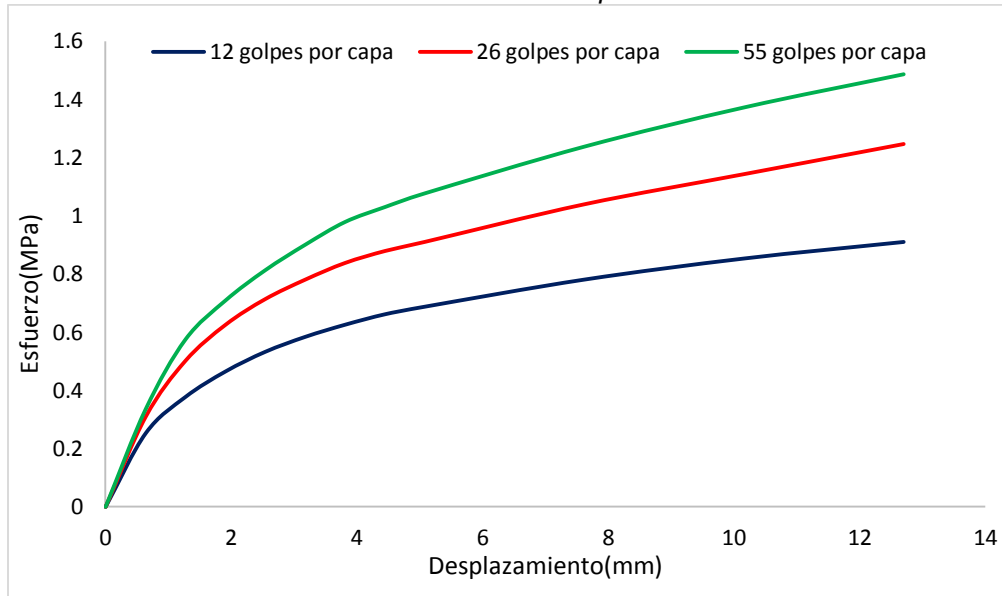
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.336
0.05	1.27	1.11	0.001932	0.575
0.075	1.91	1.37	0.001932	0.709
0.1	2.54	1.57	0.001932	0.813
0.125	3.18	1.74	0.001932	0.901
0.15	3.81	1.89	0.001932	0.978
0.175	4.45	1.99	0.001932	1.030
0.2	5.08	2.08	0.001932	1.077
0.3	7.62	2.39	0.001932	1.237
0.4	10.16	2.65	0.001932	1.372
0.5	12.7	2.87	0.001932	1.486

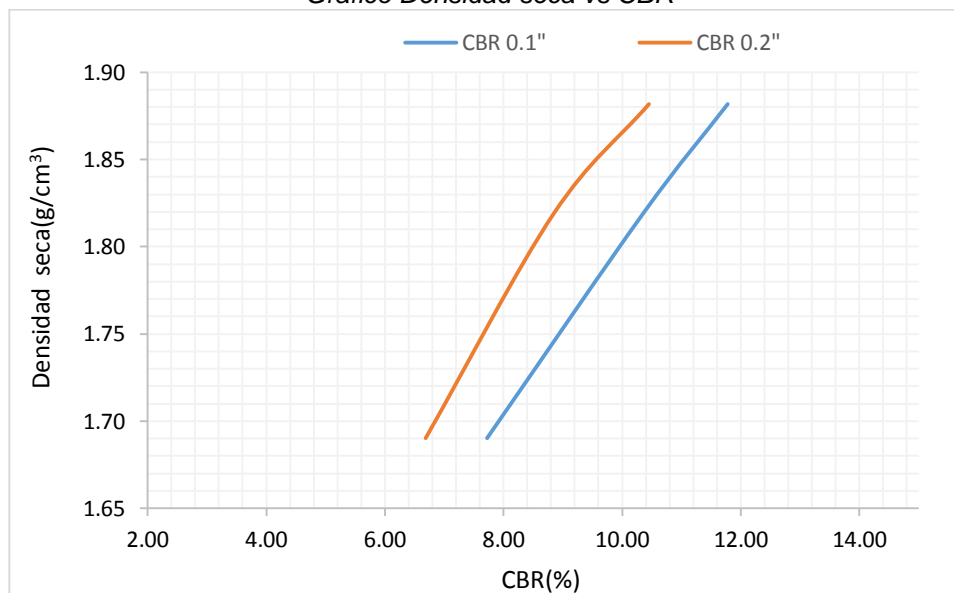
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.53	6.9	7.73
12	0.2	0.69	10.3	6.68
26	0.1	0.71	6.9	10.35
26	0.2	0.91	10.3	8.84
55	0.1	0.81	6.9	11.78
55	0.2	1.08	10.3	10.45

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	7.73	6.68
26	1.82	10.35	8.84
55	1.88	11.78	10.45

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9.2	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	8	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 5

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11984	12284	12431
Peso suelo húmedo (g)	4051	4349	4520
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.91	2.05	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.68	1.81	1.88
Contenido de humedad(%)	13.54	13.20	13.25

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	145.21	166.74	192.34	186.23	168.24	188.24
Rec + suelo seco g	139.24	160.22	187.22	180.58	162.42	182.41
Peso del recipiente g	95.24	112.00	148.00	138.24	118.69	138.24
Peso del suelo seco g	44.00	48.22	39.22	42.34	43.73	44.17
Peso del agua g	5.97	6.52	5.12	5.65	5.82	5.83
Contenido de Humedad %	13.57	13.52	13.05	13.34	13.31	13.20
Humedad promedio %	13.54		13.20		13.25	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %
96	2.147	3.018	0.69	2.333	3.241	0.71	2.354	3.214	0.68

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.47	0.001932	0.24
0.05	1.27	0.74	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.91	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.05	0.001932	0.54
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.15	3.81	1.24	0.001932	0.64
0.175	4.45	1.3	0.001932	0.67
0.2	5.08	1.36	0.001932	0.70
0.3	7.62	1.52	0.001932	0.79
0.4	10.16	1.65	0.001932	0.85
0.5	12.7	1.76	0.001932	0.91

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

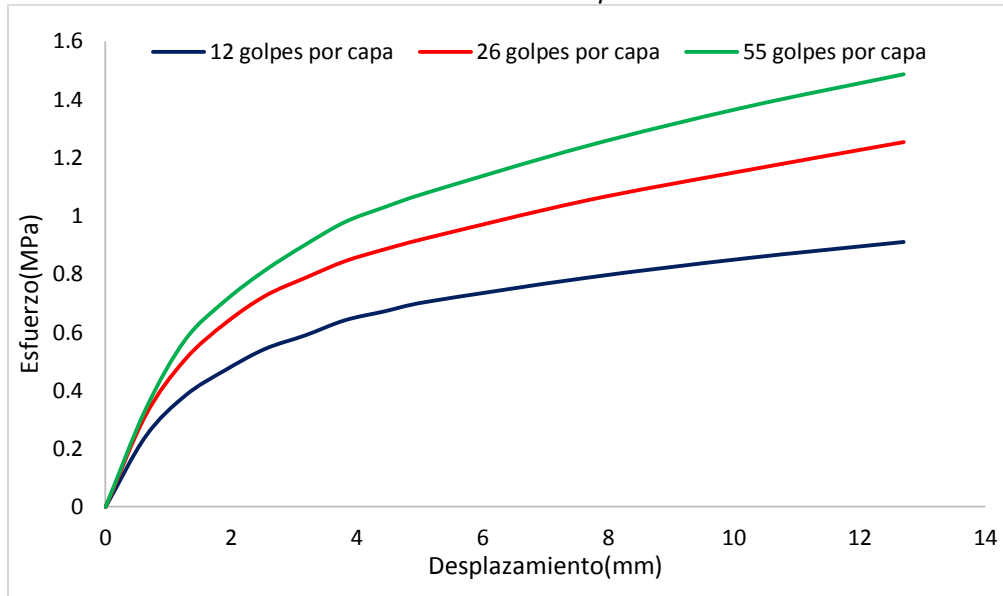
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.61	0.001932	0.32
0.050	1.27	0.98	0.001932	0.51
0.075	1.91	1.22	0.001932	0.63
0.100	2.54	1.4	0.001932	0.72
0.125	3.18	1.52	0.001932	0.79
0.150	3.81	1.63	0.001932	0.84
0.175	4.45	1.71	0.001932	0.89
0.200	5.08	1.78	0.001932	0.92
0.300	7.62	2.03	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.23	0.001932	1.15
0.500	12.70	2.42	0.001932	1.25

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.336
0.05	1.27	1.11	0.001932	0.575
0.075	1.91	1.37	0.001932	0.709
0.1	2.54	1.57	0.001932	0.813
0.125	3.18	1.74	0.001932	0.901
0.15	3.81	1.89	0.001932	0.978
0.175	4.45	1.99	0.001932	1.030
0.2	5.08	2.08	0.001932	1.077
0.3	7.62	2.39	0.001932	1.237
0.4	10.16	2.65	0.001932	1.372
0.5	12.7	2.87	0.001932	1.486

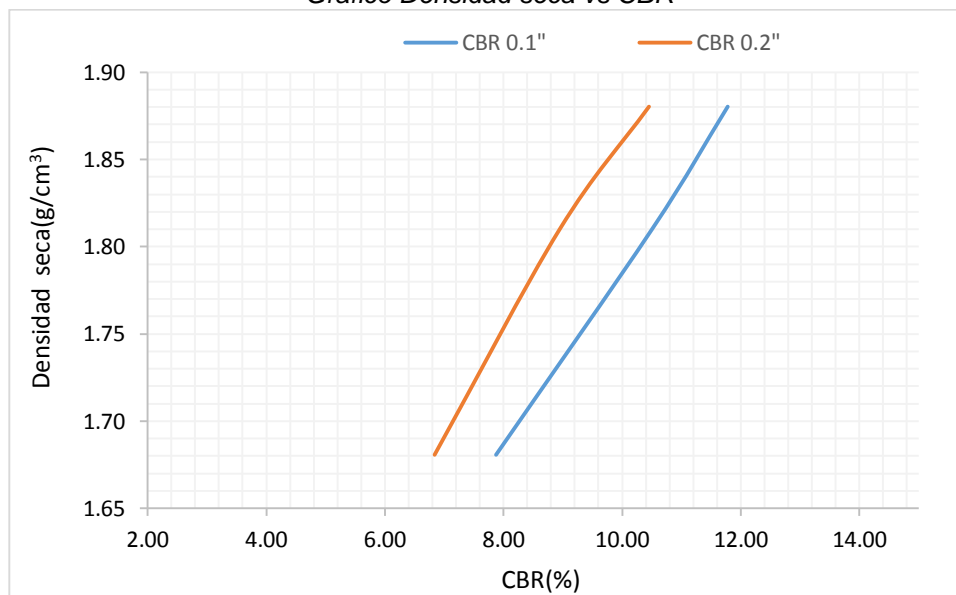
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.54	6.9	7.88
12	0.2	0.70	10.3	6.83
26	0.1	0.72	6.9	10.50
26	0.2	0.92	10.3	8.94
55	0.1	0.81	6.9	11.78
55	0.2	1.08	10.3	10.45

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.68	7.88	6.83
26	1.81	10.50	8.94
55	1.88	11.78	10.45

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9.8	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	7.8	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 6

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11984	12284	12431
Peso suelo húmedo (g)	4051	4349	4520
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.91	2.05	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.68	1.81	1.88
Contenido de humedad(%)	13.54	13.20	13.25

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes			26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	145.21	166.74	192.34	186.23	168.24	188.24	
Rec + suelo seco g	139.24	160.22	187.22	180.58	162.42	182.41	
Peso del recipiente g	95.24	112.00	148.00	138.24	118.69	138.24	
Peso del suelo seco g	44.00	48.22	39.22	42.34	43.73	44.17	
Peso del agua g	5.97	6.52	5.12	5.65	5.82	5.83	
Contenido de Humedad %	13.57	13.52	13.05	13.34	13.31	13.20	
Humedad promedio %	13.54			13.20		13.25	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.147	3.018	0.69	2.333	3.241	0.71	2.354	3.214	0.68

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.47	0.001932	0.24
0.05	1.27	0.74	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.91	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.05	0.001932	0.54
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.15	3.81	1.24	0.001932	0.64
0.175	4.45	1.3	0.001932	0.67
0.2	5.08	1.36	0.001932	0.70
0.3	7.62	1.52	0.001932	0.79
0.4	10.16	1.65	0.001932	0.85
0.5	12.7	1.76	0.001932	0.91

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

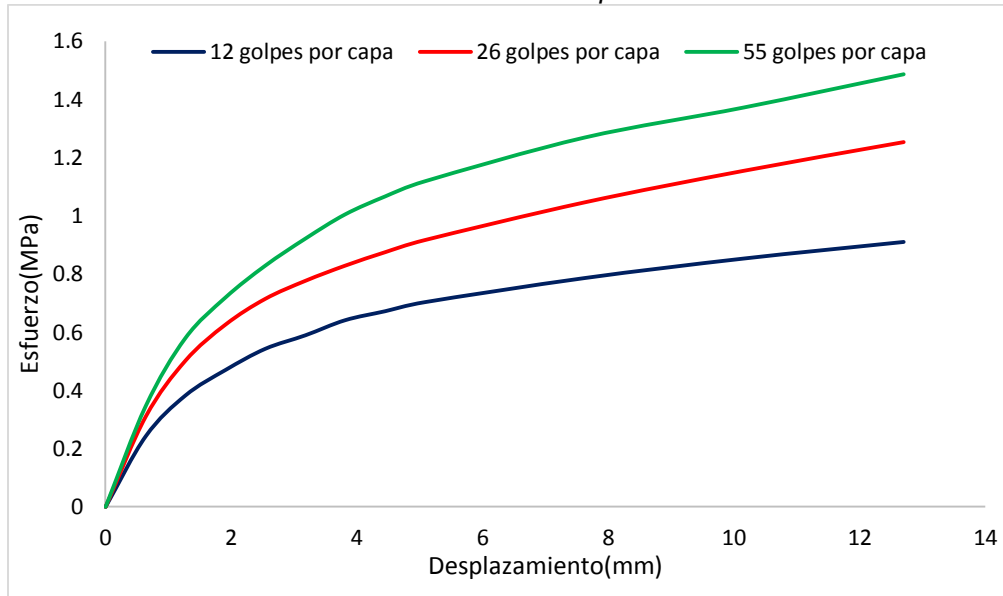
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.6	0.001932	0.31
0.050	1.27	0.97	0.001932	0.50
0.075	1.91	1.21	0.001932	0.63
0.100	2.54	1.38	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.5	0.001932	0.78
0.150	3.81	1.6	0.001932	0.83
0.175	4.45	1.69	0.001932	0.87
0.200	5.08	1.77	0.001932	0.92
0.300	7.62	2.02	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.23	0.001932	1.15
0.500	12.70	2.42	0.001932	1.25

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.67	0.001932	0.347
0.05	1.27	1.12	0.001932	0.580
0.075	1.91	1.39	0.001932	0.719
0.1	2.54	1.60	0.001932	0.828
0.125	3.18	1.78	0.001932	0.921
0.15	3.81	1.94	0.001932	1.004
0.175	4.45	2.06	0.001932	1.066
0.2	5.08	2.16	0.001932	1.118
0.3	7.62	2.45	0.001932	1.268
0.4	10.16	2.65	0.001932	1.372
0.5	12.7	2.87	0.001932	1.486

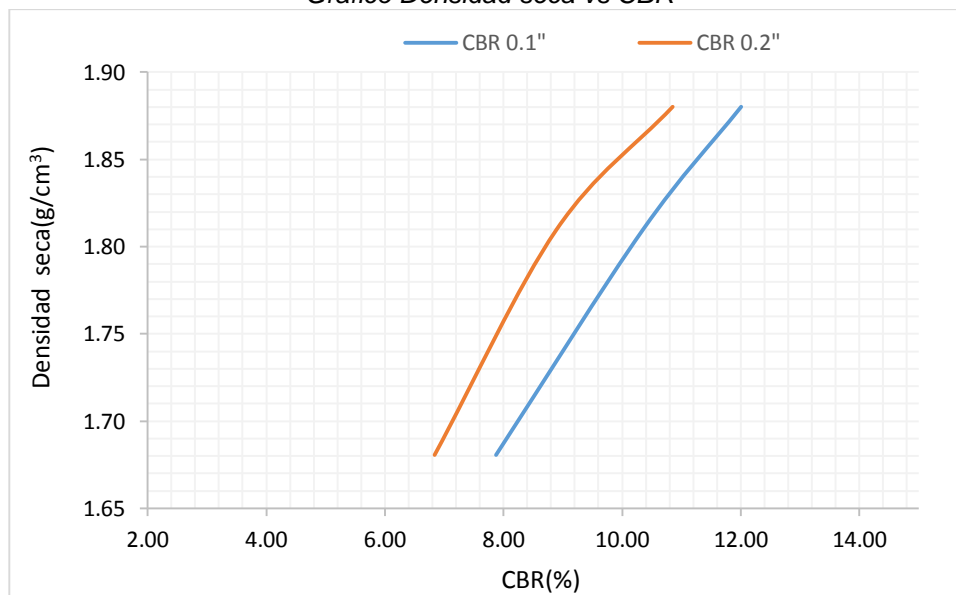
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.54	6.9	7.88
12	0.2	0.70	10.3	6.83
26	0.1	0.71	6.9	10.35
26	0.2	0.92	10.3	8.89
55	0.1	0.83	6.9	12.00
55	0.2	1.12	10.3	10.85

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.68	7.88	6.83
26	1.81	10.35	8.89
55	1.88	12.00	10.85

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9.8	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	8.2	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 7

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11984	12284	12431
Peso suelo húmedo (g)	4051	4349	4520
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.91	2.05	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.68	1.81	1.88
Contenido de humedad(%)	13.31	13.27	13.32

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	185.24	189.24	199.98	201.65	201.21	178.24
Rec + suelo seco g	179.25	183.24	193.47	195.24	195.22	172.54
Peso del recipiente g	134.24	138.17	144.64	146.69	150.00	130.00
Peso del suelo seco g	45.01	45.07	48.83	48.55	45.22	42.54
Peso del agua g	5.99	6.00	6.51	6.41	5.99	5.70
Contenido de Humedad %	13.31	13.31	13.33	13.20	13.25	13.40
Humedad promedio %	13.31		13.27		13.32	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.024	2.014	0.78	2.424	3.324	0.71	1.994	2.854	0.68

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.05	1.27	0.73	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.9	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.04	0.001932	0.54
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.15	3.81	1.23	0.001932	0.64
0.175	4.45	1.3	0.001932	0.67
0.2	5.08	1.36	0.001932	0.70
0.3	7.62	1.52	0.001932	0.79
0.4	10.16	1.65	0.001932	0.85
0.5	12.7	1.74	0.001932	0.90

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

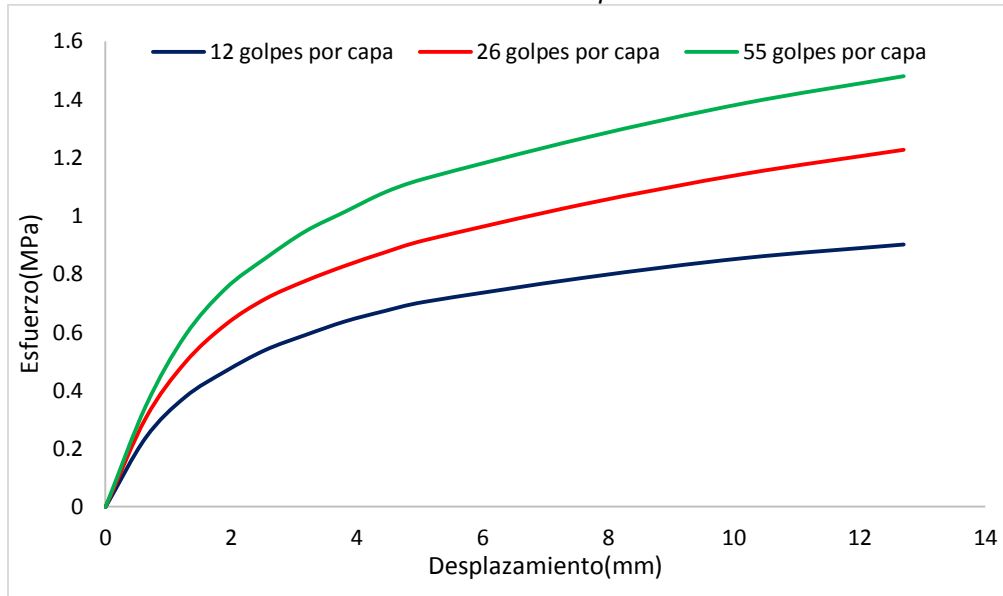
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.59	0.001932	0.31
0.050	1.27	0.96	0.001932	0.50
0.075	1.91	1.21	0.001932	0.63
0.100	2.54	1.38	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.5	0.001932	0.78
0.150	3.81	1.6	0.001932	0.83
0.175	4.45	1.69	0.001932	0.87
0.200	5.08	1.77	0.001932	0.92
0.300	7.62	2.01	0.001932	1.04
0.400	10.16	2.21	0.001932	1.14
0.500	12.70	2.37	0.001932	1.23

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.67	0.001932	0.347
0.05	1.27	1.14	0.001932	0.590
0.075	1.91	1.45	0.001932	0.751
0.1	2.54	1.65	0.001932	0.854
0.125	3.18	1.83	0.001932	0.947
0.15	3.81	1.96	0.001932	1.014
0.175	4.45	2.09	0.001932	1.082
0.2	5.08	2.18	0.001932	1.128
0.3	7.62	2.45	0.001932	1.268
0.4	10.16	2.68	0.001932	1.387
0.5	12.7	2.86	0.001932	1.480

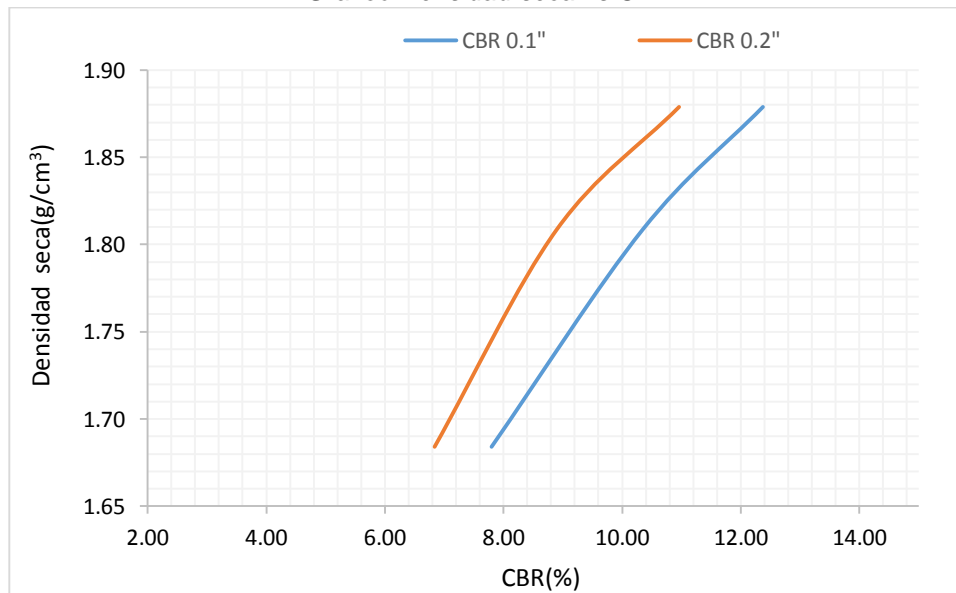
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.54	6.9	7.80
12	0.2	0.70	10.3	6.83
26	0.1	0.71	6.9	10.35
26	0.2	0.92	10.3	8.89
55	0.1	0.85	6.9	12.38
55	0.2	1.13	10.3	10.95

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.68	7.80	6.83
26	1.81	10.35	8.89
55	1.88	12.38	10.95

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9.7	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	8	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 8

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11991	12284	12459
Peso suelo húmedo (g)	4058	4349	4548
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.91	2.05	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.81	1.89
Contenido de humedad(%)	13.31	13.49	13.62

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	243.18	199.90	178.65	194.67	189.65	146.28
Rec + suelo seco g	237.24	193.28	172.48	188.24	183.47	140.24
Peso del recipiente g	192.34	143.85	126.00	141.32	138.21	95.75
Peso del suelo seco g	44.90	49.43	46.48	46.92	45.26	44.49
Peso del agua g	5.94	6.62	6.17	6.43	6.18	6.04
Contenido de Humedad %	13.23	13.39	13.27	13.70	13.65	13.58
Humedad promedio %	13.31		13.49		13.62	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li	Lf	Expansion	Li	Lf	Expansion	Li	Lf	Expansion
(h)	(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%
96	2.55	3.451	0.71	2.451	3.341	0.70	2.345	3.247	0.71

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.05	1.27	0.73	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.9	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.02	0.001932	0.53
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.15	3.81	1.23	0.001932	0.64
0.175	4.45	1.29	0.001932	0.67
0.2	5.08	1.34	0.001932	0.69
0.3	7.62	1.52	0.001932	0.79
0.4	10.16	1.63	0.001932	0.84
0.5	12.7	1.72	0.001932	0.89

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.58	0.001932	0.30
0.050	1.27	0.95	0.001932	0.49
0.075	1.91	1.19	0.001932	0.62
0.100	2.54	1.37	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.5	0.001932	0.78
0.150	3.81	1.6	0.001932	0.83
0.175	4.45	1.69	0.001932	0.87
0.200	5.08	1.77	0.001932	0.92
0.300	7.62	2	0.001932	1.04
0.400	10.16	2.2	0.001932	1.14
0.500	12.70	2.36	0.001932	1.22

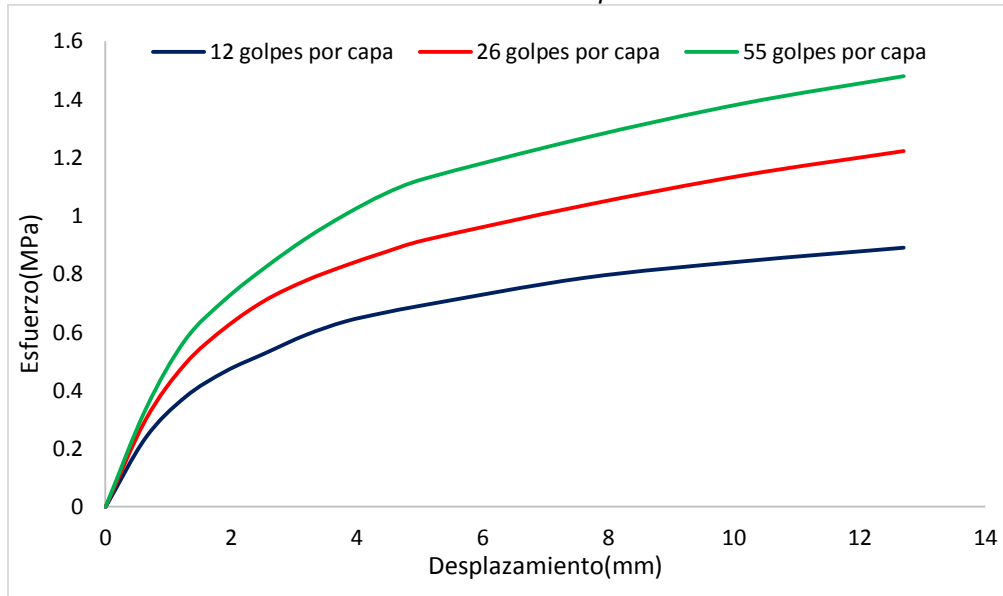
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.65	0.001932	0.336
0.05	1.27	1.11	0.001932	0.575
0.075	1.91	1.38	0.001932	0.714
0.1	2.54	1.59	0.001932	0.823
0.125	3.18	1.78	0.001932	0.921
0.15	3.81	1.94	0.001932	1.004
0.175	4.45	2.08	0.001932	1.077
0.2	5.08	2.18	0.001932	1.128
0.3	7.62	2.45	0.001932	1.268
0.4	10.16	2.68	0.001932	1.387
0.5	12.7	2.86	0.001932	1.480

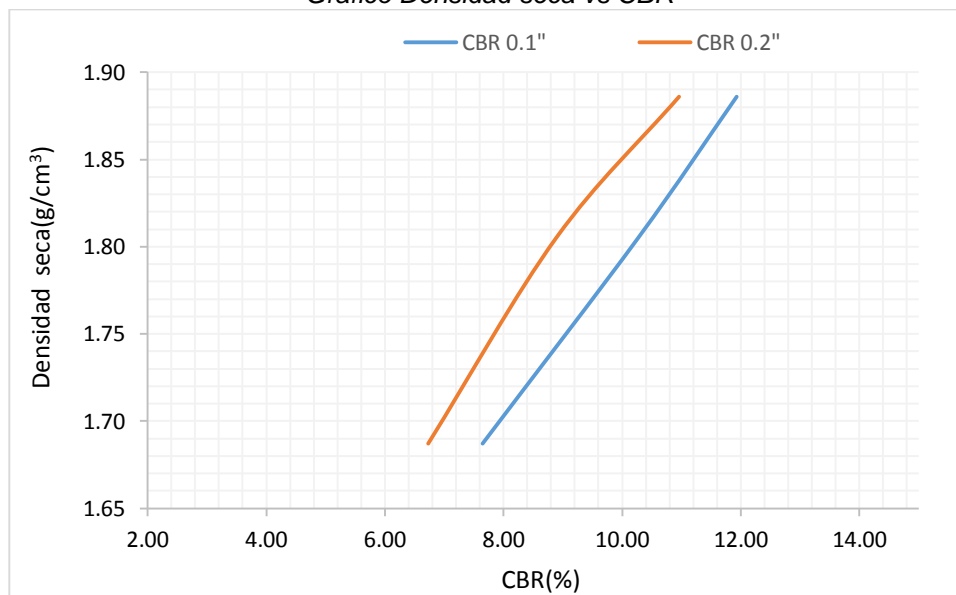
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.53	6.9	7.65
12	0.2	0.69	10.3	6.73
26	0.1	0.71	6.9	10.28
26	0.2	0.92	10.3	8.89
55	0.1	0.82	6.9	11.93
55	0.2	1.13	10.3	10.95

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	7.65	6.73
26	1.81	10.28	8.89
55	1.89	11.93	10.95

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9.8	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	8.2	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 9

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12001	12340	12425
Peso suelo húmedo (g)	4068	4405	4514
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.08	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.82	1.88
Contenido de humedad(%)	13.46	13.82	13.37

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	148.64	172.45	132.57	97.38	184.27	182.12
Rec + suelo seco g	142.64	166.24	128.44	95.11	178.24	176.10
Peso del recipiente g	98.15	120.00	98.71	78.59	133.41	130.82
Peso del suelo seco g	44.49	46.24	29.73	16.52	44.83	45.28
Peso del agua g	6.00	6.21	4.13	2.27	6.03	6.02
Contenido de Humedad %	13.49	13.43	13.89	13.74	13.45	13.30
Humedad promedio %	13.46		13.82		13.37	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.242	2.145	0.71	2.324	3.214	0.70	3.145	4.026	0.69

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.05	1.27	0.73	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.9	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.02	0.001932	0.53
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.15	3.81	1.23	0.001932	0.64
0.175	4.45	1.29	0.001932	0.67
0.2	5.08	1.34	0.001932	0.69
0.3	7.62	1.52	0.001932	0.79
0.4	10.16	1.63	0.001932	0.84
0.5	12.7	1.72	0.001932	0.89

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.58	0.001932	0.30
0.050	1.27	0.95	0.001932	0.49
0.075	1.91	1.19	0.001932	0.62
0.100	2.54	1.37	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.5	0.001932	0.78
0.150	3.81	1.6	0.001932	0.83
0.175	4.45	1.69	0.001932	0.87
0.200	5.08	1.77	0.001932	0.92
0.300	7.62	2	0.001932	1.04
0.400	10.16	2.2	0.001932	1.14
0.500	12.70	2.36	0.001932	1.22

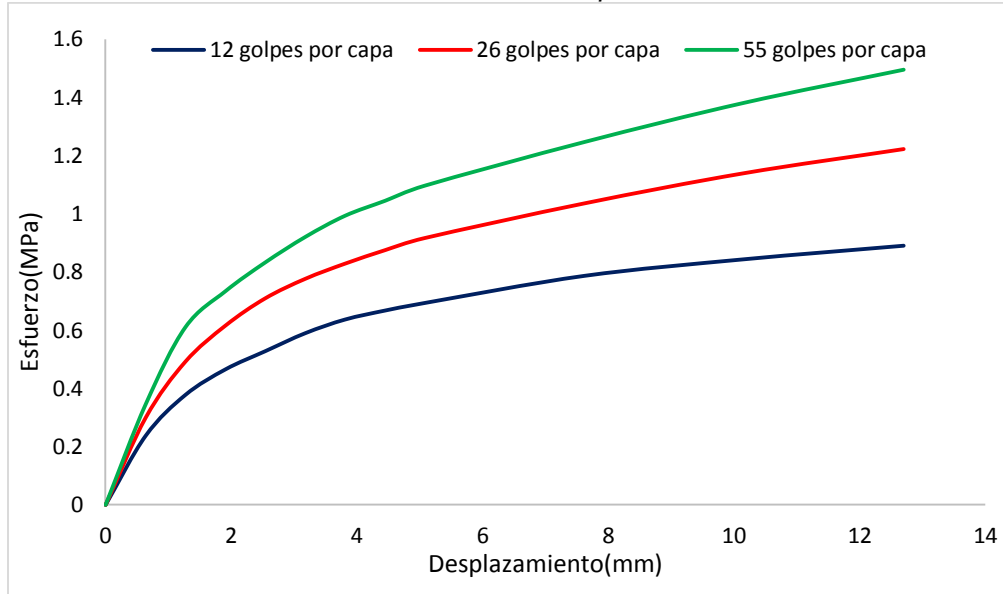
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.67	0.001932	0.347
0.05	1.27	1.18	0.001932	0.611
0.075	1.91	1.42	0.001932	0.735
0.1	2.54	1.61	0.001932	0.833
0.125	3.18	1.78	0.001932	0.921
0.15	3.81	1.92	0.001932	0.994
0.175	4.45	2.02	0.001932	1.046
0.2	5.08	2.12	0.001932	1.097
0.3	7.62	2.41	0.001932	1.247
0.4	10.16	2.67	0.001932	1.382
0.5	12.7	2.89	0.001932	1.496

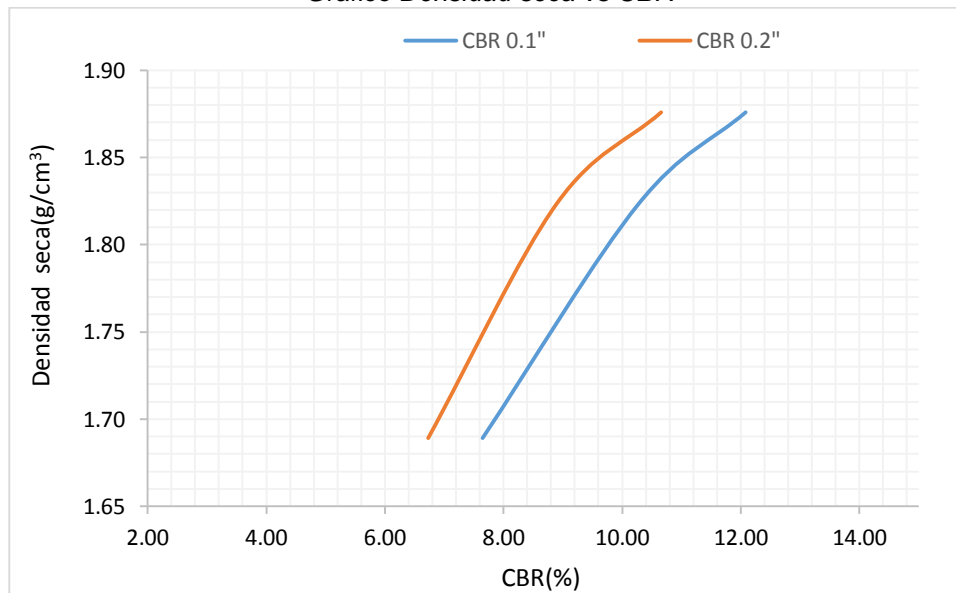
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.53	6.9	7.65
12	0.2	0.69	10.3	6.73
26	0.1	0.71	6.9	10.28
26	0.2	0.92	10.3	8.89
55	0.1	0.83	6.9	12.08
55	0.2	1.10	10.3	10.65

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	7.65	6.73
26	1.82	10.28	8.89
55	1.88	12.08	10.65

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	7.8	%

MUESTRA: 12% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 10

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12008	12301	12412
Peso suelo húmedo (g)	4075	4366	4501
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.06	2.12
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.81	1.87
Contenido de humedad(%)	13.10	13.53	13.42

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	145.64	189.21	132.57	124.56	192.46	138.65
Rec + suelo seco g	139.64	183.24	128.44	118.21	186.11	132.24
Peso del recipiente g	92.15	139.21	98.71	70.00	139.24	84.00
Peso del suelo seco g	47.49	44.03	29.73	48.21	46.87	48.24
Peso del agua g	6.00	5.97	4.13	6.35	6.35	6.41
Contenido de Humedad %	12.63	13.56	13.89	13.17	13.55	13.29
Humedad promedio %	13.10		13.53		13.42	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion %
96	4.124	5.104	0.77	1.542	2.424	0.69	2.344	3.241	0.71

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.05	1.27	0.73	0.001932	0.38
0.075	1.91	0.9	0.001932	0.47
0.1	2.54	1.03	0.001932	0.53
0.125	3.18	1.15	0.001932	0.60
0.15	3.81	1.24	0.001932	0.64
0.175	4.45	1.29	0.001932	0.67
0.2	5.08	1.35	0.001932	0.70
0.3	7.62	1.52	0.001932	0.79
0.4	10.16	1.63	0.001932	0.84
0.5	12.7	1.72	0.001932	0.89

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.58	0.001932	0.30
0.050	1.27	0.95	0.001932	0.49
0.075	1.91	1.19	0.001932	0.62
0.100	2.54	1.37	0.001932	0.71
0.125	3.18	1.5	0.001932	0.78
0.150	3.81	1.6	0.001932	0.83
0.175	4.45	1.7	0.001932	0.88
0.200	5.08	1.78	0.001932	0.92
0.300	7.62	2	0.001932	1.04
0.400	10.16	2.2	0.001932	1.14
0.500	12.70	2.36	0.001932	1.22

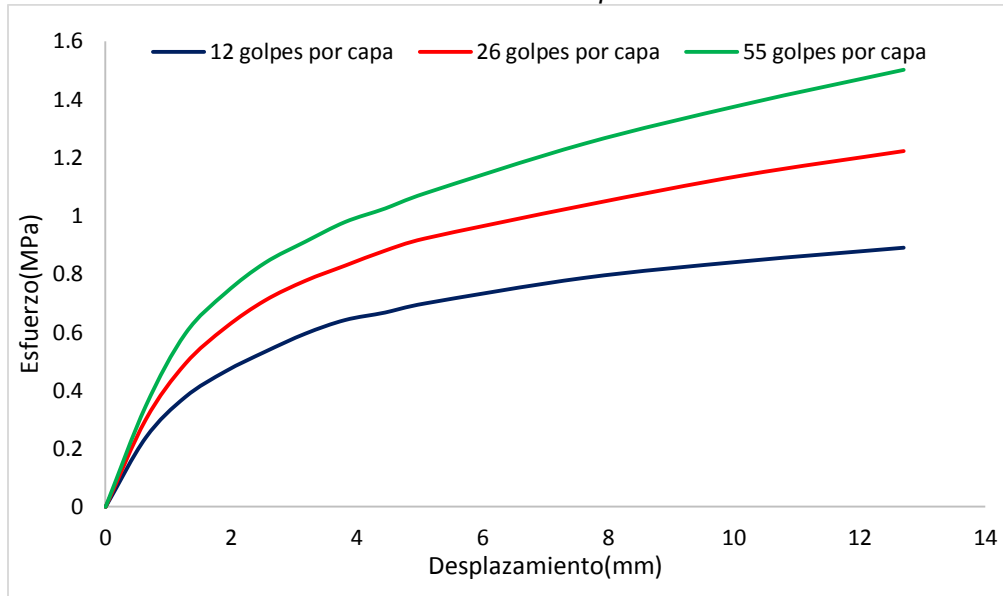
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.67	0.001932	0.347
0.05	1.27	1.15	0.001932	0.595
0.075	1.91	1.42	0.001932	0.735
0.1	2.54	1.62	0.001932	0.839
0.125	3.18	1.76	0.001932	0.911
0.15	3.81	1.89	0.001932	0.978
0.175	4.45	1.98	0.001932	1.025
0.2	5.08	2.08	0.001932	1.077
0.3	7.62	2.41	0.001932	1.247
0.4	10.16	2.67	0.001932	1.382
0.5	12.7	2.90	0.001932	1.501

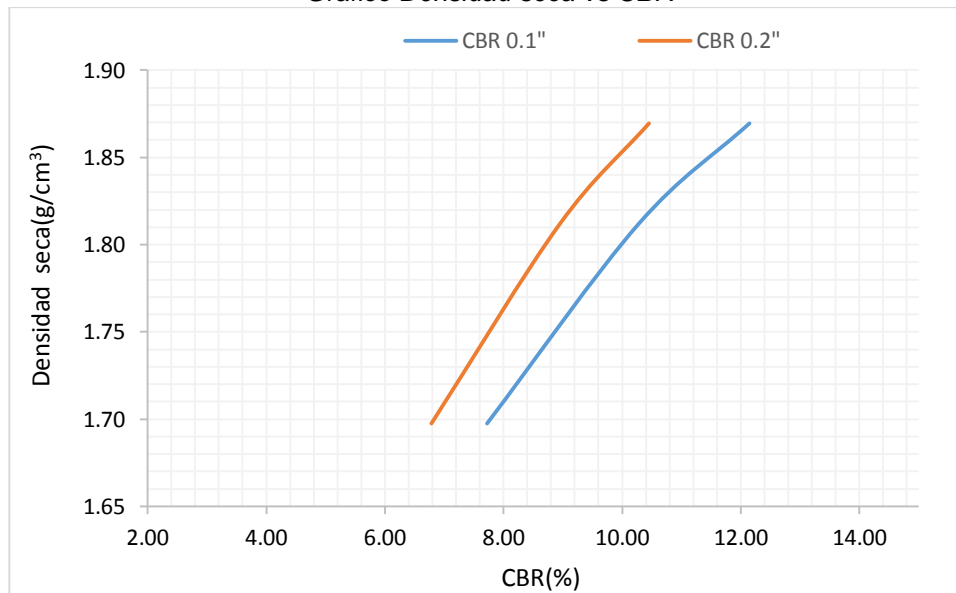
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.53	6.9	7.73
12	0.2	0.70	10.3	6.78
26	0.1	0.71	6.9	10.28
26	0.2	0.92	10.3	8.94
55	0.1	0.84	6.9	12.15
55	0.2	1.08	10.3	10.45

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	7.73	6.78
26	1.81	10.28	8.94
55	1.87	12.15	10.45

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9.7	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	8	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 1

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12021	12287	12451
Peso suelo húmedo (g)	4088	4352	4540
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.05	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.80	1.88
Contenido de humedad(%)	13.23	13.66	13.67

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	145.71	124.95	147.58	97.38	185.64	117.51
Rec + suelo seco g	139.51	118.37	141.74	95.11	179.44	114.84
Peso del recipiente g	92.52	68.74	98.71	78.59	134.00	95.35
Peso del suelo seco g	46.99	49.63	43.03	16.52	45.44	19.49
Peso del agua g	6.20	6.58	5.84	2.27	6.20	2.67
Contenido de Humedad %	13.19	13.26	13.57	13.74	13.64	13.70
Humedad promedio %	13.23		13.66		13.67	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.845	2.891	0.82	1.456	2.508	0.83	3.194	4.466	1.00

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.3	0.001932	0.16
0.05	1.27	0.44	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.55	0.001932	0.28
0.1	2.54	0.65	0.001932	0.34
0.125	3.18	0.74	0.001932	0.38
0.15	3.81	0.82	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.9	0.001932	0.47
0.2	5.08	0.96	0.001932	0.50
0.3	7.62	1.21	0.001932	0.63
0.4	10.16	1.4	0.001932	0.72
0.5	12.7	1.55	0.001932	0.80

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

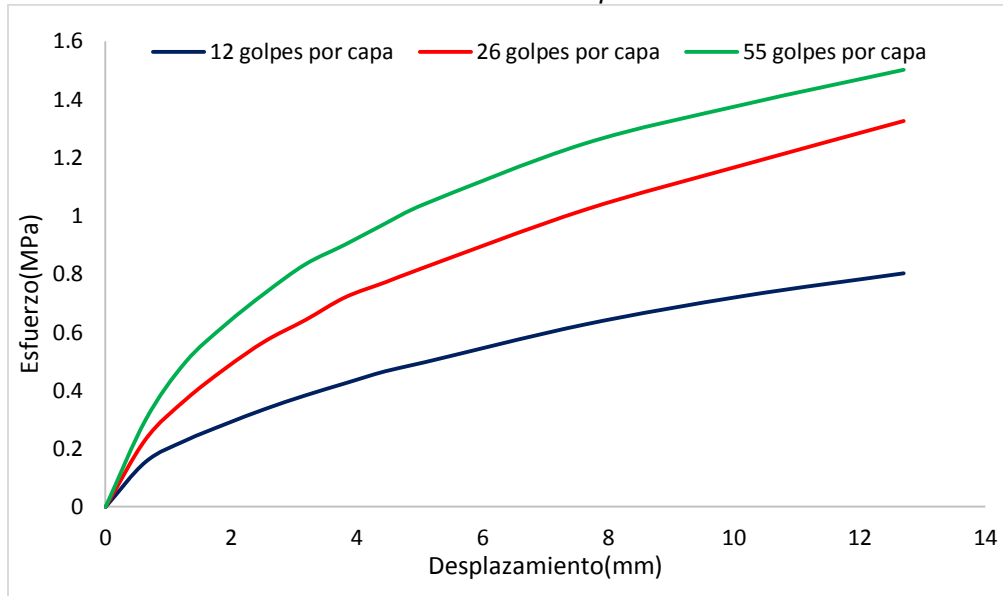
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.45	0.001932	0.23
0.050	1.27	0.71	0.001932	0.37
0.075	1.91	0.92	0.001932	0.48
0.100	2.54	1.1	0.001932	0.57
0.125	3.18	1.24	0.001932	0.64
0.150	3.81	1.39	0.001932	0.72
0.175	4.45	1.49	0.001932	0.77
0.200	5.08	1.59	0.001932	0.82
0.300	7.62	1.97	0.001932	1.02
0.400	10.16	2.27	0.001932	1.17
0.500	12.70	2.56	0.001932	1.33

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.58	0.001932	0.300
0.05	1.27	0.96	0.001932	0.497
0.075	1.91	1.21	0.001932	0.626
0.1	2.54	1.42	0.001932	0.735
0.125	3.18	1.61	0.001932	0.833
0.15	3.81	1.74	0.001932	0.901
0.175	4.45	1.88	0.001932	0.973
0.2	5.08	2.01	0.001932	1.040
0.3	7.62	2.41	0.001932	1.247
0.4	10.16	2.67	0.001932	1.382
0.5	12.7	2.90	0.001932	1.501

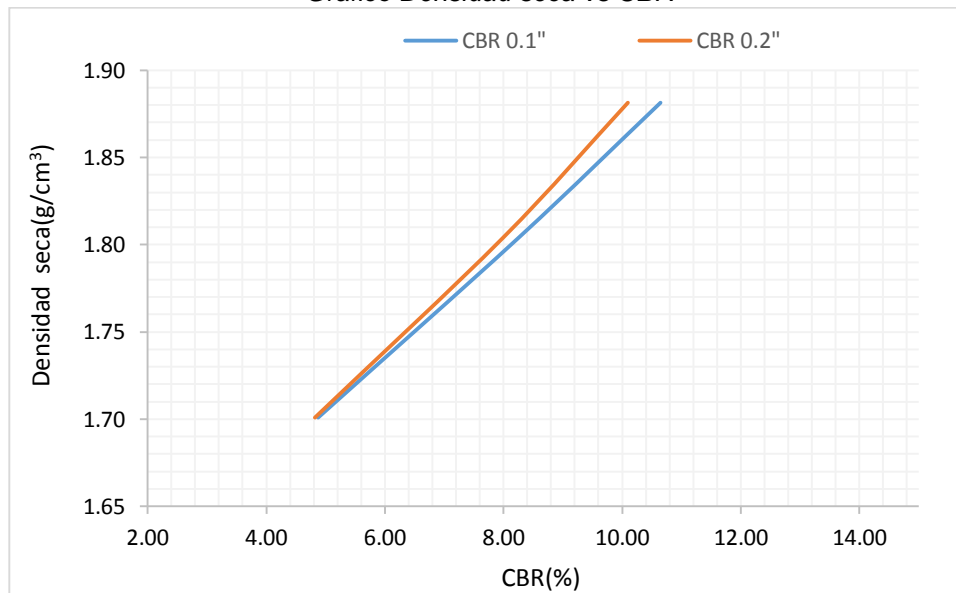
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.34	6.9	4.88
12	0.2	0.50	10.3	4.82
26	0.1	0.57	6.9	8.25
26	0.2	0.82	10.3	7.99
55	0.1	0.73	6.9	10.65
55	0.2	1.04	10.3	10.10

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	4.88	4.82
26	1.80	8.25	7.99
55	1.88	10.65	10.10

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6.5	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 2

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12074	12284	12478
Peso suelo húmedo (g)	4141	4349	4567
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.95	2.05	2.15
Densidad seca(g/cm³)	1.72	1.81	1.90
Contenido de humedad(%)	13.32	13.46	13.20

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	154.24	134.29	188.47	175.64	184.29	204.58
Rec + suelo seco g	148.24	128.27	182.24	169.28	178.22	198.24
Peso del recipiente g	103.12	83.12	135.48	122.47	132.24	150.24
Peso del suelo seco g	45.12	45.15	46.76	46.81	45.98	48.00
Peso del agua g	6.00	6.02	6.23	6.36	6.07	6.34
Contenido de Humedad %	13.30	13.33	13.32	13.59	13.20	13.21
Humedad promedio %	13.32		13.46		13.20	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.324	2.247	0.73	2.66	3.547	0.70	6.247	7.184	0.74

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.24	0.001932	0.12
0.05	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.54	0.001932	0.28
0.1	2.54	0.69	0.001932	0.36
0.125	3.18	0.79	0.001932	0.41
0.15	3.81	0.88	0.001932	0.46
0.175	4.45	0.95	0.001932	0.49
0.2	5.08	1	0.001932	0.52
0.3	7.62	1.19	0.001932	0.62
0.4	10.16	1.34	0.001932	0.69
0.5	12.7	1.49	0.001932	0.77

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.63	0.001932	0.33
0.075	1.91	0.85	0.001932	0.44
0.100	2.54	1.04	0.001932	0.54
0.125	3.18	1.17	0.001932	0.61
0.150	3.81	1.29	0.001932	0.67
0.175	4.45	1.37	0.001932	0.71
0.200	5.08	1.44	0.001932	0.75
0.300	7.62	1.64	0.001932	0.85
0.400	10.16	1.82	0.001932	0.94
0.500	12.70	1.98	0.001932	1.02

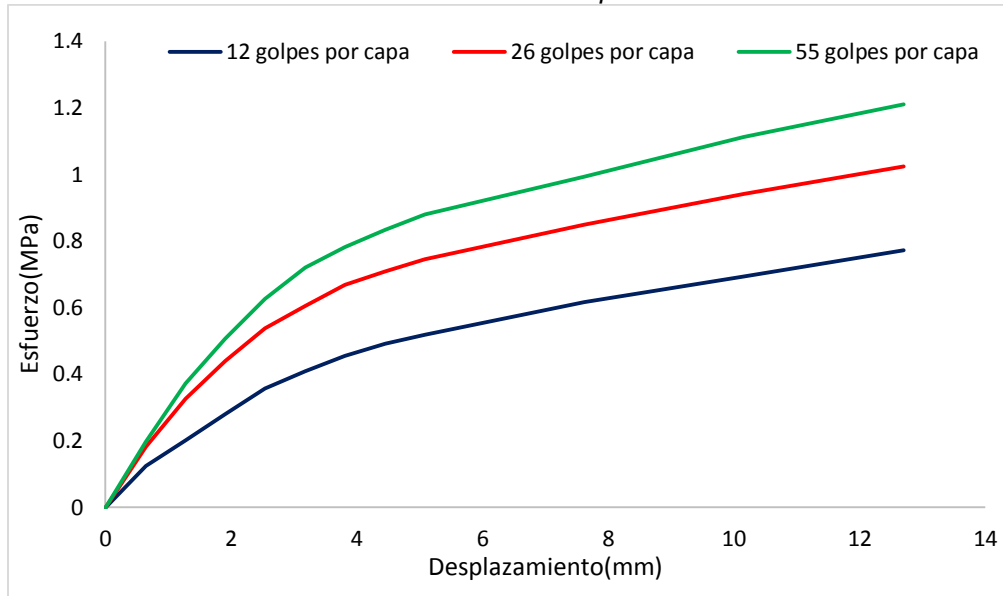
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.38	0.001932	0.197
0.05	1.27	0.72	0.001932	0.373
0.075	1.91	0.98	0.001932	0.507
0.1	2.54	1.21	0.001932	0.626
0.125	3.18	1.39	0.001932	0.719
0.15	3.81	1.51	0.001932	0.782
0.175	4.45	1.61	0.001932	0.833
0.2	5.08	1.70	0.001932	0.880
0.3	7.62	1.92	0.001932	0.994
0.4	10.16	2.15	0.001932	1.113
0.5	12.7	2.34	0.001932	1.211

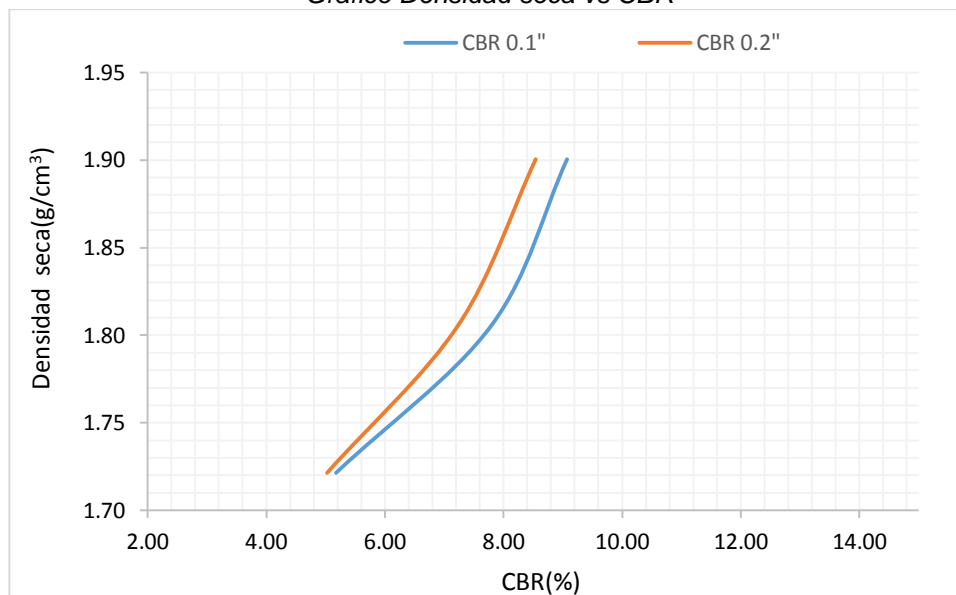
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.36	6.9	5.18
12	0.2	0.52	10.3	5.03
26	0.1	0.54	6.9	7.80
26	0.2	0.75	10.3	7.24
55	0.1	0.63	6.9	9.08
55	0.2	0.88	10.3	8.54

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.72	5.18	5.03
26	1.81	7.80	7.24
55	1.90	9.08	8.54

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6.1	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 3

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12058	12247	12447
Peso suelo húmedo (g)	4125	4312	4536
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.94	2.03	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.79	1.92
Contenido de humedad(%)	13.40	13.33	11.50

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	129.22	196.12	207.14	187.65	182.64	177.91
Rec + suelo seco g	123.24	190.28	201.34	182.40	176.24	171.13
Peso del recipiente g	79.21	146.11	158.21	142.68	127.69	102.03
Peso del suelo seco g	44.03	44.17	43.13	39.72	48.55	69.10
Peso del agua g	5.98	5.84	5.80	5.25	6.40	6.78
Contenido de Humedad %	13.58	13.22	13.45	13.22	13.18	9.81
Humedad promedio %	13.40		13.33		11.50	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.556	3.412	0.67	2.471	3.344	0.69	3.345	4.214	0.68

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.2	0.001932	0.10
0.05	1.27	0.35	0.001932	0.18
0.075	1.91	0.51	0.001932	0.26
0.1	2.54	0.64	0.001932	0.33
0.125	3.18	0.74	0.001932	0.38
0.15	3.81	0.8	0.001932	0.41
0.175	4.45	0.87	0.001932	0.45
0.2	5.08	0.92	0.001932	0.48
0.3	7.62	1.14	0.001932	0.59
0.4	10.16	1.27	0.001932	0.66
0.5	12.7	1.4	0.001932	0.72

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.3	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.69	0.001932	0.36
0.100	2.54	0.85	0.001932	0.44
0.125	3.18	0.97	0.001932	0.50
0.150	3.81	1.07	0.001932	0.55
0.175	4.45	1.16	0.001932	0.60
0.200	5.08	1.22	0.001932	0.63
0.300	7.62	1.42	0.001932	0.73
0.400	10.16	1.57	0.001932	0.81
0.500	12.70	1.68	0.001932	0.87

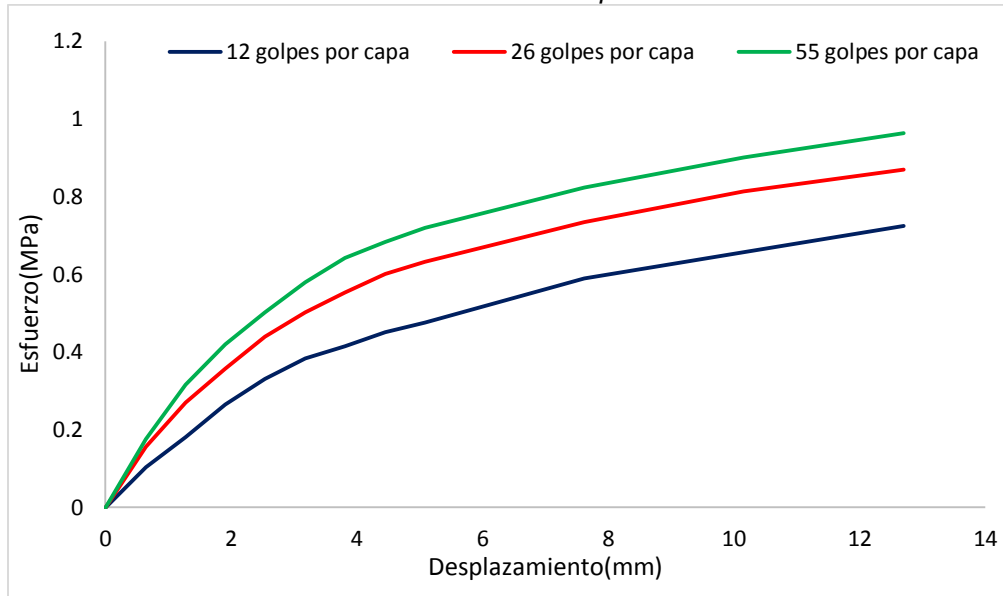
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.176
0.05	1.27	0.61	0.001932	0.316
0.075	1.91	0.81	0.001932	0.419
0.1	2.54	0.97	0.001932	0.502
0.125	3.18	1.12	0.001932	0.580
0.15	3.81	1.24	0.001932	0.642
0.175	4.45	1.32	0.001932	0.683
0.2	5.08	1.39	0.001932	0.719
0.3	7.62	1.59	0.001932	0.823
0.4	10.16	1.74	0.001932	0.901
0.5	12.7	1.86	0.001932	0.963

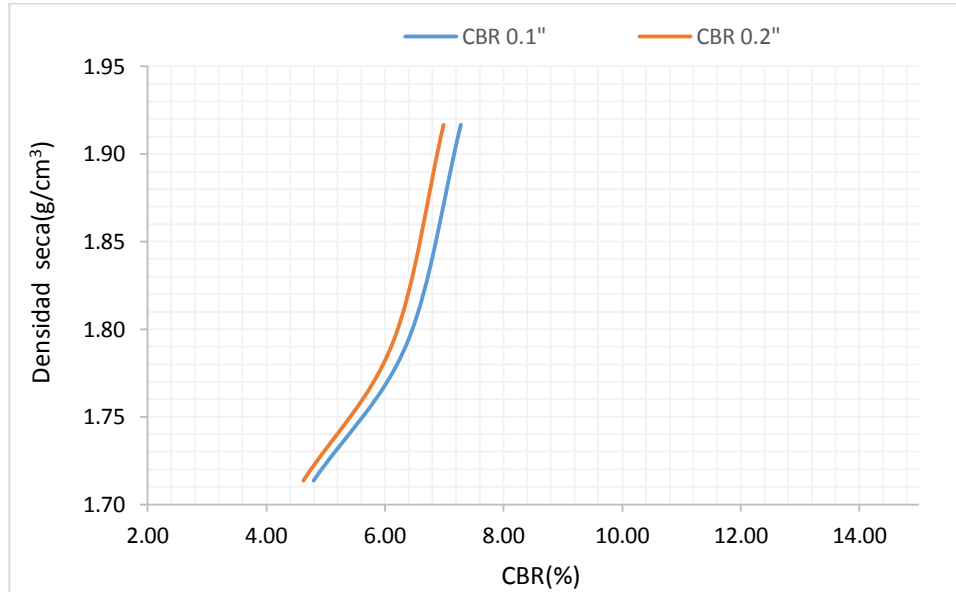
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.33	6.9	4.80
12	0.2	0.48	10.3	4.62
26	0.1	0.44	6.9	6.38
26	0.2	0.63	10.3	6.13
55	0.1	0.50	6.9	7.28
55	0.2	0.72	10.3	6.99

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	4.80	4.62
26	1.79	6.38	6.13
55	1.92	7.28	6.99

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	5.9	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 4

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12058	12247	12447
Peso suelo húmedo (g)	4125	4312	4536
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.94	2.03	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.79	1.89
Contenido de humedad(%)	13.40	13.33	13.22

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	129.22	196.12	207.14	187.65	182.64	177.91
Rec + suelo seco g	123.24	190.28	201.34	182.40	176.24	171.13
Peso del recipiente g	79.21	146.11	158.21	142.68	127.69	120.00
Peso del suelo seco g	44.03	44.17	43.13	39.72	48.55	51.13
Peso del agua g	5.98	5.84	5.80	5.25	6.40	6.78
Contenido de Humedad %	13.58	13.22	13.45	13.22	13.18	13.26
Humedad promedio %	13.40		13.33		13.22	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.556	3.412	0.67	2.471	3.344	0.69	3.345	4.214	0.68

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.2	0.001932	0.10
0.05	1.27	0.35	0.001932	0.18
0.075	1.91	0.51	0.001932	0.26
0.1	2.54	0.64	0.001932	0.33
0.125	3.18	0.74	0.001932	0.38
0.15	3.81	0.8	0.001932	0.41
0.175	4.45	0.87	0.001932	0.45
0.2	5.08	0.92	0.001932	0.48
0.3	7.62	1.14	0.001932	0.59
0.4	10.16	1.27	0.001932	0.66
0.5	12.7	1.4	0.001932	0.72

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

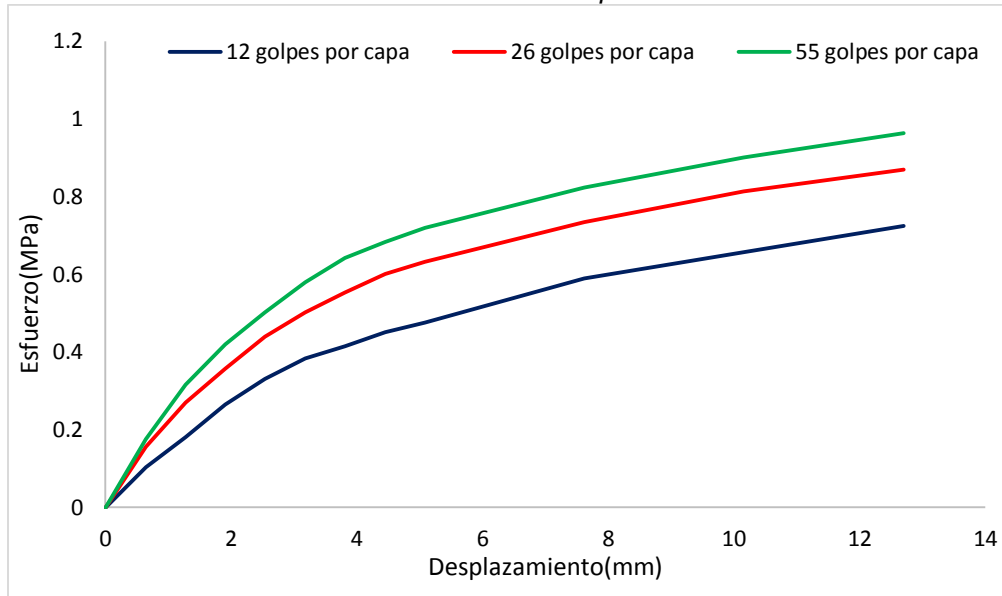
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.3	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.69	0.001932	0.36
0.100	2.54	0.85	0.001932	0.44
0.125	3.18	0.97	0.001932	0.50
0.150	3.81	1.07	0.001932	0.55
0.175	4.45	1.16	0.001932	0.60
0.200	5.08	1.22	0.001932	0.63
0.300	7.62	1.42	0.001932	0.73
0.400	10.16	1.57	0.001932	0.81
0.500	12.70	1.68	0.001932	0.87

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.176
0.05	1.27	0.61	0.001932	0.316
0.075	1.91	0.81	0.001932	0.419
0.1	2.54	0.97	0.001932	0.502
0.125	3.18	1.12	0.001932	0.580
0.15	3.81	1.24	0.001932	0.642
0.175	4.45	1.32	0.001932	0.683
0.2	5.08	1.39	0.001932	0.719
0.3	7.62	1.59	0.001932	0.823
0.4	10.16	1.74	0.001932	0.901
0.5	12.7	1.86	0.001932	0.963

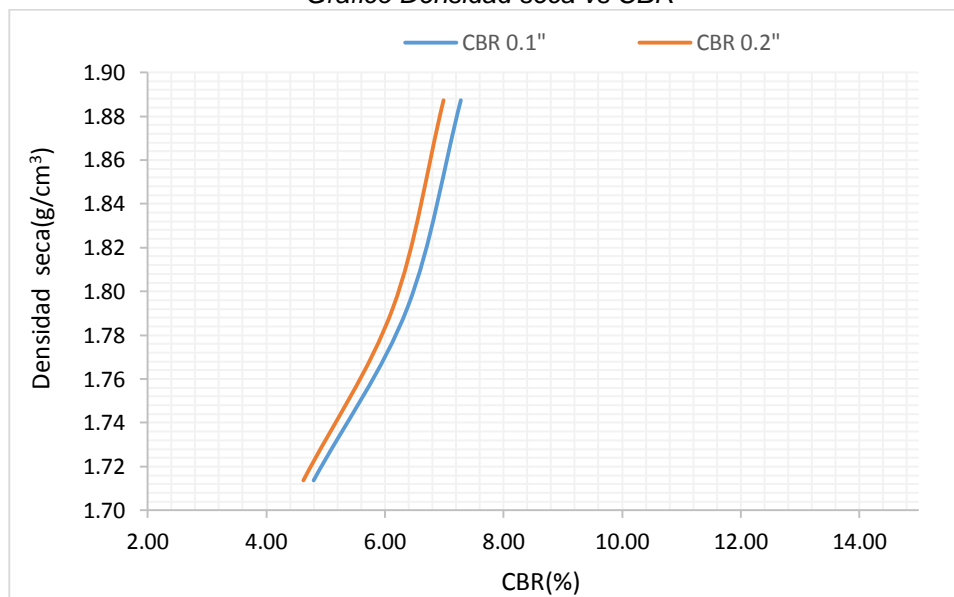
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.33	6.9	4.80
12	0.2	0.48	10.3	4.62
26	0.1	0.44	6.9	6.38
26	0.2	0.63	10.3	6.13
55	0.1	0.50	6.9	7.28
55	0.2	0.72	10.3	6.99

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	4.80	4.62
26	1.79	6.38	6.13
55	1.89	7.28	6.99

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	5.9	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 5

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12039	12264	12467
Peso suelo húmedo (g)	4106	4329	4556
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.93	2.04	2.15
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.80	1.90
Contenido de humedad(%)	13.24	13.23	13.26

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	186.48	198.40	128.34	192.31	134.95	117.11
Rec + suelo seco g	180.24	192.47	122.14	186.11	128.34	111.47
Peso del recipiente g	133.48	147.35	75.51	139.01	78.39	69.01
Peso del suelo seco g	46.76	45.12	46.63	47.10	49.95	42.46
Peso del agua g	6.24	5.93	6.20	6.20	6.61	5.64
Contenido de Humedad %	13.34	13.14	13.30	13.16	13.23	13.28
Humedad promedio %	13.24		13.23		13.26	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.622	2.541	0.72	2.341	3.241	0.71	2.142	3.087	0.74

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.28	0.001932	0.14
0.05	1.27	0.47	0.001932	0.24
0.075	1.91	0.58	0.001932	0.30
0.1	2.54	0.72	0.001932	0.37
0.125	3.18	0.82	0.001932	0.42
0.15	3.81	0.92	0.001932	0.48
0.175	4.45	0.99	0.001932	0.51
0.2	5.08	1.05	0.001932	0.54
0.3	7.62	1.34	0.001932	0.69
0.4	10.16	1.56	0.001932	0.81
0.5	12.7	1.81	0.001932	0.94

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

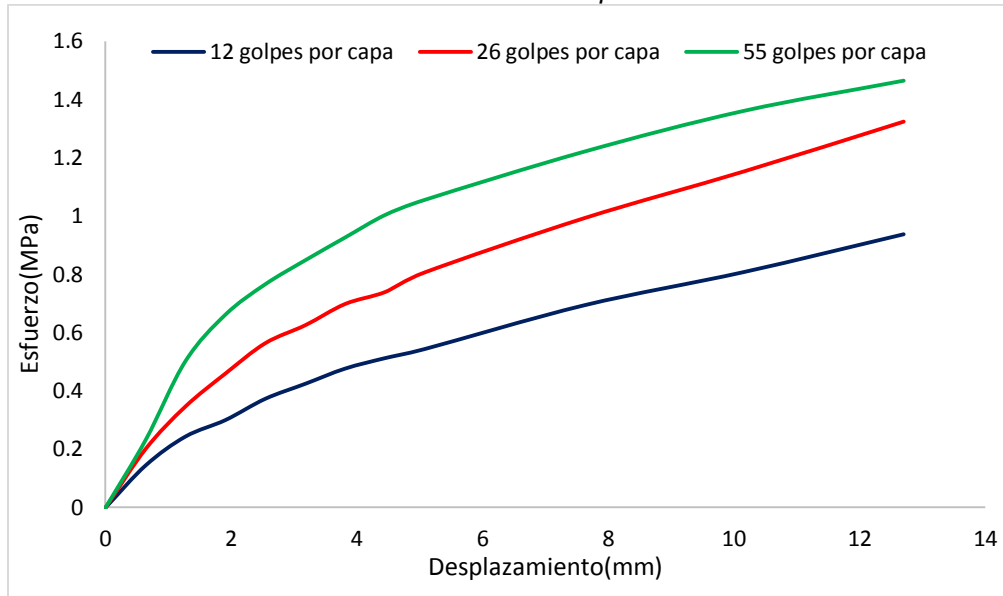
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.39	0.001932	0.20
0.050	1.27	0.67	0.001932	0.35
0.075	1.91	0.89	0.001932	0.46
0.100	2.54	1.09	0.001932	0.56
0.125	3.18	1.21	0.001932	0.63
0.150	3.81	1.35	0.001932	0.70
0.175	4.45	1.43	0.001932	0.74
0.200	5.08	1.56	0.001932	0.81
0.300	7.62	1.92	0.001932	0.99
0.400	10.16	2.23	0.001932	1.15
0.500	12.70	2.56	0.001932	1.33

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.45	0.001932	0.233
0.05	1.27	0.97	0.001932	0.502
0.075	1.91	1.28	0.001932	0.663
0.1	2.54	1.48	0.001932	0.766
0.125	3.18	1.64	0.001932	0.849
0.15	3.81	1.79	0.001932	0.927
0.175	4.45	1.94	0.001932	1.004
0.2	5.08	2.04	0.001932	1.056
0.3	7.62	2.36	0.001932	1.222
0.4	10.16	2.63	0.001932	1.361
0.5	12.7	2.83	0.001932	1.465

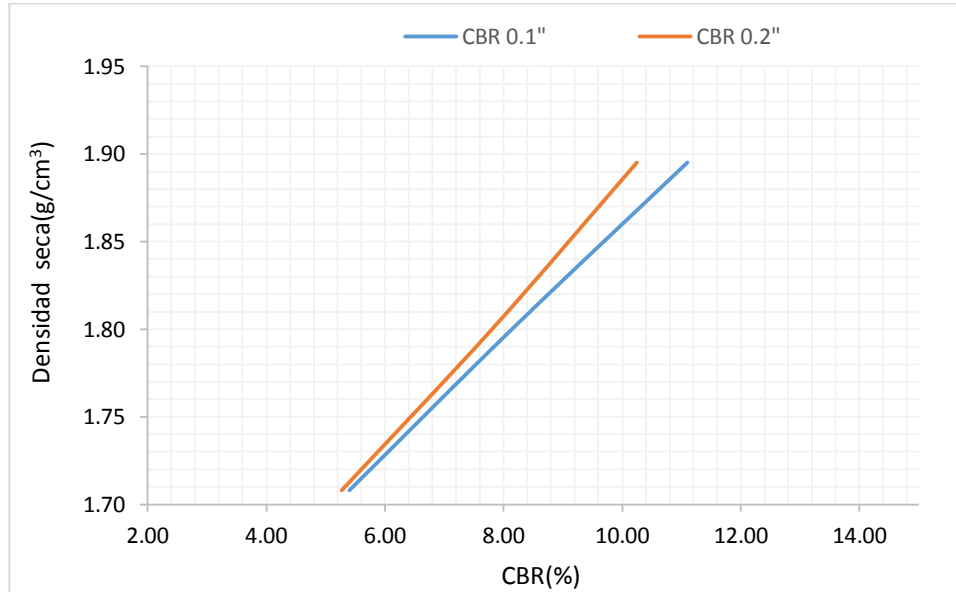
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.37	6.9	5.40
12	0.2	0.54	10.3	5.28
26	0.1	0.56	6.9	8.18
26	0.2	0.81	10.3	7.84
55	0.1	0.77	6.9	11.10
55	0.2	1.06	10.3	10.25

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	5.40	5.28
26	1.80	8.18	7.84
55	1.90	11.10	10.25

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6.2	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6.1	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 6

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12084	12284	12478
Peso suelo húmedo (g)	4151	4349	4567
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.96	2.05	2.15
Densidad seca(g/cm³)	1.73	1.81	1.90
Contenido de humedad(%)	13.03	13.17	13.16

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes			26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	177.41	158.14	199.99	174.24	188.24	144.88	
Rec + suelo seco g	171.54	152.47	193.24	168.22	182.21	138.00	
Peso del recipiente g	126.47	108.98	142.21	122.31	136.24	85.89	
Peso del suelo seco g	45.07	43.49	51.03	45.91	45.97	52.11	
Peso del agua g	5.87	5.67	6.75	6.02	6.03	6.88	
Contenido de Humedad %	13.02	13.04	13.23	13.11	13.12	13.20	
Humedad promedio %	13.03			13.17		13.16	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.654	3.58	0.73	0.564	1.422	0.68	3.24	4.214	0.77

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.24	0.001932	0.12
0.05	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.54	0.001932	0.28
0.1	2.54	0.69	0.001932	0.36
0.125	3.18	0.79	0.001932	0.41
0.15	3.81	0.88	0.001932	0.46
0.175	4.45	0.95	0.001932	0.49
0.2	5.08	1	0.001932	0.52
0.3	7.62	1.19	0.001932	0.62
0.4	10.16	1.34	0.001932	0.69
0.5	12.7	1.49	0.001932	0.77

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.63	0.001932	0.33
0.075	1.91	0.85	0.001932	0.44
0.100	2.54	1.04	0.001932	0.54
0.125	3.18	1.17	0.001932	0.61
0.150	3.81	1.29	0.001932	0.67
0.175	4.45	1.38	0.001932	0.71
0.200	5.08	1.45	0.001932	0.75
0.300	7.62	1.67	0.001932	0.86
0.400	10.16	1.89	0.001932	0.98
0.500	12.70	2.12	0.001932	1.10

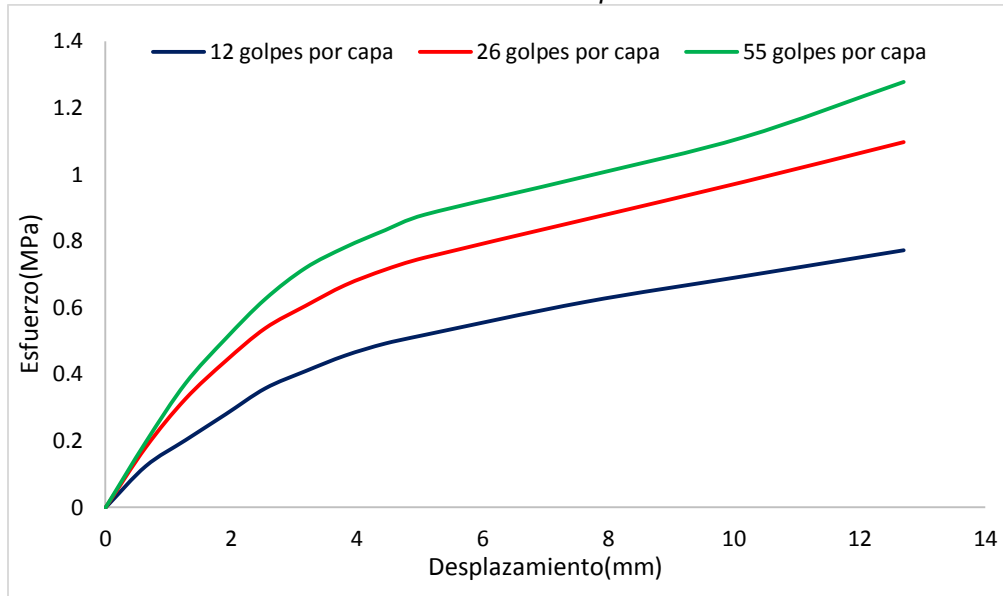
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.38	0.001932	0.197
0.05	1.27	0.72	0.001932	0.373
0.075	1.91	0.98	0.001932	0.507
0.1	2.54	1.21	0.001932	0.626
0.125	3.18	1.39	0.001932	0.719
0.15	3.81	1.51	0.001932	0.782
0.175	4.45	1.61	0.001932	0.833
0.2	5.08	1.70	0.001932	0.880
0.3	7.62	1.92	0.001932	0.994
0.4	10.16	2.15	0.001932	1.113
0.5	12.7	2.47	0.001932	1.278

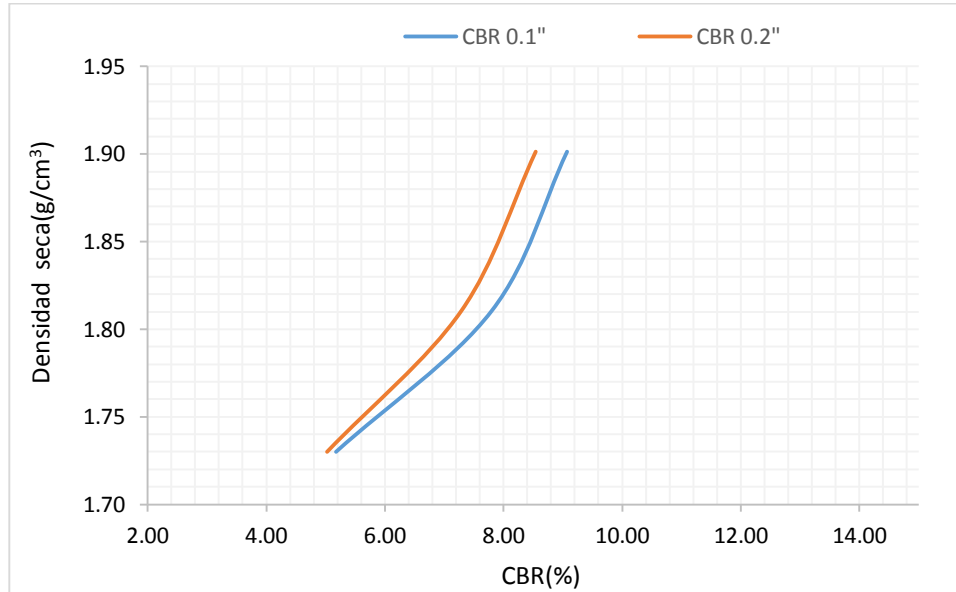
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.36	6.9	5.18
12	0.2	0.52	10.3	5.03
26	0.1	0.54	6.9	7.80
26	0.2	0.75	10.3	7.29
55	0.1	0.63	6.9	9.08
55	0.2	0.88	10.3	8.54

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.73	5.18	5.03
26	1.81	7.80	7.29
55	1.90	9.08	8.54

Grafico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	5.9	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 7

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12084	12284	12478
Peso suelo húmedo (g)	4151	4349	4567
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.96	2.05	2.15
Densidad seca(g/cm³)	1.73	1.81	1.90
Contenido de humedad(%)	13.15	13.31	13.19

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes			26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	188.47	198.44	208.74	177.21	198.67	209.14	
Rec + suelo seco g	182.44	192.47	202.37	171.28	192.98	203.45	
Peso del recipiente g	136.47	147.21	155.24	126.00	150.00	160.12	
Peso del suelo seco g	45.97	45.26	47.13	45.28	42.98	43.33	
Peso del agua g	6.03	5.97	6.37	5.93	5.69	5.69	
Contenido de Humedad %	13.12	13.19	13.52	13.10	13.24	13.13	
Humedad promedio %	13.15			13.31		13.19	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	1.247	2.144	0.71	2.574	3.421	0.67	2.341	3.214	0.69

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.05	1.27	0.37	0.001932	0.19
0.075	1.91	0.52	0.001932	0.27
0.1	2.54	0.67	0.001932	0.35
0.125	3.18	0.77	0.001932	0.40
0.15	3.81	0.86	0.001932	0.45
0.175	4.45	0.93	0.001932	0.48
0.2	5.08	0.98	0.001932	0.51
0.3	7.62	1.17	0.001932	0.61
0.4	10.16	1.32	0.001932	0.68
0.5	12.7	1.46	0.001932	0.76

Ensayo de CBR 26 golpes por capa

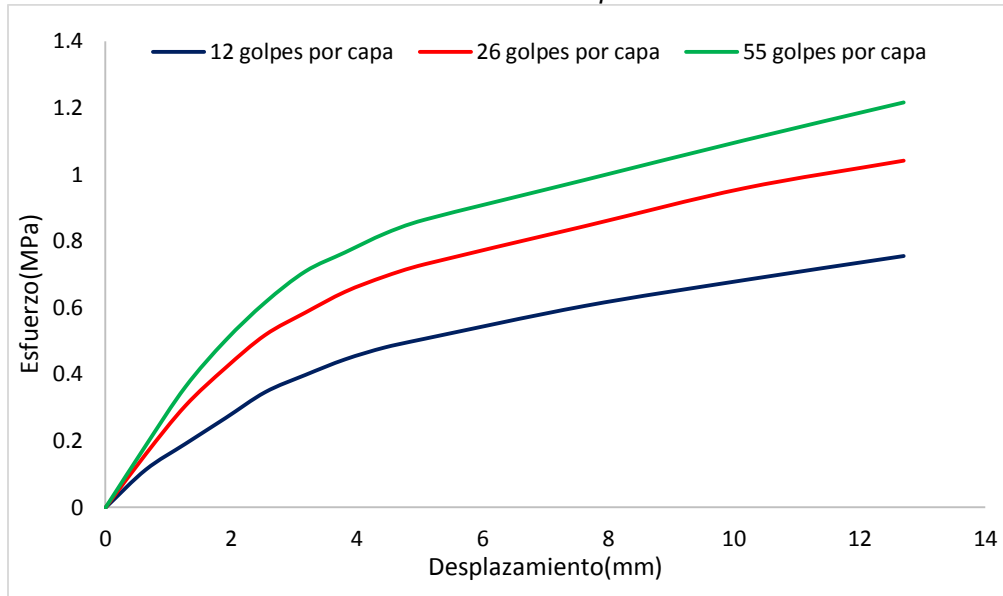
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.31	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.59	0.001932	0.31
0.075	1.91	0.81	0.001932	0.42
0.100	2.54	1	0.001932	0.52
0.125	3.18	1.13	0.001932	0.58
0.150	3.81	1.25	0.001932	0.65
0.175	4.45	1.34	0.001932	0.69
0.200	5.08	1.41	0.001932	0.73
0.300	7.62	1.63	0.001932	0.84
0.400	10.16	1.85	0.001932	0.96
0.500	12.70	2.01	0.001932	1.04

Ensayo de CBR 55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.36	0.001932	0.186
0.05	1.27	0.70	0.001932	0.362
0.075	1.91	0.97	0.001932	0.502
0.1	2.54	1.19	0.001932	0.616
0.125	3.18	1.37	0.001932	0.709
0.15	3.81	1.48	0.001932	0.766
0.175	4.45	1.59	0.001932	0.823
0.2	5.08	1.67	0.001932	0.864
0.3	7.62	1.90	0.001932	0.983
0.4	10.16	2.13	0.001932	1.102
0.5	12.7	2.35	0.001932	1.216

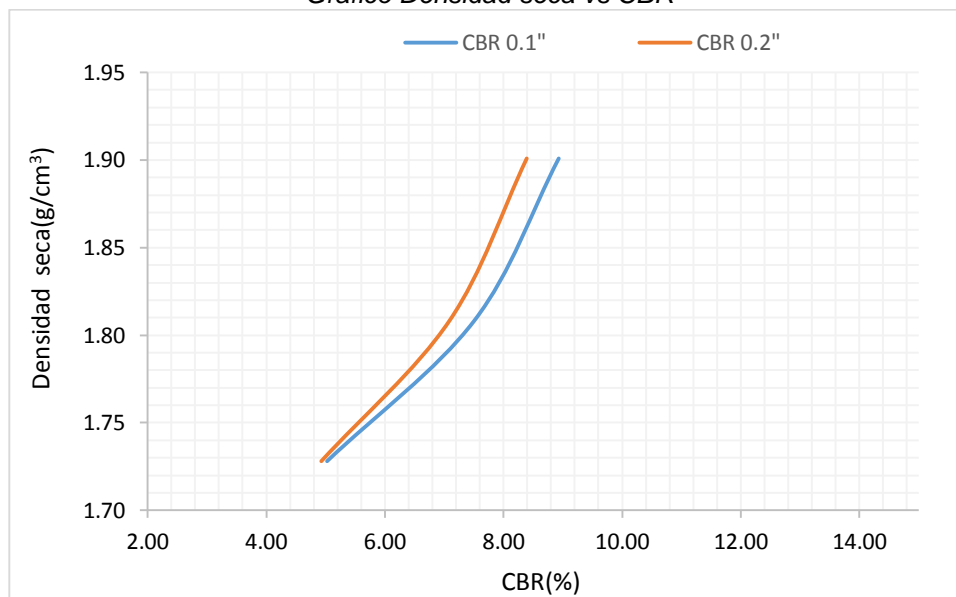
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.35	6.9	5.03
12	0.2	0.51	10.3	4.92
26	0.1	0.52	6.9	7.50
26	0.2	0.73	10.3	7.09
55	0.1	0.62	6.9	8.93
55	0.2	0.86	10.3	8.39

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.73	5.03	4.92
26	1.81	7.50	7.09
55	1.90	8.93	8.39

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6.1	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	6	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 8

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12048	12241	12441
Peso suelo húmedo (g)	4115	4306	4530
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.94	2.03	2.13
Densidad seca(g/cm³)	1.71	1.79	1.88
Contenido de humedad(%)	13.26	13.28	13.26

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	159.22	197.13	208.14	147.65	182.64	177.91
Rec + suelo seco g	153.24	191.29	202.47	141.24	176.24	172.00
Peso del recipiente g	108.24	147.12	159.24	93.59	127.69	127.69
Peso del suelo seco g	45.00	44.17	43.23	47.65	48.55	44.31
Peso del agua g	5.98	5.84	5.67	6.41	6.40	5.91
Contenido de Humedad %	13.29	13.22	13.12	13.45	13.18	13.34
Humedad promedio %	13.26		13.28		13.26	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.447	3.344	0.71	2.356	3.314	0.75	3.078	4.004	0.73

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.2	0.001932	0.10
0.05	1.27	0.35	0.001932	0.18
0.075	1.91	0.51	0.001932	0.26
0.1	2.54	0.64	0.001932	0.33
0.125	3.18	0.74	0.001932	0.38
0.15	3.81	0.8	0.001932	0.41
0.175	4.45	0.87	0.001932	0.45
0.2	5.08	0.92	0.001932	0.48
0.3	7.62	1.14	0.001932	0.59
0.4	10.16	1.27	0.001932	0.66
0.5	12.7	1.4	0.001932	0.72

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.3	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.69	0.001932	0.36
0.100	2.54	0.85	0.001932	0.44
0.125	3.18	0.97	0.001932	0.50
0.150	3.81	1.07	0.001932	0.55
0.175	4.45	1.16	0.001932	0.60
0.200	5.08	1.22	0.001932	0.63
0.300	7.62	1.42	0.001932	0.73
0.400	10.16	1.57	0.001932	0.81
0.500	12.70	1.68	0.001932	0.87

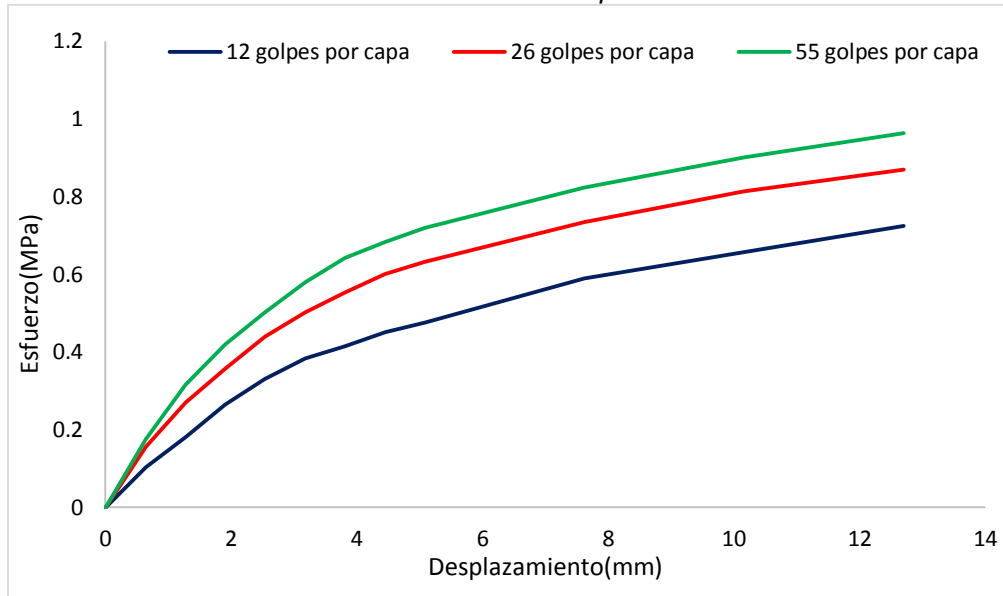
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.176
0.05	1.27	0.61	0.001932	0.316
0.075	1.91	0.81	0.001932	0.419
0.1	2.54	0.97	0.001932	0.502
0.125	3.18	1.12	0.001932	0.580
0.15	3.81	1.24	0.001932	0.642
0.175	4.45	1.32	0.001932	0.683
0.2	5.08	1.39	0.001932	0.719
0.3	7.62	1.59	0.001932	0.823
0.4	10.16	1.74	0.001932	0.901
0.5	12.7	1.86	0.001932	0.963

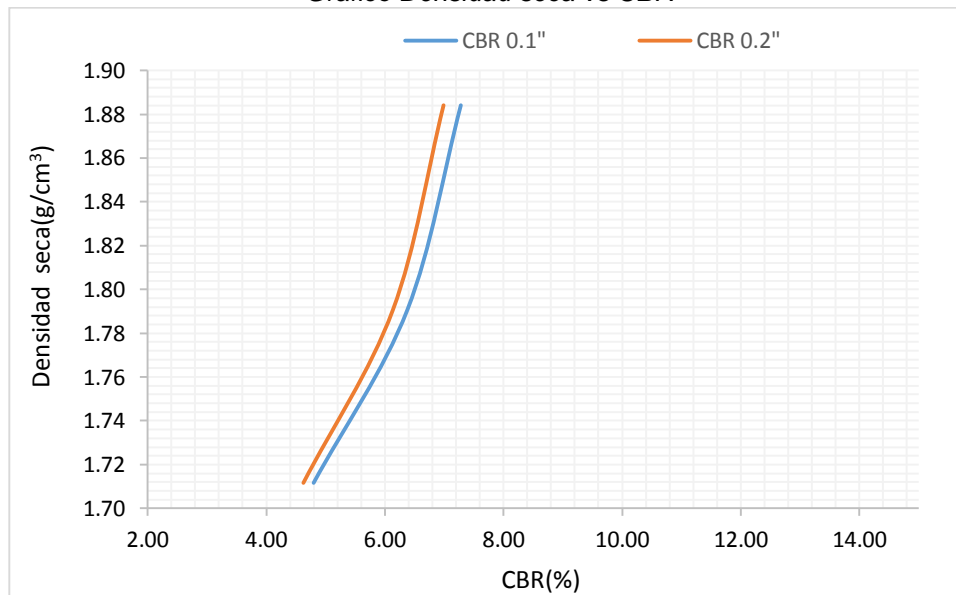
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.33	6.9	4.80
12	0.2	0.48	10.3	4.62
26	0.1	0.44	6.9	6.38
26	0.2	0.63	10.3	6.13
55	0.1	0.50	6.9	7.28
55	0.2	0.72	10.3	6.99

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.71	4.80	4.62
26	1.79	6.38	6.13
55	1.88	7.28	6.99

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	5.9	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	5.8	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 9

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11997	12265	12457
Peso suelo húmedo (g)	4064	4330	4546
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.91	2.04	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.69	1.80	1.89
Contenido de humedad(%)	13.44	13.12	13.24

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	187.45	199.46	187.44	186.24	178.44	129.45
Rec + suelo seco g	181.22	193.48	181.64	180.21	172.09	123.45
Peso del recipiente g	134.57	149.24	137.45	134.21	124.00	78.24
Peso del suelo seco g	46.65	44.24	44.19	46.00	48.09	45.21
Peso del agua g	6.23	5.98	5.80	6.03	6.35	6.00
Contenido de Humedad %	13.35	13.52	13.13	13.11	13.20	13.27
Humedad promedio %	13.44		13.12		13.24	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.345	3.211	0.68	0.952	1.84	0.70	2.333	3.218	0.70

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.25	0.001932	0.13
0.05	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.5	0.001932	0.26
0.1	2.54	0.6	0.001932	0.31
0.125	3.18	0.67	0.001932	0.35
0.15	3.81	0.74	0.001932	0.38
0.175	4.45	0.82	0.001932	0.42
0.2	5.08	0.88	0.001932	0.46
0.3	7.62	1.15	0.001932	0.60
0.4	10.16	1.32	0.001932	0.68
0.5	12.7	1.49	0.001932	0.77

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.58	0.001932	0.30
0.075	1.91	0.77	0.001932	0.40
0.100	2.54	0.91	0.001932	0.47
0.125	3.18	1.06	0.001932	0.55
0.150	3.81	1.15	0.001932	0.60
0.175	4.45	1.23	0.001932	0.64
0.200	5.08	1.3	0.001932	0.67
0.300	7.62	1.54	0.001932	0.80
0.400	10.16	1.74	0.001932	0.90
0.500	12.70	1.88	0.001932	0.97

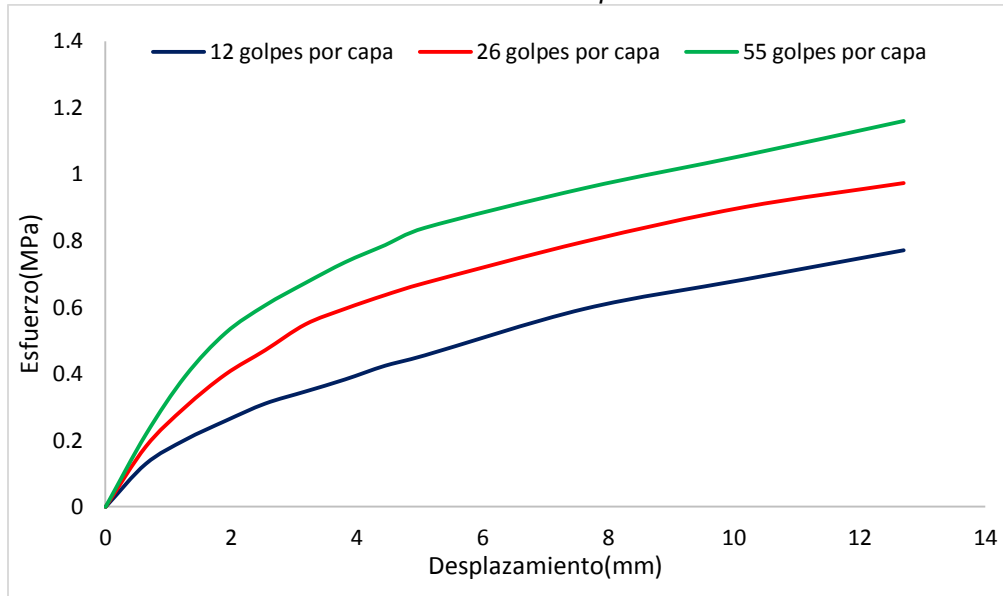
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.42	0.001932	0.217
0.05	1.27	0.76	0.001932	0.393
0.075	1.91	1.01	0.001932	0.523
0.1	2.54	1.17	0.001932	0.606
0.125	3.18	1.30	0.001932	0.673
0.15	3.81	1.42	0.001932	0.735
0.175	4.45	1.52	0.001932	0.787
0.2	5.08	1.62	0.001932	0.839
0.3	7.62	1.85	0.001932	0.958
0.4	10.16	2.04	0.001932	1.056
0.5	12.7	2.24	0.001932	1.159

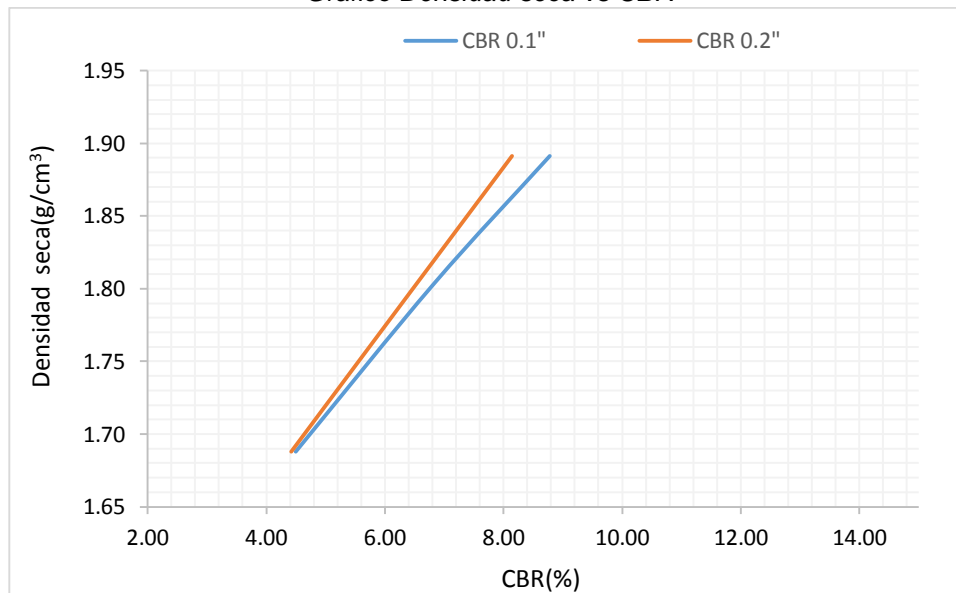
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.31	6.9	4.50
12	0.2	0.46	10.3	4.42
26	0.1	0.47	6.9	6.83
26	0.2	0.67	10.3	6.53
55	0.1	0.61	6.9	8.78
55	0.2	0.84	10.3	8.14

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	4.50	4.42
26	1.80	6.83	6.53
55	1.89	8.78	8.14

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	5.9	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	5.8	%

MUESTRA: 16% adición de emulsión asfáltica catiónica

CALICATA: 10

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	26	55
Peso del molde (g)	7933	7935	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12018	12281	12457
Peso suelo húmedo (g)	4085	4346	4546
Volumen (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.92	2.05	2.14
Densidad seca(g/cm³)	1.70	1.80	1.89
Contenido de humedad(%)	13.23	13.54	13.56

DATOS DE HUMEDAD DEL ENSAYO

Muestra #	12 golpes		26 golpes		55 golpes	
Rec + suelo húmedo g	145.71	124.95	147.58	185.47	185.64	129.45
Rec + suelo seco g	139.51	118.37	141.74	179.24	179.44	126.24
Peso del recipiente g	92.52	68.74	98.71	133.14	134.00	102.41
Peso del suelo seco g	46.99	49.63	43.03	46.10	45.44	23.83
Peso del agua g	6.20	6.58	5.84	6.23	6.20	3.21
Contenido de Humedad %	13.19	13.26	13.57	13.51	13.64	13.47
Humedad promedio %	13.23		13.54		13.56	

DATOS DE LA EXPANSION DE SUELOS

TIEMPO (h)	12 golpes			26 golpes			55 golpes		
	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)	Li (mm)	Lf (mm)	Expansion (%)
96	2.457	3.345	0.70	1.664	2.541	0.69	2.365	3.245	0.69

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.25	0.001932	0.13
0.05	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.51	0.001932	0.26
0.1	2.54	0.61	0.001932	0.32
0.125	3.18	0.67	0.001932	0.35
0.15	3.81	0.74	0.001932	0.38
0.175	4.45	0.82	0.001932	0.42
0.2	5.08	0.88	0.001932	0.46
0.3	7.62	1.15	0.001932	0.60
0.4	10.16	1.32	0.001932	0.68
0.5	12.7	1.49	0.001932	0.77

Ensayo de CBR

26 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.58	0.001932	0.30
0.075	1.91	0.76	0.001932	0.39
0.100	2.54	0.92	0.001932	0.48
0.125	3.18	1.05	0.001932	0.54
0.150	3.81	1.15	0.001932	0.60
0.175	4.45	1.21	0.001932	0.63
0.200	5.08	1.29	0.001932	0.67
0.300	7.62	1.54	0.001932	0.80
0.400	10.16	1.74	0.001932	0.90
0.500	12.70	1.88	0.001932	0.97

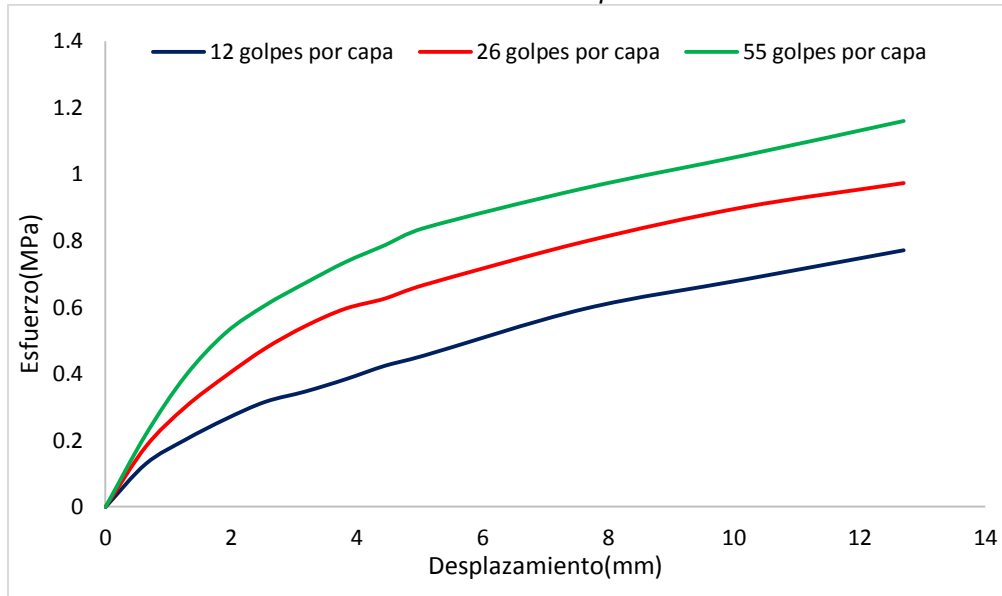
Ensayo de CBR

55 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.42	0.001932	0.217
0.05	1.27	0.76	0.001932	0.393
0.075	1.91	1.01	0.001932	0.523
0.1	2.54	1.17	0.001932	0.606
0.125	3.18	1.30	0.001932	0.673
0.15	3.81	1.42	0.001932	0.735
0.175	4.45	1.52	0.001932	0.787
0.2	5.08	1.62	0.001932	0.839
0.3	7.62	1.85	0.001932	0.958
0.4	10.16	2.04	0.001932	1.056
0.5	12.7	2.24	0.001932	1.159

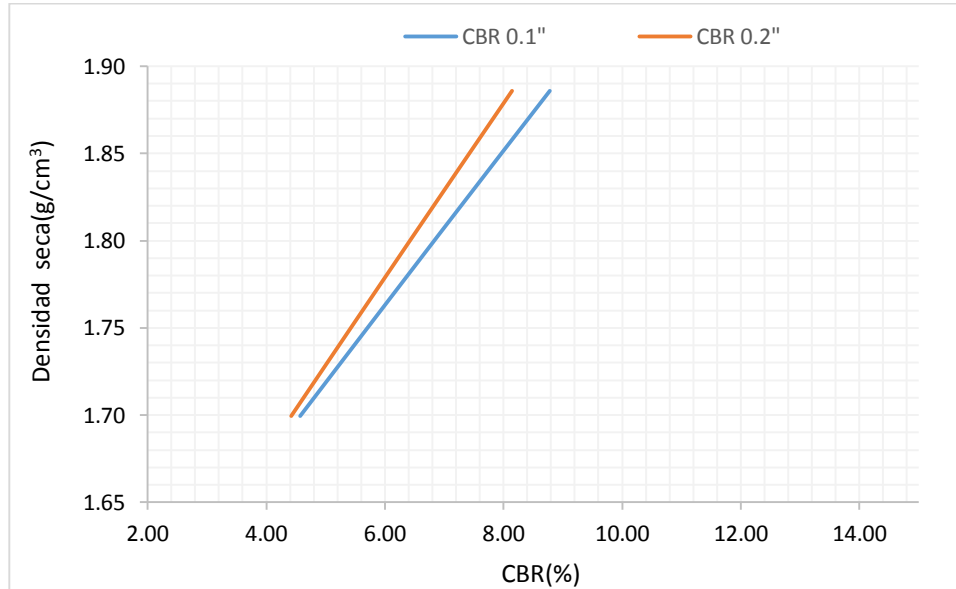
GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.32	6.9	4.58
12	0.2	0.46	10.3	4.42
26	0.1	0.48	6.9	6.90
26	0.2	0.67	10.3	6.48
55	0.1	0.61	6.9	8.78
55	0.2	0.84	10.3	8.14

Gráfico de esfuerzo vs desplazamiento



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	4.58	4.42
26	1.80	6.90	6.48
55	1.89	8.78	8.14

Gráfico Densidad seca vs CBR



Resultado final de ensayo:

M.D.S	1.870	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.777	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	5.8	%