



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL.

TESIS

CALIDADES GEOTÉCNICAS DEL BANCO DE MATERIALES
“LOS CHÁVEZ” EN EL MUNICIPIO DE TACÁMBARO,
MICHOACÁN.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

ANSELMO VILLANUEVA GUZMÁN

ASESOR DE TESIS:

M.I. ERNESTO ALBERTO NÚÑEZ GUZMÁN

COASESOR DE TESIS:

ING. JOSÉ ISRAEL BOCANEGRA TORRES

MORELIA MICHOACÁN, DICIEMBRE DE 2019

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRAC.....	3
4. INTRODUCCIÓN.....	5
5. OBJETIVO.....	6
6. ALCANCES.....	7
7. ANTECEDENTES GENERALES.....	8
8. ANTECEDENTES LOCALES.....	10
9. ZONA DE ESTUDIO.....	12
10. MARCO TEORICO.....	15
11. METODO LOGÍA.....	20
11.1 TOMA DE MUESTRA.....	20
11.2 GRANULOMETRÍA POR MALLAS EN FILTRO, GRAVA, SELLO Y ARENA.....	21
11.3. DENSIDAD Y ABSORCIÓN EN FILTRO, GRAVA Y SELLO.....	29
11.4. LÍMITES DE CONSISTENCIA EN GRAVA, SELLO Y ARENA.....	31
11.5. DENSIDAD Y ABSORCIÓN EN ARENA.....	34
11.6. EQUIVALENTE DE ARENA EN GRAVA, SELLO Y ARENA.....	38
11.7. COMPACTACIÓN PORTER ESTÁNDAR EN GRAVA Y SELLO.....	41
11.8. VRS (VALOR RELATIVO DE SOPORTE) EN GRAVA Y SELLO.....	44
11.9. PROCTOR MODIFICADA VARIANTE “D” Y “B” EN GRAVA, SELLO Y ARENA.....	47
11.10. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) EN GRAVA, SELLO Y ARENA.....	51
11.11. DESGASTE DE LOS ÁNGELES.....	56
11.12. PARTÍCULAS ALARGADAS Y LAJEADAS.....	59
12. RESULTADOS.....	61
12.1. GRANULOMETRIA POR MALLAS.....	61
12.1.1. FILTRO.....	61
12.1.2. GRAVA.....	73
12.1.3. SELLO.....	85
12.1.4 ARENA.....	97
12.2. DENSIDAD Y ABSORCIÓN.....	109
12.2.1. FILTRO.....	109
12.2.2. GRAVA.....	112
12.2.3. SELLO.....	115

12.2.4. ARENA.....	118
12.3. LIMITES DE CONSISTENCIA.....	119
12.3.1 GRAVA.....	119
12.3.2. SELLO.....	120
12.3.3. ARENA.....	121
12.4. EQUIVALENTE DE ARENA.....	122
12.4.1. GRAVA.....	122
12.4.2. SELLO.....	122
12.4.3. ARENA.....	123
12.5. COMPACTACIÓN PORTER ESTANDAR.....	124
12.5.1. GRAVA.....	124
12.5.2. SELLO.....	126
12.6. VRS (VALOR RELATIVO DE SOPORTE).....	127
12.6.1. GRAVA.....	127
12.6.2. SELLO.....	129
12.7. PROCTOR MODIFICADA VARIANTE “D” Y “B”.....	130
12.7.1. GRAVA.....	130
12.7.2. SELLO.....	132
12.7.3. ARENA.....	134
12.8. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).....	136
12.8.1. GRAVA.....	136
12.8.2. SELLO.....	138
12.8.3. ARENA.....	140
12.9. DESGASTE DE LOS ÁNGELES.....	142
12.10 PARTÍCULAS ALARGADAS Y LAJEADAS.....	142
13. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	143
13.1. GRANULOMETRÍA POR MALLAS.....	143
13.1.1. COMBINACIÓN.....	143
13.2. DENSIDAD Y ABSORCIÓN.....	155
13.2.1. COMBINACIÓN.....	155
13.3. LÍMITES DE CONSISTENCIA.....	158
13.3.1. COMBINACIÓN.....	158
13.4. EQUIVALENTE DE ARENA.....	159
13.4.1. COMBINACIÓN.....	159

13.5 COMPACTACIÓN PORTER ESTÁNDAR.....	160
13.5.1. COMBINACIÓN.....	160
13.6. VRS (VALOR RELATIVO DE SOPORTE)	161
13.6.1. COMBINACIÓN.....	161
13.7. PROCTOR MODIFICADA VARIANTE “D”.....	162
13.7.1. COMBINACIÓN.....	162
13.8. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).....	164
13.8.1. COMBINACIÓN.....	164
13.9. RESUMEN DE RESULTADOS.....	166
14. CONCLUSIONES.....	171
BIBLIOGRAFÍA	174

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Municipio de Tacámbaro, Villanueva, 2019.....	12
Figura 2. Ubicación del banco los Chávez, Villanueva, 2019.....	13
Figura 3. Banco los Chávez, Villanueva, 2019.	13
Figura 4. Agregados pétreos, Villanueva, 2019	14
Figura 5. Sello del banco de materiales, Villanueva, 2019	14
Figura 6. Toma de muestras, Villanueva, 2019	20
Figura 7. Muestra de la grava, Villanueva, 2019.....	20
Figura 8. Cuarteo del material, Villanueva, 2019.....	21
Figura 9. Vertido de material, Villanueva, 2019	22
Figura 10. Varillado de material, Villanueva. 2019	22
Figura 11. Dejando caer la muestra, Villanueva, 2019	23
Figura 12. Lavado, Villanueva, 2019	23
Figura 13. Cribado de material fino, Villanueva. 2019	24
Figura 14. Filtro granulometría gruesa, Villanueva, 2019	24
Figura 15. Filtro granulometría fina, Villanueva, 2019.....	25
Figura 16. Grava granulometría gruesa, Villanueva, 2019.....	25
Figura 17. Grava granulometría fina, Villanueva, 2019.....	26
Figura 18. Sello granulometría gruesa, Villanueva, 2019	26
Figura 19. Sello granulometría fina, Villanueva, 2019	27
Figura 20. Arena granulometría gruesa, Villanueva, 2019.....	27
Figura 21. Arena granulometría fina, Villanueva, 2019.....	28
Figura 22. Secado superficialmente, Villanueva, 2019	29
Figura 23. Densidad de la muestra, Villanueva, 2019.....	29
Figura 24. Absorción en sello, Villanueva, 2019	30
Figura 25. Absorción en grava, Villanueva, 2019.....	30
Figura 26. Colocación de la muestra, Villanueva, 2019.....	31
Figura 27. Límite líquido y contracción lineal, Villanueva, 2019.....	31
Figura 28. Muestra ranurada, Villanueva, 2019	32
Figura 29. Límites de consistencia de la grava, Villanueva, 2019.	32
Figura 30. Contracción lineal del sello, Villanueva, 2019.	33
Figura 31. Muestra ranurada de la arena, Villanueva, 2019.....	33
Figura 32. Secado superficialmente, Villanueva, 2019	34
Figura 33. Molde tronco cónico, Villanueva, 2019.....	35
Figura 34. Desplome del cono, Villanueva, 2019.	35
Figura 35. Muestra de arena, Villanueva, 2019.....	36
Figura 36. Matraz Erlenmeyer, Villanueva, 2019	36
Figura 37. Peso húmedo para absorción, Villanueva, 2019.	37
Figura 38. Peso seco para absorción, Villanueva, 2019	37
Figura 39. Cuarteo de la muestra, Villanueva, 2019	38
Figura 40. Vaciado de la muestra, Villanueva, 2019.....	39
Figura 41. Agitador, Villanueva, 2019	39
Figura 42. Muestras de equivalente de arena, Villanueva, 2019.....	40
Figura 43. Pisón dentro de la muestra, Villanueva, 2019.....	40
Figura 44. Muestra para homogenizar, Villanueva, 2019	41

Figura 45. Humedad óptima en grava, Villanueva, 2019.....	41
Figura 46. Prensa Porter, Villanueva, 2019.....	42
Figura 47. Humedad óptima en sello, Villanueva, 2019.....	42
Figura 48. Humedad de la muestra, Villanueva, 2019.....	43
Figura 49. Saturación de la muestra, Villanueva, 2019.....	44
Figura 50. Prensa para VRS, Villanueva, 2019.....	45
Figura 51. VRS de la grava, Villanueva, 2019.....	45
Figura 52. VRS del sello, Villanueva, 2019.....	46
Figura 53. Patrón de compactación, NMX-C-476-ONNCCE, 2013.....	47
Figura 54. Preparación de la muestra, Villanueva, 2019.....	47
Figura 55. Muestra homogenizada, Villanueva, 2019.....	48
Figura 56. Compactación PROCTOR, Villanueva, 2019.....	48
Figura 57. PROCTOR en grava, Villanueva, 2019.....	49
Figura 58. PROCTOR en sello, Villanueva, 2019.....	49
Figura 59. PROCTOR en arena, Villanueva, 2019.....	50
Figura 60. Humedad, Villanueva, 2019.....	50
Figura 61. Muestra homogenizada, Villanueva, 2019.....	51
Figura 62. Compactación CBR, Villanueva, 2019.....	52
Figura 63. Relleno de oquedades, Villanueva, 2019.....	52
Figura 64. Voltar la muestra, Villanueva, 2019.....	53
Figura 65. Toma de lectura, Villanueva, 2019.....	53
Figura 66. Prensa para CBR, Villanueva, 2019.....	54
Figura 67. CBR en grava, Villanueva, 2019.....	54
Figura 68. CBR en sello, Villanueva, 2019.....	55
Figura 69. CBR en arena, Villanueva, 2019.....	55
Figura 70. Máquina de desgaste de los ángeles, Villanueva, 2019.....	56
Figura 71. Carga abrasiva mas muestra, Villanueva, 2019.....	56
Figura 72. Retiro de material del interior de la máquina, Villanueva, 2019.....	57
Figura 73. Lavado de la muestra, Villanueva, 2019.....	57
Figura 74. Peso y registro de la muestra, Villanueva, 2019.....	58
Figura 75. Calibrador de longitudes, Villanueva, 2019.....	59
Figura 76. Calibrador de espesores, Villanueva, 2019.....	60
Figura 77. Granulometría por mallas, filtro suelto 1, Villanueva, 2019.....	62
Figura 78. Granulometría por mallas, filtro suelto 2, Villanueva, 2019.....	64
Figura 79. Granulometría por mallas, filtro varillado 2 Villanueva, 2019.....	66
Figura 80. Granulometría por mallas, filtro varillado 2 Villanueva, 2019.....	68
Figura 81. Granulometría por mallas, filtro compactado 1 Villanueva, 2019.....	70
Figura 82. Granulometría por mallas, filtro compactado 2 Villanueva, 2019.....	72
Figura 83. Granulometría por mallas, grava suelto 1, Villanueva, 2019.....	74
Figura 84. Granulometría por mallas, grava suelto 2, Villanueva, 2019.....	76
Figura 85. Granulometría por mallas, grava varillado 1, Villanueva, 2019.....	78
Figura 86. Granulometría por mallas, grava varillado 2, Villanueva, 2019.....	80
Figura 87. Granulometría por mallas, grava compactado 1. Villanueva, 2019.....	82
Figura 88. Granulometría por mallas, grava compactado 2. Villanueva, 2019.....	84
Figura 89. Granulometría por mallas, sello suelto 1. Villanueva, 2019.....	86
Figura 90. Granulometría por mallas, sello suelto 2. Villanueva, 2019.....	88
Figura 91. Granulometría por mallas, sello varillado 1. Villanueva, 2019.....	90

Figura 92. Granulometría por mallas, sello varillado 2, Villanueva, 2019.	92
Figura 93. Granulometría por mallas, sello compactado 1, Villanueva, 2019.	94
Figura 94. Granulometría por mallas, sello compactado 2, Villanueva, 2019.	96
Figura 95. Granulometría por mallas, arena suelto 1, Villanueva, 2019.	98
Figura 96. Granulometría por mallas, arena suelto 2, Villanueva, 2019.	100
Figura 97. Granulometría por mallas, arena varillado 1, Villanueva, 2019.	102
Figura 98. Granulometría por mallas, arena varillado 2, Villanueva, 2019.	104
Figura 99. Granulometría por mallas, arena compactado 1, Villanueva, 2019.	106
Figura 100. Granulometría por mallas, arena compactado 2, Villanueva, 2019.	108
Figura 101. VRS en grava 1, Villanueva, 2019.	127
Figura 102. VRS en grava 2, Villanueva, 2019.	128
Figura 103. VRS en sello, Villanueva, 2019.	129
Figura 104. PROCTOR modificada D en grava, Villanueva, 2019.	131
Figura 105. PROCTOR modificada D en sello, Villanueva, 2019.	133
Figura 106. PROCTOR modificada B en arena, Villanueva, 2019.	135
Figura 107. CBR en grava, Villanueva, 2019.	137
Figura 108. CBR en sello, Villanueva, 2019.	139
Figura 109. CBR en arena, Villanueva, 2019.	141
Figura 110. Granulometría por mallas, combinación suelto 1, Villanueva, 2019.	144
Figura 111. Granulometría por mallas, combinación suelto 2, Villanueva, 2019.	146
Figura 112. Granulometría por mallas, combinación varillado 1, Villanueva, 2019.	148
Figura 113. Granulometría por mallas, combinación varillado 2, Villanueva, 2019.	150
Figura 114. Granulometría por mallas, combinación compactado 1, Villanueva, 2019. ...	152
Figura 115. Granulometría por mallas, combinación compactado 2, Villanueva, 2019. ...	154
Figura 116. VRS en combinación, Villanueva, 2019.	161
Figura 117. Compactación PROCTOR en combinación, Villanueva, 2019.	163
Figura 118. CBR en combinación, Villanueva, 2019.	165

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción minero total por producción, Anuario, 2011	9
Tabla 2. Granulometría por mallas, filtro suelto 1, Villanueva, 2019	61
Tabla 3. Granulometría por mallas, filtro suelto 2 Villanueva, 2019	63
Tabla 4. Granulometría por mallas, filtro varillado 1 Villanueva, 2019	65
Tabla 5. Granulometría por mallas, filtro varillado 2 Villanueva, 2019.	67
Tabla 6. Granulometría por mallas, filtro compactado 1 Villanueva, 2019.	69
Tabla 7. Granulometría por mallas, filtro compactado 2 Villanueva, 2019	71
Tabla 8. Granulometría por mallas, grava suelto 1, Villanueva, 2019.	73
Tabla 9. Granulometría por mallas, grava suelto 2, Villanueva, 2019.	75
Tabla 10. Granulometría por mallas, grava varillado 1, Villanueva, 2019.	77
Tabla 11. Granulometría por mallas, grava varillado 2, Villanueva, 2019.	79
Tabla 12. Granulometría por mallas, grava compactado 1. Villanueva, 2019.	81
Tabla 13. Granulometría por mallas, grava compactado 2. Villanueva, 2019	83
Tabla 14. Granulometría por mallas, sello suelto 1. Villanueva, 2019.	85
Tabla 15. Granulometría por mallas, sello suelto 2. Villanueva, 2019.	87
Tabla 16. Granulometría por mallas, sello varillado 1. Villanueva, 2019.	89
Tabla 17. Granulometría por mallas, sello varillado 2. Villanueva, 2019.	91
Tabla 18. Granulometría por mallas, sello compactado 1, Villanueva, 2019.	93
Tabla 19. Granulometría por mallas, sello compactado 2, Villanueva, 2019.	95
Tabla 20. Granulometría por mallas, arena suelto 1, Villanueva, 2019.	97
Tabla 21. Granulometría por mallas, arena suelto 2, Villanueva, 2019.	99
Tabla 22. Granulometría por mallas, arena varillado 1, Villanueva, 2019.	101
Tabla 23. Granulometría por mallas, arena varillado 2, Villanueva, 2019.	103
Tabla 24. Granulometría por mallas, arena compactado 1, Villanueva, 2019.	105
Tabla 25. Granulometría por mallas, arena compactado 2, Villanueva, 2019.	107
Tabla 26. Densidad y Absorción, filtro suelto 1, Villanueva, 2019.	109
Tabla 27. Densidad y Absorción, filtro suelto 2, Villanueva, 2019.	109
Tabla 28. Densidad y Absorción, filtro varillado 1, Villanueva, 2019.	110
Tabla 29. Densidad y Absorción, filtro varillado 2, Villanueva, 2019.	110
Tabla 30. Densidad y Absorción, filtro compactado 1, Villanueva, 2019.	111
Tabla 31. Densidad y Absorción, filtro compactado 2, Villanueva, 2019.	111
Tabla 32. Densidad y Absorción, grava suelto 1, Villanueva, 2019.	112
Tabla 33. Densidad y Absorción, grava suelto 2, Villanueva, 2019.	112
Tabla 34. Densidad y Absorción, grava varillado 1, Villanueva, 2019.	113
Tabla 35. Densidad y Absorción, grava varillado 2, Villanueva, 2019.	113
Tabla 36. Densidad y Absorción, grava compactado 1, Villanueva, 2019.	114
Tabla 37. Densidad y Absorción, grava compactado 2, Villanueva, 2019.	114
Tabla 38. Densidad y Absorción, sello suelto 1, Villanueva, 2019.	115
Tabla 39. Densidad y Absorción, sello suelto 2, Villanueva, 2019.	115
Tabla 40. Densidad y Absorción, sello varillado 1, Villanueva, 2019.	116
Tabla 41. Densidad y Absorción, sello varillado 2, Villanueva, 2019.	116
Tabla 42. Densidad y Absorción, sello compactado 1, Villanueva, 2019.	117
Tabla 43. Densidad y Absorción, sello compactado 2, Villanueva, 2019.	117
Tabla 44. Densidad y Absorción, arena, Villanueva, 2019.	118
Tabla 45. Límites plasticidad y humedad actual, grava, Villanueva, 2019.	119

Tabla 46. Límites plasticidad y humedad actual, sello, Villanueva, 2019.	120
Tabla 47. Límites plasticidad y humedad actual, arena, Villanueva, 2019.	121
Tabla 48. Equivalente de arena, en grava, Villanueva, 2019.	122
Tabla 49. Equivalente de arena, en sello, Villanueva, 2019.	122
Tabla 50. Equivalente de arena, en arena, Villanueva, 2019.	123
Tabla 51. Compactación PORTER estándar, grava 1, Villanueva, 2019.	124
Tabla 52. Compactación PORTER estándar, grava 2, Villanueva, 2019.	125
Tabla 53. Compactación PORTER estándar, sello, Villanueva, 2019.	126
Tabla 54. VRS en grava 1, Villanueva, 2019.	127
Tabla 55. VRS en grava 2, Villanueva, 2019.	128
Tabla 56. VRS en sello, Villanueva, 2019.	129
Tabla 57. PROCTOR modificada D en grava, Villanueva, 2019.	130
Tabla 58. PROCTOR modificada D en sello, Villanueva, 2019.	132
Tabla 59. PROCTOR modificada B en arena, Villanueva, 2019.	134
Tabla 60. CBR en grava, Villanueva, 2019.	136
Tabla 61. CBR en sello, Villanueva, 2019.	138
Tabla 62. CBR en arena, Villanueva, 2019.	140
Tabla 63. Desgaste de los Ángeles, Villanueva, 2019.	142
Tabla 64. Partículas alargadas y lajeadas, Villanueva, 2019.	142
Tabla 65. Granulometría por mallas, combinación suelto 1, Villanueva, 2019.	143
Tabla 66. Granulometría por mallas, combinación suelto 2, Villanueva, 2019.	145
Tabla 67. Granulometría por mallas, combinación varillado 1, Villanueva, 2019.	147
Tabla 68. Granulometría por mallas, combinación varillado 2, Villanueva, 2019.	149
Tabla 69. Granulometría por mallas, combinación compactado 1, Villanueva, 2019.	151
Tabla 70. Granulometría por mallas, combinación compactado 2, Villanueva, 2019.	153
Tabla 71. Densidad y Absorción, combinación suelto 1, Villanueva, 2019.	155
Tabla 72. Densidad y Absorción, combinación suelto 2, Villanueva, 2019.	155
Tabla 73. Densidad y Absorción, combinación varillado 1, Villanueva, 2019.	156
Tabla 74. Densidad y Absorción, combinación varillado 2, Villanueva, 2019.	156
Tabla 75. Densidad y Absorción, combinación compactado 1, Villanueva, 2019.	157
Tabla 76. Densidad y Absorción, combinación compactado 2, Villanueva, 2019.	157
Tabla 77. Límites de consistencia de la combinación, Villanueva, 2019.	158
Tabla 78. Equivalente de arena en la combinación, Villanueva, 2019.	159
Tabla 79. Compactación PORTER estándar, en combinación, Villanueva, 2019.	160
Tabla 80. VRS en combinación, Villanueva, 2019.	161
Tabla 81. Compactación PROCTOR en combinación, Villanueva, 2019.	162
Tabla 82. CBR en combinación, Villanueva, 2019.	164
Tabla 83. Resultados del filtro, Villanueva, 2019.	166
Tabla 84. Resultados del grava, Villanueva, 2019.	167
Tabla 85. Resultados del sello, Villanueva, 2019.	168
Tabla 86. Resultados del arena, Villanueva, 2019.	169
Tabla 87. Resultados de la combinación, Villanueva, 2019.	170

DEDICATORIAS.

El resultado de estar aquí es el producto del esfuerzo y regalo de las personas a las que más quiero, por el apoyo que me brindaron durante la realización de mi carrera como universitario. Este pequeño agradecimiento.

A mis padres María Guzmán Guzmán y Anselmo Villanueva Calderón, por todo el apoyo que me brindaron durante esta etapa de mi vida, y por enseñarme a nunca darme por vencido.

A mis hermanos Roberto, Javier, Margarita, Martha, Juana, Sandra, Angeles, Miriam y Teresa por siempre motivarme a salir adelante.

A mis profesores por transmitirnos sus conocimientos, enseñarme el valor del compañerismo con respeto.

A mi asesor M.I. Ernesto Alberto Núñez Guzmán y **a mi coasesor** Ing. José Israel Bocanegra Torres, por su apoyo y paciencia para realizar esta investigación.

A todas aquellas personas que incondicionalmente me brindaron su apoyo.

Gracias.

1. RESUMEN.

La presente investigación denominada “Calidades Geotécnicas del banco de materiales los Chávez” del municipio de Tacámbaro, Michoacán, se ha realizado, a través del análisis de los agregados pétreos, en este caso el filtro, grava, sello y arena, los cuales son explotados en dicho municipio y con lo que se abastece las construcciones de obras civiles de dicha región; esta investigación se realizó de acuerdo con Manual de Métodos de Muestreo y Prueba de Materiales (M-MMP-4-04-001/02), se tomaron muestras con el consentimiento de sus propietarios y fueron llevadas al laboratorio para su análisis y conocer su calidad geotécnica.

Las muestras se analizaron siguiendo lo estipulado por las normas mexicanas y manuales de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte), entre las que se encuentran las siguientes: Norma de Granulometría por malla (NMX-C-496-ONNCCE-2014), Norma Densidad y absorción (NMX-C-164-ONNCCE-2002), Norma Valor Relativo de Soporte (NMX-C-416-ONNCCE-2003), Norma PROCTOR (NMX-C-476-ONNCCE-2013), Norma de Densidad y Absorción (ASTM-C-128-01), y algunos manuales como: Manual de Desgaste de los ángeles (M-MMP-4-006/02), Manual Partículas alargadas y lajeadas (M-MMP-4-04-005/02) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

También se realizó combinación de grava y arena, con lo que se obtuvo una adecuada granulometría para emplearse como base hidráulica, y acorde al SUCS su clasificación es una Grava limosa (GM) con una densidad de 2.038 gr/cm³, absorción de 7.971%, equivalente de arena del 64.089%, Valor Relativo de Soporte (VRS) del 68.176 % mientras que el California Bearing Ratio (CBR) tuvo un resultado de 101.744 %.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

Para conocer la resistencia a la trituración, al banco se realiza la prueba de Desgaste Los Ángeles, dando como resultado que su desgaste es de 24.9 %, en tanto que en la prueba de partículas alargadas se obtuvo un 29.108 % y en la de partículas lajeadas un 45.377 %.

Palabras clave: Banco de materiales, Control de calidad, Materiales pétreos, Agregados gruesos y Agregados finos.

2. ABSTRAC.

The present investigation called “Geotechnical Qualities at Chávez materials bank” of the municipality of Tacámbaro, Michoacán, has been performed, through the analysis of the stone aggregates, in this case, the filter, gravel, seal, and sand, which are exploited in it, and are supplied civil works constructions at this region; was carried out This research in accordance with the Manual of Sampling Methods and Materials Testing (M-MMP-4-04-001 / 02), the samples have been taken with the consent of their owners, and carried for analysis to the laboratory, in order to know its geotechnical quality.

Were analyzed the samples by the stipulations of the Mexican norms and manuals of the SCT (Ministry of Communications and Transportation), among the following: Mesh Granulometry Standard (NMX-C-496-ONNCCE-2014), Standard Density and absorption (NMX-C-164-ONNCCE-2002), Relative Support Value Standard (NMX-C-416-ONNCCE-2003), PROCTOR Standard (NMX-C-476-ONNCCE-2013), Density Standard and Absorption (ASTM-C-128-01), and some manuals such as: Angels Wear Manual (M-MMP-4-006 / 02), Elongated and Lajeated Particles Manual (M-MMP-4-04-005 / 02) and the Unified Soil Classification System (SUCS).

was carried out a combination of gravel and sand, with adequate granulometry was obtained a hydraulic base to be used, according to SUCS classification is a silty gravel (GM), 2.038 gr/cm³ density, 7.971 % absorption percentage, 64.089 % of equivalent sand, 68.176 % Relative Support Value (RSV) while 101.744% in the California Bearing Ratio (CBR).

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

To know the crushing resistance, the Los Angeles Wear test was performed to the bank, resulting in being 24.9 % in its wear, while 29.108 % in the elongated particle test was obtained and at the particle test layered 45.377 %.

Keywords: Bank of materials, Quality control, Stone materials, Coarse aggregates, and Fine aggregates.

4. INTRODUCCIÓN.

La investigación está basada en la calidad geotécnica del banco de materiales “Los Chávez”, del municipio de Tacámbaro, Michoacán, misma que se realizó en virtud de que en nuestro país, no hay información acerca de estudios de calidad de los bancos de materiales pétreos, por consiguiente esta investigación contribuye a que haya información acerca del banco antes mencionado, la cual servirá de bastante ayuda a las personas de la region de Tacámbaro, Michoacán, así como a nivel nacional.

Este banco de materiales es de origen volcánico, y los materiales que se extrajeron del lugar son: filtro, grava, sello y arena para definir la calidad de cada uno de ellos, realizándoseles las siguientes pruebas: granulometría, densidad, absorción, límites de plasticidad, equivalentes de arena, Valor Relativo de Soporte (VRS), American Association of State Highway and Transportation Officials (ASTHO), California Bearing Ratio (CBR), entre otras. De igual forma en la investigación se propone una combinación de agregados para mejorarlos y así cumplir con una buena granulometría para poder emplearse como base hidráulica. También se realizaron pruebas para conocer si los agregados son aptos para mezclas asfálticas como fueron desgaste de los Ángeles, partículas alargadas y partículas lajeadas.

5. OBJETIVO

El objetivo de esta investigación es conocer el calidad geotécnica de los agregados que maneja el banco de materiales “los Chávez”, de Tacámbaro, Michoacán, a través de una serie de pruebas en donde se analizaron los distintos materiales que ofrece y para determinar si son de buena o mala calidad para la construcción, acorde con la clasificación de los agregados mediante la norma de Granulometría por mallas (NMX-C-496-ONNCCE-2014), y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

También optamos por conocer la densidad para para percatarnos cuál era el volumen de las partículas en peso por unidad de volumen excluyendo los vacíos que se forman entre las partículas y la absorción para determinar la capacidad que tiene la partícula de absorber el agua. Otro objetivo fue el equivalente de arena para observar las proporciones volumétricas relativas de las partículas gruesas con respecto de los finos plásticos mediante la amplificación del volumen de los materiales finos plásticos.

Con el Valor Relativo de Soporte (VRS) se pretende conocer si el material ya combinado es apto para colocarlo en una base hidráulica y con el California Bearing Ratio (CBR) conocer la capacidad portante del material, la carga que este es capaz de soportar sin que sufra deformaciones. Siendo de gran importancia en virtud de que dicho material es utilizado en gran parte para la construcción de las viviendas del municipio.

6. ALCANCES.

Esta investigación se realizó para conocer la calidad geotecnia que tienen los agregados del “Banco de Materiales los Chávez” del municipio de Tacámbaro, Michoacán, así como conocer las posibles aplicaciones de estos, ya sean solos o creando la combinación de dos de ellos con un 50% de grava y 50% de arena, para la emplearse en una base hidráulica. Debido a que hoy en día la mayor parte de las construcciones civiles que se realizan en dicho municipio son utilizados los agregados del banco de materiales los Chávez, sin que los constructores conozcan de manera detallada la calidad y propiedades de los mismos razón por la cual se realizó el estudio.

La calidad de los agregados pétreos es un factor determinante de la seguridad de una estructura, ya sea para el cuerpo de una vialidad o bien para la elaboración de un concreto, se pretende conocer la calidad para así aprovechar al máximo sus características y que se cumplan con las normas técnicas establecidas.

Al término de esta investigación será de mucha utilidad para los constructores, así como para los propietarios del banco ya que con esta conocerán la calidad, propiedades y fiabilidad de los agregados empleados para construcciones civiles de su banco, mismos que son empleados dentro de municipio.

7. ANTECEDENTES GENERALES

México no cuenta con bastantes antecedentes respecto de sus bancos de materiales acerca de extracción, clasificación y comercialización de los mismos; en virtud de ello la Secretaria de Comunicaciones y Transporte, realizo un inventario de bancos de materiales del Estado, en donde proporciona información básica sobre localización y aprovechamiento de bancos de materiales pétreos para la construcción, el tipo de material su tratamiento, los volúmenes, usos probables entre otros. (SCT S. d., 2017)

En los años de 1930 la detección de los bancos de materiales dependió de métodos exploratorios comunes desde la simple observación sobre el terreno hasta el empleo de pozos a cielo abierto, posteadoras, barrenos, y aun máquinas perforadoras para su exploración. En épocas más recientes los estudios, los estudios geofísicos, de gran potencialidad en estas cuestiones, han venido a sumarse a la técnica disponible ahorrando mucho tiempo y esfuerzo humano y mucha explotación. (Hermillo del Castillo, 2005)

Durante la época de la colonia y hasta nuestros días, hay información de diferentes centros de extracción de agregados pétreos, sin que se tenga un registro o reporte confiable de los volúmenes o tonelajes producidos, principalmente porque su consumo es local e inmediato además de que los productores no están obligados a presentar información al respecto, por lo que es difícil hacer un seguimiento histórico de sus volúmenes de producción a nivel general, los datos proporcionados para la elaboración del anuario estadístico de la minería ha generado un crecimiento en los volúmenes de producción reportados oficialmente, contando con la tabla 1 (minería, 2011)

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

Tabla 1. Producción minero total por producción, Anuario, 2011

Productos	2007	2008	2009	2010	2011
Total:	115,200,469,022.64	116,872,791,391.02	133,860,431,499.40	187,511,873,971.19	259,848,491,897.03
Metálicos:	74,323,000,295.94	73,239,030,626.62	88,758,896,008.66	135,629,633,239.77	207,790,712,630.87
No Metálico:	40,877,468,106.69	4,363,376,076,240	45,101,535,490.74	51,882,240,731.42	52,057,779,266.17
Agregados pétreos	2,219,910,222.69	2,139,743,848.63	4,635,052,001.88	5,218,430,699.44	6,326,192,024.00

Con fecha 15 de junio de 2001, se firmaron dos convenios para que el consejo de recursos minerales llevara a cabo el inventario físico de los recursos minerales en municipios de los Estados, colaborando la dirección general de fomento minero del Gobierno del Estado, empezando con 10 municipios del Estado de Guanajuato. (minería, 2011)

8. ANTECEDENTES LOCALES

El banco de materiales “Los Chávez” no cuenta con antecedentes respecto de su extracción, clasificación y comercialización de los mismos, pero en el municipio de Tacámbaro existe otro banco denominado “Arenal Zamudio”, que se localiza con las coordenadas N 19° 12' 11.111", O 101° 30' 49.616" a una altura de 1638 msnm, y el cual está ubicado a un costado del banco de materiales “Los Chávez”, razón por la cual se toma como antecedente local el banco “arenal Zamudio” en virtud de que se encuentra en la misma zona de donde se extraen los materiales del banco “Los Chávez” tomándose en cuenta los siguientes:

El “Arenal Zamudio” está ubicado en el predio la Estaca S/N perteneciente a la exhacienda La Magdalena en el municipio de Tacámbaro de Codallos, Estado de Michoacán y su propietario es el Sr. Nicolás Zamudio Herrera. (Ecología, 2001)

El día 20 de agosto de 1990 el “Arenal Zamudio” inicio la explotación de su predio, el día 30 de junio del 2000 presentó un manifiesto de impacto ambiental del proyecto llamado “Banco de arena Arenal Zamudio” en la oficina de Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto ambiental el oficio MICH.02.-826/2000 (Ecología, 2001)

Dos años antes del documento de manifiesto ambiental la secretaría antes mencionada se remitió a una visita para el proyecto mediante el cual los inspectores e Ingenieros Juan Magaña Ortiz, Alfredo Noccetti Tisnado y el biólogo Eucario Villaseñor Gómez, encontraron lo siguiente:

- Se desmonto una superficie de 16,000 m², afectando especies de pino y encino en una pendiente de 45%

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

- Se empezó la apertura del banco de arena el 20 de agosto de 1990 según la licencia municipal número 176 y se inició la explotación de arena en enero de 1995.
- El banco de arena propiedad del Sr. Nicolás Zamudio Herrera está ubicado en la ladera noreste, conocido como el cerro la laguna, a una distancia aproximada de 500 metros al sur del cuerpo de agua denominado La Laguna.
- No se presentó documentación para cambio de uso de suelo de forestal a la explotación de banco de material. (Ecología, 2001)

El día 27 de mayo de 1999 la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente envió al Sr. Nicolás Zamudio Herrera, el acuerdo de emplazamiento para el proyecto del banco.

Para finales del mes de noviembre del año 2000 el “Arenal Zamudio” logra abrir sus puertas al público de una manera oficial cumpliendo con todos sus requerimientos.

En el banco se encuentra construida una superficie de 412 m² en la cual mantienen el equipo necesario para explotación. (Ecología, 2001)

9. ZONA DE ESTUDIO

El banco de materiales se localiza en el municipio de Tacámbaro, Michoacán mostrado en la figura 2.

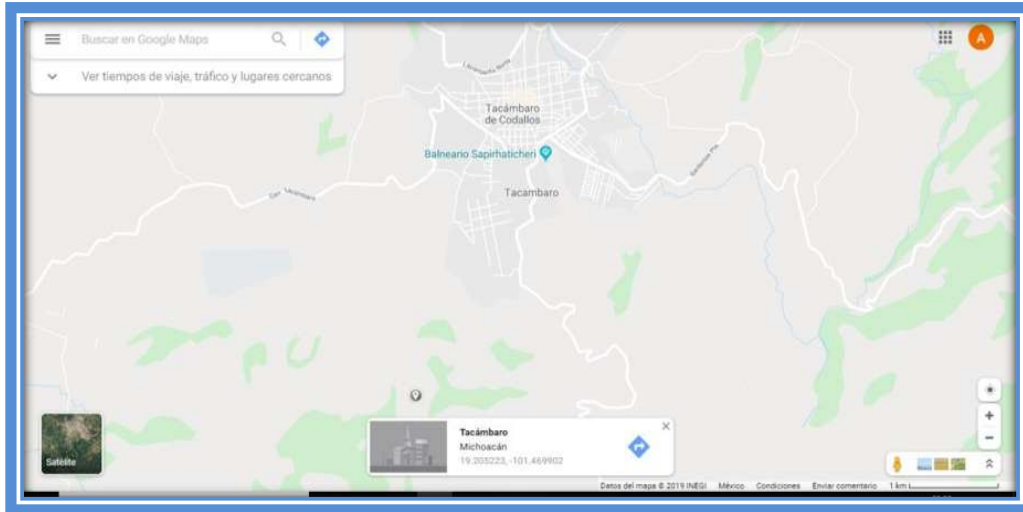


Figura 1. Municipio de Tacámbaro, Villanueva, 2019

El banco está localizado en las coordenadas N 19° 12' 11.111", O 101° 30' 49.616" cerca de la “laguna de la Magdalena” como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Ubicación del banco los Chávez, Villanueva, 2019

El banco los Chávez colinda al norte con la laguna de la Magdalena, al sur con Chupio y al este con la alberca como se muestra en la figura 3, en el banco los Chávez se encuentra materiales como filtro, grava, sello y arena como se puede observar en la figura 4 y 5.

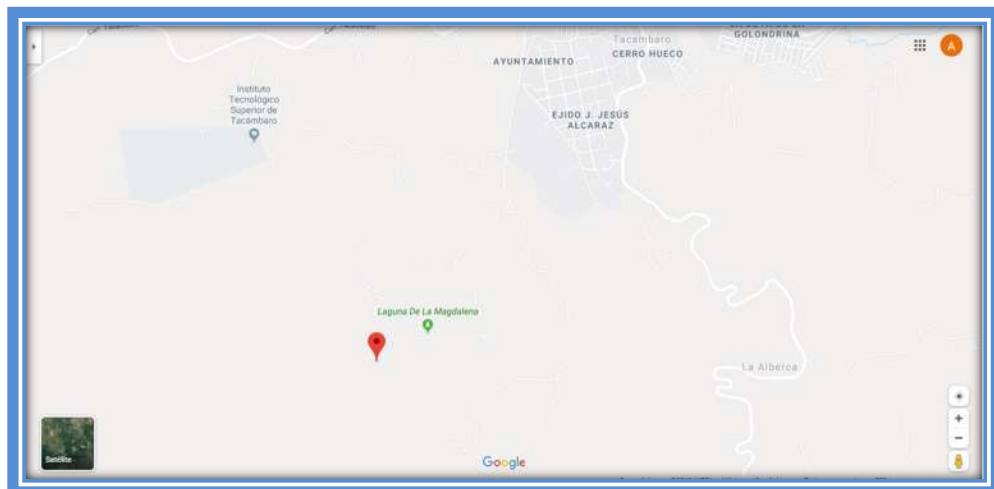


Figura 3. Banco los Chávez, Villanueva, 2019.



Figura 4. Agregados pétreos, Villanueva, 2019



Figura 5. Sello del banco de materiales, Villanueva, 2019

10. MARCO TEORICO

Los agregados pétreos juegan un papel muy importante en la construcción, ya sea para la elaboración de concreto hidráulico, asfáltico o cualquier otro uso, ya que son un componente dinámico dentro de una mezcla, aunque la variación en sus características pueden ocurrir también durante los procesos de explotación, manejo y transporte, puesto que forman la mayor parte del volumen del material; además son considerados componentes críticos en el concreto y tienen un efecto significativo en el comportamiento estructural. (Chan, 1993)

Desde el punto de vista de su tamaño los agregados se dividen en dos grupos: los agregados finos y los gruesos. Los primeros consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que van desde 5 mm hasta mayores de 60 μm ; los segundos son cuyas partículas son mayores a 5 mm y hasta 125 mm (A. M. Neville, 1999)

La Secretaria de Comunicaciones y Transporte, menciona que el muestreo consiste en obtener una porción representativa del volumen de material pétreo, en estudio se realiza directamente en los bancos de explotación, en almacenes de materiales. El muestreo de 50kg aproximadamente incluye las operaciones de envase, identificación, transportación de las muestras. (SCT s. d., M-MMP-1-04-001/02, 09/12/02)

También tenemos algunas definiciones importantes para la investigación como son:

Banco de materiales: Son excavaciones a cielo abierto destinadas a extraer material para la formación de cuerpos carreteras y obras civiles. Para la explotación del banco de materiales se requiere el uso de explosivos y artificios, el contratista de obra debe obtener los permisos para su adquisición, traslado, manejo, almacenamiento y utilización conforme a los requerimientos de la dependencia correspondiente (SCT s. d., N-CTR-CAR-1-01-008/00, 09/12/2002)

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

El suelo: La corteza terrestre es una capa de densidad decreciente hacia la superficie formada por grandes masas heterogéneas de rocas, con depresiones ocupadas por mares y océanos. Si observamos, aun con más detalle, se puede ver una pequeña patina que empaña la corteza terrestre, debido a la descomposición de la roca y de los residuos de la actividad de los seres vivos que la pueblan. A esa delgada película de la superficie de la tierra es a lo que se denominara suelo. (Torralbo, 2018)

Características de un suelo granular: Una de las características principales es que soportan una buena capacidad portante elevada permeabilidad, lo que permite una rápida evacuación del agua intersticial en presencia de cargas externas. Además, los suelos granulares no son plásticos. Sus características mecánicas y resistentes dependen, básicamente, del ángulo de rozamiento interno entre las partículas que, a su vez está condicionado por la forma y tamaño. (Torralbo, 2018)

Granulometría en suelo: Se define como granulometría a la distribución porcentual de los distintos tamaños de partículas que constituye una muestra de dicho suelo. Tradicionalmente, los suelos se han considerado divididos en dos grandes grupos: granulares (arena) y cohesivos (arcillas). El análisis granulométrico consiste en determinar el tamaño de las partículas que constituyen el suelo y fijar en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que el mismo contiene. (Torralbo, 2018)

Plasticidad: En mecánica de suelos, se puede definir como la propiedad que se tienen en algunos suelos, por la cual son capaces de soportar deformaciones rápidas sin producir rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin deformarse ni agrietarse. (Torralbo, 2018)

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

Los límites de Atterberg o límites de consistencia (fronteras entre los estados de consistencia), se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así, cuando un suelo natural arcilloso se mezcla con una cantidad excesiva de agua, tiende a fluir como un líquido. Por el contrario, si el suelo se seca gradualmente se comportara como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo del contenido de agua (Torralbo, 2018)

Equivalente de arena: es un método rápido para poder determinar un índice representativo de la proporción y características de los finos, tales como arcilla, limo, polvo, etc., que contiene un suelo granular o un árido fino, dando así una idea de su plasticidad. (Torralbo, 2018)

Clasificación AASHTO: Ha sido en Estados Unidos donde se han desarrolla la mayor parte de las clasificaciones de suelos. Una de las más populares en Norteamérica es la denominada AASHTO (American Asociation of State Higway and Transportarion Officials) y que originalmente, fue desarrollada por K. Terzaghi y C.A. Hogentogler; en 1928, para el U.S. Bureau of Public Roads. Inspirada en el modelo de Casagrande, se basa en la granulometría del suelo principalmente en los tamaños de partículas que pasan por los tamices: n°10, n° 40 y n° 200 de la serie ASTM. Además, tiene en cuenta la consideración de los límites de Atterberg. (Torralbo, 2018)

Clasificación SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, clasifica los suelos a partir de su granulometría, límites de Atterberg y Contenido de materia orgánica. La simbología utilizada en esta clasificación se basa en las iniciales de los nombres ingleses del suelo (Torralbo, 2018)

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

Los símbolos de grupo utilizados en la clasificación son:

- G: grava (Proviene del vocablo inglés gravel).
- S: arena (Proviene del vocablo inglés sand).
- C: arcilla (Proviene del vocablo inglés clay).
- M: limo (Proviene del vocablos suecos mo y mjla).
- O: suelos orgánicos (Proviene del vocablo inglés organic).
- Pt: suelos altamente orgánicos (Proviene del vocablo inglés peat, turba).

Y símbolos de subgrupo son:

- W: bien graduado (proviene del término inglés well graded).
- P: mal graduado (proviene del término inglés poorly graded).
- L: baja a mediana plasticidad (proviene del término inglés low).
- H: alta plasticidad (proviene del término inglés high).

California Bearing Ratio (CBR): Es la capacidad portante de un suelo puede definirse como la carga que este es capaz de soportar sin deformarse sin que produzcan asientos excesivos. Concretamente, el ensayo de un CBR mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. La capacidad portante de un suelo compactado en grandes movimientos de tierra en obra lineales de carretera. (Torrallbo, 2018)

Control de calidad: Es la verificación con la que se comprueba que la obra, el producto, o la partida de obra tienen las características de calidad especificadas (Lanammer, 2014)

Materiales pétreos: Se definen como un conjunto de partículas minerales de distintos tamaños y formas que proceden de la fragmentación natural o artificial de las rocas. Este tipo de materiales constituyen un elevado porcentaje en la constitución de las distintas capas de un

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

firme, normalmente superior al 90% en peso puede decirse, por lo tanto, que forman el esqueleto resistente del firme, aunque los materiales pétreos suelen considerarse como partículas discretas y de naturaleza inerte, hay que tener en cuenta que pueden reaccionar en contacto con el agua y productos en disolución. (Luis, 2000)

Agregados gruesos: Están compuestos fundamentalmente por gravas. Este tipo de agregados presentan tamaños comprendidos entre 60 y 5 m. (Luis, 2000)

Agregados finos: Corresponden las arenas, por lo que se excluyen aquellas partículas que no atraviesen el tamiz de 5 mm. Generalmente se recebo del agregado grueso, de forma que ocupen los huecos existentes, para hacer la mezcla más compacta. El agregado fino es empleado para cualquier mezcla se debe caracterizar fundamentalmente por tres propiedades la limpieza, plasticidad y adhesividad. (Luis, 2000)

11. METODO LOGÍA

11.1 TOMA DE MUESTRA

Con base al manual Métodos de muestreo y prueba de materiales (M-MMP-4-04-001/02), se realizó el muestreo como lo menciona en dicho manual, lo que se puede observar en la figura 6 y 7 cuando se tomó la muestra de un peso aproximado de 50 kg de cada material.



Figura 6. Toma de muestras, Villanueva, 2019

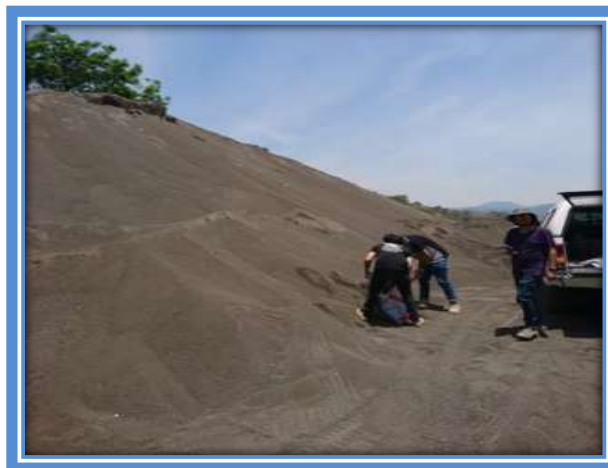


Figura 7. Muestra de la grava, Villanueva, 2019

11.2 GRANULOMETRÍA POR MALLAS EN FILTRO, GRAVA, SELLO Y ARENA.

Con base a la norma Granulometría por mallas (NMX-C-496-ONNCCE-2014), se preparó la muestra para poder obtener el Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS), Peso Volumétrico Seco Varillado (PVSV) y Peso Volumétrico Seco Compactado (PVSC), mediante un cuarteo como se muestra en la figura 8, para obtener una muestra representativa del material en estudio.

Para el Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS) se siguieron los pasos establecidos en la norma mencionada líneas atrás, como se observa en la figura 9. En el Peso Volumétrico Seco Varillado (PVSV), como se muestra en la figura 10, y finalmente para el Peso Volumétrico Seco Compactado (PVSC) como se observa en la figura 11.

Se siguieron todos los lineamientos de la norma ya mencionada en la figuras 14, 16, 18 y 20 en donde se pueden apreciar la granulometría gruesa y en las figuras 13, 15, 17, 19, 20 y 21 se aprecia las granulometrías finas.



Figura 8. Cuarteo del material, Villanueva, 2019



Figura 9. Vertido de material, Villanueva, 2019



Figura 10. Varillado de material, Villanueva. 2019



Figura 11. Dejando caer la muestra, Villanueva, 2019



Figura 12. Lavado, Villanueva, 2019



Figura 13. Cribado de material fino, Villanueva. 2019



Figura 14. Filtro granulometría gruesa, Villanueva, 2019



Figura 15. Filtro granulometría fina, Villanueva, 2019



Figura 16. Grava granulometría gruesa, Villanueva, 2019



Figura 17. Grava granulometría fina, Villanueva, 2019

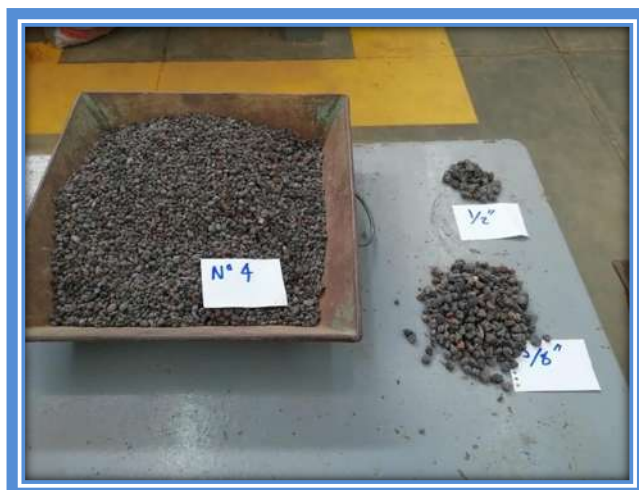


Figura 18. Sello granulometría gruesa, Villanueva, 2019



Figura 19. Sello granulometría fina, Villanueva, 2019

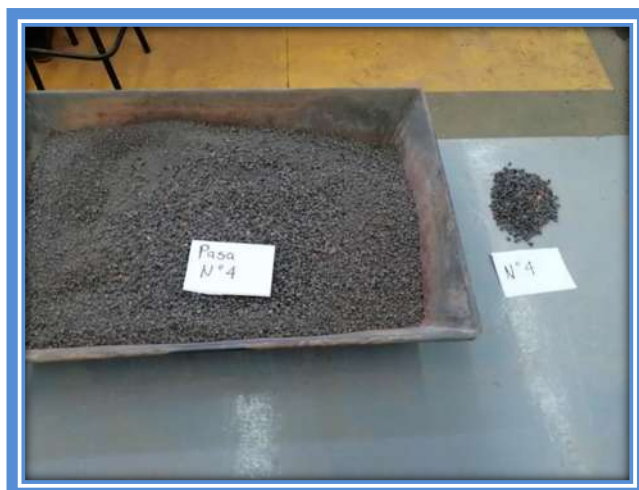


Figura 20. Arena granulometría gruesa, Villanueva, 2019



Figura 21. Arena granulometría fina, Villanueva, 2019

11.3. DENSIDAD Y ABSORCIÓN EN FILTRO, GRAVA Y SELLO.

Conforme a la norma Densidad y absorción (NMX-C-164-ONNCCE-2002), la prueba de la densidad se realizó siguiendo los pasos de esta norma como se aprecia en la figura 22 y 23; al igual que la prueba absorción, se visualizar en la figura 24 y 25.



Figura 22. Secado superficialmente, Villanueva, 2019



Figura 23. Densidad de la muestra, Villanueva, 2019



Figura 24. Absorción en sello, Villanueva, 2019

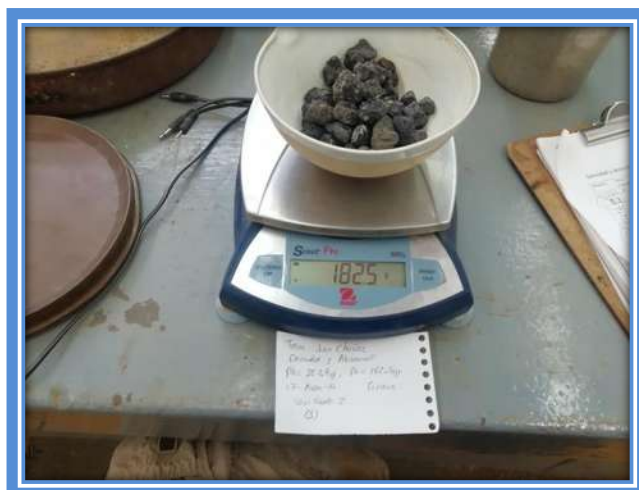


Figura 25. Absorción en grava, Villanueva, 2019

11.4. LÍMITES DE CONSISTENCIA EN GRAVA, SELLO Y ARENA.

De acuerdo a la norma de Límites de consistencia (NMX-C-493-ONNCCE-2018), se realizó siguiendo los pasos de esta norma, como se aprecia en las figuras 26, 27, 28, 29, 30 y 31.



Figura 26. Colocación de la muestra, Villanueva, 2019.



Figura 27. Límite líquido y contracción lineal, Villanueva, 2019.



Figura 28. Muestra ranurada, Villanueva, 2019



Figura 29. Límites de consistencia de la grava, Villanueva, 2019.



Figura 30. Contracción lineal del sello, Villanueva, 2019.



Figura 31. Muestra ranurada de la arena, Villanueva, 2019

11.5. DENSIDAD Y ABSORCIÓN EN ARENA.

Conforme a la norma Densidad y absorción (ASTM-C-128-01), la prueba de densidad y absorción en arena se realizó siguiendo los lineamientos de esta norma, como se aprecia en las figuras 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 38.



Figura 32. Secado superficialmente, Villanueva, 2019



Figura 33. Molde tronco cónico, Villanueva, 2019.



Figura 34. Desplome del cono, Villanueva, 2019.



Figura 35. Muestra de arena, Villanueva, 2019



Figura 36. Matraz Erlenmeyer, Villanueva, 2019



Figura 37. Peso húmedo para absorción, Villanueva, 2019.



Figura 38. Peso seco para absorción, Villanueva, 2019

11.6. EQUIVALENTE DE ARENA EN GRAVA, SELLO Y ARENA.

Como lo menciona el manual Equivalente de arena (M-MMP-4-04-004/02), se realizó siguiendo los pasos de este manual, como se observa en las figuras 39, 40, 41, 42 y 43.



Figura 39. Cuarteo de la muestra, Villanueva, 2019



Figura 40. Vaciado de la muestra, Villanueva, 2019



Figura 41. Agitador, Villanueva, 2019



Figura 42. Muestras de equivalente de arena, Villanueva, 2019.



Figura 43. Pisón dentro de la muestra, Villanueva, 2019

11.7. COMPACTACIÓN PORTER ESTÁNDAR EN GRAVA Y SELLO.

Con base a la norma (NMX-C-416-ONNCCE-2003), se realizó siguiendo los pasos de esta norma, como se aprecia en las figuras 44, 45, 46, y 47.



Figura 44. Muestra para homogenizar, Villanueva, 2019



Figura 45. Humedad óptima en grava, Villanueva, 2019



Figura 46. Prensa Porter, Villanueva, 2019



Figura 47. Humedad óptima en sello, Villanueva, 2019

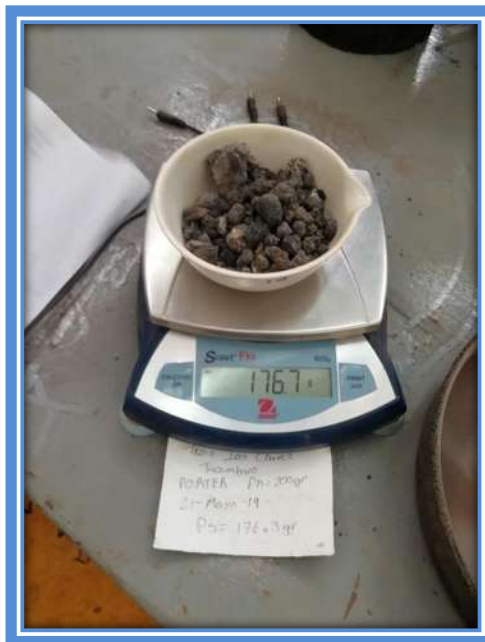


Figura 48. Humedad de la muestra, Villanueva, 2019

11.8. VRS (VALOR RELATIVO DE SOPORTE) EN GRAVA Y SELLO.

De acuerdo a la norma (NMX-C-416-ONNCCE-2003), se realizó siguiendo los lineamientos de esta norma, como se observa en las figuras 49, 50, 51 y 52



Figura 49. Saturación de la muestra, Villanueva, 2019



Figura 50. Prensa para VRS, Villanueva, 2019



Figura 51. VRS de la grava, Villanueva, 2019



Figura 52. VRS del sello, Villanueva, 2019

11.9. PROCTOR MODIFICADA VARIANTE “D” Y “B” EN GRAVA, SELLO Y ARENA.

Con base a la norma PROCTOR (NMX-C-476-ONNCCE-2013), PROCTOR modificada variante D y B, se realizó siguiendo los lineamientos de esta norma, como se aprecia en las figuras 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 y 60.

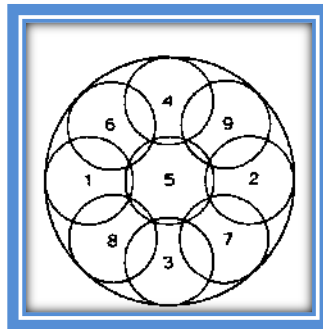


Figura 53. Patrón de compactación, NMX-C-476-ONNCCE, 2013



Figura 54. Preparación de la muestra, Villanueva, 2019



Figura 55. Muestra homogenizada, Villanueva, 2019



Figura 56. Compactación PROCTOR, Villanueva, 2019



Figura 57. PROCTOR en grava, Villanueva, 2019



Figura 58. PROCTOR en sello, Villanueva, 2019



Figura 59. PROCTOR en arena, Villanueva, 2019



Figura 60. Humedad, Villanueva, 2019

11.10. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) EN GRAVA, SELLO Y ARENA.

Conforme a la norma CBR (NMX-C-522-ONNCCE-2016), la prueba se realizó siguiendo los lineamientos de la norma, como se aprecia en las figuras 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68 y 69.



Figura 61. Muestra homogenizada, Villanueva, 2019.



Figura 62. Compactación CBR, Villanueva, 2019.



Figura 63. Relleno de oquedades, Villanueva, 2019.



Figura 64. Voltear la muestra, Villanueva, 2019.



Figura 65. Toma de lectura, Villanueva, 2019.



Figura 66. Prensa para CBR, Villanueva, 2019.



Figura 67. CBR en grava, Villanueva, 2019.



Figura 68. CBR en sello, Villanueva, 2019.



Figura 69. CBR en arena, Villanueva, 2019.

11.11. DESGASTE DE LOS ÁNGELES.

Conforme al manual Desgaste de los ángeles (M-MMP-4-006/02), se realizó la prueba siguiendo los pasos de este manual, como se observa en las figuras 70, 71, 72, 73 y 74.



Figura 70. Máquina de desgaste de los ángeles, Villanueva, 2019.



Figura 71. Carga abrasiva mas muestra, Villanueva, 2019.



Figura 72. Retiro de material del interior de la máquina, Villanueva, 2019.



Figura 73. Lavado de la muestra, Villanueva, 2019.



Figura 74. Peso y registro de la muestra, Villanueva, 2019.

11.12. PARTÍCULAS ALARGADAS Y LAJEADAS.

Con base al manual Partículas alargadas y lajeadas (M-MMP-4-04-005/02), se realizó la prueba siguiendo los lineamientos de este manual, como se aprecia en las figuras 75 y 76



Figura 75. Calibrador de longitudes, Villanueva, 2019



Figura 76. Calibrador de espesores, Villanueva, 2019

12. RESULTADOS.

12.1. GRANULOMETRIA POR MALLAS.

12.1.1. FILTRO.

12.1.1.1. SUELTO.

En la tabla 2 nos muestra la granulometría que tenemos en el filtro a partir de la abertura 2'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 77.

Tabla 2. Granulometría por mallas, filtro suelto 1, Villanueva, 2019

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 10220				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 1 Sondeo: Filtro					Peso recip + suelo se 13945				
Muestra N°: suelto					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 07-may-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	255	2.495	97.505	10	2.000	10.0	0.103	1.463
1 1/2''	36.10	1150	11.252	86.252	20	0.840	7.4	0.076	1.387
1''	25.40	4045	39.579	46.673	40	0.420	12.2	0.125	1.261
3/4''	19.05	3120	30.528	16.145	60	0.250	9.6	0.099	1.162
1/2''	12.70	1420	13.894	2.250	100	0.149	21.6	0.222	0.940
3/8''	9.52	55	0.538	1.712	200	0.074	32.4	0.333	0.607
N° 4	4.76	15	0.147	1.566	pasa 200		59.0	0.607	0.000
pasa N° 4		160.00	1.566		suma		152.2	1.566	
suma		10220	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GP
D10 =	17	Cu =	1.706	> De 3''	0	
D30 =	22	Cc =	0.982	G	98.434	
D60 =	29			S	0.959	
				F	0.607	
				Pasa la malla N° 4	1.566	

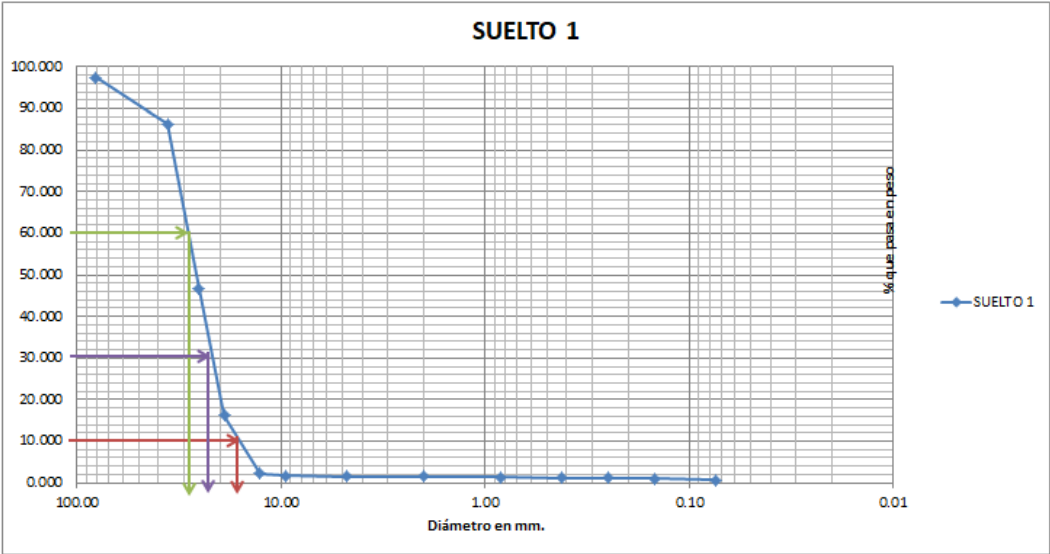


Figura 77. Granulometría por mallas, filtro suelo 1, Villanueva, 2019.

Tesis "Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez".

En la tabla 3 nos muestra la granulometría que tenemos en el filtro a partir de la abertura 2'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 78.

Tabla 3. Granulometría por mallas, filtro suelto 2 Villanueva, 2019

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 9895				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2 Sondeo: Filtro					Peso recip + suelo se 13620				
Muestra N°: suelto					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 07-may-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	7.6	1.040	16.342
1 1/2''	36.10	830	8.388	91.612	20	0.840	4.6	0.630	15.713
1''	25.40	3595	36.331	55.280	40	0.420	8.4	1.150	14.563
3/4''	19.05	2685	27.135	28.146	60	0.250	7.0	0.958	13.605
1/2''	12.70	995	10.056	18.090	100	0.149	16.2	2.217	11.388
3/8''	9.52	50	0.505	17.585	200	0.074	29.0	3.969	7.418
N° 4	4.76	20	0.202	17.383	pasa 200		54.2	7.418	0.000
pasa N° 4		1720.00	17.383		suma		127	17.383	
suma		9895	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GW
D10 =	0.15	Cu =	180.000	> De 3''	0	
D30 =	20	Cc =	98.765	G	82.617	
D60 =	27			S	3.964	
				F	7.418	
				Pasa la malla N° 4	17.383	

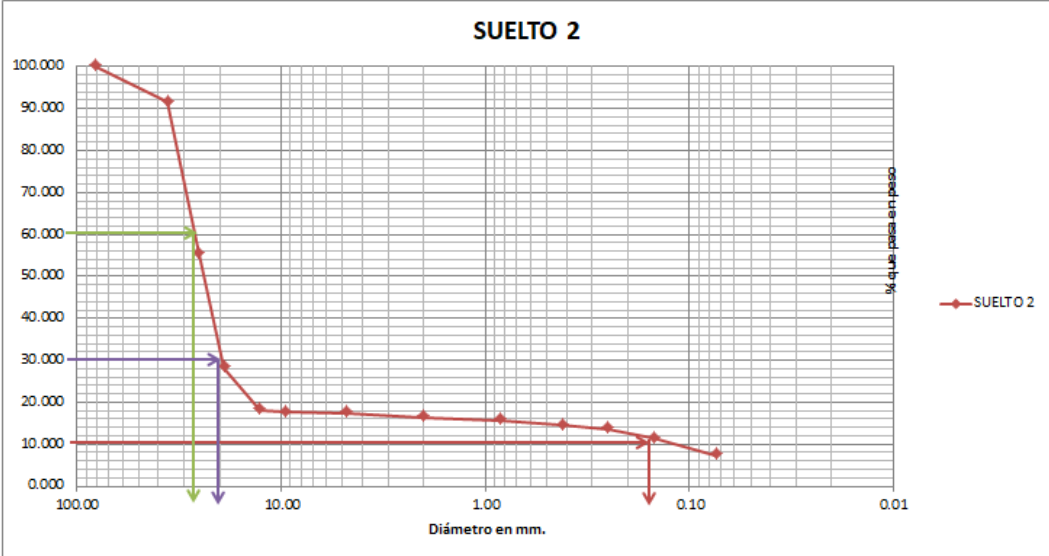


Figura 78. Granulometría por mallas, filtro suelo 2, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.1.1.2. VARILLADO.

En la tabla 4 nos muestra la granulometría que tenemos en el filtro a partir de la abertura 2” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 79.

Tabla 4. Granulometría por mallas, filtro varillado 1 Villanueva, 2019

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 11040				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 1 Sondeo: Filtro					Peso recip + suelo se 14765				
Muestra N°: Varillado					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 08-may-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	1075	9.737	90.263	10	2.000	10.7	0.097	0.809
1 1/2”	36.10	1210	10.960	79.303	20	0.840	5.9	0.053	0.756
1”	25.40	4245	38.451	40.851	40	0.420	8.1	0.073	0.683
3/4”	19.05	3265	29.574	11.277	60	0.250	5.4	0.049	0.634
1/2”	12.70	1075	9.737	1.540	100	0.149	12.6	0.114	0.521
3/8”	9.52	45	0.408	1.132	200	0.074	20.2	0.182	0.338
N° 4	4.76	25	0.226	0.906	pasa 200		37.5	0.338	0.000
pasa N° 4		100.00	0.906		suma		100.4	0.906	
suma		11040	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GP
D10 =	17	Cu =	1.706	> De 3”	0	
D30 =	23	Cc =	1.073	G	99.094	
D60 =	29			S	0.567	
				F	0.338	
				Pasa la malla N° 4	0.906	

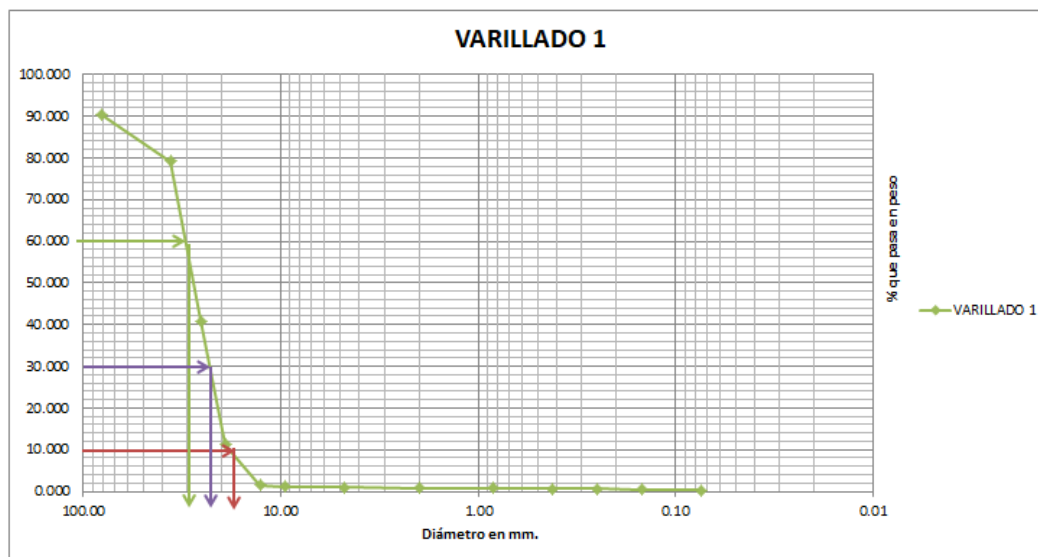


Figura 79. Granulometría por mallas, filtro varillado 2 Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 5 nos muestra la granulometría que tenemos en el filtro a partir de la abertura 2'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 80.

Tabla 5. Granulometría por mallas, filtro varillado 2 Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 11125				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2					Sondeo: Filtro				
Muestra N°: Varillado					Peso recip + suelo se 14850				
Fecha: 08-may-19					Peso recipiente (gr): 3725				
					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	1100	9.888	90.112	10	2.000	15.4	0.108	0.926
1 1/2''	36.10	1775	15.955	74.157	20	0.840	8.6	0.060	0.866
1''	25.40	3960	35.596	38.562	40	0.420	12.6	0.088	0.778
3/4''	19.05	2985	26.831	11.730	60	0.250	9.1	0.064	0.715
1/2''	12.70	1075	9.663	2.067	100	0.149	19.8	0.138	0.576
3/8''	9.52	70	0.629	1.438	200	0.074	30.1	0.210	0.366
N° 4	4.76	45	0.404	1.034	pasa 200		52.4	0.366	0.000
pasa N° 4		115.00	1.034		suma		148	1.034	
suma		11125	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GP
D10 =	18	Cu =	1.778	> De 3''	0	
D30 =	24	Cc =	1.000	G	98.966	
D60 =	32			S	0.668	
				F	0.366	
				Pasa la malla N° 4	1.034	

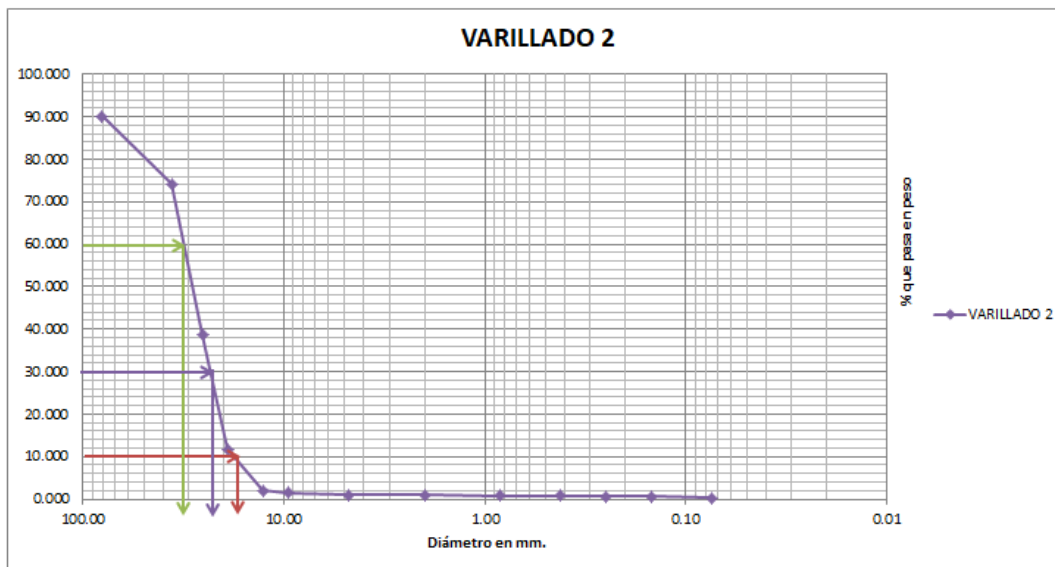


Figura 80. Granulometría por mallas, filtro varillado 2 Villanueva, 2019.

12.1.1.3. COMPACTADO.

En la tabla 6 nos muestra la granulometría que tenemos en el filtro a partir de la abertura 2'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 81.

Tabla 6. Granulometría por mallas, filtro compactado 1 Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	1035	8.831	91.169	10	2.000	5.0	0.037	0.432
1 1/2''	36.10	1940	16.553	74.616	20	0.840	2.4	0.018	0.415
1''	25.40	4870	41.553	33.063	40	0.420	3.5	0.026	0.389
3/4''	19.05	2970	25.341	7.722	60	0.250	2.8	0.021	0.368
1/2''	12.70	790	6.741	0.981	100	0.149	8	0.059	0.309
3/8''	9.52	40	0.341	0.640	200	0.074	13.0	0.096	0.213
N° 4	4.76	20	0.171	0.469	pasa 200		28.9	0.213	0.000
pasa N° 4		55.00	0.469		suma		63.6	0.469	
suma		11720	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN:
D10 =	20	Cu =	1.600	> De 3''	0	
D30 =	15	Cc =	0.352	G	99.531	
D60 =	32			S	0.256	
				F	0.213	
				Pasa la malla N°4	0.469	

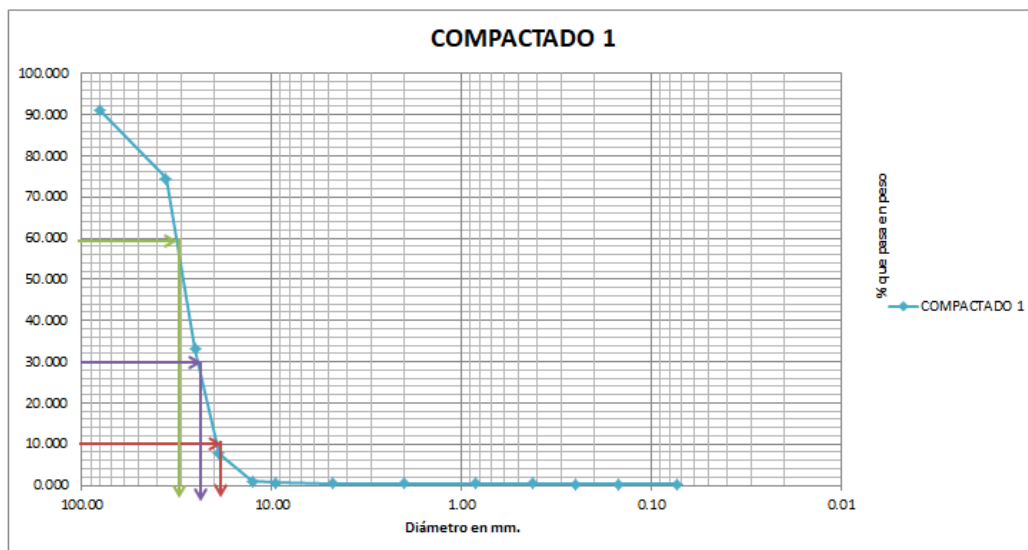


Figura 81. Granulometría por mallas, filtro compactado 1 Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 7 nos muestra la granulometría que tenemos en el filtro a partir de la abertura 2'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 82.

Tabla 7. Granulometría por mallas, filtro compactado 2 Villanueva, 2019

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 11375				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2 Sondeo: Filtro					Peso recip + suelo se 15100				
Muestra N°: Compactado					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 08-may-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	890	7.824	92.176	10	2.000	9.4	0.083	0.840
1 1/2''	36.10	1220	10.725	81.451	20	0.840	4.2	0.037	0.803
1''	25.40	4955	43.560	37.890	40	0.420	6.8	0.060	0.743
3/4''	19.05	3420	30.066	7.824	60	0.250	5.6	0.049	0.694
1/2''	12.70	695	6.110	1.714	100	0.149	14	0.124	0.570
3/8''	9.52	50	0.440	1.275	200	0.074	23.0	0.203	0.367
N° 4	4.76	40	0.352	0.923	pasa 200		41.6	0.367	0.000
pasa N° 4		105.00	0.923		suma		104.6	0.923	
suma		11375	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GP
D10 =	20	Cu =	1.500	> De 3''	0	
D30 =	14	Cc =	0.327	G	99.077	
D60 =	30			S	0.556	
				F	0.367	
				Pasa la malla N°4	0.923	

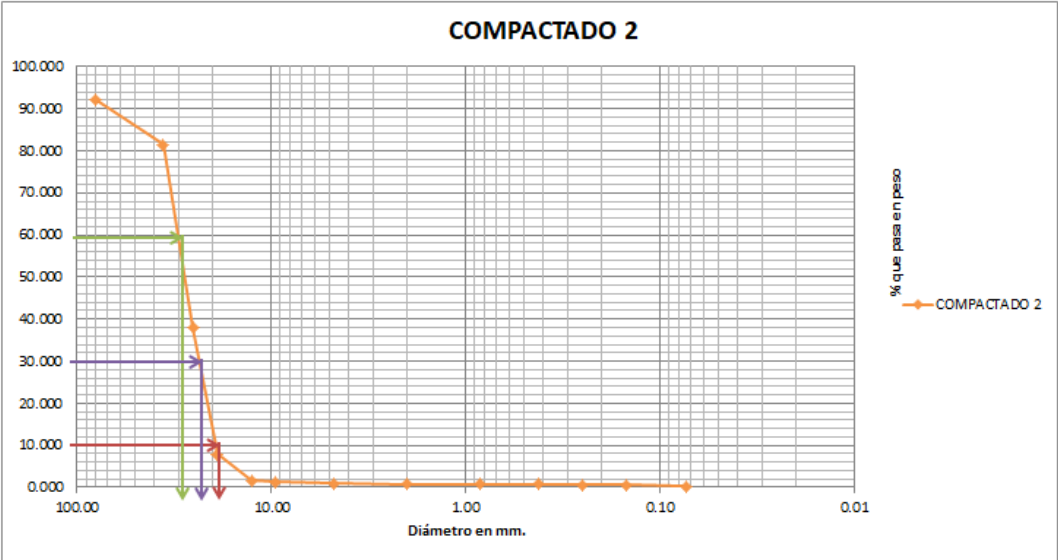


Figura 82. Granulometría por mallas, filtro compactado 2 Villanueva, 2019

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.1.2. GRAVA.

12.1.2.1. SUELTO.

En la tabla 8 nos muestra la granulometría que tenemos en la grava a partir de la abertura 1'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 83.

Tabla 8. Granulometría por mallas, grava suelto 1, Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	107.5	5.100	4.388
1 1/2''	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	6.1	0.289	4.099
1''	25.40	415	4.123	95.877	40	0.420	4.4	0.209	3.890
3/4''	19.05	800	7.948	87.928	60	0.250	3.7	0.176	3.715
1/2''	12.70	2400	23.845	64.083	100	0.149	14.1	0.669	3.046
3/8''	9.52	1590	15.797	48.286	200	0.074	26.6	1.262	1.784
N° 4	4.76	3905	38.798	9.488	pasa 200		37.6	1.784	0.000
pasa N° 4		955.00	9.488		suma		200	9.488	
suma		10065	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GP
D10 =	5	Cu =	2.8	> De 3''	0	
D30 =	7	Cc =	0.7	G	90.512	
D60 =	14			S	7.705	
				F	1.784	
				Pasa la malla N° 4	9.488	



Figura 83. Granulometría por mallas, grava suelto 1, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 9 nos muestra la granulometría que tenemos en la grava a partir de la abertura 1” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 84.

Tabla 9. Granulometría por mallas, grava suelto 2, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 9950				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2 Sondeo: Grava					Peso recip + suelo se 13675				
Muestra N°: suelto					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 14-may-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2"	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	143.8	5.673	2.217
1 1/2"	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	5.6	0.221	1.996
1"	25.40	270	2.714	97.286	40	0.420	2.3	0.091	1.905
3/4"	19.05	675	6.784	90.503	60	0.250	1.8	0.071	1.834
1/2"	12.70	2465	24.774	65.729	100	0.149	6.7	0.264	1.570
3/8"	9.52	1370	13.769	51.960	200	0.074	14.7	0.580	0.990
N° 4	4.76	4385	44.070	7.889	pasa 200		25.1	0.990	0.000
pasa N° 4		785.00	7.889		suma		200	7.889	
suma		9950	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GP
D10 =	5	Cu =	2.6	> De 3"	0	
D30 =	7	Cc =	0.754	G	92.111	
D60 =	13			S	6.899	
				F	0.990	
				Pasa la malla N 4	7.889	

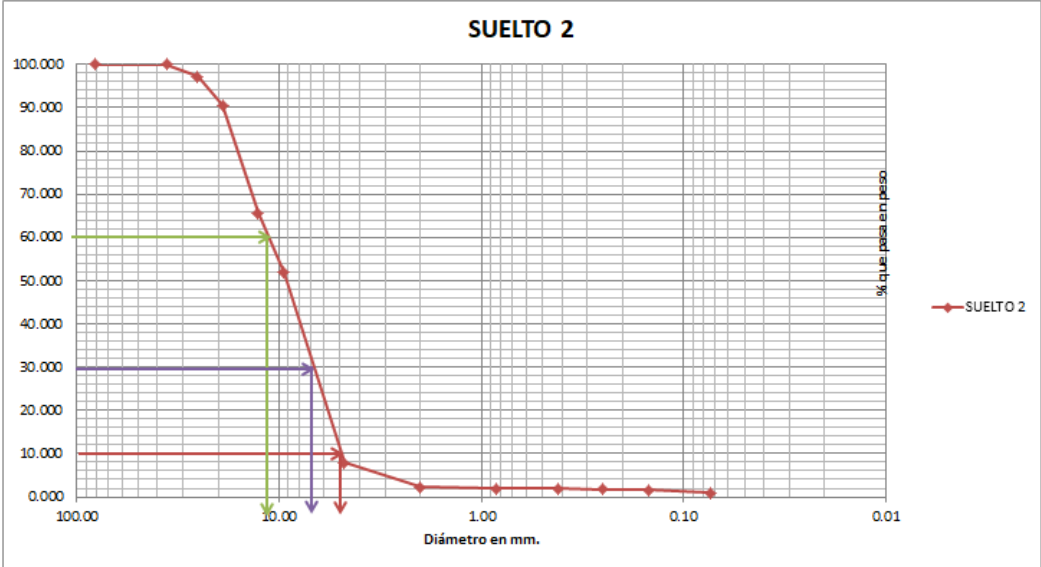


Figura 84. Granulometría por mallas, grava suelto 2, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.1.2.2. VARILLADO.

En la tabla 10 nos muestra la granulometría que tenemos en la grava a partir de la abertura 1'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 85.

Tabla 10. Granulometría por mallas, grava varillado 1, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 10350				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 1 Sondeo: Grava					Peso recip + suelo se 14075				
Muestra N°: Varillado					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 14-may-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	103.4	5.170	4.830
1 1/2''	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	5.5	0.275	4.555
1''	25.40	125	1.208	98.792	40	0.420	5.5	0.275	4.280
3/4''	19.05	575	5.556	93.237	60	0.250	4.6	0.230	4.050
1/2''	12.70	2290	22.126	71.111	100	0.149	15.2	0.760	3.290
3/8''	9.52	1285	12.415	58.696	200	0.074	28.6	1.430	1.860
N° 4	4.76	5040	48.696	10.000	pasa 200		37.2	1.860	0.000
pasa N° 4		1035.00	10.000		suma		200	10.000	
suma		10350	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GP
D10 =	4.5	Cu =	2.222	> De 3''	0	
D30 =	6	Cc =	0.8	G	90.000	
D60 =	10			S	8.140	
				F	1.860	
				Pasa la malla N°4	10.000	

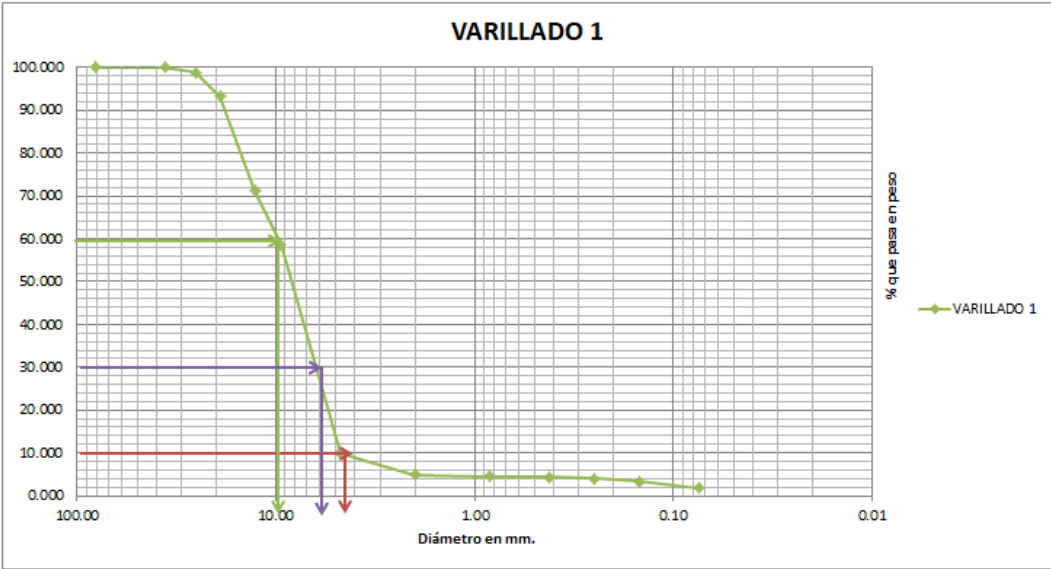


Figura 85. Granulometría por mallas, grava varillado 1, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 11 nos muestra la granulometría que tenemos en la grava a partir de la abertura 1’’ a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 86.

Tabla 11. Granulometría por mallas, grava varillado 2, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 10350				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2 Sondeo: Grava					Peso recip + suelo se 14075				
Muestra N°: Varillado					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 14-may-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2’’	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	97.1	5.746	6.089
1 1/2’’	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	7.0	0.414	5.675
1’’	25.40	245	2.367	97.633	40	0.420	6.0	0.355	5.320
3/4’’	19.05	575	5.556	92.077	60	0.250	4.7	0.278	5.042
1/2’’	12.70	1945	18.792	73.285	100	0.149	15	0.888	4.154
3/8’’	9.52	1510	14.589	58.696	200	0.074	29.6	1.752	2.403
N° 4	4.76	4850	46.860	11.836	pasa 200		40.6	2.403	0.000
pasa N° 4		1225.00	11.836		suma		200	11.836	
suma		10350	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN:
D10 =	4	Cu =	2.75	> De 3’’	0	
D30 =	6	Cc =	0.818	G	88.164	
D60 =	11			S	9.433	
				F	2.403	
				Pasa la malla N°4	11.836	

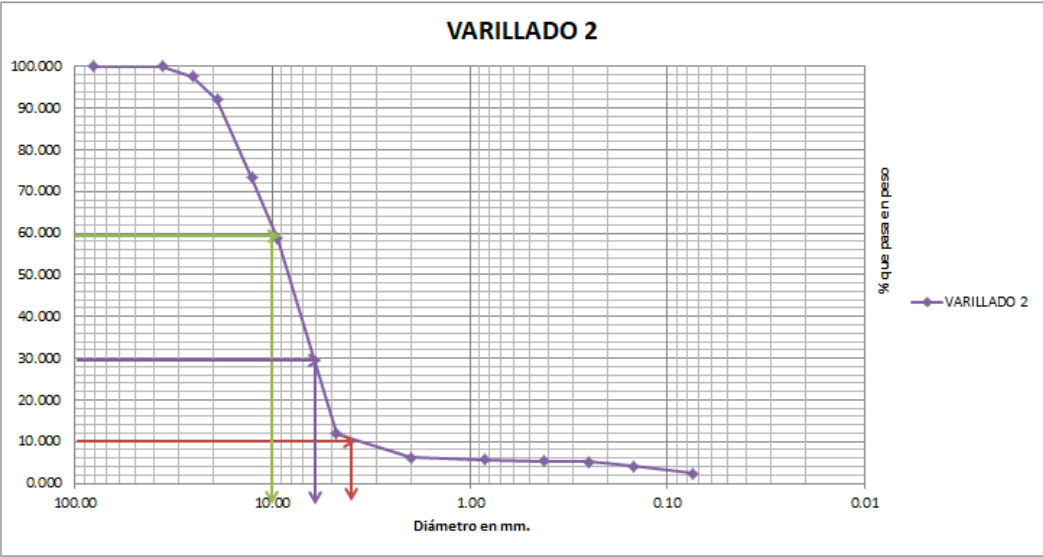


Figura 86. Granulometría por mallas, grava varillado 2, Villanueva, 2019

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.1.2.3. COMPACTADO.

En la tabla 12 nos muestra la granulometría que tenemos en la grava a partir de la abertura 1'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 87.

Tabla 12. Granulometría por mallas, grava compactado 1. Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	108.9	6.400	5.354
1 1/2''	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	6.9	0.406	4.948
1''	25.40	180	1.679	98.321	40	0.420	5.0	0.294	4.654
3/4''	19.05	840	7.836	90.485	60	0.250	4.1	0.241	4.414
1/2''	12.70	2275	21.222	69.263	100	0.149	13.3	0.782	3.632
3/8''	9.52	1895	17.677	51.586	200	0.074	27.0	1.587	2.045
N° 4	4.76	4270	39.832	11.754	pasa 200		34.8	2.045	0.000
pasa N° 4		1260.00	11.754		suma		200	11.754	
suma		10720	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN:
D10 =	4	Cu =	3	> De 3''	0	
D30 =	6.7	Cc =	0.935	G	88.246	
D60 =	12			S	9.709	
				F	2.045	
				Pasa la malla N° 4	11.754	

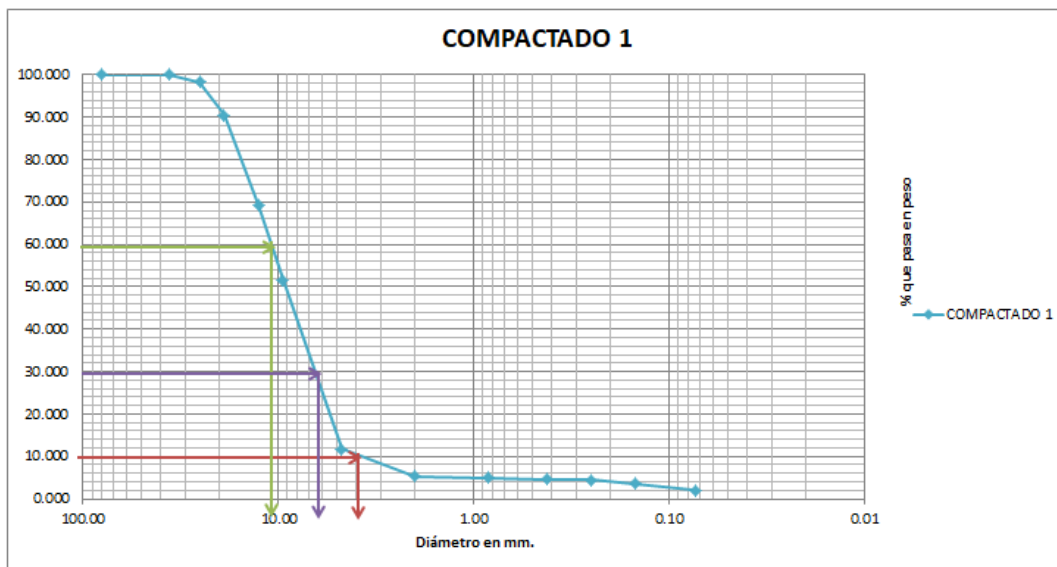


Figura 87. Granulometría por mallas, grava compactado 1. Villanueva, 2019

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 13 nos muestra la granulometría que tenemos en la grava a partir de la abertura 1'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 88.

Tabla 13. Granulometría por mallas, grava compactado 2. Villanueva, 2019

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 10545				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2 Sondeo: Grava					Peso recip + suelo se 14270				
Muestra N°: Compactado					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 16-may-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	99.9	4.121	4.129
1 1/2''	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	6.5	0.268	3.861
1''	25.40	200	1.897	98.103	40	0.420	5.7	0.235	3.626
3/4''	19.05	835	7.918	90.185	60	0.250	4.7	0.194	3.432
1/2''	12.70	1600	15.173	75.012	100	0.149	15.2	0.627	2.805
3/8''	9.52	2085	19.772	55.239	200	0.074	28.4	1.172	1.634
N° 4	4.76	4955	46.989	8.250	pasa 200		39.6	1.634	0.000
pasa N° 4		870.00	8.250		suma		200	8.250	
suma		10545	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GP
D10 =	5	Cu =	2	> De 3''	0	
D30 =	6.7	Cc =	0.898	G	91.750	
D60 =	10			S	6.617	
				F	1.634	
				Pasa la malla N° 4	8.250	

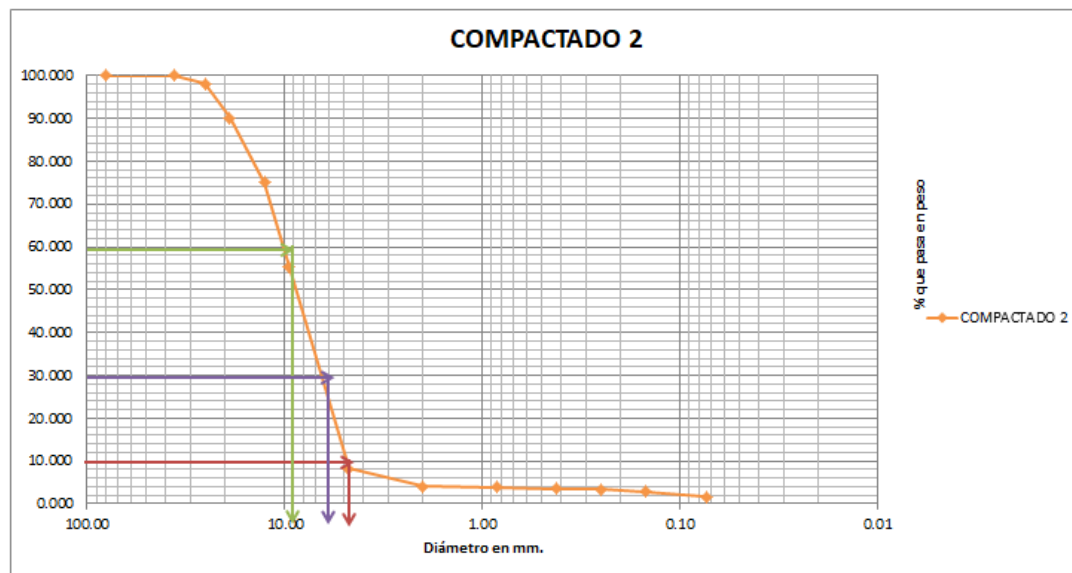


Figura 88. Granulometría por mallas, grava compactado 2. Villanueva, 2019.

12.1.3. SELLO.

12.1.3.1. SUELTO.

En la tabla 14 nos muestra la granulometría que tenemos en el sello a partir de la abertura $\frac{1}{2}$ '' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 89.

Tabla 14. Granulometría por mallas, sello suelto 1. Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 10565				
Localizaci Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 1 Sondeo: Sello					Peso recip + suelo se 14290				
Muestra N°: suelto					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 04-jun-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	166.2	34.058	6.926
1 1/2''	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	28.2	5.779	1.148
1''	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	0.6	0.123	1.025
3/4''	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	0.4	0.082	0.943
1/2''	12.70	100	0.947	99.053	100	0.149	0.6	0.123	0.820
3/8''	9.52	215	2.035	97.018	200	0.074	1.4	0.287	0.533
N° 4	4.76	5920	56.034	40.984	pasa 200		2.6	0.533	0.000
pasa N° 4		4330.00	40.984		suma		200	40.984	
suma		10565	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GM
D10 =	2.2	Cu =	2.727	> De 3''	0	
D30 =	3.8	Cc =	1.094	G	59.016	
D60 =	6.0			S	40.452	
				F	0.533	
				Pasa la malla N° 4	40.984	

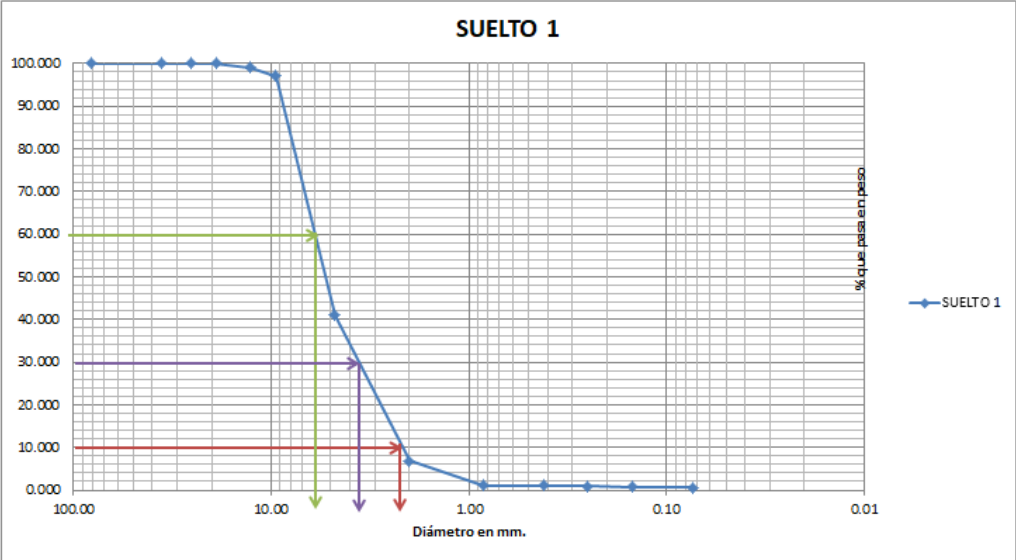


Figura 89. Granulometría por mallas, sello suelto 1. Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 15 nos muestra la granulometría que tenemos en el sello a partir de la abertura ½” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 90.

Tabla 15. Granulometría por mallas, sello suelto 2. Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	183.6	33.309	2.975
1 1/2”	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	15.0	2.721	0.254
1”	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	0.4	0.073	0.181
3/4”	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	0.1	0.018	0.163
1/2”	12.70	65	0.629	99.371	100	0.149	0.2	0.036	0.127
3/8”	9.52	320	3.096	96.275	200	0.074	0.6	0.109	0.018
N° 4	4.76	6200	59.990	36.284	pasa 200		0.1	0.018	0.000
pasa N° 4		3750.00	36.284		suma		200	36.284	
suma		10335	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN:
D10 =	2.5	Cu =	2.2	> De 3”	0	
D30 =	4.1	Cc =	1.223	G	63.716	
D60 =	5.5			S	36.266	
				F	0.018	
				Pasa la malla N°4	36.284	

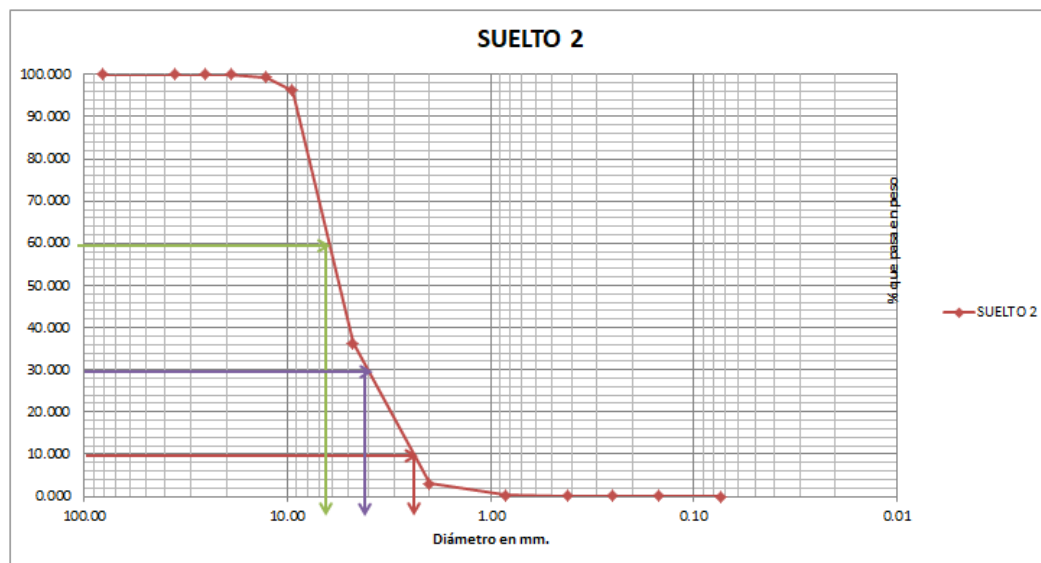


Figura 90. Granulometría por mallas, sello suelo 2. Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.1.3.2. VARILLADO.

En la tabla 16 nos muestra la granulometría que tenemos en el sello a partir de la abertura $\frac{1}{2}$ '' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 91.

Tabla 16. Granulometría por mallas, sello varillado 1. Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	168.4	29.484	5.533
1 1/2''	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	19.2	3.362	2.171
1''	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	1	0.175	1.996
3/4''	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	0.6	0.105	1.891
1/2''	12.70	55	0.514	99.486	100	0.149	1.4	0.245	1.646
3/8''	9.52	325	3.039	96.447	200	0.074	3.0	0.525	1.121
N° 4	4.76	6570	61.431	35.016	pasa 200		6.4	1.121	0.000
pasa N° 4		3745.00	35.016		suma		200	35.016	
suma		10695	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GM
D10 =	2.2	Cu =	2.5	> De 3''	0	
D30 =	4	Cc =	1.322	G	64.984	
D60 =	5.5			S	33.896	
				F	1.121	
				Pasa la malla N° 4	35.016	

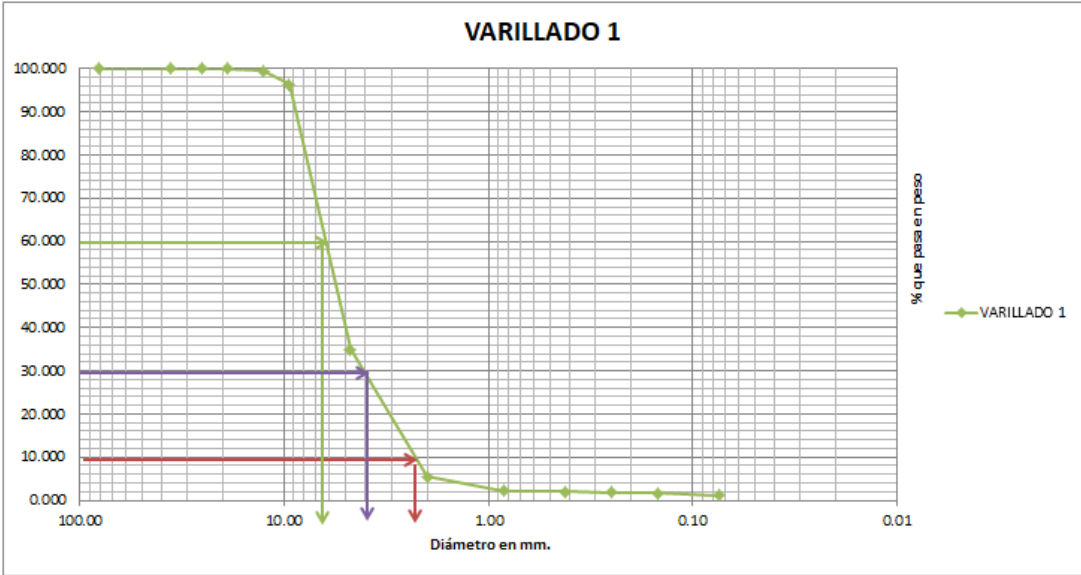


Figura 91. Granulometría por mallas, sello varillado 1. Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 17 nos muestra la granulometría que tenemos en el sello a partir de la abertura ½” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 92.

Tabla 17. Granulometría por mallas, sello varillado 2. Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 10735				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2 Sondeo: Sello					Peso recip + suelo se 14460				
Muestra N°: Varillado					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 07-jun-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	175.4	34.149	4.789
1 1/2”	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	15.8	3.076	1.713
1”	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	0.8	0.156	1.558
3/4”	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	0.4	0.078	1.480
1/2”	12.70	35	0.326	99.674	100	0.149	0.8	0.156	1.324
3/8”	9.52	185	1.723	97.951	200	0.074	1.8	0.350	0.973
N° 4	4.76	6335	59.013	38.938	pasa 200		5.0	0.973	0.000
pasa N° 4		4180.00	38.938		suma		200	38.93805	
suma		10735	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN:
D10 =	2.5	Cu =	2.4	> De 3”	0	
D30 =	3.8	Cc =	0.963	G	61.062	
D60 =	6.0			S	37.965	
				F	0.973	
				Pasa la malla N° 4	38.938	

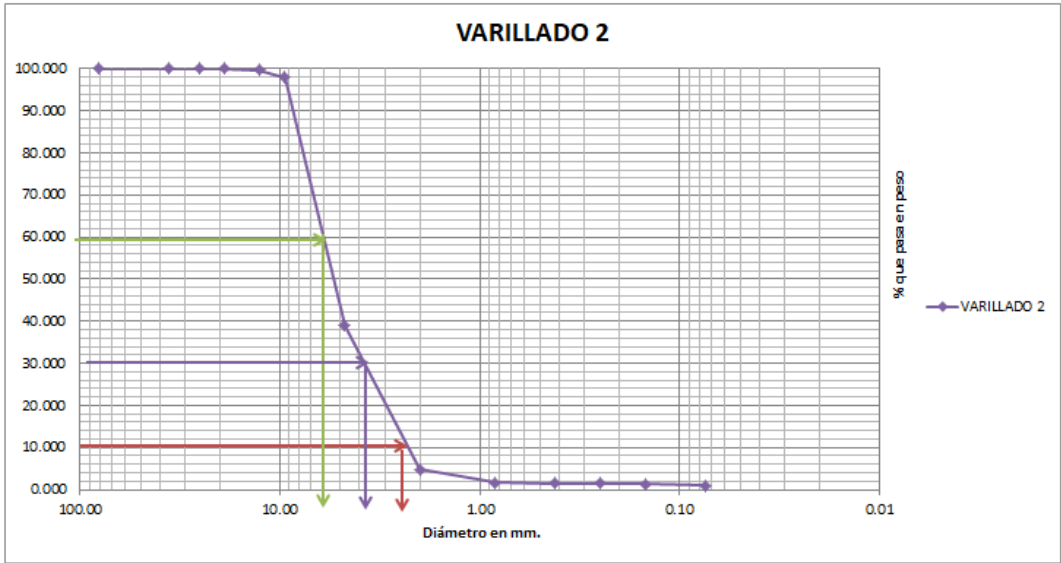


Figura 92. Granulometría por mallas, sello varillado 2, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.1.3.3. COMPACTADO.

En la tabla 18 nos muestra la granulometría que tenemos en el sello a partir de la abertura ½” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 93.

Tabla 18. Granulometría por mallas, sello compactado 1, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 11165				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 1 Sondeo: Sello					Peso recip + suelo se 14890				
Muestra N°: Compactado					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 07-jun-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	184.6	34.142	2.848
1 1/2”	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	13.2	2.441	0.407
1”	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	0.1	0.018	0.388
3/4”	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	0.1	0.018	0.370
1/2”	12.70	50	0.448	99.552	100	0.149	0.1	0.018	0.351
3/8”	9.52	125	1.120	98.433	200	0.074	0.1	0.018	0.333
N° 4	4.76	6860	61.442	36.991	pasa 200		1.8	0.333	0.000
pasa N° 4		4130.00	36.991		suma		200	36.991	
suma		11165	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GM
D10 =	2.5	Cu =	2.4	> De 3”	0	
D30 =	4.0	Cc =	1.067	G	63.009	
D60 =	6.0			S	36.658	
				F	0.333	
				Pasa la malla N° 4	36.991	

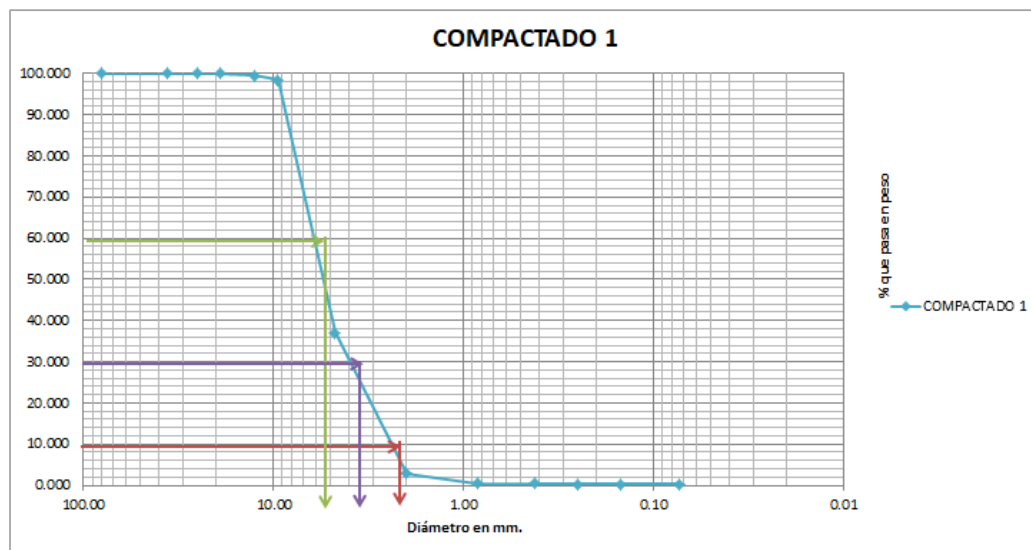


Figura 93. Granulometría por mallas, sello compactado 1, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 19 nos muestra la granulometría que tenemos en el sello a partir de la abertura ½” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 94.

Tabla 19. Granulometría por mallas, sello compactado 2, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 11065				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2 Sondeo: Sello					Peso recip + suelo se 14790				
Muestra N°: Compactado					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 07-jun-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	174.6	34.518	5.021
1 1/2”	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	15.4	3.045	1.977
1”	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	1.0	0.198	1.779
3/4”	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	0.4	0.079	1.700
1/2”	12.70	40	0.362	99.638	100	0.149	1.0	0.198	1.502
3/8”	9.52	170	1.536	98.102	200	0.074	2.2	0.435	1.068
N° 4	4.76	6480	58.563	39.539	pasa 200		5.4	1.068	0.000
pasa N° 4		4375.00	39.539		suma		200	39.539	
suma		11065	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GM
D10 =	2.3	Cu =	2.609	> De 3”	0	
D30 =	3.8	Cc =	1.046	G	60.461	
D60 =	6.0			S	38.472	
				F	1.068	
				Pasa la malla N° 4	39.539	

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.1.4 ARENA.

12.1.4.1 SUELTO.

En la tabla 20 se puede observar la granulometría que tenemos en la arena a partir de la abertura de malla N°4 a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 95.

Tabla 20. Granulometría por mallas, arena suelto 1, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 13195				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 1 Sondeo: Arena					Peso recip + suelo se 16920				
Muestra N°: suelto					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 02-jul-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2"	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	63.1	31.287	67.879
1 1/2"	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	55	27.271	40.609
1"	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	40.2	19.932	20.676
3/4"	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	8.4	4.165	16.511
1/2"	12.70	0	0.000	100.000	100	0.149	9.6	4.760	11.751
3/8"	9.52	0	0.000	100.000	200	0.074	8.9	4.413	7.338
N° 4	4.76	110	0.834	99.166	pasa 200		14.8	7.338	0.000
pasa N° 4		13085.00	99.166		suma		200	99.166	
suma		13195	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: SW
D10 =	0.13	Cu =	13.846	> De 3"	0	
D30 =	0.6	Cc =	1.538	G	0.834	
D60 =	1.8			S	91.828	
				F	7.338	
				Pasa la malla N° 4	99.166	

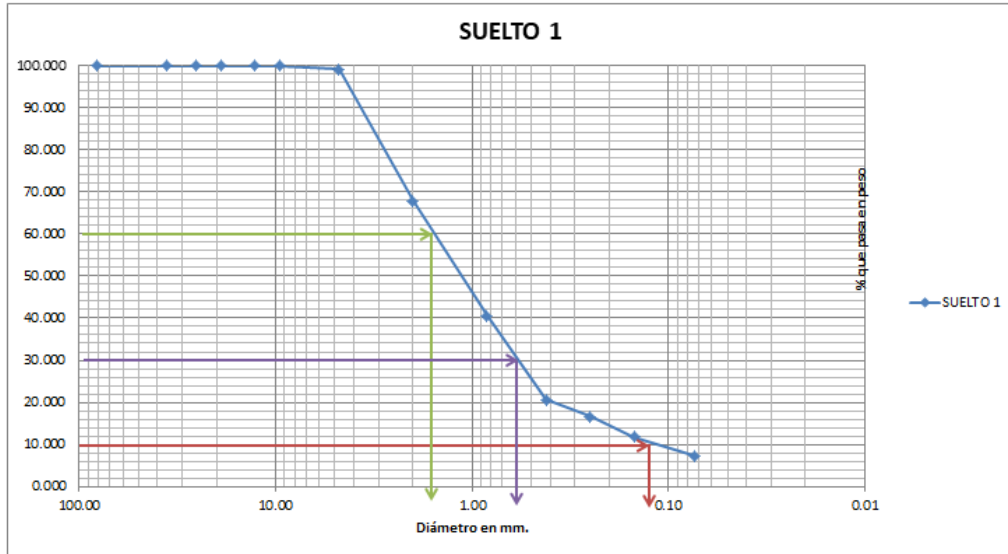


Figura 95. Granulometría por mallas, arena suelto 1, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 21 se puede observar la granulometría que tenemos en la arena a partir de la abertura de malla N°4 a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 96.

Tabla 21. Granulometría por mallas, arena suelto 2, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 13325				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensayo N°: 2 Sondeo: Arena					Peso recip + suelo se 17050				
Muestra N°: suelto					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 02-jul-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2"	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	69.6	34.552	64.735
1 1/2"	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	53.9	26.758	37.977
1"	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	34	16.879	21.098
3/4"	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	7.9	3.922	17.177
1/2"	12.70	0	0.000	100.000	100	0.149	9.9	4.915	12.262
3/8"	9.52	0	0.000	100.000	200	0.074	9.6	4.766	7.496
N° 4	4.76	95	0.713	99.287	pasa 200		15.1	7.496	0.000
pasa N° 4		13230.00	99.287		suma		200	99.287	
suma		13325	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN:
D10 =	0.14	Cu =	12.857	> De 3"	0	
D30 =	0.6	Cc =	1.429	G	0.713	
D60 =	1.8			S	91.791	
				F	7.496	
				Pasa la malla N°4	99.287	

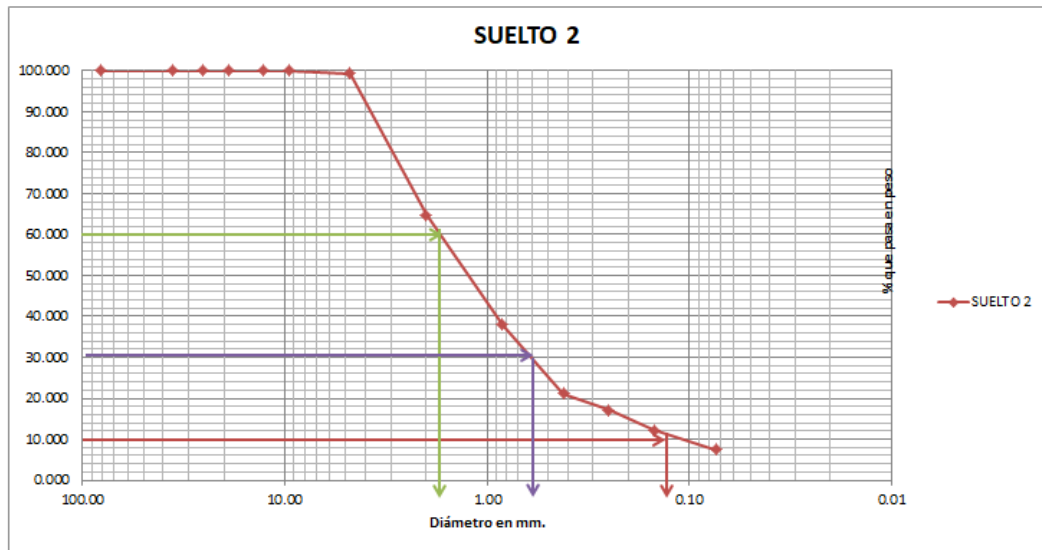


Figura 96. Granulometría por mallas, arena suelto 2, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.1.4.2. VARILLADO.

En la tabla 22 se puede observar la granulometría que tenemos en la arena a partir de la abertura de malla N°4 a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 97.

Tabla 22. Granulometría por mallas, arena varillado 1, Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2"	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	33.3	16.514	82.669
1 1/2"	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	47.9	23.754	58.914
1"	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	50.3	24.944	33.970
3/4"	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	14.1	6.992	26.978
1/2"	12.70	0	0.000	100.000	100	0.149	15.3	7.587	19.390
3/8"	9.52	0	0.000	100.000	200	0.074	16.2	8.034	11.356
N° 4	4.76	115	0.818	99.182	pasa 200		22.9	11.356	0.000
pasa N° 4		13950.00	99.182		suma		200	99.182	
suma		14065	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: SW
D10 =	0.075	Cu =	12	> De 3"	0	
D30 =	0.3	Cc =	1.333	G	0.818	
D60 =	0.9			S	87.826	
				F	11.356	
				Pasa la malla N° 4	99.182	

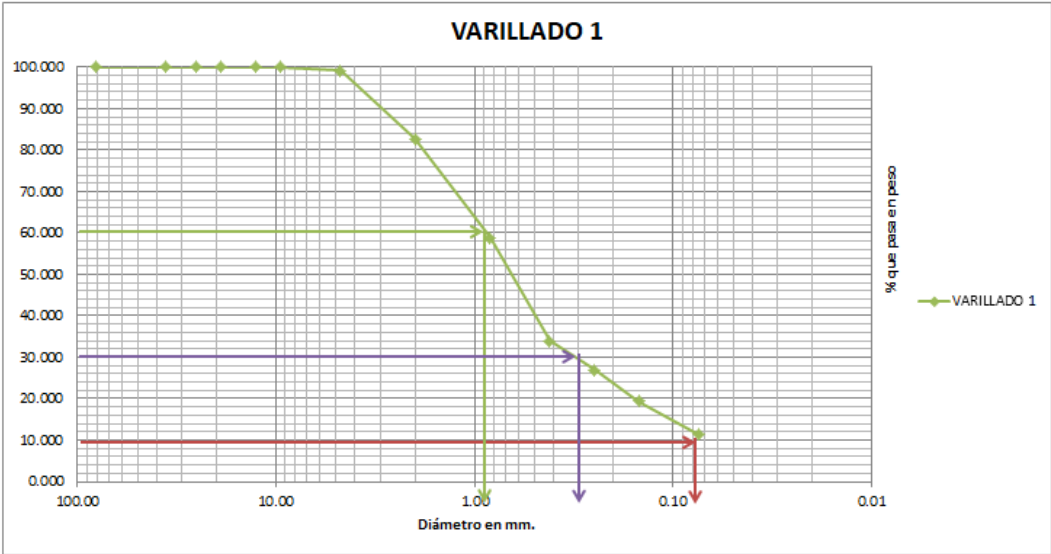


Figura 97. Granulometría por mallas, arena varillado 1, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 23 se puede observar la granulometría que tenemos en la arena a partir de la abertura de malla N°4 a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 98.

Tabla 23. Granulometría por mallas, arena varillado 2, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 14105				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensayo N°: 2 Sondeo: Arena					Peso recip + suelo se 17830				
Muestra N°: Varillado					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 02-jul-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2"	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	43.3	21.497	77.795
1 1/2"	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	50.1	24.872	52.922
1"	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	47.1	23.383	29.539
3/4"	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	12.0	5.957	23.582
1/2"	12.70	0	0.000	100.000	100	0.149	13.6	6.752	16.830
3/8"	9.52	0	0.000	100.000	200	0.074	13.9	6.901	9.929
N° 4	4.76	100	0.709	99.291	pasa 200		20.0	9.929	0.000
pasa N° 4		14005.00	99.291		suma		200	99.291	
suma		14105	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: SW
D10 =	0.08	Cu =	13.75	> De 3"	0	
D30 =	0.45	Cc =	2.301	G	0.709	
D60 =	1.1			S	89.362	
				F	9.929	
				Pasa la malla N°4	99.291	

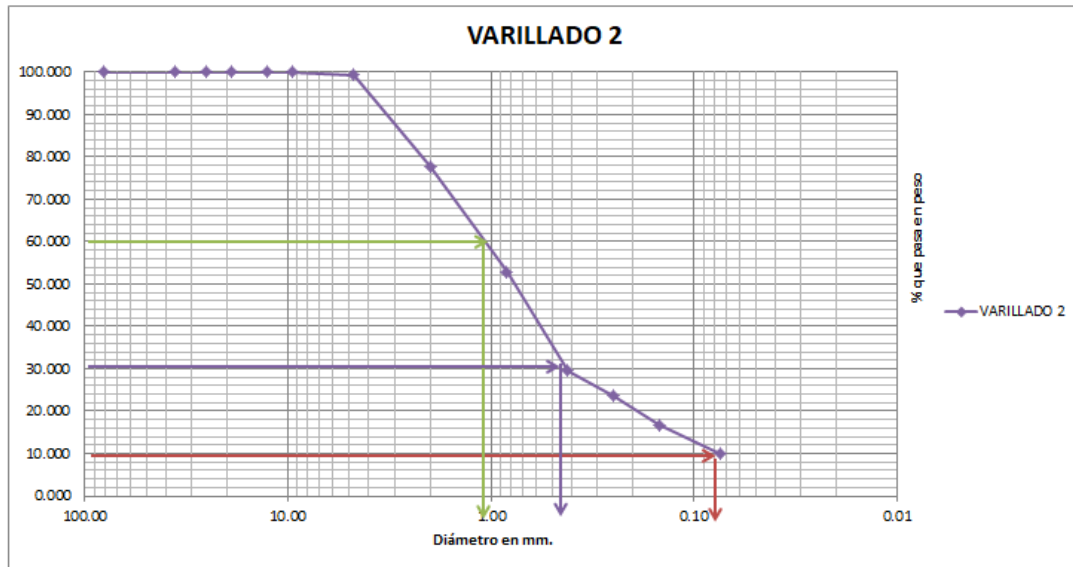


Figura 98. Granulometría por mallas, arena varillado 2, Villanueva, 2019.

12.1.4.3. COMPACTADO.

En la tabla 24 se puede observar la granulometría que tenemos en la arena a partir de la abertura de malla N°4 a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 99.

Tabla 24. Granulometría por mallas, arena compactado 1, Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2"	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	49.3	24.472	74.805
1 1/2"	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	48.4	24.025	50.780
1"	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	45.1	22.387	28.393
3/4"	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	11.9	5.907	22.486
1/2"	12.70	0	0.000	100.000	100	0.149	13	6.453	16.033
3/8"	9.52	0	0.000	100.000	200	0.074	13.1	6.503	9.531
N° 4	4.76	105	0.724	99.276	pasa 200		19.2	9.531	0.000
pasa N° 4		14400.00	99.276		suma		200	99.276	
suma		14505	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: SW
D10 =	0.088	Cu =	14.773	> De 3"	0	
D30 =	0.45	Cc =	1.770	G	0.724	
D60 =	1.3			S	89.746	
				F	9.531	
				Pasa la malla N° 4	99.276	

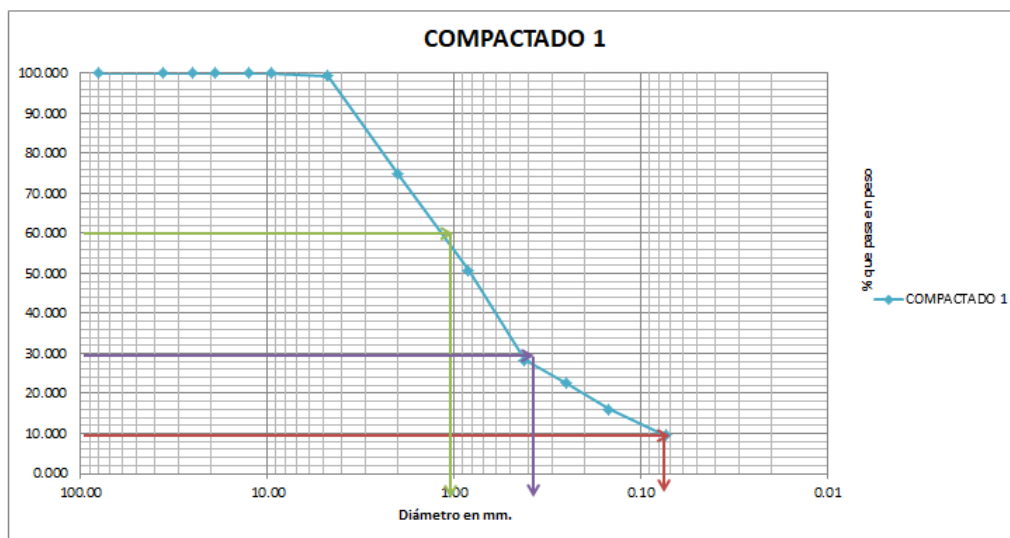


Figura 99. Granulometría por mallas, arena compactado 1, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 25 se puede observar la granulometría que tenemos en la arena a partir de la abertura de malla N°4 a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 100.

Tabla 25. Granulometría por mallas, arena compactado 2, Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2"	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	48.1	23.877	75.403
1 1/2"	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	55	27.302	48.101
1"	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	46.1	22.884	25.217
3/4"	19.05	0	0.000	100.000	60	0.250	10.5	5.212	20.005
1/2"	12.70	0	0.000	100.000	100	0.149	12.2	6.056	13.949
3/8"	9.52	0	0.000	100.000	200	0.074	11.4	5.659	8.290
N° 4	4.76	105	0.720	99.280	pasa 200		16.7	8.290	0.000
pasa N° 4		14480.00	99.280		suma		200	99.280	
suma		14585	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: SW
D10 =	0.1	Cu =	13	> De 3"	0	
D30 =	0.48	Cc =	1.772	G	0.720	
D60 =	1.3			S	90.990	
				F	8.290	
				Pasa la malla N° 4	99.280	

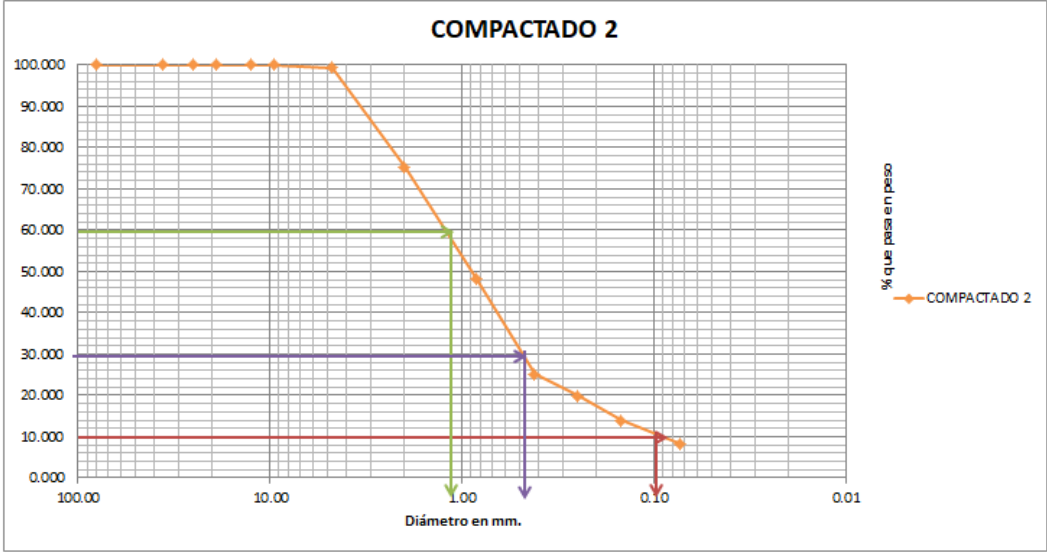


Figura 100. Granulometría por mallas, arena compactado 2, Villanueva, 2019.

12.2. DENSIDAD Y ABSORCIÓN.

12.2.1. FILTRO.

12.2.1.1. SUELTO.

En la tabla 26 se puede apreciar la densidad y la absorción del filtro en su primer análisis y en tabla 27 se observa el segundo análisis

Tabla 26. Densidad y Absorción, filtro suelto 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez				
Localización:	Tacámbaro				
Ensaye N° :	1	Sondeo:	Filtro		
Muestra N°:	suelto				
Fecha:	08-may-19				

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	201.8	183.6	9.9129	500	610	1.8345
2	202.6	181.4	11.6869	500	608	1.8759
Promedio			10.7999	Promedio		1.8552

Tabla 27. Densidad y Absorción, filtro suelto 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez				
Localización:	Tacámbaro				
Ensaye N° :	2	Sondeo:	Filtro		
Muestra N°:	suelto				
Fecha:	08-may-19				

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	200.0	179.2	11.6071	500	608	1.8519
2	201.4	183.4	9.8146	500	600	2.0140
Promedio			10.7109	Promedio		1.9329

12.2.1.2. VARILLADO.

En la tabla 28 se puede apreciar la densidad y la absorción del filtro en su primer análisis y en tabla 29 se observa el segundo análisis

Tabla 28. Densidad y Absorción, filtro varillado 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN	
Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N° :	1 Sondeo: Filtro
Muestra N°:	varillado
Fecha:	08-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	200.7	181.0	10.8840	500	610	1.8245
2	202.7	183.5	10.4632	500	610	1.8427
	Promedio		10.6736	promedio		1.8336

Tabla 29. Densidad y Absorción, filtro varillado 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN	
Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N° :	2 Sondeo: Filtro
Muestra N°:	varillado
Fecha:	08-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	200.3	184.1	8.7996	500	608	1.8546
2	200.7	179.5	11.8106	500	610	1.8245
	Promedio		10.3051	Promedio		1.8396

12.2.1.3. COMPACTADO.

En la tabla 30 se puede apreciar la densidad y la absorción del filtro en su primer análisis y en tabla 31 se observa el segundo análisis

Tabla 30. Densidad y Absorción, filtro compactado 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N° :	1 Sondeo: Filtro
Muestra N°:	Compactado
Fecha:	08-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	202.3	181.2	11.6446	500	615	1.7591
2	201.9	182.9	10.3882	500	610	1.8355
Promedio			11.0164	Promedio		1.7973

Tabla 31. Densidad y Absorción, filtro compactado 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N° :	2 Sondeo: Filtro
Muestra N°:	Compactado
Fecha:	08-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	201.6	183.9	9.6248	500	608	1.8667
2	202.8	184.0	10.2174	500	610	1.8436
Promedio			9.9211	Promedio		1.8552

12.2.2. GRAVA.

12.2.2.1. SUELTO.

En la tabla 32 se puede apreciar la densidad y la absorción de la grava en su primer análisis y en tabla 33 se observa el segundo análisis.

Tabla 32. Densidad y Absorción, grava suelto 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensayo N° : 1 Sondeo: Grava
Muestra N°: suelto
Fecha: 16-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	201.2	182.7	10.1259	500	608	1.8630
2	200.8	180.2	11.4317	500	610	1.8255
Promedio			10.7788	Promedio		1.8442

Tabla 33. Densidad y Absorción, grava suelto 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensayo N° : 2 Sondeo: Grava
Muestra N°: suelto
Fecha: 16-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	201.8	142.0	42.1127	500	610	1.8345
2	204.2	186.0	9.7849	500	605	1.9448
Promedio			25.9488	Promedio		1.8897

12.2.2.2. VARILLADO.

En la tabla 34 se puede apreciar la densidad y la absorción de la grava en su primer análisis y en tabla 35 se observa el segundo análisis.

Tabla 34. Densidad y Absorción, grava varillado 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensaye N° : 1 Sondeo: Grava
Muestra N°: varillado
Fecha: 16-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	201.2	179.5	12.0891	500	610	1.8291
2	200.4	184.1	8.8539	500	595	2.1095
Promedio			10.4715	Promedio		1.9693

Tabla 35. Densidad y Absorción, grava varillado 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensaye N° : 2 Sondeo: Grava
Muestra N°: varillado
Fecha: 16-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	203.4	182.5	11.4521	500	610	1.8491
2	200.6	178.2	12.5701	500	610	1.8236
Promedio			12.0111	Promedio		1.8364

12.2.2.3. COMPACTADO.

En la tabla 36 se puede apreciar la densidad y la absorción de la grava en su primer análisis y en tabla 37 se observa el segundo análisis.

Tabla 36. Densidad y Absorción, grava compactado 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensaye N° : 1 Sondeo: Grava
Muestra N°: Compactado
Fecha: 16-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	204.2	182.9	11.6457	500	610	1.8564
2	200.8	184.0	9.1304	500	600	2.0080
Promedio			10.3881	Promedio		1.9322

Tabla 37. Densidad y Absorción, grava compactado 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensaye N° : 2 Sondeo: Grava
Muestra N°: Compactado
Fecha: 16-may-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	201.7	180.4	11.8071	500	605	1.9210
2	202.4	183.6	10.2397	500	605	1.9276
Promedio			11.0234	Promedio		1.9243

12.2.3. SELLO.

12.2.3.1. SUELTO.

En la tabla 38 se puede apreciar la densidad y la absorción del sello en su primer análisis y en tabla 39 se observa el segundo análisis.

Tabla 38. Densidad y Absorción, sello suelto 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensaye N°: 1 **Sondeo:** sello
Muestra N°: suelto
Fecha: 07-jun-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	200.4	184.6	8.5590	500	600	2.0040
2	134.2	125.2	7.1885	500	568	1.9735
Promedio			7.8738	Promedio		1.9888

Tabla 39. Densidad y Absorción, sello suelto 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensaye N°: 2 **Sondeo:** Sello
Muestra N°: suelto
Fecha: 07-jun-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	201.2	186.2	8.0559	500	600	2.0120
2	191.8	176.4	8.7302	500	590	2.1311
Promedio			8.3930	Promedio		2.0716

12.2.3.2. VARILLADO.

En la tabla 40 se puede apreciar la densidad y la absorción del sello en su primer análisis y en tabla 41 se observa el segundo análisis.

Tabla 40. Densidad y Absorción, sello varillado 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N°:	1 Sondeo: Sello
Muestra N°:	varillado
Fecha:	07-jun-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	118.4	110.4	7.2464	500	560	1.9733
2	111.6	104.0	7.3077	500	555	2.0291
	Promedio		7.2770	Promedio		2.0012

Tabla 41. Densidad y Absorción, sello varillado 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N°:	2 Sondeo: Sello
Muestra N°:	varillado
Fecha:	07-jun-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	181.6	167.8	8.2241	500	590	2.0178
2	200.2	187.2	6.9444	500	605	1.9067
	Promedio		7.5843	Promedio		1.9622

12.2.3.3. COMPACTADO.

En la tabla 42 se puede apreciar la densidad y la absorción del sello en su primer análisis y en tabla 43 se observa el segundo análisis.

Tabla 42. Densidad y Absorción, sello compactado 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensaye N°: 1 **Sondeo:** Sello
Muestra N°: Compactado
Fecha: 07-jun-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	100.4	92.6	8.4233	500	560	1.6733
2	88.8	82.8	7.2464	500	545	1.9733
Promedio			7.8349	Promedio		1.8233

Tabla 43. Densidad y Absorción, sello compactado 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensaye N°: 2 **Sondeo:** Sello
Muestra N°: Compactado
Fecha: 07-jun-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	115.0	105.8	8.6957	500	560	1.9167
2	95.2	89.4	6.4877	500	545	2.1156
Promedio			7.5917	Promedio		2.0161

12.2.4. ARENA.

En la tabla 44 se puede apreciar la densidad y la absorción de la arena en su primer análisis.

Tabla 44. Densidad y Absorción, arena, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N° :	1
Muestra:	Arena
Fecha:	04-jul-19

Matraz Erlenmeyer	
f=	389.6 gr
Vf=	450 ml

Muestra	As (gr)	K (gr)	Densidad (gr/cm ³)	Ph (gr)	Ps (gr)	Absorción (%)
1	203.5	956.2	2.3418	207.0	189.0	9.5238
2	214.2	962.4	2.3435	205.8	189.2	8.7738
Promedio			2.3427	Promedio		9.1488

12.3. LIMITES DE CONSISTENCIA.

12.3.1 GRAVA.

En la tabla 45 se puede observar los límites de plasticidad y humedad natural de la grava.

Tabla 45. Límites plasticidad y humedad actual, grava, Villanueva, 2019.

LÍMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localizac: Tacámbaro
Ensayo N°: 1 **Sondeo:** Grava
Muestra N°:
Fecha: 29-may-19

LÍMITE LÍQUIDO								
Prueba N°	Cápsula N°	N° de golpes	Peso cápsula + suelo humedo	Peso cápsula + suelo seco	peso del agua	peso de la cápsula	peso del suelo seco	contenido de agua (w)
-	-	-	gr	gr	gr	gr	gr	%
1	4	1	35.71	25.97	9.74	8.31	17.66	55.153

CONTRACCIÓN LINEAL				
Prueba N°	Cápsula N°	Longitud inicial	Longitud final	contracción lineal
-	-	cm	cm	%
1	22	10.11	10.11	0

Clasif. SUCS: ML

W=	55.153	%
LL=	0	%
LP=	0	%
IP=	0	%
CL=	0	%
CV=	0	%

12.3.2. SELLO.

En la tabla 46 se puede observar los límites de plasticidad y humedad natural del sello.

Tabla 46. Límites plasticidad y humedad actual, sello, Villanueva, 2019.

LÍMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localizac	Tacámbaro
Ensayo N°	1 Sondeo: Sello
Muestra N°:	
Fecha:	13-jun-19

LÍMITE LÍQUIDO								
Prueba N°	Cápsula N°	N° de golpes	Peso cápsula + suelo húmedo	Peso cápsula + suelo seco	peso del agua	peso de la cápsula	peso del suelo seco	contenido de agua (w)
-	-	-	gr	gr	gr	gr	gr	%
1	71	1	32.7	27.0	5.7	11.6	15.4	37.013

CONTRACCIÓN LINEAL				
Prueba N°	Cápsula N°	Longitud inicial	Longitud final	contracción lineal
-	-	cm	cm	%
1	10	10.05	10.05	0

Clasif. SUCS: ML

w=	37.013	%
LL=	0	%
LP=	0	%
IP=	0	%
CL=	0	%
CV=	0	%

12.3.3. ARENA.

En la tabla 47 se puede observar los límites de plasticidad y humedad natural de la arena.

Tabla 47. Límites plasticidad y humedad actual, arena, Villanueva, 2019.

LÍMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localizac	Tacámbaro
Ensaye N°	1 Sondeo: Arena
Muestra N°:	
Fecha:	03-jul-19

LÍMITE LÍQUIDO								
Prueba N°	Cápsula N°	N° de golpes	Peso cápsula + suelo húmedo	Peso cápsula + suelo seco	peso del agua	peso de la cápsula	peso del suelo seco	contenido de agua (w)
-	-	-	gr	gr	gr	gr	gr	%
1	71	1	46.2	38.4	7.8	11.7	26.7	29.213

CONTRACCIÓN LINEAL				
Prueba N°	Cápsula N°	Longitud inicial	Longitud final	contracción lineal
-	-	cm	cm	%
1	10	10.15	10.15	0

Clasif. SUCS: ML

w=	29.213	%
LL=	0	%
LP=	0	%
IP=	0	%
CL=	0	%
CV=	0	%

12.4. EQUIVALENTE DE ARENA.

12.4.1. GRAVA.

En la siguiente tabla 48 se puede observar el equivalente de arena en la grava.

Tabla 48. Equivalente de arena, en grava, Villanueva, 2019.

EQUIVALENTE DE ARENA			
Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N°:	1	Sondeo:	Grava
Muestra N°:			
Fecha:	28-may-19		

Muestra	Lectura de finos	Lectura de arena	Equivalente de arena
1	6.9	2.6	37.681
2	6.8	2.7	39.706
3	6.5	2.65	40.769
			39.385

12.4.2. SELLO.

En la siguiente tabla 49 se puede observar el equivalente de arena en el sello.

Tabla 49. Equivalente de arena, en sello, Villanueva, 2019.

EQUIVALENTE DE ARENA			
Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N°:	1	Sondeo:	Sello
Muestra N°:			
Fecha:	10-jun-19		

Muestra	Lectura de finos	Lectura de arena	Equivalente de arena
1	5.9	4.5	76.271
2	5.7	4.2	73.684
3	6.4	4.0	62.500
			70.818

12.4.3. ARENA.

En la siguiente tabla 50 se puede observar el equivalente de arena en la arena.

Tabla 50. Equivalente de arena, en arena, Villanueva, 2019.

EQUIVALENTE DE ARENA

Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N° :	1 Sondeo: Arena
Muestra N°:	
Fecha:	03-jul-19

Muestra	Lectura de finos	Lectura de arena	Equivalente de arena
1	6.7	3.9	58.209
2	6.3	3.6	57.143
3	6.4	3.9	60.938

58.763

12.5. COMPACTACIÓN PORTER ESTANDAR.

12.5.1. GRAVA.

En la siguiente tabla 51 y 52 se puede apreciar la compactación PORTER estándar que es una compactación estática.

Tabla 51. Compactación PORTER estándar, grava 1, Villanueva, 2019.

COMPACTACIÓN PORTER ESTÁNDAR

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	1	Sondeo:	Grava
Muestra N°:			
Fecha:	21-jun-19		

Datos generales del molde porter

Altura del molde (h1)	12.73	cm
Área del molde (Am)	194.09	cm ²
Diámetro del molde (D)	15.72	cm
Volumen del molde (V)	2470.72	cm ³

Altura borde sup. Collarín a PL de carga (Cm)

Lecturas obtenidas con el vernier

L1	L2	L3	L4	h2
1.28	1.18	1.25	1.33	1.26

he=	11.47	cm
-----	-------	----

Determinación del volumen del espécimen (cm³)

V=	2226.175	cm ³
Ym=	1.797	ton/m ³
Wc=	13.443	%
Y _{dmax} =	1.584	ton/m ³

Extensión

Altura del molde (h1)	7.58	cm
Área del molde (Am)	194.09	cm ²
Diámetro del molde (D)	15.72	cm
Volumen del molde (V)	1471.18	cm ³
Peso del molde (Wt)	7135	gr
Peso esp + molde (Wi)	11135	gr

Ph=	200.0	gr
Ps=	176.3	gr

Tabla 52. Compactación PORTER estándar, grava 2, Villanueva, 2019.

COMPACTACIÓN PORTER ESTÁNDAR

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	2	Sondeo:	Grava
Muestra N°:			
Fecha:	27-may-19		

Datos generales del molde porter

Altura del molde (h1)	12.73	cm
Área del molde (Am)	194.58	cm ²
Diámetro del molde (D)	15.74	cm
Volumen del molde (V)	2477.02	cm ³

Altura borde sup. Collarín a PL de carga (Cm)

Lecturas obtenidas con el vernier

L1	L2	L3	L4	h2
1.14	1.17	1.17	1.16	1.16

he=	11.57	cm
-----	-------	----

Determinación del volumen del espécimen (cm³)

V=	2251.302	cm ³
Ym=	1.777	ton/m ³
W _o =	11.483	%
Y _{dmax} =	1.594	ton/m ³

Extensión

Altura del molde (h1)	7.55	cm
Área del molde (Am)	194.09	cm ²
Diámetro del molde (D)	15.72	cm
Volumen del molde (V)	1465.36	cm ³
Peso del molde (Wt)	7150	gr
Peso esp + molde (Wi)	11150	gr

Ph=	200.0	gr
Ps=	179.4	gr

12.5.2. SELLO.

En la siguiente tabla 53 se puede apreciar la compactación PORTER estándar que es una compactación estática.

Tabla 53. Compactación PORTER estándar, sello, Villanueva, 2019.

COMPACTACIÓN PORTER ESTÁNDAR

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensayo N°:	2	Sondeo:	Grava
Muestra N°:			
Fecha:	27-may-19		

Datos generales del molde porter

Altura del molde (h1)	12.73	cm
Área del molde (Am)	194.58	cm ²
Diámetro del molde (D)	15.74	cm
Volumen del molde (V)	2477.02	cm ³

Altura borde sup. Collarín a PL de carga (Cm)

Lecturas obtenidas con el vernier

L1	L2	L3	L4	h2
1.14	1.17	1.17	1.16	1.16

he=	11.57	cm
-----	-------	----

Determinación del volumen del espécimen (cm³)

V=	2251.302	cm ³
Ym=	1.777	ton/m ³
Wo=	11.483	%
Y dmax=	1.594	ton/m ³

Extensión

Altura del molde (h1)	7.55	cm
Área del molde (Am)	194.09	cm ²
Diámetro del molde (D)	15.72	cm
Volumen del molde (V)	1465.36	cm ³
Peso del molde (Wt)	7150	gr
Peso esp + molde (Wi)	11150	gr

Ph=	200.0	gr
Ps=	179.4	gr

12.6. VRS (VALOR RELATIVO DE SOPORTE).

12.6.1. GRAVA.

En la tabla 54 y 55 nos muestra el VRS que tenemos en la grava en su primer y segundo análisis, también se observa su grafica en la figura 101 y 102.

Tabla 54. VRS en grava 1, Villanueva, 2019.

VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTÁNDAR (VRS)			
Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	1	Sondeo:	Grava
Muestra N°:			
Fecha:	21-jun-19	28-may-19	

Resistencia a la penetración [kg]

	Deformación	Y	VRS	VRS est
	0	0	0	145.588
	1.27	72	45.794	
	2.54	226	143.743	
	3.81	337	214.342	
	3.97	345	219.430	

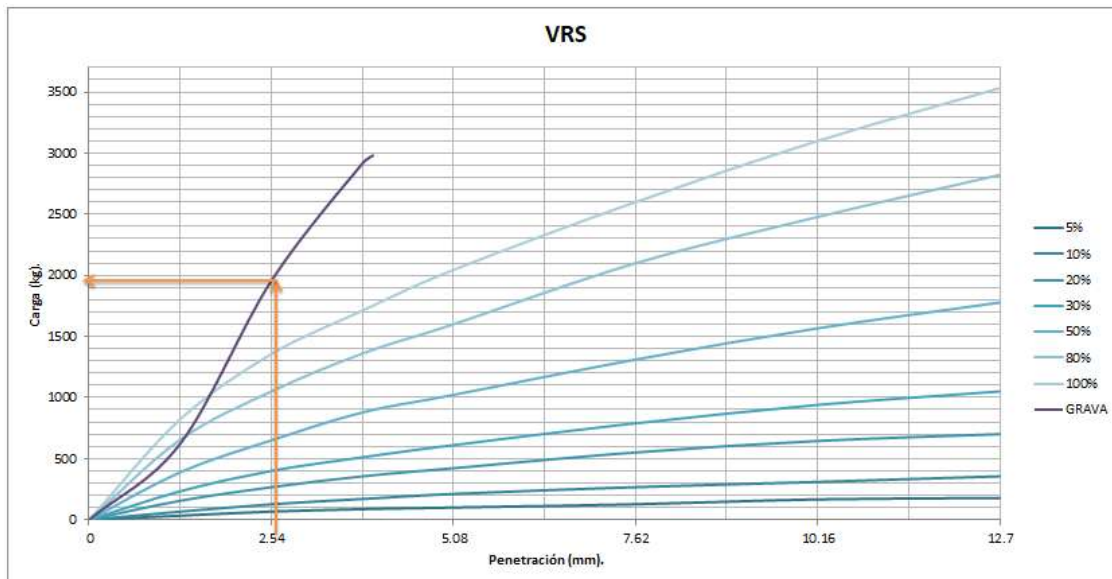


Figura 101. VRS en grava 1, Villanueva, 2019.

Tabla 55. VRS en grava 2, Villanueva, 2019

VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTÁNDAR (VRS)

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensayo N° :	2	Sondeo:	Grava
Muestra N°:			
Fecha:	27-may-19	04-jun-19	

Resistencia a la penetración (kg)

	Deformación	Y	VRS	VRS est
	0	0	0	116.176
	1.27	45	389.25	
	2.54	183	116.393	
	3.8	340	216.25	
	3.81	341	216.886	

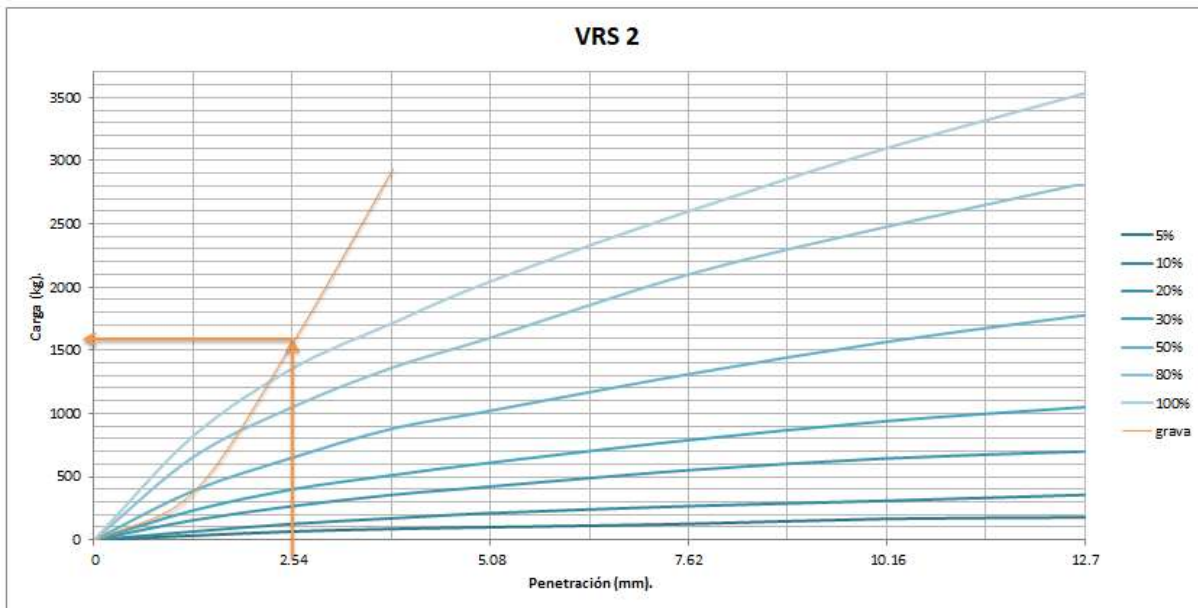


Figura 102. VRS en grava 2, Villanueva, 2019.

12.6.2. SELLO.

En la tabla 56 nos muestra el VRS que tenemos en la grava en su primer análisis, también se observa su grafica en la figura 103.

Tabla 56. VRS en sello, Villanueva, 2019.

VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTÁNDAR (VRS)

Obra: Banco de materiales Los Chávez
Localización: Tacámbaro
Ensayo N° : 1 Sondeo: Sello
Muestra N°:
Fecha: 19-jun-19 28-jun-19

Resistencia a la penetración (kg)

	Deformación	Y	VRS	VRS est
0	0	0	0	117.647
1.27	43	371.95	27.349	
2.54	184	1591.6	117.029	
3.81	340	2941	216.250	

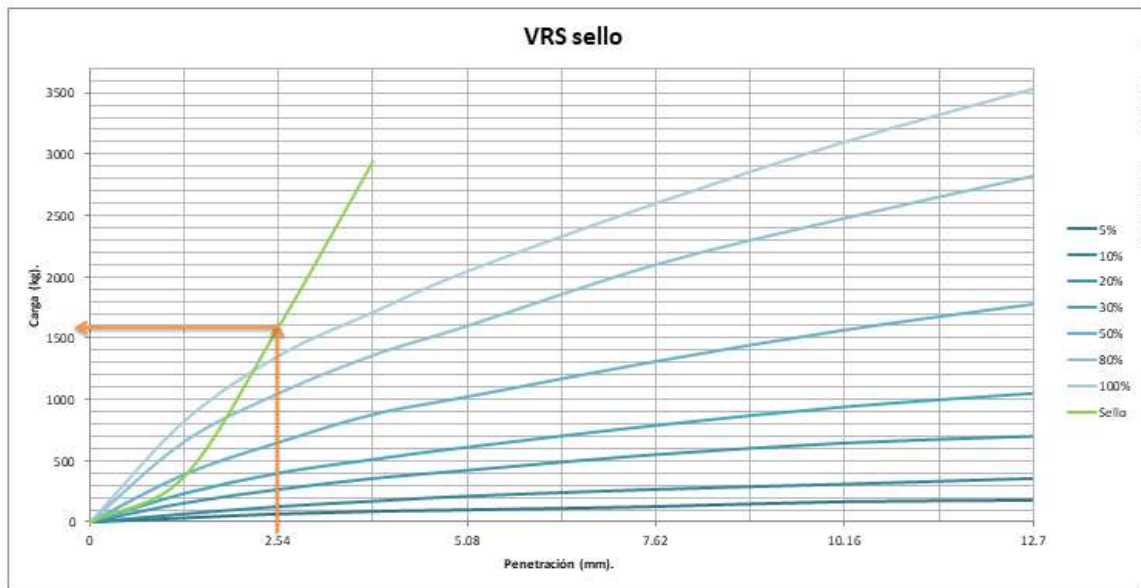


Figura 103. VRS en sello, Villanueva, 2019

12.7. PROCTOR MODIFICADA VARIANTE “D” Y “B”.

12.7.1. GRAVA.

En la siguiente tabla 57 se puede apreciar la compactación PROCTOR modificada en la grava que es una compactación dinámica así como su grafica en la figura 104.

Tabla 57. PROCTOR modificada D en grava, Villanueva, 2019.

PROCTOR			
Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensayo N° :	1	Sondeo:	Grava
Prueba:	Proctor modificada D		
Fecha:	10-jul-19		
Molde N° :	1	Vol :	2120.552
Peso :	17630	P. Martillo:	4.5
Altura de caída :	50.8		
N° de capas :	5		
N° de golpes por capa:	56		

Cálculo del mode

D1:	15.23	cm	Area:	182.295	cm ²
D2:	15.24	cm			
DP:	15.235	cm			
h1:	11.63	cm			
h2:	11.63	cm			
h3:	11.64	cm			
h4:	11.63	cm			
hP:	11.633	cm			

Prueba N°	3	4	5	6	1a
Agua (ml)	200	300	400	500	600
Peso molde + suelo húmedo (gr)	20880	21120	21280	21520	21400
Peso molde (gr)	17630	17630	17630	17630	17630
Peso suelo húmedo (gr)	3250	3490	3650	3890	3770
Peso específico húmedo (t/m³)	1.533	1.646	1.721	1.834	1.778
cápsula N°	42r	227	-	28r	5
Peso cápsula + suelo húmedo (gr)	333.6	302.6	325.4	337.7	280.4
Peso cápsula + suelo seco (gr)	325.4	290.1	311.0	319.1	258.1
Peso del agua (gr)	8.2	12.5	14.4	18.6	22.3
Peso cápsula (gr)	133.6	102.2	125.4	137.7	80.4
Peso suelo seco (gr)	191.8	187.9	185.6	181.4	177.7
Contenido de agua (%)	4.275	6.652	7.759	10.254	12.549
Peso específico seco (T/m³)	1.470	1.543	1.597	1.664	1.580
Relación de vacios	-	-	-	-	-

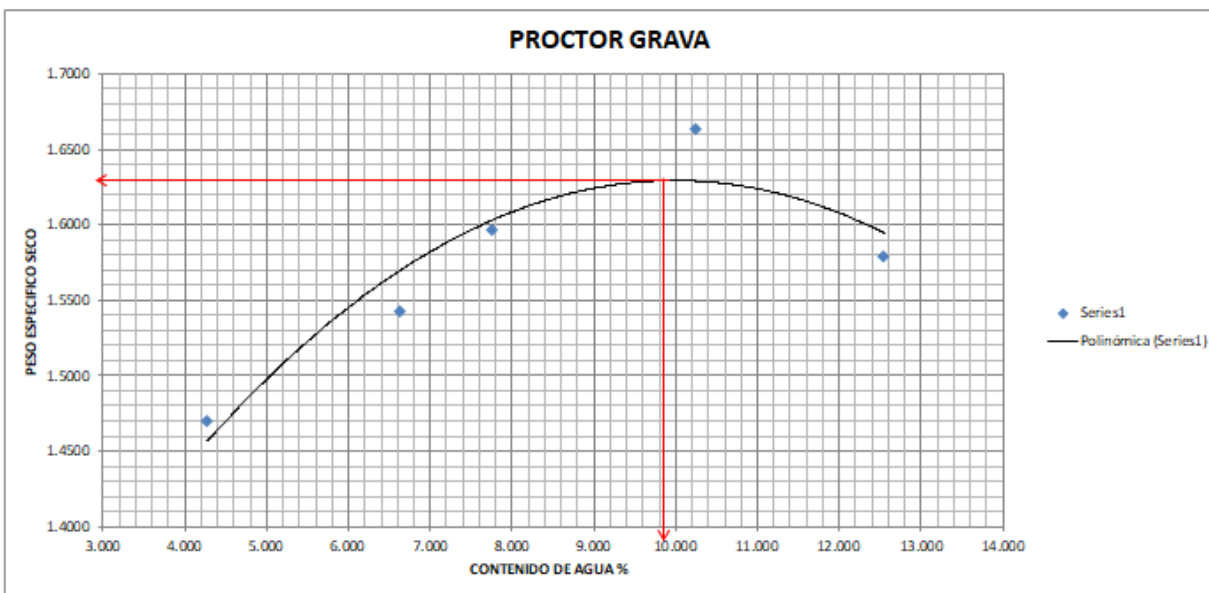


Figura 104. PROCTOR modificada D en grava, Villanueva, 2019

12.7.2. SELLO.

En la siguiente tabla 58 se puede apreciar la compactación PROCTOR modificada en el sello que es una compactación dinámica así como su grafica en la figura 105.

Tabla 58. PROCTOR modificada D en sello, Villanueva, 2019.

PROCTOR

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	1	Sondeo:	Sello
Prueba:	Proctor modificada D		
Fecha:	20-jun-19		
Molde N° :	1	Vol :	2120.552
Peso :	17630	P. Martillo:	4.5
Altura de caída :	50.8		
N° de capas :	5		
N° de golpes por capa:	56		

Cálculo del mode

D1:	15.23	cm	Area:	182.295	cm ²
D2:	15.24	cm			
DP:	15.235	cm			
h1:	11.63	cm			
h2:	11.63	cm			
h3:	11.64	cm			
h4:	11.63	cm			
hP:	11.633	cm			

Prueba N°	1	3	4	5	6	1a
Agua (ml)	250	450	550	650	750	100
Peso molde + suelo húmedo (gr)	20630	20750	20810	20730	20710	20480
Peso molde (gr)	17630	17630	17630	17630	17630	17630
Peso suelo húmedo (gr)	3000	3120	3180	3100	3080	2850
Peso específico húmedo (t/m³)	1.415	1.471	1.500	1.462	1.452	1.344
cápsula N°	A	F	R	D	5	2
Peso cápsula + suelo húmedo (gr)	263.2	285.8	289.8	257.2	280.6	298.6
Peso cápsula + suelo seco (gr)	253.6	270.4	269.2	236.0	258.2	293.6
Peso del agua (gr)	9.6	15.4	20.6	21.2	22.4	5.0
Peso cápsula (gr)	63.2	85.8	89.8	57.2	80.6	57.2
Peso suelo seco (gr)	190.4	184.6	179.4	178.8	177.6	236.4
Contenido de agua (%)	5.042	8.342	11.483	11.857	12.613	2.115
Peso específico seco (T/m³)	1.347	1.358	1.345	1.307	1.290	1.316
Relación de vacíos	-	-	-	-	-	-

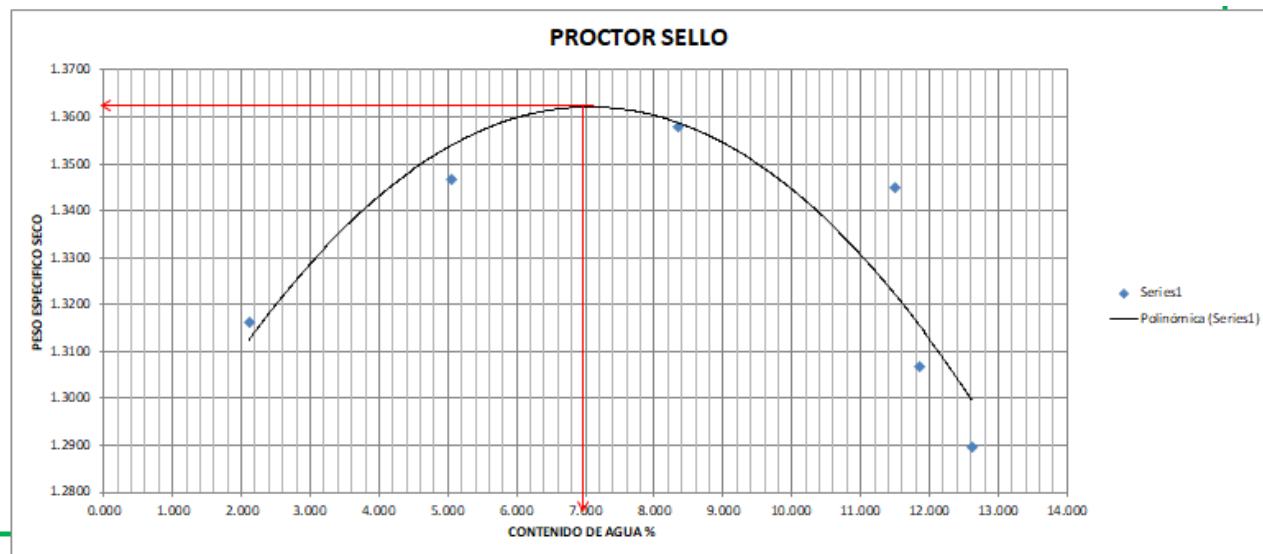


Figura 105. PROCTOR modificada D en sello, Villanueva, 2019

12.7.3. ARENA.

En la siguiente tabla 59 se puede apreciar la compactación PROCTOR modificada en la arena que es una compactación dinámica así como su grafica en la figura 106.

Tabla 59. PROCTOR modificada B en arena, Villanueva, 2019.

PROCTOR			
Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensayo N° :	1	Sondeo:	Arena
Prueba:	Proctor modificada B		
Fecha:	19-jul-19		
Molde N° :	1	Vol :	2120.552
Peso :	17630	P. Martillo:	4.5
Altura de caída :	50.8		
N° de capas :	5		
N° de golpes por capa:	56		

Cálculo del molde

D1:	15.23	cm	Area:	182.295	cm ²
D2:	15.24	cm			
DP:	15.235	cm			
h1:	11.63	cm			
h2:	11.63	cm			
h3:	11.64	cm			
h4:	11.63	cm			
hP:	11.633	cm			

Prueba N°	6	7	8	9	10	11	12
Agua (ml)	750	850	1000	1250	1400	1500	2000
Peso molde + suelo húmedo (gr)	21430	21660	21660	21800	21790	21930	21870
Peso molde (gr)	17630	17630	17630	17630	17630	17630	17630
Peso suelo húmedo (gr)	3800	4030	4030	4170	4160	4300	4240
Peso específico húmedo (t/m³)	1.792	1.900	1.900	1.966	1.962	2.028	1.939
cápsula N°	F	D	1/2"	4	F	B	A
Peso cápsula + suelo húmedo (gr)	285.8	257.4	293.8	290.6	285.7	292.2	263.2
Peso cápsula + suelo seco (gr)	260.5	230.8	265.8	260.7	252.1	262.1	231.9
Peso del agua (gr)	25.3	26.6	28.0	29.9	33.6	30.1	31.3
Peso cápsula (gr)	85.8	57.4	93.8	90.6	85.7	92.2	63.2
Peso suelo seco (gr)	174.7	173.4	172	170.1	166.4	169.9	168.7
Contenido de agua (%)	14.482	15.340	16.279	17.578	20.192	17.716	18.554
Peso específico seco (T/m³)	1.565	1.648	1.634	1.672	1.632	1.723	1.687
Relación de vacíos	-	-	-	-	-	-	-

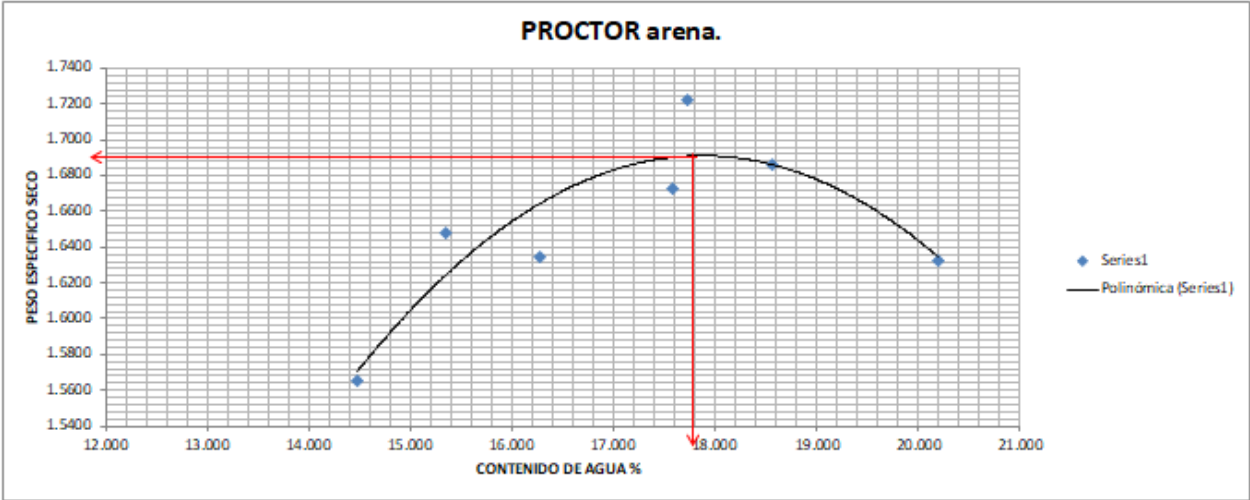


Figura 106. PROCTOR modificada B en arena, Villanueva, 2019

12.8. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).

12.8.1. GRAVA.

En la tabla 60 nos muestra el CBR que tenemos en la grava en su primer análisis, también se observa su grafica en la figura 107.

Tabla 60. CBR en grava, Villanueva, 2019

CBR

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensayo N° :	1	Sondeo:	Grava
Prueba:	Proctor modificada D		
Fecha:	12-jul-19	19-jul-19	
Molde N° :	1	Vol :	2120.552
Peso :	17630	P. Martillo:	4.5
Altura de caída :	50.8		
N° de capas :	5		
N° de golpes por capa:	56		

Cálculo del molde

D1:	15.23	cm	Area:	182.295	cm ²
D2:	15.24	cm			
DP:	15.235	cm			
h1:	11.63	cm			
h2:	11.63	cm			
h3:	11.64	cm			
h4:	11.63	cm			
hP:	11.633	cm			

Humedad actual		
Ph=	200	gr
Ps=	199.5	gr
Ha=	0.251	%

Contenido de agua		
Ha=	0.251	%
Co=	9.85	%
Co actual=	9.599	%
Agua=	479.95	ml

Prueba N°	CBR
Agua (ml)	479.95
Peso molde + suelo húmedo (gr)	21260
Peso molde (gr)	17630
Peso suelo húmedo (gr)	3630
Peso específico húmedo (t/m ³)	1.7118
cápsula N°	85
Peso cápsula + suelo húmedo (gr)	368.3
Peso cápsula + suelo seco (gr)	350.7
Peso del agua (gr)	17.6
Peso cápsula (gr)	168.3
Peso suelo seco (gr)	182.4
Contenido de agua (%)	9.649
Peso específico seco (T/m ³)	1.561
Relación de vacíos	-

Resistencia a la penetración (kg)

Deforcación	penetración (kg)	penetración (KN)	CBR _{2.54}	CBR _{5.08}
0	0	0		
1.27	41	354.65		
2.54	101	873.65		
3.81	145	1254.25		
5.08	172	1487.8		
7.62	224.5	1941.925		
10.16	273	2361.45		
12.66	315	2724.75		



Figura 107. CBR en grava, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.8.2. SELLO.

En la tabla 61 nos muestra el CBR que tenemos en la grava en su primer análisis, también se observa su grafica en la figura 108.

Tabla 61. CBR en sello, Villanueva, 2019

CBR

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localizaci	Tacámbaro		
Ensaye N°	1	Sondeo:	Sello
Prueba:	Proctor modificada D		
Fecha:	28-jun-19	05-jul-19	
Molde N° :	1	Vol :	2120.552
Peso :	17630	P. Martillo:	4.5
Altura de caída :	50.8		
N° de cap:	5		
N° de golpes por cap	56		

Cálculo del mode

D1:	15.23	cm	Area:	182.295	cm ²
D2:	15.24	cm			
DP:	15.235	cm			
h1:	11.63	cm			
h2:	11.63	cm			
h3:	11.64	cm			
h4:	11.63	cm			
hP:	11.633	cm			

Húmedad actual		
Ph=	200	gr
P _s =	199.4	gr
Ha=	0.301	%

Contenido de agua		
Ha=	0.301	%
Co=	7.1	%
Co actual=	6.799	%
Agua=	339.95	ml

Prueba N°	CBR
Agua (ml)	339.95
Peso molde + suelo húmedo (gr)	20810
Peso molde (gr)	17630
Peso suelo húmedo (gr)	3180
Peso específico húmedo (t/m ³)	1.4996
cápsula N°	B
Peso cápsula + suelo húmedo (gr)	292.0
Peso cápsula + suelo seco (gr)	250.9
Peso del agua (gr)	41.1
Peso cápsula (gr)	92.0
Peso suelo seco (gr)	158.9
Contenido de agua (%)	25.865
Peso específico seco (T/m ³)	1.191
Relación de vacios	-

Resistencia a la penetración (kg)

	Deformación	penetración (kg)	penetración (KN)	CBR _{2.54}	CBR _{5.08}
0	0	0	0.000	28.615	44.089
1.27	16	138.4	1.357		
2.54	45	389.25	3.817		
3.81	76	657.4	6.447		
5.08	104	899.6	8.822		
7.62	149	1288.85	12.640		
10.16	180	1557	15.269		
12.66	212	1833.8	17.984		

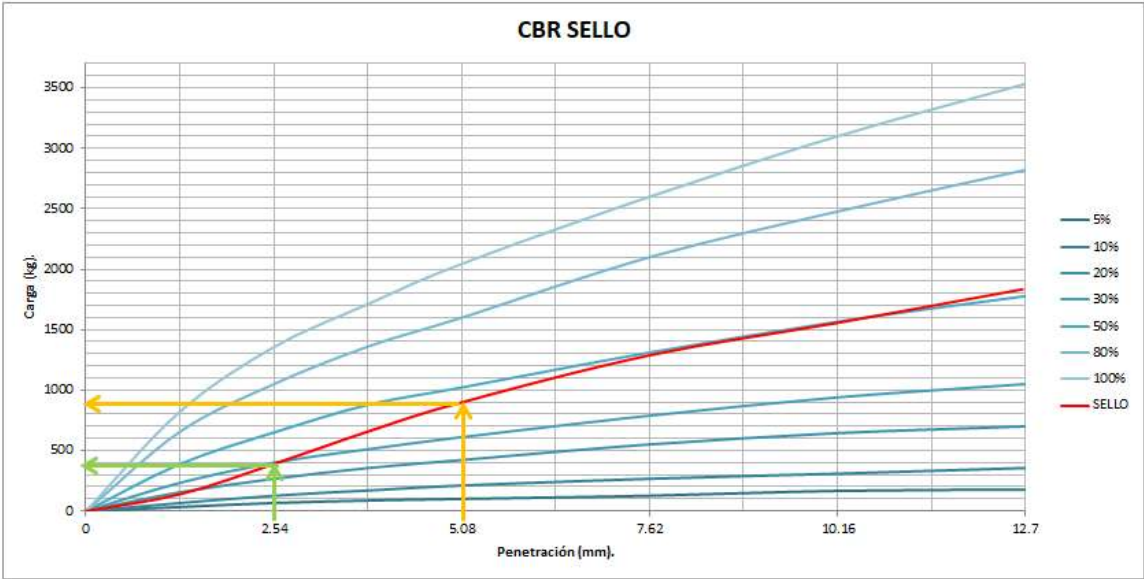


Figura 108. CBR en sello, Villanueva, 2019

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

12.8.3. ARENA.

En la tabla 62 nos muestra el CBR que tenemos en la grava en su primer análisis, también se observa su grafica en la figura 109.

Tabla 62. CBR en arena, Villanueva, 2019

CBR

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localizac	Tacámbaro		
Ensaye N°	1	Sondeo:	Arena
Prueba:	Proctor modificada B		
Fecha:	25-jul-19	02-ago-19	
Molde N° :	1	Vol :	2120.552
Peso :	17630	P. Martillo:	4.5
Altura de caída :	50.8		
N° de cap	5		
N° de golpes por caí	56		

Cálculo del modo

D1:	15.23	cm	Area:	182.295	cm ²
D2:	15.24	cm			
DP:	15.235	cm			
h1:	11.63	cm			
h2:	11.63	cm			
h3:	11.64	cm			
h4:	11.63	cm			
hP:	11.633	cm			

Húmedad actual		
Ph=	200	gr
Ps=	198.8	gr
Ha=	0.604	%

Contenido de agua		
Ha=	0.604	%
Co=	17.297	%
Co actual=	16.693	%
Agua=	834.65	ml

Prueba N°	CBR
Agua (ml)	834.65
Peso molde + suelo húmedo (gr)	21960
Peso molde (gr)	17630
Peso suelo húmedo (gr)	4330
Peso específico húmedo (t/m ³)	2.0419
cápsula N°	B
Peso cápsula + suelo húmedo (gr)	292.2
Peso cápsula + suelo seco (gr)	262.1
Peso del agua (gr)	30.1
Peso cápsula (gr)	92.2
Peso suelo seco (gr)	169.9
Contenido de agua (%)	17.716
Peso específico seco (T/m ³)	1.735
Relación de vacíos	-

Resistencia a la penetración (kg)

	Deformación	penetración (kg)	penetración (KN)	CBR _{2.54}	CBR _{5.08}
0	0	0	0	33.703	83.939
1.27	16	138.4	1.357		
2.54	53	458.45	4.496		
3.81	116	1003.4	9.840		
5.08	198	1712.7	16.796		
7.62	350	3027.5	29.690		

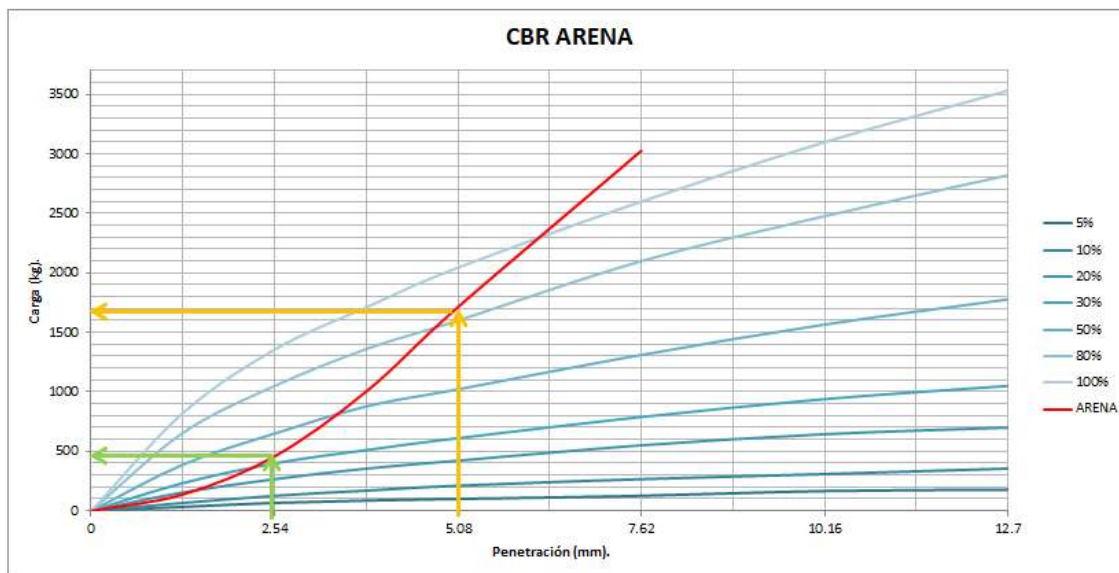


Figura 109. CBR en arena, Villanueva, 2019

12.9. DESGASTE DE LOS ÁNGELES.

En la tabla 63 nos muestra el desgaste de los ángeles que tiene en todo el banco de materiales de acuerdo al tipo A que es material de 1 1/2'' a 3/8''.

Tabla 63. Desgaste de los Ángeles, Villanueva, 2019

DESGASTE DE LOS ÁNGELES.

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N°:	1	Sondeo:	Material grueso.
Muestra:	Tipo A		
Fecha:	11-jul-19		

DESGASTE DE LOS ÁNGELES						
Prueba N°	Tipo	N° de esferas	Peso de esferas	Peso muestra (Pi)	Peso muestra (Pf)	Desgaste por trituración los ángeles (Pa)
-	-	-	gr	gr	gr	%
1	A	12	5000	5000	3755	24,9

12.10 PARTÍCULAS ALARGADAS Y LAJEADAS.

En la tabla 64 se observa los resultados de las partículas alargadas y lajeadas de todo el banco de materiales. Esferas de hierro

Tabla 64. Partículas alargadas y lajeadas, Villanueva, 2019

PARTÍCULAS ALARGADAS Y LAJEADAS.

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N°:	1	Sondeo:	Material grueso.
Muestra:	1		
Fecha:	11-jul-19		

PARTÍCULAS ALARGADAS				PARTÍCULAS LAJEADAS			
Tamaño de partícula	Partículas que pasarón (ma)	Peso total de la partículas (M1)	Partículas de forma alargada (Ca)	Tamaño de partícula	Partículas que pasarón (me)	Peso total de la partículas (M2)	Partículas de forma lajeadas (Ca)
-	gr	gr	%	-	gr	gr	%
1''	42.6	243.4	17.502	1''	243.4	243.4	100.000
3/4''	15.6	204.2	7.640	3/4''	204.2	204.2	100.000
1/2''	45.8	203.4	22.517	1/2''	11.7	203.4	5.752
3/8''	1.7	200.7	0.847	3/8''	5.4	200.7	2.691
1/4''	200.6	200.6	100.000	1/4''	12.8	200.6	6.381
Total	306.3	1052.3		Total	477.5	1052.3	

13. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

13.1. GRANULOMETRÍA POR MALLAS.

13.1.1. COMBINACIÓN.

La combinación es una mezcla de 50% grava y 50% arena se realizó con la finalidad de mejorar estos materiales y su propósito es que cumpla como material para base.

13.1.1.1. SUELTO.

En la tabla 65 nos muestra la granulometría que tenemos en el combinación a partir de la abertura 3/4'' a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 110.

Tabla 65. Granulometría por mallas, combinación suelto 1, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 14035				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 1 Sondeo: combinación					Peso recip + suelo se 17760				
Muestra N°: suelto					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 07-ago-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2''	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	40.8	13.489	52.632
1 1/2''	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	44.2	14.613	38.019
1''	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	41	13.555	24.465
3/4''	19.05	380	2.708	97.292	60	0.250	13.0	4.298	20.167
1/2''	12.70	1220	8.693	88.600	100	0.149	17.6	5.819	14.348
3/8''	9.52	695	4.952	83.648	200	0.074	17.6	5.819	8.530
N° 4	4.76	2460	17.528	66.120	pasa 200		25.8	8.530	0.000
pasa N° 4		9280.00	66.120		suma		200	66.120	
suma		14035	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GM
D10 =	0.1	Cu =	33	> De 3''	0	
D30 =	0.58	Cc =	1.019	G	33.880	
D60 =	3.3			S	57.591	
				F	8.530	
				Pasa la malla N° 4	66.120	

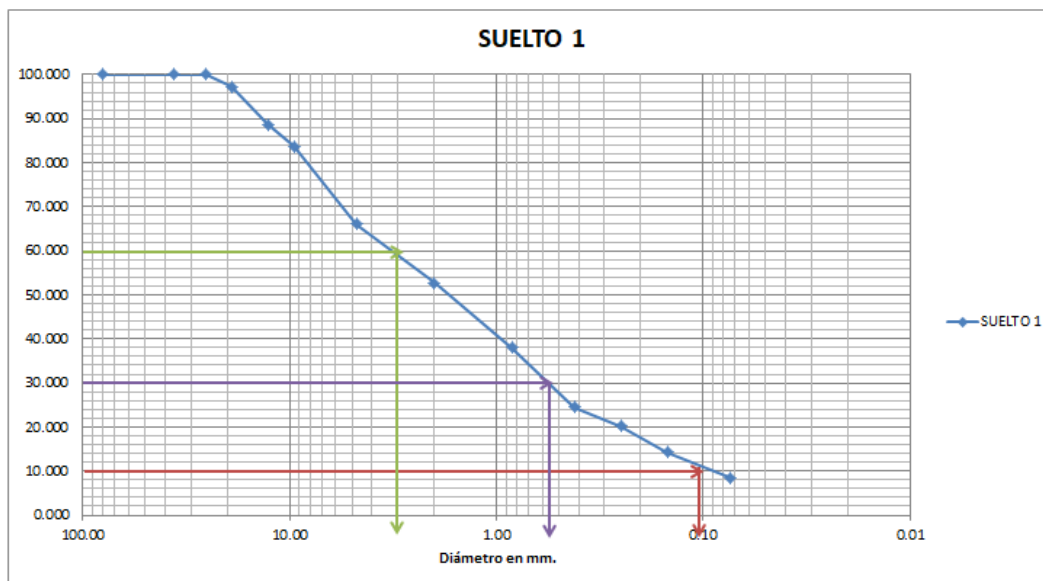


Figura 110. Granulometría por mallas, combinación suelo 1, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 66 nos muestra la granulometría que tenemos en el combinación a partir de la abertura 3/4” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 111.

Tabla 66. Granulometría por mallas, combinación suelo 2, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 14050				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2 Sondeo: Combinación					Peso recip + suelo se 17775				
Muestra N°: suelo					Peso recipiente (gr): 3725				
Fecha: 07-ago-19					Volumen (lts): 10.330				
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	79.4	26.462	40.193
1 1/2”	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	44.4	14.797	25.395
1”	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	28.2	9.398	15.997
3/4”	19.05	590	4.199	95.801	60	0.250	7.8	2.600	13.398
1/2”	12.70	1060	7.544	88.256	100	0.149	10.8	3.599	9.798
3/8”	9.52	635	4.520	83.737	200	0.074	11.4	3.799	5.999
N° 4	4.76	2400	17.082	66.655	pasa 200		18.0	5.999	0.000
pasa N° 4		9365.00	66.655		suma		200	66.655	
suma		14050	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN:
D10 =	0.18	Cu =	21.111	> De 3”	0	
D30 =	1.2	Cc =	2.105	G	33.345	
D60 =	3.8			S	60.656	
				F	5.999	
				Pasa la malla N° 4	66.655	

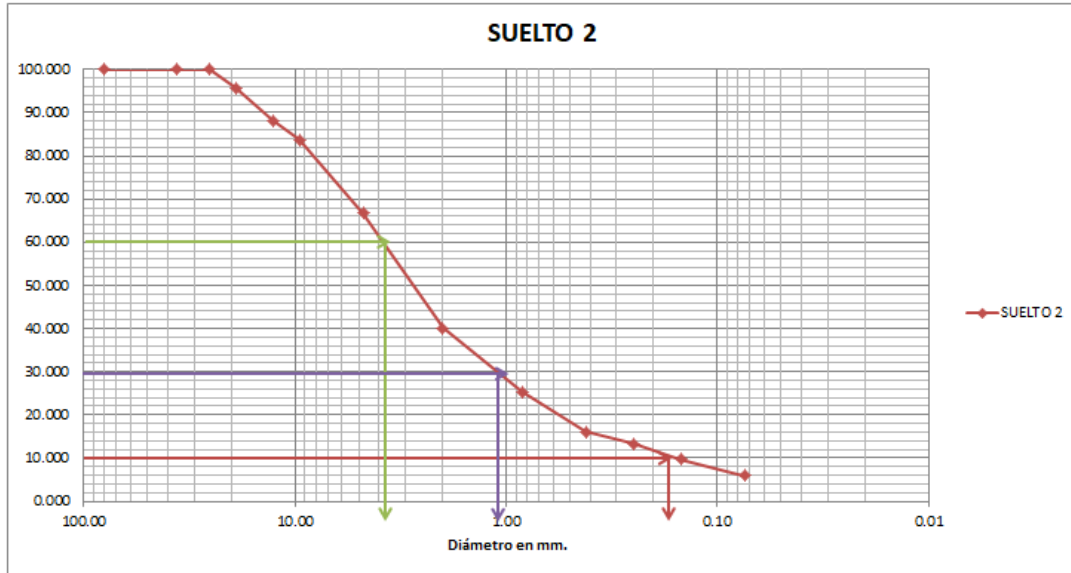


Figura 111. Granulometría por mallas, combinación suelo 2, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

13.1.1.1. VARILLADO.

En la tabla 67 nos muestra la granulometría que tenemos en el combinación a partir de la abertura 3/4” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 112.

Tabla 67. Granulometría por mallas, combinación varillado 1, Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	51.4	17.742	51.293
1 1/2”	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	46.8	16.154	35.139
1”	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	37.4	12.910	22.229
3/4”	19.05	500	3.351	96.649	60	0.250	11.0	3.797	18.432
1/2”	12.70	635	4.256	92.393	100	0.149	15.6	5.385	13.048
3/8”	9.52	685	4.591	87.802	200	0.074	15.8	5.454	7.594
N° 4	4.76	2800	18.767	69.035	pasa 200		22.0	7.594	0.000
pasa N° 4		10300.00	69.035		suma		200	69.035	
suma		14920	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN:
D10 =	0.1	Cu =	31	> De 3”	0	
D30 =	0.52	Cc =	0.872	G	30.965	
D60 =	3.1			S	61.441	
				F	7.594	
				Pasa la malla N° 4	69.035	

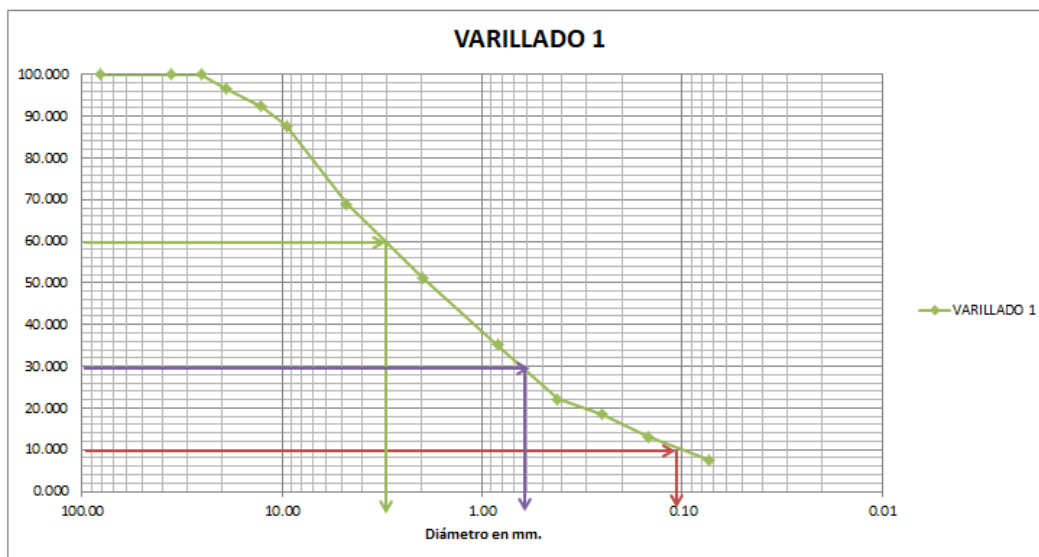


Figura 112. Granulometría por mallas, combinación varillado 1, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 68 nos muestra la granulometría que tenemos en el combinación a partir de la abertura 3/4” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 113.

Tabla 68. Granulometría por mallas, combinación varillado 2, Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje reten. Parcial	Porcentaje que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	47.2	17.207	55.704
1 1/2”	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	45.6	16.624	39.080
1”	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	37.4	13.634	25.446
3/4”	19.05	445	2.940	97.060	60	0.250	11.8	4.302	21.144
1/2”	12.70	475	3.138	93.921	100	0.149	15.6	5.687	15.457
3/8”	9.52	540	3.568	90.353	200	0.074	16.8	6.124	9.333
N° 4	4.76	2640	17.443	72.910	pasa 200		25.6	9.333	0.000
pasa N° 4		11035.00	72.910		suma		200	72.910	
suma		15135	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GM
D10 =	0.09	Cu =	31.111111	> De 3”	0	
D30 =	0.53	Cc =	1.115	G	27.090	
D60 =	2.8			S	63.578	
				F	9.333	
				Pasa la malla N° 4	72.910	

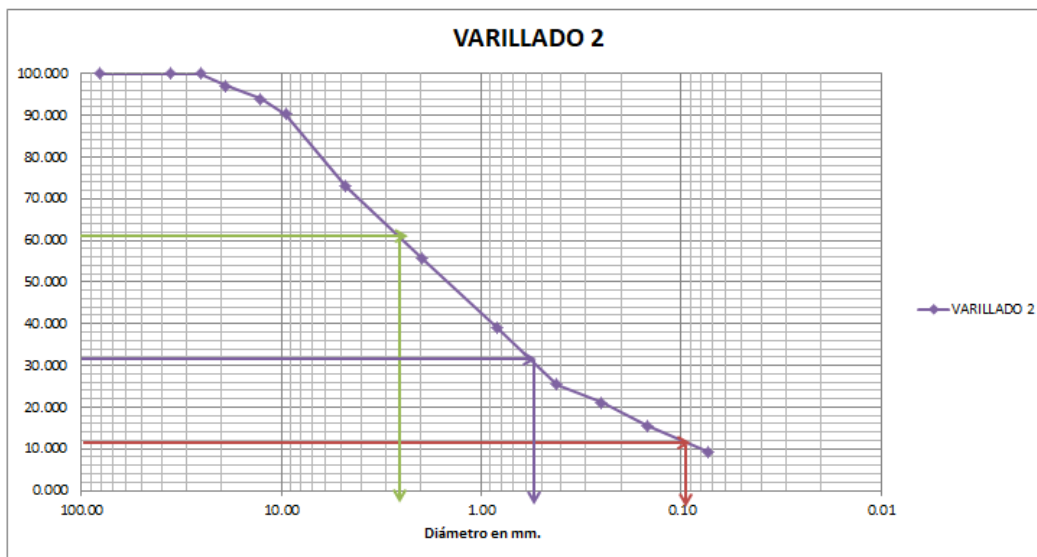


Figura 113. Granulometría por mallas, combinación varillado 2, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

13.1.1.1. COMPACTADO.

En la tabla 69 nos muestra la granulometría que tenemos en el combinación a partir de la abertura 3/4” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 114.

Tabla 69. Granulometría por mallas, combinación compactado 1, Villanueva, 2019.

Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	33.6	12.459	61.704
1 1/2”	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	42.4	15.723	45.981
1”	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	42.6	15.797	30.184
3/4”	19.05	530	3.445	96.555	60	0.250	14.0	5.191	24.993
1/2”	12.70	325	2.112	94.443	100	0.149	20.8	7.713	17.280
3/8”	9.52	410	2.665	91.778	200	0.074	20.2	7.490	9.790
N° 4	4.76	2710	17.615	74.163	pasa 200		26.4	9.790	0.000
pasa N° 4		11410.00	74.163		suma		200	74.163	
suma		15385	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GM
D10 =	0.08	Cu =	22.5	> De 3”	0	
D30 =	0.4	Cc =	1.111	G	25.837	
D60 =	1.8			S	64.374	
				F	9.790	
				Pasa la malla N° 4	74.163	

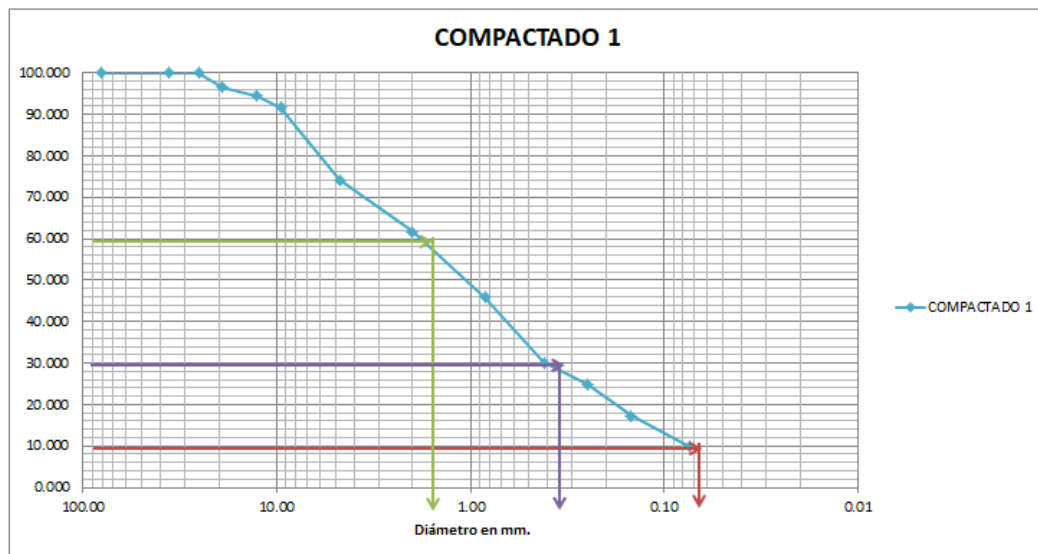


Figura 114. Granulometría por mallas, combinación compactado 1, Villanueva, 2019.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la tabla 70 nos muestra la granulometría que tenemos en el combinación a partir de la abertura 3/4” a la malla N°200 y se observa su grafica granulométrica en la figura 115.

Tabla 70. Granulometría por mallas, combinación compactado 2, Villanueva, 2019.

GRANULOMETRÍA POR MALLAS									
Obra: Banco de materiales Los Chávez					Peso de la muestra (g) 15265				
Localización: Tacámbaro					Recipiente N°: 2				
Ensaye N°: 2					Peso recip + suelo se 18990				
Sondeo: Combinación					Peso recipiente (gr): 3725				
Muestra N°: GOLPEADO					Volumen (lts): 10.330				
Fecha: 08-ago-19									
Granulometría Gruesa					Granulometría Fina				
Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Por ciento reten. Parcial	Por ciento que pasa
	mm.	gr	%	%		mm.	gr	%	%
2”	80.80	0	0.000	100.000	10	2.000	62.6	23.426	51.418
1 1/2”	36.10	0	0.000	100.000	20	0.840	49	18.337	33.081
1”	25.40	0	0.000	100.000	40	0.420	32.6	12.200	20.882
3/4”	19.05	440	2.882	97.118	60	0.250	9.4	3.518	17.364
1/2”	12.70	175	1.146	95.971	100	0.149	13.0	4.865	12.499
3/8”	9.52	280	1.834	94.137	200	0.074	13.4	5.015	7.484
N° 4	4.76	2945	19.292	74.844	pasa 200		20.0	7.484	0.000
pasa N° 4		11425.00	74.844		suma		200	74.844	
suma		15265	100						

Diámetros característicos		Coeficientes de uniformidad		Clasificación del material	Cantidad en %	CLASIFICACIÓN: GM
D10 =	0.12	Cu =	24.167	> De 3”	0	
D30 =	0.78	Cc =	1.748	G	25.156	
D60 =	2.9			S	67.360	
				F	7.484	
				Pasa la malla N° 4	74.844	

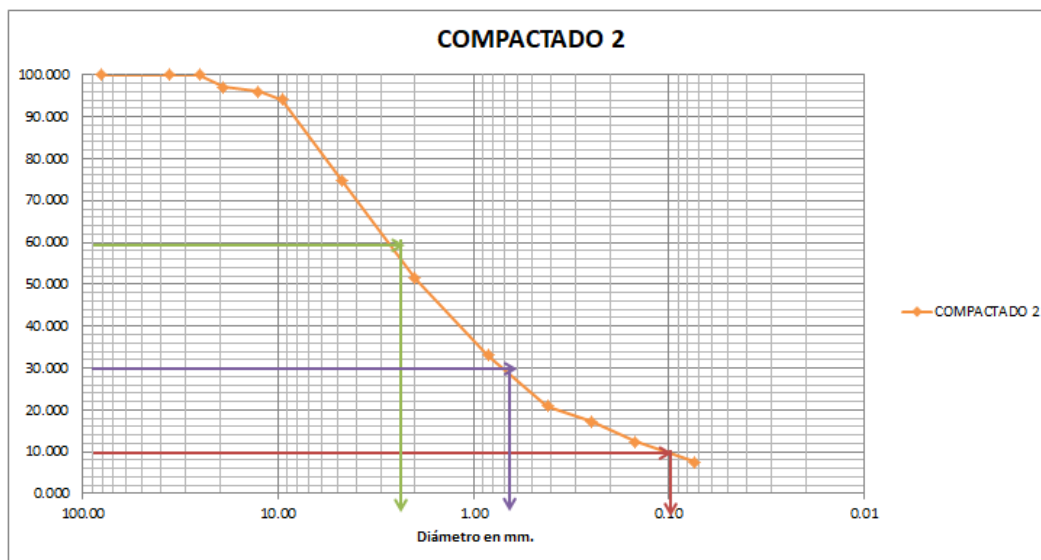


Figura 115. Granulometría por mallas, combinación compactado 2, Villanueva, 2019.

13.2. DENSIDAD Y ABSORCIÓN.

13.2.1. COMBINACIÓN.

13.2.1.1. SUELTO.

En la tabla 71 se puede apreciar la densidad y la absorción de la combinación en su primer análisis y en tabla 72 se observa el segundo análisis.

Tabla 71. Densidad y Absorción, combinación suelo 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	1	Sondeo:	Combinación
Muestra N°:	suelto		
Fecha:	09-ago-19		

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	203.0	189.4	7.181	500	595	2.137
2	203.6	187.2	8.761	500	605	1.939
Promedio			7.971	Promedio		2.038

Tabla 72. Densidad y Absorción, combinación suelo 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	2	Sondeo:	Combinación
Muestra N°:	suelto		
Fecha:	09-ago-19		

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	202.8	190.2	6.625	500	600	2.028
2	206.4	192.0	7.500	500	595	2.173
Promedio			7.062	Promedio		2.100

13.2.1.1. VARILLADO.

En la tabla 73 se puede apreciar la densidad y la absorción de la combinación en su primer análisis y en tabla 74 se observa el segundo análisis.

Tabla 73. Densidad y Absorción, combinación varillado 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN	
Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N° :	1 Sondeo: Combinación
Muestra N°:	Varillado
Fecha:	09-ago-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	204.0	189.4	7.709	500	600	2.040
2	202.8	187.6	8.102	500	600	2.028
Promedio			7.905	Promedio		2.034

Tabla 74. Densidad y Absorción, combinación varillado 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN	
Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N° :	2 Sondeo: Combinación
Muestra N°:	Varillado
Fecha:	09-ago-19

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	205.0	185.0	10.811	500	605	1.952
2	201.8	189	6.772	500	600	2.018
Promedio			8.792	Promedio		1.985

13.2.1.1. COMPACTADO.

En la tabla 75 se puede apreciar la densidad y la absorción de la combinación en su primer análisis y en tabla 76 se observa el segundo análisis.

Tabla 75. Densidad y Absorción, combinación compactado 1, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	1	Sondeo:	Combinación
Muestra N°:	Compactado		
Fecha:	09-ago-19		

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	203.3	188.4	7.909	500	600	2.033
2	201	188.6	6.575	500	595	2.116
Promedio			7.242	Promedio		2.074

Tabla 76. Densidad y Absorción, combinación compactado 2, Villanueva, 2019.

DENSIDAD Y ABSORCIÓN

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	2	Sondeo:	Combinación
Muestra N°:	Compactado		
Fecha:	09-ago-19		

Muestra	ABSORCIÓN			DENSIDAD		
	Peso húmedo	Peso seco	% Absorción	Lectura inicial	Lectura final	Densidad
	gr	gr		ml	ml	gr/cm ³
1	202.6	185.2	9.395	500	605	1.930
2	202.4	189.8	6.639	500	605	1.928
Promedio			8.017	Promedio		1.929

13.3. LÍMITES DE CONSISTENCIA.

13.3.1. COMBINACIÓN.

En la tabla 77 se puede observar los límites de plasticidad y humedad natural de la combinación.

Tabla 77. Límites de consistencia de la combinación, Villanueva, 2019

LÍMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensayo N°:	1	Sondeo:	Combinación
Muestra N°:			
Fecha:	14-ago-19		

LÍMITE LÍQUIDO								
Prueba N°	Cápsula N°	N° de golpes	Peso cápsula + suelo húmedo	Peso cápsula + suelo seco	peso del agua	peso de la cápsula	peso del suelo seco	contenido de agua (w)
-	-	-	gr	gr	gr	gr	gr	%
1	31	1	37.6	31.4	6.2	8.3	23.1	26.840

CONTRACCIÓN LINEAL				
Prueba N°	Cápsula N°	Longitud inicial	Longitud final	contracción lineal
-	-	cm	cm	%
1	10	10.12	10.12	0

Clasif. SUCS: ML

W=	26.840	%
LL=	0	%
LP=	0	%
IP=	0	%
CL=	0	%
CV=	0	%

13.4. EQUIVALENTE DE ARENA.

13.4.1. COMBINACIÓN.

En la siguiente tabla 78 se puede apreciar el equivalente de arena que tenemos en la combinación.

Tabla 78. Equivalente de arena en la combinación, Villanueva, 2019

EQUIVALENTE DE ARENA

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	1	Sondeo:	Combinación
Muestra N°:			
Fecha:	09-ago-19		

Muestra	Lectura de finos	Lectura de arena	Equivalentes de arena
1	4.5	3.8	84.444
2	6.7	3.6	53.731
3	6.4	3.6	56.250
			64.809

13.5 COMPACTACIÓN PORTER ESTÁNDAR.

13.5.1. COMBINACIÓN.

En la siguiente tabla 79 se puede apreciar la compactación PORTER estándar que es una compactación estática.

Tabla 79. Compactación PORTER estándar, en combinación, Villanueva, 2019.

COMPACTACIÓN PORTER ESTÁNDAR

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensayo N°:	1	Sondeo:	Combinación
Muestra N°:			
Fecha:	14-ago-19		

Datos generales del molde porter

Altura del molde (h1)	15.66	cm
Área del molde (Am)	194.087	cm ²
Diametro del molde (D)	15.72	cm
Volumen del molde (V)	3039.3992	cm ³

Altura borde sup. Collarín a PL de carga (Cm)

Lecturas obtenidas con el vernier

L1	L2	L3	L4	h2
2.11	2.21	2.12	2.11	2.14

he=	13.52	cm
-----	-------	----

Determinación del volumen del espécimen (cm³)

V=	2624.539	cm ³
Y _m =	1.524	ton/m ³
W _o =	14.679	%
Y _{dmax} =	1.329	ton/m ³

Extensión

Altura del molde (h1)	7.61	cm
Área del molde (Am)	194.087	cm ²
Diametro del molde (D)	15.72	cm
Volumen del molde (V)	1477.000	cm ³
Peso del molde (Wt)	7135	gr
Peso esp + molde (Wi)	11135	gr

Ph=	200.0	gr
P _s =	174.4	gr

13.6. VRS (VALOR RELATIVO DE SOPORTE)

13.6.1. COMBINACIÓN.

En la tabla 80 nos muestra el VRS que tenemos en la combinación en su primer análisis, también se observa su grafica en la figura 116.

Tabla 80. VRS en combinación, Villanueva, 2019.

VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR (VRS)			
Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensaye N° :	1	Sondeo:	Combinación
Muestra N°:			
Fecha:	14-ago-19	26-ago-19	

Resistencia a la penetración (kg)

	Deformación	Y	VRS	VRS est
	0	0	0	
	1.27	19	164.35	12.084559
	2.54	106	916.9	67.419118
	3.81	294	2543.1	186.99265
	4.08	325	2811.25	206.70956

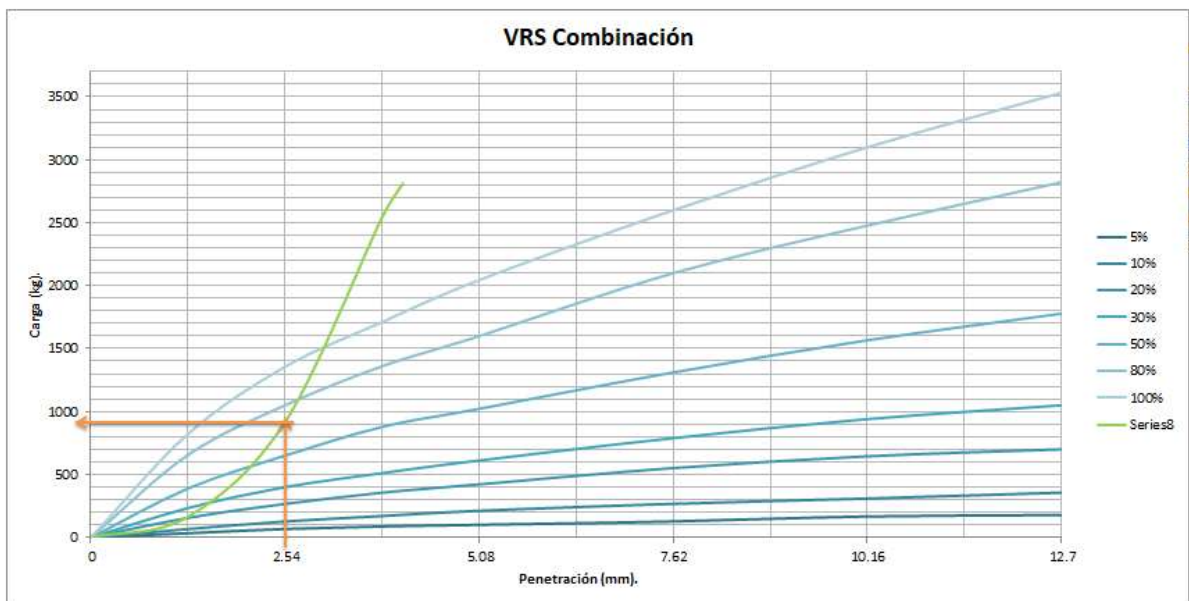


Figura 116. VRS en combinación, Villanueva, 2019.

13.7. PROCTOR MODIFICADA VARIANTE “D”.

13.7.1. COMBINACIÓN.

En la siguiente tabla 81 se puede apreciar la compactación PROCTOR modificada en la combinación que es una compactación dinámica así como su grafica en la figura 117.

Tabla 81. Compactación PROCTOR en combinación, Villanueva, 2019.

PROCTOR

Obra:	Banco de materiales Los Chávez		
Localización:	Tacámbaro		
Ensayo N° :	1	Sondeo:	Combinación
Prueba:	Proctor modificada D		
Fecha:	27-ago-19		
Molde N° :	1	Vol :	2120.552
Peso :	17630	P. Martillo:	4.5
Altura de caí:	50.8		
N° de capas :	5		
N° de golpes por capa:	56		

Cálculo del mode

D1:	15.23	cm	Area:	182.29544	cm ²
D2:	15.24	cm			
DP:	15.235	cm			
h1:	11.63	cm			
h2:	11.63	cm			
h3:	11.64	cm			
h4:	11.63	cm			
hP:	11.6325	cm			

Prueba N°	1	2	3	4
Agua (ml)	200	400	600	800
Peso molde + suelo húmedo (gr)	21380	21620	21660	21590
Peso molde (gr)	17630	17630	17630	17630
Peso suelo húmedo (gr)	3750	3990	4030	3960
Peso específico húmedo (t/m³)	1.7684	1.8816	1.9004	1.8674
cápsula N°	5	E	R	Y
Peso cápsula + suelo húmedo (gr)	280.4	286.1	289.8	294.2
Peso cápsula + suelo seco (gr)	271.4	271.8	269.3	271.4
Peso del agua (gr)	9	14.3	20.5	22.8
Peso cápsula (gr)	80.4	86.1	89.8	94.2
Peso suelo seco (gr)	191	185.7	179.5	177.2
Contenido de agua (%)	4.712	7.701	11.421	12.867
Peso específico seco (T/m³)	1.6888	1.7471	1.7057	1.6546
Relación de vacíos	-	-	-	-

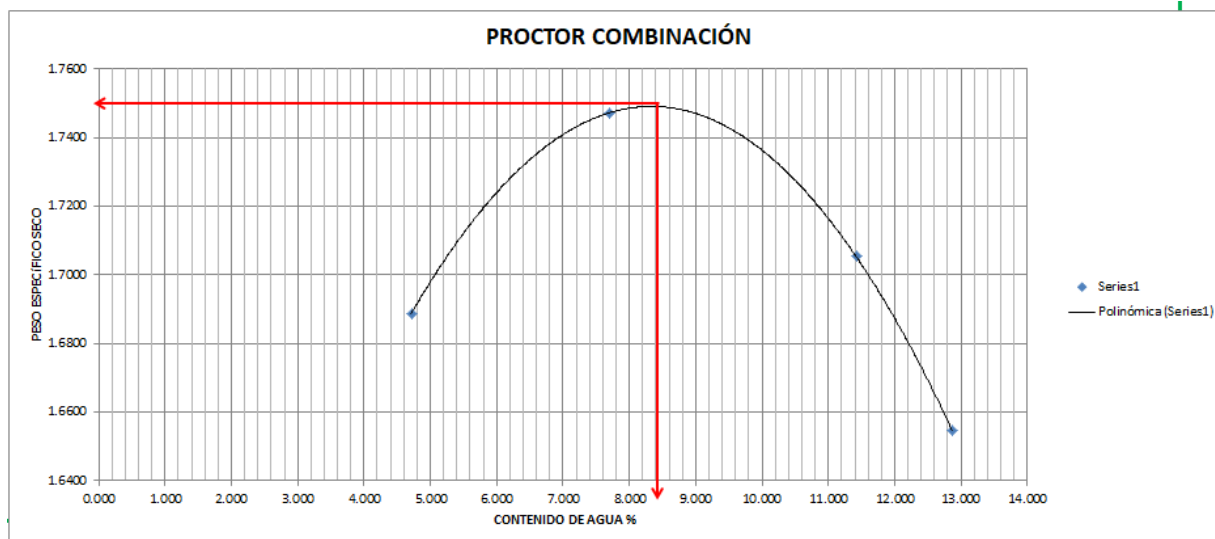


Figura 117. Compactación PROCTOR en combinación, Villanueva, 2019.

13.8. CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

13.8.1. COMBINACIÓN.

En la tabla 82 nos muestra el CBR que tenemos en la combinación en su primer análisis, también se observa su grafica en la figura 118.

Tabla 82. CBR en combinación, Villanueva, 2019.

CBR	
Obra:	Banco de materiales Los Chávez
Localización:	Tacámbaro
Ensaye N° :	1 Sondeo: Combinación
Prueba:	Proctor modificada D
Fecha:	03-sep-19 10-sep-19
Molde N° :	1 Vol : 2120.552
Peso :	17630 P. Martillo: 4.5
Altura de caída :	50.8
N° de capas :	5
N° de golpes por capa:	56

Cálculo del mode

D1:	15.23	cm	Area:	182.295	cm ²
D2:	15.24	cm			
DP:	15.235	cm			
h1:	11.63	cm			
h2:	11.63	cm			
h3:	11.64	cm			
h4:	11.63	cm			
hP:	11.633	cm			

Húmedad actual		
Ph=	200	gr
P _s =	199.2	gr
Ha=	0.402	%

Contenido de agua		
Ha=	0.402	%
Co=	8.4	%
Co actual=	7.998	%
Água=	399.9	ml

Prueba N°	CBR
Agua (ml)	399.9
Peso molde + suelo húmedo (gr)	21630
Peso molde (gr)	17630
Peso suelo húmedo (gr)	4000
Peso específico húmedo (t/m ³)	1.8863
cápsula N°	B
Peso cápsula + suelo húmedo (gr)	292.2
Peso cápsula + suelo seco (gr)	277.6
Peso del agua (gr)	14.6
Peso cápsula (gr)	92.2
Peso suelo seco (gr)	185.4
Contenido de agua (%)	7.875
Peso específico seco (T/m ³)	1.749
Relación de vacios	-

Resistencia a la penetración (kg)

	Deformación	penetración (kg)	penetración (KN)	CBR _{2.54}	CBR _{5.08}
0	0	0	0.000	101.744	67.829
1.27	77	666.05	6.532		
2.54	160	1384	13.573		
3.81	231	1998.15	19.595		
5.08	292	2525.8	24.770		

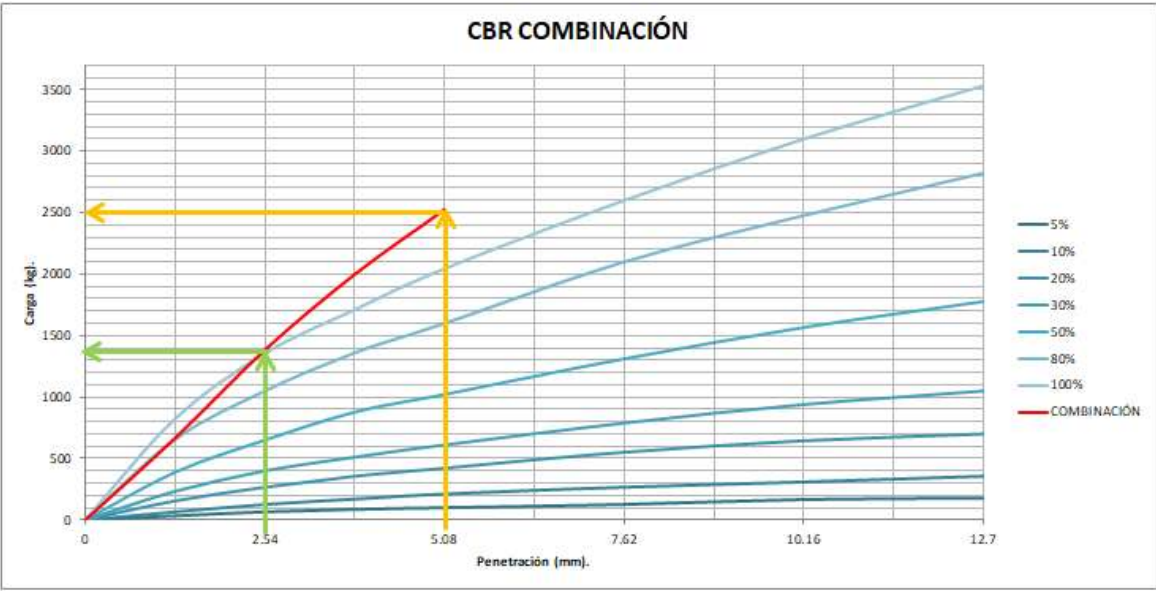


Figura 118. CBR en combinación, Villanueva, 2019.

13.9. RESUMEN DE RESULTADOS

Tabla 83. Resultados del filtro, Villanueva, 2019

TABLA DE RESULTADO "BANCO LOS CHAVÉZ"	
Obra:	Banco de materiales "Los Chávez"
Localización:	Tacámbaro
Material:	Filtro
Fecha:	17-oct-19
GRANULOMETRÍA	
¿% DE FRAGMENTOS DE ROCA	0
¿% PASA MALLA 3"	100
¿% PASA MALLA N° 4	1.566
¿% PASA MALLA N° 40	1.261
¿% PASA MALLA N° 200	0.607
DENSIDAD Y ABSORCIÓN	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.933
¿% ABSORCIÓN	10.710
CLASIFICACIÓN SUCS DEL MATERIAL	GW

Tabla 84. Resultados del grava, Villanueva, 2019

TABLA DE RESULTADO "BANCO LOS CHAVÉZ"	
Obra:	Banco de materiales "Los Chávez"
Localización:	Tacámbaro
Material:	Grava
Fecha:	17-oct-19
GRANULOMETRÍA	
¿ DE FRAGMENTOS DE ROCA	0
¿ PASA MALLA 3"	100
¿ PASA MALLA N° 4	9.488
¿ PASA MALLA N° 40	3.89
¿ PASA MALLA N° 200	1.784
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
¿ HUMEDAD NATURAL (w)	55.133
¿ LÍMITE LÍQUIDO (LL)	INP
¿ LÍMITE PLÁSTICO (LP)	INP
¿ ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	INP
¿ CONTACCIÓN LINEAL (CL)	0
¿ LÍMITE DE CONTRACCIÓN (CV)	INP
CLASIFICACIÓN SUCS	ML
DENSIDAD Y ABSORCIÓN	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.844
¿ ABSORCIÓN	10.778
EQUIVALENTE DE ARENA	
¿ EQUIVALENTE DE ARENA	39.385
VALOR RELATIVO DE SOPORTE	
¿ VRS ESTÁNDAR	145.588
PVSM (tn/m ²)	1.584
¿ HUMEDAD ÓPTIMA	13.443
CALIFORNIA BEARING RATIO	
¿ CBR _{2.54}	64.226
¿ CBR _{5.08}	72.916
PVSM (tn/m ²)	1.630
¿ HUMEDAD ÓPTIMA	9.85
CLASIFICACIÓN SUCS DEL MATERIAL	GP

Tesis "Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez".

Tabla 85. Resultados del sello, Villanueva, 2019.

TABLA DE RESULTADO "BANCO LOS CHAVÉZ"	
Obra:	Banco de materiales "Los Chávez"
Localización:	Tacámbaro
Material:	Sello
Fecha:	17-oct-19
GRANULOMETRÍA	
% DE FRAGMENTOS DE ROCA	0
% PASA MALLA 3"	100
% PASA MALLA N° 4	40.984
% PASA MALLA N° 40	1.025
% PASA MALLA N° 200	0.533
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% HUMEDAD NATURAL (w)	37.013
% LÍMITE LÍQUIDO (LL)	INP
% LÍMITE PLÁSTICO (LP)	INP
% ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	INP
% CONTACTACIÓN LINEAL (CL)	0
% LÍMITE DE CONTRACCIÓN (CV)	INP
CLASIFICACIÓN SUCS	ML
DENSIDAD Y ABSORCIÓN	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.989
% ABSORCIÓN	7.874
EQUIVALENTE DE ARENA	
% EQUIVALENTE DE ARENA	70.818
VALOR RELATIVO DE SOPORTE	
% VRS ESTÁNDAR	117.647
PVSM (tn/m ²)	1.479
% HUMEDAD ÓPTIMA	25.471
CALIFORNIA BEARING RATIO	
% CBR _{2.54}	28.615
% CBR _{5.08}	44.089
PVSM (tn/m ²)	1.363
% HUMEDAD ÓPTIMA	6.82
CLASIFICACIÓN SUCS DEL MATERIAL	GM

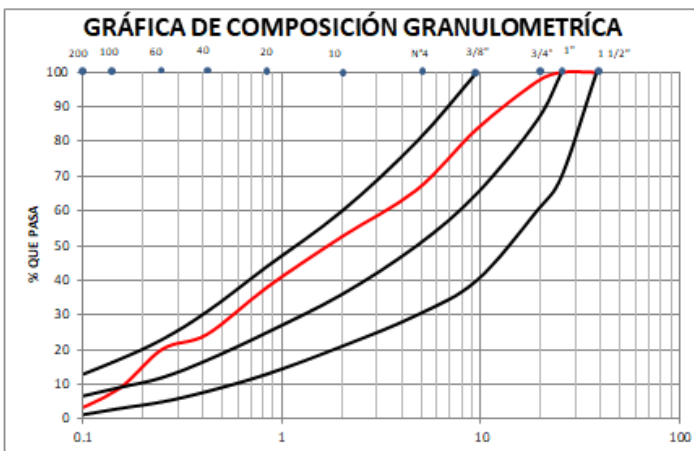
Tabla 86. Resultados del arena, Villanueva, 2019.

TABLA DE RESULTADO "BANCO LOS CHAVÉZ"	
Obra:	Banco de materiales "Los Chávez"
Localización:	Tacámbaro
Material:	Arena
Fecha:	17-oct-19
GRANULOMETRÍA	
¿ DE FRAGMENTOS DE ROCA	0
¿ PASA MALLA 3"	100
¿ PASA MALLA N° 4	99.166
¿ PASA MALLA N° 40	20.676
¿ PASA MALLA N° 200	7.378
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
¿ HUMEDAD NATURAL (w)	29.213
¿ LÍMITE LÍQUIDO (LL)	INP
¿ LÍMITE PLÁSTICO (LP)	INP
¿ ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	INP
¿ CONTACTACIÓN LINEAL (CL)	0
¿ LÍMITE DE CONTRACCIÓN (CV)	INP
CLASIFICACIÓN SUCS	ML
DENSIDAD Y ABSORCIÓN	
DENSIDAD (gr/cm ³)	2.342
¿ ABSORCIÓN	9.149
EQUIVALENTE DE ARENA	
¿ EQUIVALENTE DE ARENA	58.763
CALIFORNIA BEARING RATIO	
¿ CBR _{2.54}	33.703
¿ CBR _{5.08}	83.939
PVSM (tn/m ²)	1.687
¿ HUMEDAD ÓPTIMA	17.80
CLASIFICACIÓN SUCS DEL MATERIAL	Sw

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

Tabla 87. Resultados de la combinación, Villanueva, 2019.

INFORME DE CALIDAD DE MATERIALES PARA BASE HIDRAULICA Norma de referencia N-CMT-4-02-002/04						
Obra:	Banco de materiales “Los Chávez”					
Localización:	Tacámbaro					
Material:	Combinación 50% Grava y 50% Arena					
Fecha:	13-oct-19					
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA		ΣL< ^(K)		ΣL> ^(K)	
		MALLAS	QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		
		1 1/2"	(38.1)	100	100	100
		1"	(25.4)	100	70-100	70-100
		3/4"	(19)	97.292	60-100	60-86
		3/8"	(9.51)	83.6448	40-100	40-65
		N 4	(4.76)	66.12	30-60	30-50
		10	(2)	52.632	21-60	21-36
		20	(0.841)	38.019	13-44	13-25
		40	(0.42)	24.465	8-31	8-17
	60	(0.25)	20.167	5-23	5-12	
	100	(0.149)	8.53	3-17	3-9	
	200	(0.074)	0	0-10	0-5	
	LÍMITE LÍQUIDO (%)	INP	25 máx	25 máx		
	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	INP	6 máx	6 máx		
	CONTRACCIÓN LINEAL	0	-	-		
	EQUIV. DE ARENA (%)	64.809	40 min	50 min		
	VRS ESTANDAR (%)	66.176	80 min	100 min		
	CBR ^{2.54} (%)	101.744	-	-		
	DESGASTE DE LOS ÁNGELES	24.9	35 máx	30 máx		
PARTICULAS ALARGADAS (%)	29.108	40 máx	35 máx			
PARTICULAS LAJEADAS (%)	45.377	40 máx	35 máx			
DESPERDICIO (%)	-	-	-			
PVSS (tn/m ³)	1.359	-	-			
PVSM (tn/m ²)	1.755	-	-			
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	8.4	-	-			
ABSORCIÓN (%)	7.971	-	-			
DENSIDAD	2.038	-	-			
CLASIFICACIÓN SUCS	GM	-	-			
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: el material analizado Si tiene un adecuada granulometria y su clasificación SUCS es un Grava Limosa (GM), el VRS es 66.176 %, CBR es 101.744%. Si cumple la normatividad para emplearse como un base hidráulica.						



14. CONCLUSIONES.

Una vez realizada la investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

- Es necesario que los propietarios de los bancos de materiales pétreos, acudan a las dependencias correspondientes a registrar su producción y comercialización de todos los agregados con los que cuentan, para que la sociedad pueda conocer la información sobre estos y a su vez estos puedan tener mayores ventas.
- Con base las pruebas realizadas en esta investigación del banco de materiales “Los Chávez” el resultado no fue el que esperábamos, ya que en general los agregados se pueden utilizar para obras civiles pero lo ideal es que tuviéramos gravas bien graduadas (GW). Se determinó en su granulometría gravas mal graduadas (GP), gravas limosas (GM) y arenas bien graduadas (SW). De acuerdo al Sistema Unificado de Suelos (SUCS).
- De acuerdo a la densidad y absorción de todos los agregados, obtuvimos una absorción alta mayor al 4 % que estipulan los parámetros del Manual de Análisis de Materiales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Los agregados de banco en los límites de consistencia son limos inorgánicos (ML) de acuerdo al SUCS, esto es cuando el limite liquido está muy cercano o casi tendiendo a cero, por lo que el limite plástico es inapreciable.
- Con el equivalente de arena obtuvimos valores $EA > 40\%$ son suelos nada plásticos, arena de acuerdo a la tabla de interpretación de resultados de Bañon y Beviá.
- Respecto a la prueba de Valor Relativo de Soporte (VRS), la grava se clasificó como una base de regular calidad, mientras que el sello como sub-base de buena calidad y

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

realizando una combinación de 50% de grava y 50% arena obtuvimos una base hidráulica de buena calidad con un $VRS_{2.54}$ de 66.176% de acuerdo con la normativa ya citada.

- En la prueba de California Bearing Ratio (CBR), la grava se clasificó como una base buena calidad, el sello como sub-base de buena calidad, la arena como sub-base también de buena calidad y la combinación como una base de muy buena calidad con un $CBR_{2.54}$ de 101.744%.

La investigación tuvo como finalidad obtener la calidad del banco de materiales “Los Chávez”, así como proponer algunos usos para estos agregados, utilizando métodos estáticos y dinámicos para compararlos y ver su comportamiento; como se aprecia en las conclusiones particulares respecto a las pruebas Valor Relativo de Soporte (VRS) y California Bearing Ratio (CBR), a las que se hace alusión líneas atrás, en donde se obtuvo como resultado un comportamiento diferente.

La prueba (VRS) se realizó a partir de una compactación porter estática; en comparación con la (CBR), se utilizó una compactación AASTHO que es dinámica al ser esta la más ironía por su compactación ya que representa mejor las características del suelo para determinar la resistencia del mismo.

A los materiales pétreos también se les realizó algunas pruebas para conocer si se serían aptos para mezclas asfálticas como fueron la prueba de Desgaste de los Ángeles, partículas alargadas y lajeadas, pasando la primera prueba ya que el material se pulverizó un cuarto de la muestra y el máximo permisible es un 35%. En la segunda prueba denominada de partículas alargadas el resultado obtenido fue del 29.108% y en la de partículas lajeadas el 45.377% no paso ya que tenemos como máximo permisible un 40%.

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

En la prueba de equivalente de arena el resultado fue de 64.809% y el máximo es 50%, por lo que no sería apto emplearse para una mezcla asfáltica, esto tomando en cuenta las especificaciones máximas permisibles de la norma Características de los materiales (N-CMT-4-04/08), se comparó con la tabla de características de los agregados del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS INVIAS E-A400, de Bogotá Colombia del año 2007, resultando tampoco aptos los agregados para mezclas asfálticas.

En cambio para la elaboración de concreto sí es apto ya que tiene una granulometría con un tamaño máximo de partícula de $\frac{3}{4}$ ’, la resistencia a la abrasión es menor del 50% su forma y textura permite que la lechada del concreto tenga una buena adherencia con los agregados.

BIBLIOGRAFÍA

A. M. Neville, J. J. (1999). *Tecnología del concreto*. México: Trillas.

Chan, P. (1993). *Quantitative analysis of aggregate shape based on fractals*. USA.

Ecología, I. N. (30 de Marzo de 2001). *Dirección Genral de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental*. Recuperado el 12 de Octubre de 2019, de <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/mich/resolutivos/2000/16MI2000M0021.pdf>

Hermillo del Castillo, R. (2005). *la ingenieria de suelos en las vias terrestres*. mexico: Limusa.

Lanammer. (02 de Diciembre de 2014). *Universidad de Costa Rica*. Recuperado el 04 de Octubre de 2019, de Laboratorio nacional Lanammer UCR: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/index.php/centro-de-descarga/i-modin/196-informacion-general-pig/1331-qué-es-la-ingeniería-geotécnica.html>

Luis, B. B. (2000). *Manual de carreteras 2 Construcción y mantenimiento*. México: Enrique Ortiz e hijos Contratista de obra.

minería, c. g. (2011). *Anuario estadístico de la minería ampliada*. Mexico: secretaria de economía.

SCT, s. d. (09/12/02). *M-MMP-1-04-001/02*. MEXICO, DF.

SCT, s. d. (09/12/2002). *N-CTR-CAR-1-01-008/00*. México, DF: SCT.

SCT, S. d. (2017). *Inventario de bancos de materiales*. Morelia Michoacán.

Torralbo, J. C. (2018). *Mecánica de suelos conceptos básicos y aplicaciones*. Madrid: DEXTRA.

N-MMP-4-04-001/02 (Métodos de muestreo y pruebas de materiales, muestreo de materiales pétreos para mezclas asfálticas).

N-MMP-4-04-004/02 (Métodos de muestreo y pruebas de materiales, equivalente de arena de materiales pétreos para mezclas asfálticas).

N-MMP-4-04-005/02 (Métodos de muestreo y pruebas de materiales, partículas alargadas y lajeadas de materiales pétreos para mezclas asfálticas).

N-MMP-04-04-006/02 (Métodos de muestreo y pruebas de materiales, desgaste mediante la prueba de los Ángeles de materiales pétreos para mezclas asfálticas).

NMX-C-522-ONNCCE-2016 (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, CBR)

NMX-C-496-ONNCCE-2018 (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, límites de consistencia)

NMX-C-493-ONNCCE-2014 (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, equivalente de arena)

NMX-C-480-ONNCCE-2013 (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, compactación dinámica y modificada).

NMX-C-522-ONNCCE-2016 (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, CBR)

Tesis “Calidades Geotécnicas del Banco de Materiales los Chávez”.

NMX-C-532-ONNCCE-2017 (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, densidad)