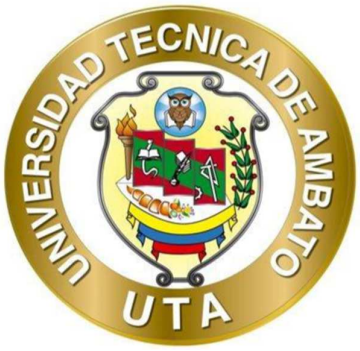


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Trabajo de titulación modalidad trabajo experimental, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

ESTUDIANTE:

MARLON ADIN CHICA TORRES

TUTOR:

ING**.** RUTH LORENA PÉREZ MALDONADO, MG.

Ambato - Ecuador

Febrero/2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutora del trabajo experimental, previo a la obtención de Título de Ingeniero Civil, con el tema: **"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI",** elaborado por el estudiante Marlon Adin Chica Torres, portador de la cédula de ciudadanía número 1401286693, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2025

Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Marlon Adin Chica Torres**, con C.I. 1401286693 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente trabajo experimental con el tema: **"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI",** así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo experimental, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2025



Marlon Adin Chica Torres

C.I. 1401286693

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y proceso de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi trabajo experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2025



Chica Torres Marlon Adin

C.I. 1401286693

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del trabajo experimental, realizado por el estudiante Marlon Adin Chica Torres, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el Tema: **"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI".**

Ambato, febrero 2025

Para constancia firman:

Ing. Mayra Alexandra Viscaino Cuzco, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

Ing. Andrés Sebastián Hidalgo Velastegui, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Con gran agrado este proyecto va dedicado a mi madre Martha Torres que siempre supo ayudar y animar a través de sus consejos y oraciones para que siempre me vaya bien en el transcurso de mi vida estudiantil.

A mis abuelos Efraín Torres y Julia Morocho quienes con sus sabios consejos me guiaron por el buen camino, que debía siempre ser humilde y agradecido con quienes me rodean.

A mi hermano Santiago Chica que ha estado poniendo su granito de arena para poder concluir mis estudios.

A toda mi familia, amigos y vecinos que fueron parte de este proceso, me decían, aunque sea complicado, tengas que pasar necesidades y malanoches seguro la vida te recompensara luego.

A la propietaria de la casa donde fui inquilino toda mi vida universitaria, por ser generosa y paciente.

Gracias por ser parte de este proceso, ahora con la ayuda de Dios poder servir de mejor manera a la sociedad.

Marlon Adin Chica Torres

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad Técnica de Ambato quien me permitió ser parte de ella y obtener esta bella profesión como lo es la Ingeniería civil.

A quienes compartieron sus conocimientos en calidad de docentes, nos inculcaron a proponernos metas más allá de las que creíamos poder lograr, agradecer de manera especial a mi Tutor Ing. Lorena Pérez quien impartió su tiempo, conocimiento y experiencia para la ejecución de este proyecto de titulación.

A mis compañeros y amigos de la facultad, en especial a Alexander Nauque, con quienes se pasó gratos momentos de entretenimiento y estudio, por aportar esa ayuda que se necesita entre compañeros para culminar esta etapa académica.

Marlon Adin Chica Torres

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS viii

ÍNDICE DE FIGURAS xiii

ÍNDICE DE TABLAS xv

ÍNDICE DE ANEXOS xvii

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS xxii

RESUMEN EJECUTIVO xxiii

ABSTRACT xxiv

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO 1

I. JUSTIFICACIÓN 1

II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 2

III. OBJETIVOS 8

A. OBJETIVO GENERAL 8

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA 9

I. EQUIPOS Y MATERIALES 9

II. MÉTODOS 10

A. FASE 1 10

1) Ensayos de campo 10

a) Pozo a cielo abierto 10

b) Ensayo de densidad de campo por el método de Cono y arena de Ottawa . 11

c) Cono de Penetración Dinámica (DCP) 11

2) Ensayos de laboratorio 12

a) Contenido de humedad natural 12

b) Granulometría 12

c) Límite líquido 13

d) Límite plástico 14

e) Gravedad específica 14

f) Proctor Modificado Tipo B 15

g) Relación de Soporte de California (CBR) 15

B. FASE 2 15

a) Correlación Múltiple Lineal 16

b) Correlación Múltiple Potencial 16

c) Correlación Múltiple Exponencial 16

d) Correlación Múltiple Logarítmica 16

C. FASE 3 16

1) Parámetros para el diseño de estructura de Pavimento Flexible 17

a) Tráfico Promedio Diario Anual TPDA 18

b) Factor de hora pico 18

c) Volumen de mayor demanda 18

d) TPDA total 19

e) Tráfico futuro 19

f) Número de Ejes Equivalentes: 19

g) Factor de Confiabilidad: 20

h) Desviación Estándar Normal (Zr): 21

i) Desviación Estándar global (S_0): 21

j) Índice de Serviciabilidad: 21

k) Módulo de resiliencia (Mr): 22

l) Coeficiente estructural de la capa asfáltica (a_1) 22

m) Coeficiente estructural de la capa asfáltica (a_1) 22

n) Coeficiente estructural de la base (a_2) 23

o) Coeficiente estructural de la subbase (a_3) 24

p) Coeficientes de drenaje (m_2, m_3) 24

q) Espesores mínimos 25

r) Espesor de la carpeta asfáltica 25

s) Espesor de la base 25

t) Espesor de la subbase 26

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 27

I. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 27

A. FASE 1 27

1) Resultados de los ensayos in situ 27

a) Cono Dinámico de Penetración DCP 27

b) Densidad de campo (Método del Cono y Arena de Ottawa) 28

2) Resultados de los ensayos de laboratorio 28

a) Contenido de humedad natural 28

b) Gravedad específica 29

c) Granulometría 30

d) Límites de Atterberg 30

e) Proctor modificado tipo “B” 31

f) Relación de Soporte de California CBR 32

B. Fase 2 33

1) Correlaciones analizadas 34

a) Límite Plástico-Límite Líquido 34

b) Índice Plástico – Límite Líquido 35

c) Porosidad – Relación de Vacíos 36

d) Grado de Saturación del Agua vs Porosidad 37

e) Densidad húmeda in situ – Grado de Saturación del Aire 38

f) Densidad seca in situ – Densidad húmeda in situ 39

g) Gravedad específica-Grado de Saturación del Agua-Porosidad 40

h) Relación de Vacíos-Grado de Saturación del Aire- Grado de Saturación del agua 41

i) Porosidad-Densidad húmeda in situ-Grado de Saturación del Aire 42

j) Peso volumétrico seco – Contenido de humedad óptimo 43

k) Peso volumétrico seco-Densidad seca in situ-Grado de compactación 44

l) CBR mayor – Porcentaje que pasa tamiz #200 45

m) Índice de penetración – Porcentaje que pasa tamiz #200 46

n) Índice de penetración – CBR mayor 47

C. Fase 3 48

1) Tráfico promedio diario anual 48

a) Conteo e identificación vehicular 48

b) Tráfico acumulado por horas 48

c) Factor Hora Pico 49

d) TPDA 49

e) Tráfico atraído 49

f) Tráfico generado 49

g) Tráfico desarrollado 49

h) TPDA Total 50

i) Tráfico Futuro 50

2) Diseño de la estructura del pavimento 50

a) Factor de daño (Fd) 50

b) Factor de distribución por carril 51

c) Número de ejes equivalentes W_{18} 51

- W_{18} Acumulado 51
- W_{18} Por sentido 51

d) Factor de Confiabilidad R 52

e) Desviación Estándar Normal Zr 52

f) Desviación Estándar Global S_0 52

g) Índice de serviciabilidad 52

h) Módulo de resiliencia de subrasante (CBR laboratorio) 53

i) Módulo de resiliencia de la subrasante (CBR correlación) 54

j) Coeficiente de drenaje 56

k) Espesores mínimos 56

l) Coeficiente estructural a_1 56

m) Coeficiente estructural a_2 57

n) Coeficiente estructural a_3 57

o) Diseño de la estructura con CBR de laboratorio 58

p) Diseño de la estructura con CBR de correlación 60

II. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS 63

A. HIPÓTESIS 63

B. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS 63

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 65

I. CONCLUSIONES 65

II. RECOMENDACIONES 66

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

ANEXOS 71

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Excavación de pozo a cielo abierto 10

Fig. 2. Ensayo de densidad de campo 11

Fig. 3. Ensayo DCP 11

Fig. 4. Contenido de humedad natural 12

Fig. 5. Ensayo de granulometría 13

Fig. 6. Ensayo de límite líquido 13

Fig. 7. Ensayo de gravedad especifica 14

Fig. 8. Número estructural de la carpeta asfáltica a_1 [25] 23

Fig. 9. Ábaco para estimar el número estructural de la capa base a_2 [25] 23

Fig. 10. Ábaco para estimar el número estructural de la capa subbase a_3 [25] 24

Fig. 11. Límite Plástico-Límite Líquido 34

Fig. 12. Índice Plástico – Límite Líquido 35

Fig. 13. Porosidad – Relación de Vacíos 36

Fig. 14. Grado de Saturación del Agua vs Porosidad 37

Fig. 15. Densidad húmeda in situ – Grado de Saturación del Aire 38

Fig. 16. Densidad seca in situ – Densidad húmeda in situ 39

Fig. 17. Límite Plástico-Relación de Vacíos-Gravedad Específica 40

Fig. 18. Índice Plástico-Porosidad-Relación de Vacíos 41

Fig. 19. Densidad húmeda in situ-Grado de Saturación del Agua-Densidad seca in situ 42

Fig. 20. Peso volumétrico seco vs Contenido de humedad óptimo 43

Fig. 21. Peso volumétrico seco-Densidad seca in situ-Grado de compactación 44

Fig. 22. CBR mayor – Porcentaje que pasa tamiz #200 45

Fig. 23. Índice de penetración – Porcentaje que pasa tamiz #200 46

Fig. 24. Índice de penetración – CBR mayor 47

Fig. 25. Percentiles para CBR de laboratorio 53

Fig. 26. Determinación gráfica del CBR mediante correlación 55

Fig. 27. Percentiles para CBR de correlación 55

Fig. 28. Determinación del coeficiente a_1 y Mr de la mezcla asfáltica [25]..... 56

Fig. 29. Determinación del coeficiente a_2 y Mr de la base [25]..... 57

Fig. 30. Determinación del coeficiente a3 y Mr de la subbase [25]..... 58

Fig. 31. Número estructural total en diseño con CBR de laboratorio 58

Fig. 32. Número estructural para diseño con CBR de correlación..... 60

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I FORMATO PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE LINEAL 16

TABLA II FORMATO PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE POTENCIAL 16

TABLA III FORMATO PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE EXPONENCIAL 16

TABLA IV FORMATO PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE LOGARÍTMICA 16

TABLA V FORMATO PARA EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE 17

TABLA VI TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO MTOP [24] 19

TABLA VII PERIODOS DE DISEÑO AASHTO [25] 19

TABLA VIII FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL [25] 20

TABLA IX CÁLCULO DEL FACTOR DE DAÑO 20

TABLA X FACTOR DE CONFIABILIDAD [25] 20

TABLA XI CLASE DE CARRETERA PARA EL TPDA PROYECTADO [24] 20

TABLA XII DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL DE ACUERDO CON LA CONFIABILIDAD [25] 21

TABLA XIII VALORES PARA DESVIACIÓN ESTÁNDAR GLOBAL [25] 21

TABLA XIV SERVICIABILIDAD INICIAL SEGÚN EL TIPO DE PAVIMENTO [25] . 21

TABLA XV SERVICIABILIDAD FINAL SEGÚN EL TIPO DE CARRETERA [25] 22

TABLA XVI CALIDAD DE DRENAJE DE ACUERDO CON EL TIEMPO SEGÚN AASHTO 93 [25]. 24

TABLA XVII COEFICIENTE DE DRENAJE [25] 25

TABLA XVIII ESPESORES MÍNIMOS PARA BASE Y CARPETA ASFÁLTICA [25] 25

TABLA XIX RESULTADOS CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN DCP 27

TABLA XX RESULTADOS ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO POR EL MÉTODO CONO Y ARENA 28

TABLA XXI RESULTADOS ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL 29

TABLA XXII RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA 29

TABLA XXIII RESULTADOS ENSAYO DE GRANULOMETRÍA 30

TABLA XXIV RESULTADOS ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG 31

TABLA XXV RESULTADOS ENSAYO PROCTOR MODIFICADO TIPO “B” 32

TABLA XXVI RESULTADOS ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR 32

TABLA XXVII CORRELACIONES ANALIZADAS 33

TABLA XXVIII RESUMEN VOLUMEN DE TRÁFICO 48

TABLA XXIX TRÁFICO PARA LA HORA DE MAYOR DEMANDA 48

TABLA XXX FACTOR DE DAÑO PARA EL VEHÍCULO 2DB 50

TABLA XXXI CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES 52

TABLA XXXII PERCENTIL EN FUNCIÓN DE LOS EJES EQUIVALENTES 53

TABLA XXXIII PERCENTILES PARA CBR DE LABORATORIO 53

TABLA XXXIV VALORES DE CBR OBTENIDOS MEDIANTE CORRELACIÓN 54

TABLA XXXV PERCENTILES PARA CBR DE CORRELACIÓN 55

TABLA XXXVI ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CBR DE LABORATORIO 59

TABLA XXXVII ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CBR DE CORRELACIÓN 61

TABLA XXXVIII CÁLCULOS PARA VALIDAR LA HIPÓTESIS MEDIANTE EL MÉTODO T-STUDENT 64

TABLA XXXIX T CRÍTICO EN FUNCIÓN DE df y α [30] 64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Muestra 1 Ensayo DCP 73

Anexo 2. Muestra 2 Ensayo DCP 74

Anexo 3. Muestra 3 Ensayo DCP 75

Anexo 4. Muestra 4 Ensayo DCP 76

Anexo 5. Muestra 5 Ensayo DCP 77

Anexo 6. Muestra 6 Ensayo DCP 78

Anexo 7. Muestra 7 Ensayo DCP 79

Anexo 8. Muestra 8 Ensayo DCP 80

Anexo 9. Muestra 9 Ensayo DCP 81

Anexo 10. Muestra 10 Ensayo DCP 82

Anexo 11. Muestra 11 Ensayo DCP 83

Anexo 12. Muestra 12 Ensayo DCP 84

Anexo 13. Muestra 1 Ensayo Densidad de Campo 86

Anexo 14. Muestra 2 Ensayo Densidad de Campo 87

Anexo 15. Muestra 3 Ensayo Densidad de Campo 88

Anexo 16. Muestra 4 Ensayo Densidad de Campo 89

Anexo 17. Muestra 5 Ensayo Densidad de Campo 90

Anexo 18. Muestra 6 Ensayo Densidad de Campo 91

Anexo 19. Muestra 7 Ensayo Densidad de Campo 92

Anexo 20. Muestra 8 Ensayo Densidad de Campo 93

Anexo 21. Muestra 9 Ensayo Densidad de Campo 94

Anexo 22. Muestra 10 Ensayo Densidad de Campo 95

Anexo 23. Muestra 11 Ensayo Densidad de Campo 96

Anexo 24. Muestra 12 Ensayo Densidad de Campo 97

Anexo 25. Muestra 1 Ensayo Contenido De Humedad 99

Anexo 26. Muestra 2 Ensayo Contenido De Humedad 100
Anexo 27. Muestra 3 Ensayo Contenido De Humedad 101
Anexo 28. Muestra 4 Ensayo Contenido De Humedad 102
Anexo 29. Muestra 5 Ensayo Contenido De Humedad 103
Anexo 30. Muestra 6 Ensayo Contenido De Humedad 104
Anexo 31. Muestra 7 Ensayo Contenido De Humedad 105
Anexo 32. Muestra 8 Ensayo Contenido De Humedad 106
Anexo 33. Muestra 9 Ensayo Contenido De Humedad 107
Anexo 34. Muestra 10 Ensayo Contenido De Humedad 108
Anexo 35. Muestra 11 Ensayo Contenido De Humedad 109
Anexo 36. Muestra 12 Ensayo Contenido De Humedad 110
Anexo 37. Muestra 1 Ensayo Gravedad Específica 112
Anexo 38. Muestra 2 Ensayo Gravedad Especifica 113
Anexo 39. Muestra 3 Ensayo Gravedad Específica 114
Anexo 40. Muestra 4 Ensayo Gravedad Específica 115
Anexo 41. Muestra 5 Ensayo Gravedad Especifica 116
Anexo 42. Muestra 6 Ensayo Gravedad Especifica 117
Anexo 43. Muestra 7 Ensayo Gravedad Específica 118
Anexo 44. Muestra 8 Ensayo Gravedad Específica 119
Anexo 45. Muestra 9 Ensayo Gravedad Especifica 120
Anexo 46. Muestra 10 Ensayo Gravedad Específica 121
Anexo 47. Muestra 11 Ensayo Gravedad Específica 121
Anexo 48. Muestra 12 Ensayo Gravedad Específica 123
Anexo 49. Muestra 1 Ensayo Granulometría 125
Anexo 50. Muestra 2 Ensayo Granulometría 126
Anexo 51. Muestra 3 Ensayo Granulometría 127

Anexo 52. Muestra 4 Ensayo Granulometría..... 128
Anexo 53. Muestra 5 Ensayo Granulometría..... 129
Anexo 54. Muestra 6 Ensayo Granulometría..... 130
Anexo 55. Muestra 7 Ensayo Granulometría..... 131
Anexo 56. Muestra 8 Ensayo Granulometría..... 132
Anexo 57. Muestra 9 Ensayo Granulometría..... 133
Anexo 58. Muestra 10 Ensayo Granulometría..... 134
Anexo 59. Muestra 11 Ensayo Granulometría..... 135
Anexo 60. Muestra 12 Ensayo Granulometría..... 136
Anexo 61. Muestra 1 Ensayo Límite Líquido..... 138
Anexo 62. Muestra 2 Ensayo Límite Líquido..... 139
Anexo 63. Muestra 3 Límite Líquido..... 140
Anexo 64. Muestra 4 Ensayo Límite Líquido..... 141
Anexo 65. Muestra 5 Ensayo Límite Líquido..... 142
Anexo 66. Muestra 6 Ensayo Límite Líquido..... 143
Anexo 67. Muestra 7 Ensayo Límite Líquido..... 144
Anexo 68. Muestra 8 Ensayo Límite Líquido..... 145
Anexo 69. Muestra 9 Ensayo Límite Líquido..... 146
Anexo 70. Muestra 10 Ensayo Límite Líquido..... 147
Anexo 71. Muestra 11 Ensayo Límite Líquido..... 147
Anexo 72. Muestra 12 Ensayo Límite Líquido..... 148
Anexo 73. Muestra 1 Ensayo Límite Plástico..... 151
Anexo 74. Muestra 2 Ensayo Límite Plástico..... 152
Anexo 75. Muestra 3 Ensayo Límite Plástico..... 153
Anexo 76. Muestra 4 Ensayo Límite Plástico..... 154
Anexo 77. Muestra 5 Ensayo Límite Plástico..... 155

Anexo 78. Muestra 6 Ensayo Límite Plástico 156
Anexo 79. Muestra 7 Ensayo Límite Plástico 157
Anexo 80. Muestra 8 Ensayo Límite Plástico 158
Anexo 81. Muestra 9 Ensayo Límite Plástico 159
Anexo 82. Muestra 10 Ensayo Límite Plástico 160
Anexo 83. Muestra 11 Ensayo Límite Plástico 161
Anexo 84. Muestra 12 Ensayo Límite Plástico 162
Anexo 85. Muestra 1 Ensayo de Compactación 164
Anexo 86. Muestra 2 Ensayo de Compactación 165
Anexo 87. Muestra 3 Ensayo de Compactación 166
Anexo 88. Muestra 4 Ensayo de Compactación 167
Anexo 89. Muestra 5 Ensayo de Compactación 168
Anexo 90. Muestra 6 Ensayo de Compactación 169
Anexo 91. Muestra 7 Ensayo de Compactación 170
Anexo 92. Muestra 8 Ensayo de Compactación 171
Anexo 93. Muestra 9 Ensayo de Compactación 172
Anexo 94. Muestra 10 Ensayo de Compactación 173
Anexo 95. Muestra 11 Ensayo de Compactación 174
Anexo 96. Muestra 12 Ensayo de Compactación 175
Anexo 97. Muestra 1 Ensayo CBR 177
Anexo 98. Muestra 2 Ensayo CBR 180
Anexo 99. Muestra 3 Ensayo CBR 183
Anexo 100. Muestra 4 Ensayo CBR 186
Anexo 101. Muestra 5 Ensayo CBR 189
Anexo 102. Muestra 6 Ensayo CBR 192
Anexo 103. Muestra 7 Ensayo CBR 195

Anexo 104. Muestra 8 Ensayo CBR..... 198

Anexo 105. Muestra 9 Ensayo CBR..... 201

Anexo 106. Muestra 10 Ensayo CBR..... 204

Anexo 107. Muestra 11 Ensayo CBR..... 207

Anexo 108. Muestra 12 Ensayo CBR..... 210

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CBR: California Bearing Ratio (Relación de Soporte de California).

Ω% Nat: Contenido de humedad natural.

Cu: Coeficiente de uniformidad.

Cc: Coeficiente de curvatura.

%#200: Porcentaje que pasa el tamiz #200.

LL: Límite Líquido.

LP: Límite Plástico.

IP: Índice Plástico.

Gs: Gravedad Específica.

E: Relación de Vacíos.

N: Porosidad.

Gw: Grado de Saturación del Agua.

Ga: Grado de Saturación del Aire.

ɣm: Densidad húmeda in situ .

ɣd: Densidad seca in situ.

Ω% Ópt: Contenido de humedad óptimo.

ɣd Proctor: Peso volumétrico seco.

Gc: Grado de compactación.

DN: Índice de penetración.

RESUMEN EJECUTIVO

En la provincia de Cotopaxi, se evidencia numerosas vías las cuales cuenta con una capa granular o lastre, lo que representan una alternativa viable para conectar comunidades y facilitar el transporte, no obstante, estas vías presentan una superficie irregular y variable requiriendo de una buena tracción en los vehículos que por ellas transitan, por ello vemos la necesidad de asfaltar estos caminos vecinales; sin embargo, la información sobre las propiedades índice y mecánicas de los suelos es limitada. Este estudio experimental busca correlacionar dichas propiedades para aplicarlas en el diseño de pavimentos flexibles, beneficiando al cantón Pangua y zonas con suelos similares.

En este estudio experimental se seleccionó cuatro vías de la parroquia Moraspungo, en las cuales se eligió tramos de vía aleatoriamente donde se recolectó 12 muestras de suelo a través de la excavación de pozos a cielo abierto (50 kg cada una) tras retirar la capa vegetal. Se realizaron ensayos de campo y laboratorio como lo es el análisis de correlación entre CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas, bajo normativas AASHTO y ASTM, con lo cual se determinó resistencia y capacidad portante del suelo, mediante estos resultados y la aplicación de investigaciones analíticas y exploratorias se obtuvo correlaciones simples y múltiples y sus valores de CBR. Con estos valores de CBR obtenidos se realizó el diseño del pavimento flexible y sus paquetes estructurales utilizando la metodología AASHTO 93. Los análisis de regresión lineal identificaron correlaciones simples y múltiples, considerando solo las que superaron el 70 por ciento.

Se determinaron 14 correlaciones significativas con coeficientes entre 0.710 y 0.999. Finalmente, se diseñó un pavimento flexible para una de las vías seleccionadas con los siguientes espesores en su paquete estructural, 6.5 cm para carpeta asfáltica, 15 cm para base y 20 cm para subbase, empleando valores de CBR obtenidos en laboratorio y por correlación.

Palabras claves: Correlación, CBR, DCP, Pavimento, Suelos.

ABSTRACT

In the province of Cotopaxi, numerous roads are covered with a granular or ballast layer, representing a viable alternative for connecting communities and facilitating transportation. However, these roads have an irregular and variable surface, requiring good traction for the vehicles traveling on them. This highlights the need to pave these local roads. Nevertheless, information regarding the index and mechanical properties of the soils is limited. This experimental study aims to correlate these properties for application in the design of flexible pavements, benefiting the Pangua canton and other areas with similar soils.

In this experimental study, four roads in the Moraspungo parish were selected. Random road sections were chosen, and 12 soil samples were collected through open-pit excavation (each weighing 50 kg) after removing the vegetative layer. Field and laboratory tests were conducted, including correlation analysis between CBR, DCP, and index and mechanical properties, following AASHTO and ASTM standards. These analyses allowed us to determine the soil's resistance and bearing capacity. Through the results and the application of analytical and exploratory research, simple and multiple correlations were obtained, along with their corresponding CBR values. Using these CBR values, the flexible pavement design and its structural layers were developed based on the AASHTO 93 methodology. Linear regression analyses identified simple and multiple correlations, considering only those exceeding 70 percent.

Fourteen significant correlations were determined, with coefficients ranging between 0.710 and 0.999. Finally, a flexible pavement was designed for one of the selected roads, with the following structural layer thicknesses: 6.5 cm for the asphalt layer, 15 cm for the base, and 20 cm for the sub-base. These values were obtained from laboratory tests and correlation analyses.

Keywords: Correlation, CBR, DCP, Pavement, Soils.

CAPÍTULO I.-MARCO TEÓRICO

I. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es de vital importancia para el desarrollo de infraestructuras viales en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi. En Ecuador, las vías de acceso son fundamentales para la integración de las comunidades rurales con centros urbanos, facilitando el comercio, la movilidad y el acceso a servicios básicos. Sin embargo, la creciente demanda de tránsito y las condiciones climáticas de la región someten a los pavimentos a esfuerzos constantes que aceleran su desgaste, comprometiendo su funcionalidad y seguridad. Por lo tanto, es imperativo diseñar pavimentos más duraderos y resistentes a partir de un análisis profundo y preciso de las propiedades de los suelos locales.

Este estudio se enfoca en la correlación entre los resultados del ensayo de Cono Dinámico de Penetración (DCP) y el Índice de Relación de Soporte de California (CBR), así como en las propiedades índice y mecánicas de los suelos de la parroquia Moraspungo. El objetivo principal es establecer modelos predictivos que permitan un diseño más eficiente de pavimentos flexibles. Este enfoque innovador no solo optimiza la evaluación del suelo, sino que también responde a la creciente necesidad de carreteras más seguras, cómodas y duraderas, que puedan soportar los incrementos de tráfico sin requerir intervenciones costosas y frecuentes.

A nivel teórico, esta investigación llena una importante brecha en la literatura técnica, ya que, aunque existen estudios internacionales sobre la correlación entre el DCP y el CBR, los datos específicos para suelos ecuatorianos, y en particular para la región de Cotopaxi, son escasos. Las características únicas del suelo en la región, influenciadas por su formación geológica y la variabilidad climática, requieren estudios específicos que permitan adaptar los modelos de diseño a las condiciones locales. El conocimiento generado contribuirá a la bibliografía nacional, proporcionando a futuros investigadores y profesionales del área herramientas precisas para el análisis de suelos.

En el ámbito práctico, el uso de correlaciones entre el CBR y el DCP permitirá a los ingenieros civiles obtener datos fiables y rápidos sobre la capacidad portante del suelo sin depender exclusivamente de los ensayos de laboratorio, que son más costosos y requieren más tiempo. Este ahorro en tiempo y recursos no solo es significativo en proyectos de

infraestructura de gran escala, sino también en obras de menor envergadura, donde los presupuestos son limitados. La implementación de estos hallazgos contribuirá directamente a mejorar la planificación y construcción de carreteras en zonas rurales, donde las condiciones del terreno y los recursos disponibles son retos significativos.

Asimismo, el impacto de este estudio se extiende más allá del ámbito técnico. La mejora en las vías de acceso repercutirá directamente en la calidad de vida de los habitantes de Moraspungo y sus alrededores. Vías más seguras y mejor diseñadas facilitarán el transporte de personas y bienes, promoviendo el desarrollo económico local, reduciendo los tiempos de viaje y costos de mantenimiento de vehículos. Además, un pavimento diseñado con base en las propiedades mecánicas del suelo local garantizará un mayor rendimiento bajo las condiciones climáticas adversas, como las intensas lluvias que afectan frecuentemente a la región, asegurando la transitabilidad en todo momento.

Por lo tanto, la relevancia de esta investigación no solo radica en su contribución al avance del conocimiento en el campo de la ingeniería civil, sino también en sus beneficios prácticos para la comunidad y el desarrollo regional. Al mejorar la eficiencia de los diseños de pavimentos flexibles y al generar modelos predictivos aplicables a suelos locales, se facilita la construcción de infraestructuras viales que responderán adecuadamente a las demandas del tráfico, las condiciones geográficas y las características del suelo. A largo plazo, estas mejoras contribuirán a reducir los costos de mantenimiento, aumentar la durabilidad de las carreteras y mejorar la seguridad y calidad de vida de los usuarios.

Finalmente, esta investigación también responde a una necesidad nacional de optimizar los recursos destinados a la infraestructura vial. En un contexto en el que la inversión pública en carreteras es limitada, la aplicación de métodos que permitan obtener resultados precisos y rápidos es esencial para garantizar que las obras ejecutadas tengan el menor impacto ambiental y económico posible. Al contribuir al desarrollo de herramientas y metodologías más eficientes, este estudio fortalece la capacidad del país para mejorar su infraestructura vial de manera sostenible y económica.

II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Las vías de acceso a los diferentes territorios del país son de gran importancia para contribuir a la economía de los pueblos. Sin embargo, el aumento del tráfico y la continua circulación de vehículos generan una carga adicional para la estructura del pavimento, lo

que afecta las capas subyacentes compuestas por base, subbase y subrasante, provocando un desgaste acelerado. Al aplicar meticulosamente los resultados obtenidos en los estudios del suelo, el diseño de la estructura del pavimento resultará en un cálculo más confiable. Por lo tanto, realizar un estudio a profundidad de las propiedades físicas y mecánicas del suelo permite precisar la resistencia del suelo, dato crucial para el diseño de la estructura del pavimento, que varía en función de factores como la formación, la composición mineralógica y la zona geográfica de estudio.

De esa forma, la investigación se centró en el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la parroquia Moraspungo mediante la aplicación de métodos de campo y laboratorio que permitieron establecer correlaciones entre el Índice de Relación de Soporte de California (CBR) y el Cono Dinámico de Penetración (DCP). El estudio siguió un enfoque experimental dividido en tres fases, comenzando con la recolección de 12 muestras representativas de suelo, las cuales fueron sometidas a diversos ensayos in situ, como el método del Cono y arena de Ottawa para determinar la densidad de campo, y el ensayo DCP para evaluar la capacidad portante del suelo. Posteriormente, en el laboratorio, se realizaron pruebas como la granulometría, los límites de Atterberg, el Proctor modificado tipo B y el ensayo CBR para obtener datos detallados sobre las propiedades índice y mecánicas de los suelos.

Estos métodos fueron seleccionados por su capacidad para proporcionar información clave sobre el comportamiento del suelo bajo carga, esencial para el diseño adecuado de pavimentos flexibles. Además, se utilizaron herramientas estadísticas para correlacionar los datos obtenidos en campo y laboratorio, permitiendo así la creación de modelos predictivos aplicables al diseño de pavimentos en la región.

A su vez, en la actualidad, existe una creciente necesidad de contar con pavimentos duraderos, resistentes a la fatiga y que proporcionen comodidad. Sin embargo, se ha observado que los pavimentos flexibles no siempre cumplen perfectamente con estos criterios. Por esta razón, es esencial llevar a cabo una serie de pruebas que ayuden a mejorar el desempeño de los pavimentos flexibles. Estas pruebas deben enfocarse en identificar y seleccionar los mejores componentes para asegurar que la estructura del pavimento sea resistente a las diversas condiciones que pueda enfrentar. Al hacerlo, se busca no solo incrementar la durabilidad y resistencia del pavimento, sino también garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios que transitan por él. El proceso de mejora del desempeño de los pavimentos flexibles implica evaluar múltiples factores, tales como la resistencia a la fatiga, la capacidad de carga, la deformabilidad y la durabilidad

bajo diferentes condiciones climáticas y de tráfico. Utilizando una combinación de pruebas de laboratorio e in situ, así como la correlación de datos obtenidos mediante métodos como el DCP y el CBR, es posible optimizar la composición y estructura del pavimento [1].

De esta manera, la evaluación de la resistencia o capacidad portante del suelo se realiza mediante el ensayo CBR en laboratorio y el ensayo DCP en campo. Varios métodos de investigación de suelos presentan limitaciones para determinar el CBR, como el tiempo y costo requeridos para las pruebas, la preparación de muestras y las pruebas en sí, en comparación con el DCP. Sin embargo, estas limitaciones pueden superarse mediante la determinación de ciertos valores de las propiedades de los suelos a través de correlaciones. Por ejemplo, el uso del Penetrómetro de Cono Dinámico (DCP) ha ganado popularidad para estimar los parámetros del suelo, estableciendo correlaciones con el CBR obtenido en laboratorio. El DCP es una herramienta eficaz para obtener una evaluación rápida y precisa de la capacidad portante del suelo sin incurrir en los altos costos y el tiempo prolongado asociados con las pruebas de laboratorio del CBR. Estas correlaciones permiten a los ingenieros utilizar los datos del DCP para estimar con precisión el CBR, facilitando así una planificación y diseño más eficiente de las estructuras de pavimento. En resumen, al superar las limitaciones de los métodos tradicionales mediante el uso de correlaciones entre el DCP y el CBR, es posible optimizar la evaluación de suelos para pavimentos, mejorando tanto la eficiencia del proceso como la calidad de los resultados obtenidos [2][3][4].

Con el tiempo, las investigaciones han progresado, y se han empleado pruebas tradicionales que muestran una mejor correlación entre los resultados obtenidos del ensayo de Penetración Dinámica de Cono (DCP) y el CBR. Estas correlaciones han demostrado ser herramientas efectivas para derivar un parámetro del suelo a partir de otro, siendo esenciales para el diseño de la estructura del pavimento. Además, estas pruebas pueden ser más rápidas que las pruebas de laboratorio convencionales y requieren menos tiempo para su finalización. En consecuencia, el uso del análisis DCP para estimar el valor del CBR ofrece una alternativa más flexible y rápida en comparación con los métodos de laboratorio tradicionales, pues se trata de una prueba in situ común utilizada para estimar la capacidad de carga de materiales granulares a ser utilizados en capas de base y subbases de pavimentos, de una manera no destructiva, efectiva, rápida y más económica. Para lograr lo anterior, varios investigadores alrededor del mundo han utilizado diversas

pruebas y técnicas, logrando caracterizar las propiedades índice y mecánicas del suelo y generando correlaciones aceptables entre dichas propiedades. [5] [6].

Investigadores como Iqbal et al. (2018) han utilizado métodos estadísticos para desarrollar un modelo matemático lineal múltiple con el fin de determinar el valor de CBR. Este modelo se basa en resultados obtenidos en laboratorio, como los límites de Atterberg, la granulometría, la densidad máxima, la permeabilidad y el contenido de humedad del suelo. El enfoque estadístico permite integrar múltiples variables que influyen en la capacidad portante del suelo, proporcionando una herramienta analítica robusta para predecir el comportamiento del CBR en diferentes condiciones. Este tipo de modelos matemáticos no solo facilitan la comprensión de las interacciones complejas entre las propiedades del suelo, sino que también permiten optimizar el proceso de diseño de pavimentos al proporcionar predicciones más precisas y confiables. Al utilizar estos modelos, los investigadores pueden mejorar significativamente la eficiencia y la precisión de las evaluaciones del suelo para ingeniería de pavimentos. Esto es fundamental para asegurar que las vías construidas sean adecuadas y duraderas, adaptándose adecuadamente a las características específicas del suelo en cuestión [7].

También Khalid et al. (2020) han desarrollado un modelo de regresión múltiple para predecir el valor de CBR basándose en diversas propiedades mecánicas e índice del suelo. Utilizando datos de laboratorio, incluidos los límites de Atterberg, la distribución granulométrica, la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo, el estudio ha demostrado que las propiedades mecánicas y de índice pueden ser indicadores fiables del comportamiento del suelo en términos de CBR. Este enfoque facilita la predicción precisa del CBR, esencial para el diseño eficiente y seguro de pavimentos. Al proporcionar un modelo predictivo basado en datos empíricos, los investigadores ofrecen una herramienta valiosa para los ingenieros en la planificación y construcción de carreteras duraderas, adaptadas a las características específicas del suelo [8].

Por su parte Lee y Kim (2019) en Corea del Sur han explorado la relación entre la penetración del cono dinámico (DCP), la relación de soporte de California (CBR) y varias propiedades mecánicas e índice del suelo. Utilizando una base de datos extensa de resultados de pruebas de suelo, los investigadores desarrollaron un modelo estadístico que vincula el DCP y el CBR con propiedades como la densidad seca máxima, el contenido de humedad óptimo y la granulometría. Este estudio destaca la importancia de integrar múltiples propiedades del suelo en modelos predictivos para obtener una evaluación más

precisa de la capacidad de soporte del suelo. La metodología propuesta por Lee y Kim permite a los ingenieros diseñar pavimentos que sean no solo más seguros y duraderos, sino también más económicos, al optimizar el uso de materiales y técnicas de construcción basadas en las características específicas del suelo [9].

En Colombia, Ramírez et al. (2021) llevaron a cabo una investigación exhaustiva sobre las correlaciones entre la relación de soporte de California (CBR), el ensayo de Penetración Dinámica de Cono (DCP) y varias propiedades índice del suelo en la región del Valle del Cauca. El estudio se centró en determinar cómo las propiedades físicas y mecánicas del suelo, como la plasticidad, la granulometría y la densidad, influyen en la capacidad de soporte del suelo. Los resultados mostraron que existen correlaciones significativas entre el CBR, el DCP y las propiedades índice, lo que permite desarrollar modelos predictivos para evaluar la calidad del suelo en el diseño de pavimentos. Se encontraron diferencias en los valores de CBR y DCP dependiendo del tipo de suelo y su grado de compactación, lo cual es crucial para la correcta aplicación de estos modelos predictivos en diferentes contextos geográficos. El desarrollo de estos modelos predictivos es esencial para garantizar que las infraestructuras viales sean seguras y duraderas. Al utilizar datos empíricos y correlaciones validadas, los ingenieros pueden optimizar el diseño de pavimentos, minimizando los costos y maximizando la vida útil de las carreteras. Esto no solo mejora la eficiencia y precisión en el diseño de carreteras, sino que también contribuye a la sostenibilidad al reducir la necesidad de reparaciones frecuentes y costosas [10].

En Ecuador, se llevó a cabo un estudio en 2019 por García, Gilces, Mejía y Ortiz en la ciudad de Portoviejo, Provincia de Manabí. Este estudio se centró en establecer correlaciones entre las propiedades de los suelos con el fin de proporcionar una fuente confiable para el diseño de pavimentos flexibles que garantice condiciones óptimas de comodidad, economía y seguridad. Se otorgó especial atención a la resistencia del suelo de subrasante como uno de los parámetros prioritarios para el diseño de carreteras. Con este fin, se consideró pertinente investigar la correlación entre la relación de soporte de California (CBR), medida en laboratorio y en condiciones naturales en suelos finos, así como el ensayo de Penetración Dinámica de Cono (DCP). [11].

Con ello, la comparación de datos obtenidos entre las muestras ensayadas es de calidad suficiente para determinar la relación entre el CBR, las propiedades de índice y las propiedades de compactación del suelo. Al analizar estos datos, es posible identificar

variaciones significativas o similitudes en los resultados del suelo estudiado. El análisis detallado de estas relaciones permitirá comprender mejor cómo las propiedades físicas y mecánicas del suelo influyen en su capacidad portante. Al establecer correlaciones precisas entre el CBR y las propiedades de índice y compactación, se podrán desarrollar modelos predictivos más exactos y eficientes para el diseño de pavimentos. Este enfoque no solo mejora la calidad del diseño del pavimento, sino que también optimiza los recursos y tiempos empleados en las evaluaciones del suelo. Al tener una base de datos sólida y confiable, los ingenieros pueden tomar decisiones más informadas, asegurando que las infraestructuras viales construidas sean duraderas y adecuadas para las condiciones específicas del suelo de Moraspungo. En última instancia, este proceso contribuirá a la construcción de vías más seguras y resistentes, beneficiando a la comunidad y mejorando la infraestructura local [12] [13].

La presente investigación se centra en la importancia de contar con una base de datos completa y detallada sobre las características físicas y mecánicas del suelo, ya que esta información es crucial para determinar su capacidad portante. Una base de datos bien estructurada permitirá comprender mejor la resistencia del suelo, los asentamientos y otras propiedades relevantes, proporcionando un soporte invaluable para la construcción de vías en Moraspungo.

Un estudio exhaustivo de las características físicas y mecánicas del suelo en esta área es esencial para evaluar con precisión su resistencia y otras propiedades fundamentales. Por ello, el propósito de esta investigación es realizar un muestreo representativo del suelo en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi. Se tomarán doce muestras aleatorias de suelo en su estado natural para someterlas a una serie de pruebas tanto in situ como en laboratorio, incluyendo densidad de campo, granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Estas pruebas permitirán establecer correlaciones entre el CBR y las propiedades índice y mecánicas del suelo.

Al final del estudio, con los datos obtenidos de estas correlaciones, se diseñó un pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93. Este enfoque garantizará que el diseño del pavimento se base en datos precisos y específicos del sitio, optimizando la durabilidad y eficiencia de las vías construidas. La combinación de un análisis detallado y una base de datos robusta asegurará que las nuevas infraestructuras viales en Moraspungo sean seguras, resistentes y capaces de satisfacer las necesidades de la comunidad.

III.OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Analizar las correlaciones entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas en suelos de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las propiedades índice y mecánicas de 12 muestras representativas de los suelos de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.

- Correlacionar el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de las muestras de suelos de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.

- Diseñar la estructura de pavimento flexible para una vía a partir de los resultados de correlación de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.

CAPÍTULO II.-METODOLOGÍA

El presente trabajo experimental se dividió en 3 fases, de las cuales se describen a continuación sus materiales y métodos.

I. EQUIPOS Y MATERIALES

En la fase 1, durante los ensayos in situ, se emplearon diversos materiales y equipos específicos. Para la excavación de calicatas y la obtención de muestras de suelo, se utilizaron herramientas como pala, pico, barra y flexómetro. En el ensayo de densidad de campo, se emplearon equipos tales como el Cono de arena de Ottawa, placa metálica, cuchareta, clavos, martillo, cincel y balanza marca truper. Además, se llevó a cabo el ensayo de Cono de Penetración Dinámica (DCP) utilizando el equipo especializado DCP Belltronic.

En el desarrollo de los ensayos de laboratorio, se emplearon cuidadosamente diversos materiales y equipos de acuerdo con las normativas establecidas. En el Ensayo de Gravedad Específica, se utilizaron 50 gramos de muestra que pasa el tamiz #4, junto con un conjunto de instrumentos como picnómetro, pipeta, termómetro, embudo, recipiente, tamiz #4 y horno Humbolt. Para el análisis del Contenido de Humedad, se trabajó con muestras in situ utilizando un horno Humbolt y recipientes metálicos. En el Ensayo de Granulometría, la muestra seca se sometió al proceso de tamizado con una tamizadora marca Controls, juego de tamices marca Controls, brocha y recipientes. Los ensayos de Límite Líquido y Límite Plástico implicaron el uso de equipos como la Copa de Casagrande, espátula, enrazador, mortero de porcelana, placa de vidrio, y horno Humbolt, así como recipientes metálicos. En el Ensayo Proctor Modificado Tipo B y el CBR, se manejaron muestras específicas con equipos especializados. Para el Proctor Modificado Tipo B, se manejaron 24 kg de muestra de suelo que pasa el tamiz #4, con un equipo que incluye molde de 6” de diámetro, retorta, collarín, probeta graduada, martillo compactador, bandeja, palustre, balanza, y recipientes metálicos. En cuanto al ensayo CBR, se utilizaron 18 kg de muestra que pasa el tamiz #4, con el equipo Prensa CBR marca Multispeed, tipo 34-V1172 y los moldes CBR.

Se zonificó el área de estudio utilizando un GPS marca Garmin, modelo etrex10 y un software ingenieril.

Para dar cumplimiento a la fase 2 y fase 3 se utilizó el Software Microsoft Excel con licencia de uso estudiantil.

II. MÉTODOS

Como ya se mencionó, el presente trabajo experimental se dividió en 3 fases, cada una con su respectivo tipo de investigación para su cumplimiento.

A. FASE 1

En la primera fase, se llevó a cabo la evaluación de las características índice y mecánicas de 12 muestras de suelo procedentes de la parroquia Moraspungo, en la Provincia de Cotopaxi. Este proceso se basó en una investigación exploratoria que permitió la identificación de los 12 puntos de prueba. Se realizaron pruebas in situ, como el ensayo DCP y la medición de densidad en campo utilizando el método del cono de arena de Ottawa, además de la recolección de muestras para análisis de laboratorio. La fase experimental posterior se enfocó en determinar las características índice y mecánicas a través de ensayos de laboratorio. A continuación, se detallan los procedimientos llevados a cabo tanto en el campo como en el laboratorio, utilizando los materiales y equipos descritos en la sección EQUIPOS Y MATERIALES.

1) Ensayos de campo

a) Pozo a cielo abierto

Se procedió de acuerdo con la norma AASHTO T 87-70. Para cada muestra se retiró la capa vegetal del suelo a 5cm de profundidad aproximadamente y se excavó con medidas de 1.5m x 1.5 m a 1m de profundidad. Entonces se recolectaron 50 kg de muestra de suelo [14].



Fig. 1. Excavación de pozo a cielo abierto
Nota: Realizado en sitio.

b) Ensayo de densidad de campo por el método de Cono y arena de Ottawa

De acuerdo con la norma AASHTO T-191, se insertó una placa metálica en una excavación realizada previamente. Con herramientas como cincel y cuchara, se extrajo un volumen de suelo y se sustituyó por arena de Ottawa [15].



Fig. 2. Ensayo de densidad de campo
Nota: Realizado en sitio.
Nota:

c) Cono de Penetración Dinámica (DCP)

El procedimiento se llevó a cabo siguiendo las directrices establecidas en la norma ASTM D6951-03. Se realizaron tres repeticiones del ensayo en los pozos a cielo abierto. Este método implica el descenso controlado de una masa sobre el suelo mediante una punta cónica, seguido de la medición en centímetros de la penetración del equipo.



Fig. 3. Ensayo DCP
Nota: Ensayado en sitio.

2) Ensayos de laboratorio

a) Contenido de humedad natural

El procedimiento se llevó a cabo siguiendo las directrices establecidas en la norma AASHTO T-265. Durante 24 horas, las muestras fueron sometidas a temperaturas comprendidas entre 105 y 110 °C, con ayuda de un horno. Se registraron los pesos de las muestras antes y después del secado para calcular el porcentaje de humedad [16].

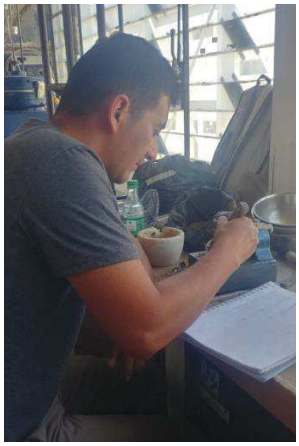


Fig. 4. Contenido de humedad natural
Nota: Laboratorio de suelos UTA.

b) Granulometría

El procedimiento siguió las directrices de la Norma AASHTO T-88, que especifica el paso de 1000 gramos de muestra a través de tamices normados numerados del #4 al #200, dispuestos en orden descendente. Posteriormente, estos tamices se colocaron en un dispositivo vibratorio para permitir que las partículas de suelo pasen a través de ellos y fracciones de muestra sean retenidas según su tamaño. Al concluir, se registraron los pesos de suelo retenido en cada tamiz mediante una balanza electrónica y se procesaron los datos [17].



Fig. 5. Ensayo de granulometría
Nota: Laboratorio de suelos UTA.

c) Límite líquido

De acuerdo con la normativa AASHTO T 89, se tomaron aproximadamente 200 gramos de la muestra que pasa a través del tamiz #40. Estos se colocaron en un mortero de porcelana y se añadió una proporción de agua a la cantidad de suelo utilizada. Seguidamente, se mezcló la muestra en el mortero utilizando una espátula metálica hasta obtener una pasta que se aplicó en la Copa de Casagrande. Se utilizó un acanalador para deslizarse por el centro de la muestra y dividirla en dos partes. Luego, se contaron los golpes hasta que las dos partes de la muestra se unieron en la parte inferior de la separación. El porcentaje de humedad del suelo se determinó en función del número de golpes realizados durante el ensayo, tal como lo indica la normativa [18].



Fig. 6. Ensayo de límite líquido
Nota: Laboratorio de suelos UTA.

d) Límite plástico

El procedimiento siguió un proceso similar al del límite líquido. Se agregó una cantidad de agua a una muestra de suelo que pasa el tamiz #40 y se mezcló hasta alcanzar una consistencia homogénea. Se intentó formar un rollo de 3 mm de diámetro y 5 cm de largo. Si la masa de suelo presentaba fisuras, se ajustaba la cantidad de agua hasta lograr los rollos de suelo dentro de las especificaciones requeridas. El ensayo se realizó en cinco ocasiones para obtener cinco muestras, de las cuales se determinó el contenido de humedad. Este proceso se llevó a cabo siguiendo las directrices establecidas en la Norma AASHTO T-90 [19].

e) Gravedad específica

Se comenzó pesando 50 gramos de suelo que pasa el tamiz #40. Luego, utilizando un picnómetro, se llenó hasta la marca de aforo y se registró su peso en una balanza electrónica. Posteriormente, se vació determinada cantidad de agua del picnómetro y se introdujo la muestra de suelo utilizando un embudo. Se procedió a llenar nuevamente el picnómetro hasta la marca de aforo, registrando este nuevo peso y tomando la temperatura del agua, se eliminó el aire del picnómetro, seguido de una nueva medición de peso. Posteriormente, la muestra de suelo se colocó en un horno a una temperatura entre 105°C y 110°C durante 24 horas. Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo lo establecido en la Norma AASHTO T 100-2015, conforme a la metodología aplicable a suelos de tamaño menor al tamiz #4 [20].



Fig. 7. Ensayo de gravedad especifica
Nota: Laboratorio de suelos UTA

f) Proctor Modificado Tipo B

El proceso inició con la medición de las dimensiones y pesos del molde, considerando el peso de la retorta, pero no el del collarín. Luego, se tomaron 6 kg de muestra que pasa a través del tamiz #4 y se mezcló con un contenido de agua acorde al tipo de suelo. Esta mezcla se dividió en 5 partes, que fueron colocadas en el molde y se compactó con 56 golpes cada capa utilizando un martillo normado. Posteriormente, se desmontó el collarín y se enrazó el molde para registrar su peso. Se determinó contenidos de humedad a partir de 2 muestras de suelo compactado tomado del molde. Este procedimiento variando los contenidos de humedad de forma progresiva, conforme a las especificaciones establecidas en la norma AASHTO T-180 [21].

g) Relación de Soporte de California (CBR)

El proceso comenzó con la medición de las dimensiones y pesos de tres moldes de CBR. Luego, se tomó una muestra seca de 18 kg que pase a través del tamiz #4 y se preparó con el contenido de humedad óptimo determinado en el ensayo Proctor. Esta muestra se compactó en cinco capas, con 56, 27 y 11 golpes respectivamente para cada molde.

Después de compactar, se registraron los pesos del suelo compactado. Luego, se colocaron pesas sobre los moldes y se sumergieron en agua durante tres días para luego ser ensayados en la máquina Multispeed. El valor de CBR% se determinó mediante la aplicación de la ecuación (1) siguiendo las pautas establecidas en la Norma AASHTO T-193 [22].

$$CBR = \frac{Carga\ unitaria\ del\ ensayo}{Carga\ unitaria\ patrón} \quad (1)$$

B. FASE 2

En la segunda etapa, se aplicó un enfoque analítico para examinar los datos obtenidos tanto en el campo como en el laboratorio. Este análisis tenía como objetivo establecer correlaciones simples y múltiples que permitan determinar, entre otras cosas, el valor del CBR necesario para el diseño del pavimento flexible en una de las carreteras estudiadas. Las correlaciones múltiples se realizaron considerando tres variables, pudiendo adoptar formas lineales, potenciales, exponenciales o logarítmicas según la naturaleza de los datos. A continuación, se presentan los formatos utilizados para desarrollar estas correlaciones.

a) Correlación Múltiple Lineal

TABLA I
FORMATO PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE LINEAL

CORRELACIÓN MÚLTIPLE LINEAL									
N° Muestra	Variable			xz	yz	xy	x^2	y^2	z^2
	x	y	z						
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

b) Correlación Múltiple Potencial

TABLA II
FORMATO PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE POTENCIAL

CORRELACIÓN MÚLTIPLE POTENCIAL												
N° Muestra	Variable			x'=log(x)	y'=log(y)	z'=log(z)	xz	yz	xy	x^2	y^2	z^2
	x	y	z									
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

c) Correlación Múltiple Exponencial

TABLA III
FORMATO PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE EXPONENCIAL

CORRELACIÓN MÚLTIPLE EXPONENCIAL										
N° Muestra	Variable			z'=log(z)	xz'	yz'	xy	x^2	y^2	z^2
	x	y	z							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

d) Correlación Múltiple Logarítmica

TABLA IV
FORMATO PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE LOGARÍTMICA

CORRELACIÓN MÚLTIPLE LOGARÍTMICA										
N° Muestra	Variable			x'=log(x)	x'z	yz	x'y	x'^2	y^2	z^2
	x	y	z							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C. FASE 3

Dentro de esta fase, se empleó un método de enfoque analítico para examinar los datos obtenidos de los respectivos ensayos tanto en campo como en laboratorio. A partir de esta información, se establecieron correlaciones simples y múltiples. Estas correlaciones pueden presentar tendencias lineales, potenciales, exponenciales o logarítmicas, en función del comportamiento de los datos. El objetivo fue determinar el valor del CBR

necesario para el diseño del pavimento flexible en una vía seleccionada de entre las estudiadas. Las correlaciones simples, es decir aquellas que consideran dos variables, fueron realizadas con ayuda de gráficas en Microsoft Excel.

1) Parámetros para el diseño de estructura de Pavimento Flexible

Para el método AASHTO 93, el diseño del pavimento flexible se basa en la determinación del Número Estructural "SN", el cual debe ser capaz de soportar el nivel de carga especificado por el proyecto. El cálculo de este número se utilizó una hoja de cálculo en Microsoft Excel con una licencia estudiantil. El número estructural total requerido se calculó utilizando el software Ecuación AASHTO 93, el cual cuenta con una licencia libre. Los datos necesarios para realizar este cálculo se detallan en la TABLA V y fueron obtenidos siguiendo los apartados siguientes.

TABLA V
FORMATO PARA EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Diseño de pavimentos flexibles Método AASHTO 1993	
1. Características de materiales	-
a. Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica (ksi)	-
b. Módulo de elasticidad de la base granular (ksi)	-
c. Módulo de elasticidad de la subbase (ksi)	-
2. Datos de tráfico y propiedades de la subrasante	-
a. Número de ejes equivalentes total (w18)	-
b. Factor de confiabilidad (R)	-
Desviación estándar normal (Zr)	-
Desviación estándar global (So)	-
c. Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr, ksi)	-
d. Serviciabilidad inicial (Pi)	-
e. Serviciabilidad final (Pt)	-
f. Periodo de diseño (años)	-
3. Datos para estructuración del refuerzo	-
a. Coeficientes estructurales de capa	-
Concreto asfáltico convencional (a_1)	-
Base granular (a_2)	-
Subbase (a_3)	-
b. Coeficientes de drenaje de capa	-
Base granular (m_2)	-
Subbase (m_3)	-
Datos de salida:	-
Número estructural requerido total (SN_{req})	-

Número estructural carpeta asfáltica (SN_{ca})	-
Número estructural base granular (SN_{bg})	-
Número estructural subbase (SN_{sb})	-
Estructura del pavimento	-
Espesor carpeta asfáltica (cm)	-
Espesor base granular (cm)	-
Espesor subbase granular (cm)	-
Espesor total (cm)	-

a) Tráfico Promedio Diario Anual TPDA

Para el diseño de estructuras de pavimento flexible, uno de los parámetros clave es el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Se empieza por registrar el volumen de tráfico durante 12 horas por 7 días consecutivos, como se especifica en las regulaciones ecuatorianas MTOP 2003.

Este proceso se basó en Cal y Mayor y Cárdenas [23], quienes especifican que el TPDA puede ser calculado mediante el método de la trigésima hora.

$$TPDA = \frac{VHP * FPH}{k} \quad (2)$$

VHP: Flujo de tráfico en la hora pico

FHP: Factor de hora pico

k: Porcentaje del volumen de la trigésima hora.

K=15% para este estudio (zona rural).

b) Factor de hora pico

$$FHP = \frac{VHMD}{4Q_{máx}} \quad (3)$$

VHMD= Volumen de mayor demanda.

$Q_{máx}$=Máximo flujo de tráfico durante 15 minutos.

c) Volumen de mayor demanda

$$\sum_{h}^{H} (\text{Periodos dentro de la hora de mayor demanda}) \quad (4)$$

Donde h y H son los límites del intervalo en la hora de mayor demanda, no necesariamente comprendida en límites cerrados.

d) TPDA total

$$TPDA_T = TPDA_{Actual} + T_{At} + T_G + T_D \quad (5)$$

Tat: Tráfico atraído

TG: Tráfico generado

TD: Tráfico desarrollado

Cada uno de los tráficos aquí especificados se define como un porcentaje del TPDA actual, este porcentaje varía de acuerdo con el tipo de vía analizada.

e) Tráfico futuro

$$T_f = TPDA_T(1+i)^n \quad (6)$$

i: Tasa de crecimiento de tránsito (TABLA VI).
n: Periodo de diseño (TABLA VII).

TABLA VI
TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO MTOP [24]

Tasa de crecimiento anual de tráfico (%)			
Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2025-2030	3.25	1.62	1.58
2030-2035	3.25	1.62	1.58
2035-2040	3.25	1.62	1.58

TABLA VII
PERIODOS DE DISEÑO AASHTO [25]

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado	30-50
Interurbana de tránsito elevado	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10-20

f) Número de Ejes Equivalentes:

$$W_{18} = F_d * F_c * TPDA * 365 \quad (7)$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes.

Fd: Factor de daño. (TABLA IX).

Fc: Factor de distribución por carril. (TABLA VIII).

TPDA: Tráfico promedio diario anual.

TABLA VIII
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL [25]

No. Carriles en cada dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kip en el carril de diseño (Fc)
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

El factor de daño Fd se calculó con ayuda de la matriz expuesta en la TABLA IX.

TABLA IX
CÁLCULO DEL FACTOR DE DAÑO

Factores de daño según el tipo de vehículo									
Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Trídem		Factor de daño
	Ton	$(P/6.6)^4$	Ton	$(P/8.2)^4$	Ton	$(P/15)^4$	Ton	$(P/23)^4$	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Los pesos en toneladas para este cálculo fueron tomados de la tabla nacional de pesos y dimensiones especificados en la normativa NEVI 12 MTOP (2013) [26].

g) Factor de Confiabilidad:

TABLA X
FACTOR DE CONFIABILIDAD [25]

Tipo de vía	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85-99.9	80-99.9
Carreteras de primer orden	80-99	75-95
Carreteras secundarias	80-95	75-95
Caminos vecinales	50-80	50-80

El tipo de vía fue determinada con la TABLA XI.

TABLA XI
CLASE DE CARRETERA PARA EL TPDA PROYECTADO [24]

Función	**Clase de carretera**	**TPDA**
Corredor arterial	RI ó RII	>8000
	I	3000-8000
Colectora	II	1000-3000
	III	300-1000

Vecinal	IV	100-300
	V	<100

h) Desviación Estándar Normal (Zr):

Se determinó con base en la confiabilidad R, utilizando los datos de la TABLA XII.

TABLA XII
DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL DE ACUERDO CON LA CONFIABILIDAD [25]

Confiabilidad R	**Desviación Estándar (Zr)**	**Confiabilidad R**	**Desviación Estándar (Zr)**
50	0	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.34	99.9	-3.09
92	-1.405	99.99	-3.75

i) Desviación Estándar global (S_0):

TABLA XIII
VALORES PARA DESVIACIÓN ESTÁNDAR GLOBAL [25]

Desviación Estándar Global S_0	
Pavimentos rígidos	0.3-0.4
Pavimentos flexibles	0.4-0.5

j) Índice de Serviciabilidad:

Se calculó con la siguiente expresión, para lo cual se hizo uso de la TABLA XIV y TABLA XV.

$$\Delta PSI = PSI_{incial} - PSI_{final} \quad (8)$$

ΔPSI: Índice de serviciabilidad

$PSI_{inicial}$: Serviciabilidad inicial

PSI_{final}: Serviciabilidad final

TABLA XIV
SERVICIABILIDAD INICIAL SEGÚN EL TIPO DE PAVIMENTO [25]

Tipo de pavimento	PSI inicial P_0
Rígido	4.5

Flexible	4.2

TABLA XV
SERVICIABILIDAD FINAL SEGÚN EL TIPO DE CARRETERA [25]

Tipo de carretera	PSI final P_t
Carreteras principales	≥ 2.5
Carreteras de importancia baja	2

k) Módulo de resiliencia (Mr):

Se determinó siguiendo las fórmulas establecidas en el manual de diseño de pavimentos de la AASHTO [25].

$$M_r[psi] = 1500CBR \qquad CBR \leq 7\% \tag{9}$$

$$M_r[psi] = 3000CBR^{0.65} \quad 7\% < CBR \leq 20\% \tag{10}$$

$$M_r[psi] = 4326 \ln CBR + 241 \quad CBR > 20\% \tag{11}$$

l) Coeficiente estructural de la capa asfáltica (a_1)

Los coeficientes estructurales se determinan para obtener el valor del número estructural requerido SN, dato necesario para el cálculo de los espesores del paquete estructural.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3 \tag{12}$$

a_1, a_2, a_3: Coeficientes estructurales

D_1, D_2, D_3: Espesores de subbase, base y capa de rodadura, respectivamente

m_2, m_3: Coeficientes de drenaje

Los datos requeridos para aplicar la ecuación (12) se detallan a continuación:

m) Coeficiente estructural de la capa asfáltica (a_1)

Se calculó con los datos expuestos en la Fig. 8, partiendo del módulo de resiliencia definido en el inciso k).

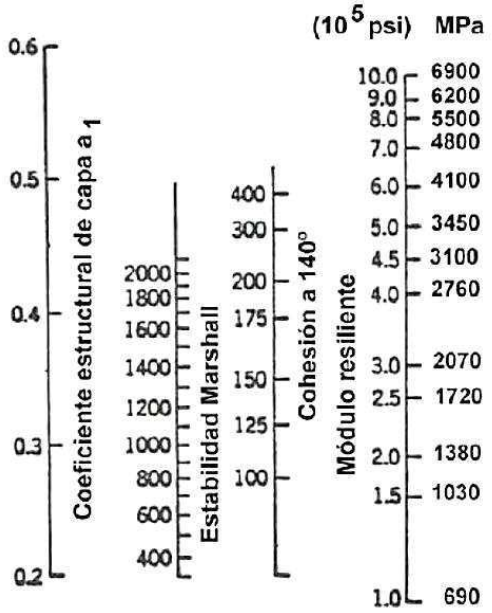


Fig. 8. Número estructural de la carpeta asfáltica a_1 [25]

n) Coeficiente estructural de la base (a_2)

Se calculó con los datos expuestos en la Fig. 9, partiendo del valor del CBR para la capa base.

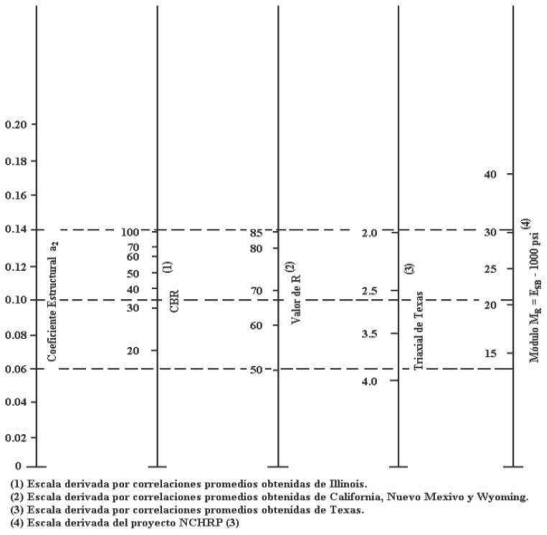


Fig. 9. Ábaco para estimar el número estructural de la capa base a_2 [25]

o) Coeficiente estructural de la subbase (a_3)

Se calculó con los datos de la Fig. 10.

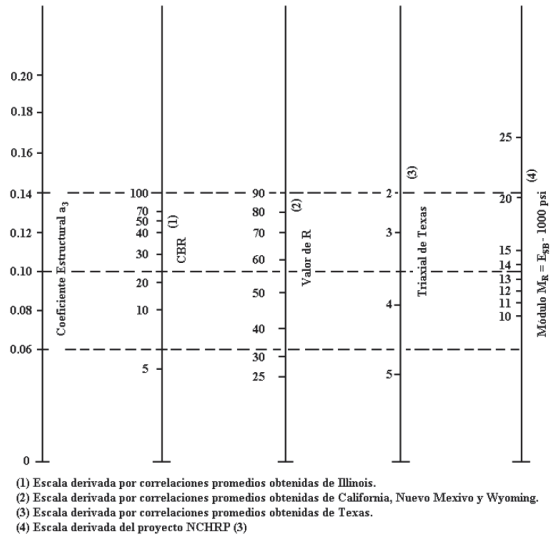


Fig. 10. Ábaco para estimar el número estructural de la capa subbase a_3 [25]

p) Coeficientes de drenaje (m_2, m_3)

Los datos de la estación meteorológica más cercana a la vía seleccionada para el diseño fueron utilizados, siendo obtenidos de los anuarios meteorológicos proporcionados por el INAMHI. Esta estación es M0368 Moraspungo Cotopaxi. Con estos datos, se pudo evaluar la calidad del drenaje y calcular los coeficientes utilizando la información de la TABLA XVI y TABLA XVII.

TABLA XVI
CALIDAD DE DRENAJE DE ACUERDO CON EL TIEMPO SEGÚN AASHTO 93 [25].

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en evacuarse
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	No drena

TABLA XVII
COEFICIENTE DE DRENAJE [25]

Capacidad de drenaje	Porcentaje de tiempo en el año en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menor a 1%	de 1% a 5%	de 5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Malo	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

q) Espesores mínimos

Se establecieron conforme al método AASHTO 93, el cual establece espesores basados en la cantidad de ejes equivalentes.

TABLA XVIII
ESPESORES MÍNIMOS PARA BASE Y CARPETA ASFÁLTICA [25]

Eje W8.2	Carpeta asfáltica D1 (cm)	Capa base D2 (cm)
< 50 000	3.0	10.0
50 0001 a 150 000	5.0	10.0
150 001 a 500 000	6.5	10.0
500 001 a 2000 000	7.5	15.0
2000 001 a 7000 000	9.0	15.0
> 7000 000	10.0	15.0

r) Espesor de la carpeta asfáltica

$$SN_1 = a_1 * D_1 \quad (13)$$

Donde:

D_1=Espesor mínimo de la carpeta asfáltica

a_1=Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

s) Espesor de la base

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2 \quad (14)$$

Donde:

D_2=Espesor mínimo de la base

a_2=Coeficiente estructural de la base

m_2=Coeficiente de drenaje

t) Espesor de la subbase

$$SN_3 = a_3 * D_3 * m_3 \quad (15)$$

Donde:

D_3=Espesor mínimo de la base

a_3=Coeficiente estructural de la base

m_3=Coeficiente de drenaje

CAPÍTULO III.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el siguiente capítulo, se muestran los resultados obtenidos a partir de 12 muestras de suelo representativas de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua. Aquellos resultados provienen de ensayos realizados tanto en campo como en laboratorio, por lo que, el análisis de los datos se llevó a cabo en tres fases, las cuales se detallan a continuación:

A. FASE 1

La fase siguiente expone el análisis de las propiedades índice y mecánicas del suelo, realizado a través de ensayos tanto en campo como en laboratorio, por lo tanto:

1) Resultados de los ensayos in situ

a) Cono Dinámico de Penetración DCP

En la TABLA XIX se presenta los resultados del ensayo mencionado en donde los valores varían en un rango de 59.185 y 106.623 mm/golpe. Como se observa en varios casos, se observan similitudes en los valores de puntos cercanos, lo cual puede deberse a las características similares que presenta el suelo en ciertos tramos específicos.

TABLA XIX
RESULTADOS CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN DCP

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	DCP
			DN (mm/golpe)
1	La Piedacita-Calope de Muñoz	M1	88.594
		M2	106.623
		M3	97.077
2	Oro Verde- El Limón	M4	85.444
		M5	80.593
		M6	69.718
3	Guapara-Nuevo Porvenir	M7	85.779
		M8	74.981
		M9	77.138
4	Las Juntas-Moraspungo Centro	M10	59.185
		M11	84.406
		M12	69.681

Nota: Datos obtenidos en campo.

b) Densidad de campo (Método del Cono y Arena de Ottawa)

La TABLA XX muestra los resultados del ensayo de densidad de campo, indicando que los valores de densidad seca in situ oscilaron entre 0.606 y 0.899 g/cm^3, siendo así densidades bajas debido a las características que presentaba las diferentes muestras de suelo. De igual manera, se demuestra los valores correspondientes a relación de vacíos, que oscilan entre 1.181 y 3.648 el cual se asocia a un tipo de arcillas blandas debido al rango de valores presentados.

TABLA XX
RESULTADOS ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO POR EL MÉTODO CONO Y ARENA

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Densidad de Campo					
			Densidad húmeda in situ γ_m (g/cm^3)	Densidad seca in situ γ_d (g/cm^3)	Relación de vacíos e	Porosidad n%	Grado de saturación del agua Gw%	Grado de saturación del aire Ga%
1	La Piedacita-Calope de Muñoz	M1	1.262	0.777	1.420	58.677	83.284	16.716
		M2	1.281	0.801	1.610	61.686	78.377	21.623
		M3	1.227	0.884	1.181	54.157	61.690	38.310
2	Oro Verde- El Limón	M4	1.011	0.614	3.648	78.485	50.950	49.050
		M5	1.329	0.840	1.600	61.536	79.689	20.311
		M6	1.287	0.775	1.318	56.856	89.652	10.348
3	Guapara-Nuevo Porvenir	M7	1.281	0.788	1.767	63.862	77.021	22.979
		M8	1.266	0.757	1.360	57.618	88.455	11.545
		M9	1.226	0.744	1.477	59.624	82.300	17.700
4	Las Juntas-Moraspungo Centro	M10	1.046	0.637	2.029	66.985	60.766	39.234
		M11	0.995	0.606	1.702	62.993	62.134	37.866
		M12	1.472	0.899	1.385	58.079	99.153	0.847

Nota: Datos obtenidos en laboratorio

2) Resultados de los ensayos de laboratorio

Asimismo, se presenta el análisis de resultados obtenidos de los ensayos practicados en laboratorio, en donde alguno de ellos es:

a) Contenido de humedad natural

En la TABLA XXI se analizó el contenido de humedad natural de las 12 muestras de suelo propuestas, encontrando un rango de 50.900% y 63.350%. Esto se debe a que las parroquias en estudio tienen presencia de lluvias durante todo el año, lo cual provoca que el contenido de humedad en dichas muestras de suelo sea relativamente alto.

TABLA XXI
RESULTADOS ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Contenido de humedad natural
1	La Piedacita-Calope de Muñoz	M1	61.630
		M2	63.350
		M3	62.320
2	Oro Verde- El Limón	M4	60.710
		M5	60.680
		M6	50.900
3	Guapara-Nuevo Porvenir	M7	60.960
		M8	49.950
		M9	60.460
4	Las Juntas-Moraspungo Centro	M10	56.470
		M11	58.870
		M12	60.960

Nota: Datos obtenidos en laboratorio.

b) Gravedad específica

La TABLA XXII presenta los resultados del ensayo de gravedad específica, los cuales varían entre 1.630 y 2.185. Como se observa, en varios casos se presentan similitud en los valores de las muestras cercanas debido a las características similares que presentaron los tramos de estudio.

TABLA XXII
RESULTADOS ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Gravedad específica
			Gs
1	La Piedacita-Calope de Muñoz	M1	1.872
		M2	2.082
		M3	1.947
2	Oro Verde- El Limón	M4	2.842
		M5	2.179
		M6	1.802
3	Guapara-Nuevo Porvenir	M7	2.185
		M8	1.784
		M9	1.822
4		M10	1.935

	Las Juntas-Moraspungo Centro	M11	1.630
		M12	2.137

Nota: Datos obtenidos en laboratorio

c) Granulometría

Los datos presentados en la TABLA XXIII muestran los porcentajes de material que pasa por el tamiz #200. Estos porcentajes permiten identificar si la muestra corresponde a suelo fino siempre y cuando supere el 50%, o a suelo grueso cuando es inferior al mismo porcentaje mencionado. Según estos criterios, se observa que los valores de las muestras de suelo varían entre 1.38% y 24.47%, lo que clasifica a las 12 muestras de suelo como suelo grueso.

Además, los suelos con un coeficiente de curvatura "Cc" en el rango de 1 a 3 se consideran bien graduados, mientras que aquellos fuera de este rango se clasifican como mal graduados.

Comparando con los resultados de las muestras analizadas, el cual el coeficiente de curvatura está en un rango de 0.518 y 1.195, se puede afirmar que las 12 muestras presentan características de suelos bien graduados.

TABLA XXIII
RESULTADOS ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Granulometría		
			Cu	Cc	% que pasa tamiz #200
1	La Piedacita-Calope de Muñoz	M1	4.80	0.73	1.38
		M2	5.12	0.52	3.60
		M3	4.42	1.02	10.43
2	Oro Verde- El Limón	M4	10.25	1.20	8.36
		M5	3.53	0.88	24.47
		M6	4.50	0.62	18.60
3	Guapara-Nuevo Porvenir	M7	4.00	1.27	9.73
		M8	3.14	0.97	13.61
		M9	5.00	1.15	19.31
4	Las Juntas-Moraspungo Centro	M10	3.80	0.93	21.67
		M11	4.60	0.92	20.79
		M12	4.22	0.87	23.21

Nota: Datos obtenidos en laboratorio

d) Límites de Atterberg

La TABLA XXIV presenta los resultados de los ensayos de Límites de Atterberg. Los valores del límite líquido varían entre 40.653% y 60.681%, mientras que los del límite

plástico oscilan entre 28.782% y 43.393%. El índice plástico tiene valores que van de 5.378% y 23.221%. De acuerdo con la carta de plasticidad del SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), que se basa en el límite líquido y el índice plástico, se determinó que las muestras de suelo son de tipo arenosas con limos de baja y alta plasticidad según corresponda.

TABLA XXIV
RESULTADOS ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Límites de Atterberg		
			LL%	LP%	IP%
1	La Piedacita-Calope de Muñoz	M1	58.964	35.743	23.221
		M2	44.058	36.913	7.146
		M3	40.653	28.782	11.871
2	Oro Verde- El Limón	M4	47.264	37.449	9.815
		M5	39.766	34.388	5.378
		M6	58.881	38.930	19.950
3	Guapara-Nuevo Porvenir	M7	46.600	32.521	14.080
		M8	46.209	33.792	12.417
		M9	50.200	43.393	6.807
4	Las Juntas-Moraspungo Centro	M10	49.940	37.195	12.745
		M11	59.112	49.449	9.664
		M12	60.681	43.609	17.072

Nota: Datos obtenidos en laboratorio.

e) Proctor modificado tipo "B"

Dentro de las propiedades mecánica del suelo, se obtuvieron los valores del contenido óptimo de humedad, permitiendo compactar el suelo al máximo con el menor esfuerzo, dichos valores oscilan entre 21.00% y 41.300%. La densidad seca máxima varió entre 1.110 y 2.075 g/cm^3.

Finalmente, el grado de compactación, que mide cuánto se ha compactado el suelo en comparación al estado natural de las muestras, tuvo un rango de 41.53% y 76.19%.

TABLA XXV
RESULTADOS ENSAYO PROCTOR MODIFICADO TIPO “B”

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	Proctor Modificado "B"		
			ω % Óptimo	Densidad seca máxima γ_d (g/cm^3)	Grado de compactación Gc %
1	La Piedacita-Calope de Muñoz	M1	34.00	1.871	0.42
		M2	28.50	1.541	0.52
		M3	29.00	1.541	0.57
2	Oro Verde- El Limón	M4	32.50	1.366	0.45
		M5	33.40	1.118	0.75
		M6	21.00	2.075	0.37
3	Guapara-Nuevo Porvenir	M7	32.00	1.240	0.64
		M8	31.20	1.293	0.59
		M9	32.30	1.186	0.63
4	Las Juntas-Moraspungo Centro	M10	30.50	1.281	0.50
		M11	38.64	1.110	0.55
		M12	41.30	1.180	0.76

Nota: Datos obtenidos en laboratorio
Nota:

f) Relación de Soporte de California CBR

Por último, la TABLA XXVI muestra los valores de CBR obtenidos a través del ensayo de laboratorio, que oscilan entre 9.020% y 17.110%. Estos valores se encuentran dentro del rango aceptable para una subrasante, que es el foco de esta investigación.

TABLA XXVI
RESULTADOS ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR

N° Punto	Vía	Identificación de muestra	CBR %				
			90% γ_d máx		95% γ_d máx		Mayor
			0.1 in	0.2 in	0.1 in	0.2 in	
1	La Piedacita-Calope de Muñoz	M1	4.940	4.650	8.240	9.020	9.020
		M2	4.460	4.420	9.320	9.450	9.450
		M3	7.990	7.650	12.460	13.940	13.940
2	Oro Verde- El Limón	M4	7.100	6.450	10.090	9.710	10.090
		M5	10.090	10.680	16.430	17.110	17.110
		M6	9.330	10.220	12.200	13.540	13.540
3	Guapara-Nuevo Porvenir	M7	9.970	9.410	16.910	15.070	16.910
		M8	7.490	7.620	11.310	11.090	11.310
		M9	8.240	8.360	9.280	10.510	10.510
4	Las Juntas-Moraspungo Centro	M10	9.370	9.220	14.600	14.140	14.600
		M11	8.730	9.070	13.080	13.050	13.080
		M12	7.110	10.000	10.090	14.330	14.330

Nota: Datos obtenidos en laboratorio

B. Fase 2

La siguiente fase se enfoca en la ampliación de los datos relacionados con el análisis de las correlaciones encontradas. Se consideran válidas las correlaciones con un coeficiente R^2 superior al 70%. Por lo tanto, es importante destacar la notación y las unidades de las variables obtenidas en este trabajo experimental, las cuales se detallan en SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.

La TABLA XXVII presenta de forma simplificada la información sobre la ecuación, el tipo de correlación, el coeficiente de determinación y el número de muestras utilizadas en cada correlación.

TABLA XXVII
CORRELACIONES ANALIZADAS

	Tipo de Correlación	Ecuación	Coeficiente de determinación R^2	N° de muestras
Correlaciones entre Propiedades Índice				
1	Lineal	LP % = 0.7479LL % + 1.5725	0.7126	10
2	Lineal	IP % = 0.6236LL % -17.374	0.7529	10
3	Logarítmica	n% = 21.556ln(e') + 51.177	0.9964	12
4	Polinómica	Gw % = -3.3452n%^2 + 25.877n% + 28.579	0.9994	12
5	Lineal	ɣm [g/cm3] = -0.0085Ga % + 1.4273	0.7578	12
6	Exponencial	ɣd [g/cm3] = 0.2559e^(0.871ɣm [g/cm3])	0.9774	11
7	Logarítmica	n (%) = -4.303 + 1.563log (Gs) + 0.09Gw (%)	0.9600	12
8	Logarítmica	Gw (%) = -18.913 + 61.019log (e') -0.371Ga (%)	0.7680	12
9	Lineal	Ga (%) = -10.511 -4.27n (%) + 76.765ɣm [g/cm3]	0.7830	12
Correlaciones entre Propiedades Mecánicas				
10	Polinómica	ɣd Proctor [g/cm3] = 0.0003ω% Ópt.^2 -0.2374ω% Ópt. + 5.7521	0.9282	11
Correlaciones entre Propiedades Índice y Mecánicas				
11	Logarítmica	Gc (%) = 0.122 -1.213log (ɣd Proctor [g/cm3]) + 0.798ɣd [g/cm3]	0.9900	12
12	Polinómica	CBR % = 0.0163% #200^2 -0.1458% #200 + 9.6352	0.8361	10
13	Polinómica	DN [mm/golpe] = -0.033% #200^2 -0.7289% #200 + 98.177	0.7103	10
Correlaciones entre DCP y Propiedades Mecánicas				
14	Polinómica	DN [mm/golpe] = 1.4712CBR %^2 -40.336CBR % + 342.68	0.7248	10

Nota: El número mínimo de muestras consideradas para las correlaciones fue de 10.

1) Correlaciones analizadas

a) Límite Plástico-Límite Líquido

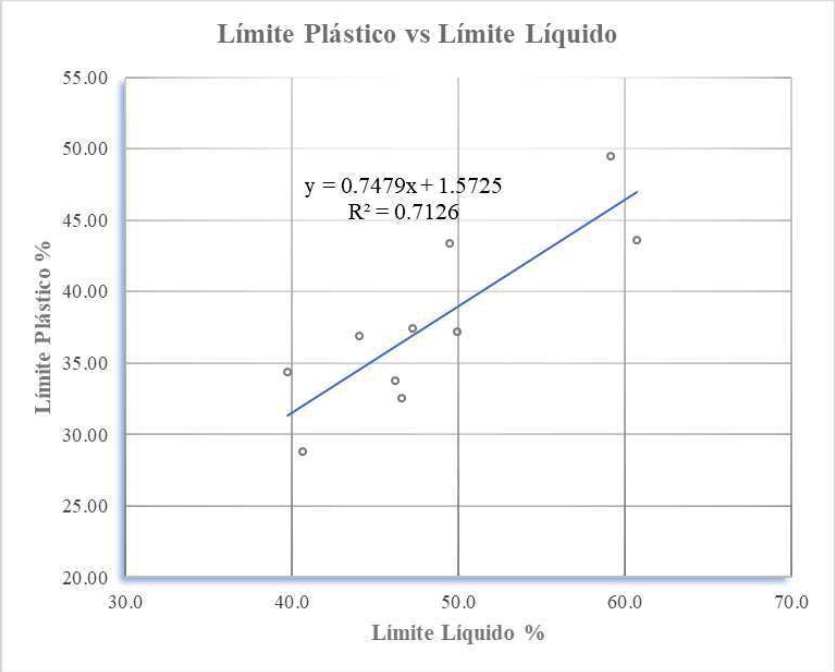


Fig. 11. Límite Plástico-Límite Líquido
Nota: Correlación lineal

Ecuación:

$$LP\ \% = 0.7479LL\ \% + 1.5725 \quad \textbf{(16)}$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 71.26\%$$

Análisis de interpretación:

La correlación entre el límite líquido y el límite plástico se obtuvo mediante una línea de tendencia de tipo lineal, con un coeficiente de determinación de 71.26%, debido a que suelos con un mayor límite líquido también tienden a tener un mayor límite plástico. Esto puede deberse a que ambos parámetros están relacionados con la capacidad del suelo para retener agua y su comportamiento en diferentes estados de humedad.

b) Índice Plástico – Límite Líquido

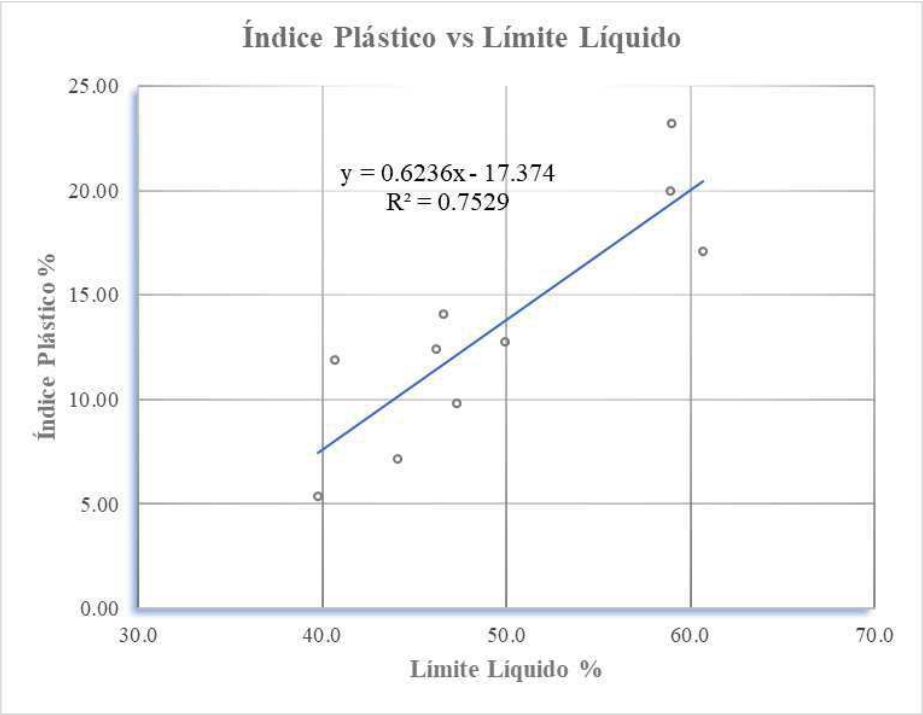


Fig. 12. Índice Plástico – Límite Líquido
Nota: Correlación lineal

Ecuación:

$$IP\ \% = 0.6236LL\ \% - 17.374 \quad (17)$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 75.29\%$$

Análisis de interpretación:

La correlación obtenida a través de una línea de tendencia de tipo lineal entre el límite líquido y el índice plástico alcanzó una confiabilidad del 75.29%, lo que sugiere que suelos con un mayor límite líquido tienden a presentar un mayor índice plástico. Esto es consistente con la naturaleza de los suelos arcillosos, que, al tener un alto límite líquido y un alto índice plástico, evidencian una mayor plasticidad y capacidad para retener agua.

c) Porosidad – Relación de Vacíos

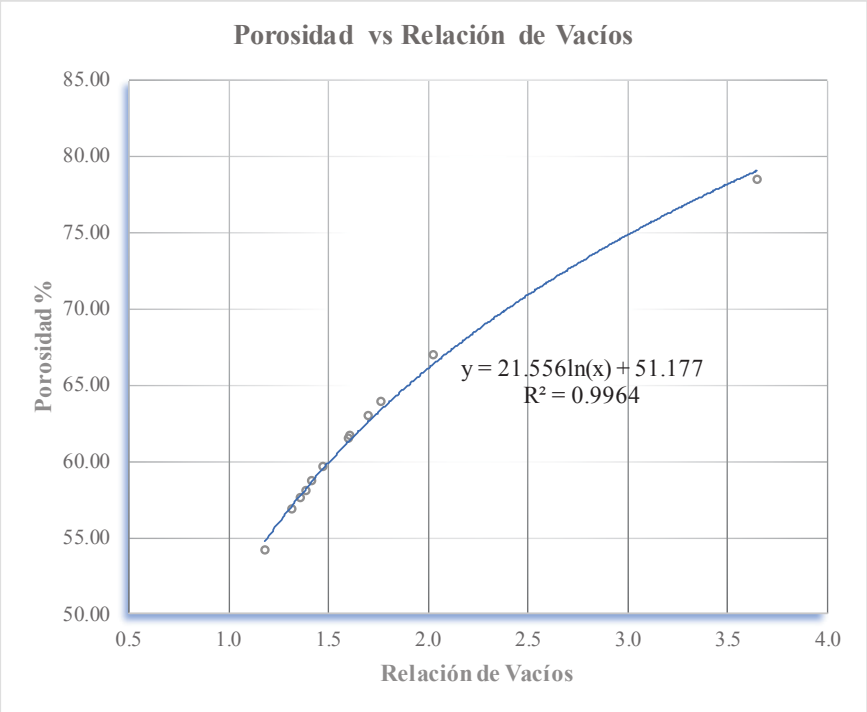


Fig. 13. Porosidad – Relación de Vacíos
Nota: Correlación logarítmica

Ecuación:

$$n\% = 21.556\ln(e') + 51.177 \quad (\mathbf{18})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 99.64\%$$

Análisis de interpretación:

La correlación entre la relación de vacíos y la porosidad se la obtuvo mediante una tendencia de tipo logarítmica, en donde se consiguió un coeficiente de determinación de 99.64%, lo cual comprueba la casi perfecta correlación entre estos dos parámetros, ya que la porosidad es una función directa de la relación de vacíos, pues a medida que la relación de vacíos aumenta o disminuye, la porosidad también lo hace.

d) Grado de Saturación del Agua vs Porosidad

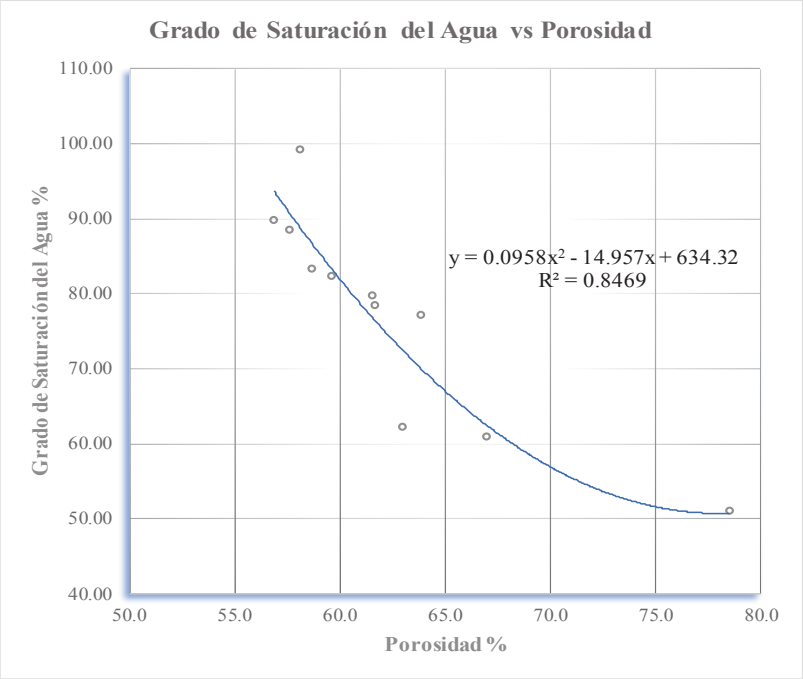


Fig. 14. Grado de Saturación del Agua vs Porosidad
Nota: Correlación polinómica

Ecuación:

$$Gw\ \% = 0.0958n\%^2 - 14.957n\% + 634.32 \quad (\mathbf{19})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 84.69\%$$

Análisis de interpretación:

La correlación entre la porosidad y el grado de saturación del agua se la consiguió a través de una línea de tendencia de tipo polinómica, la cual se determinó una confiabilidad de 88.69%, pues suelos con mayor porosidad tienden a tener un mayor grado de saturación del agua. Esto se debe a que una mayor porosidad implica más espacio disponible para retener agua; cuando la porosidad del suelo es alta, hay más vacíos que pueden llenarse con agua, lo que resulta en un mayor grado de saturación si hay suficiente disponibilidad de agua.

e) Densidad húmeda in situ – Grado de Saturación del Aire

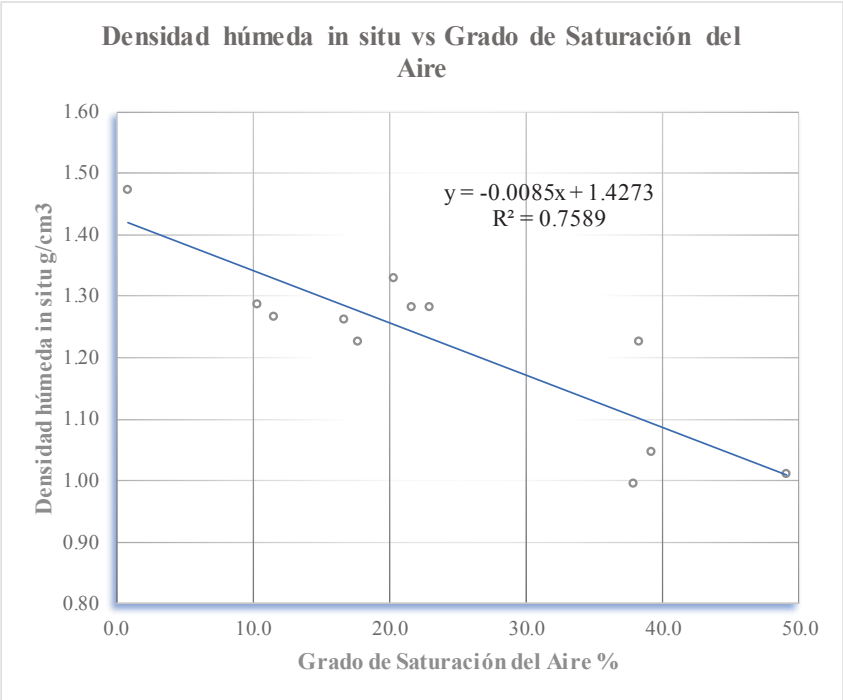


Fig. 15. Densidad húmeda in situ – Grado de Saturación del Aire
Nota: Correlación lineal

Ecuación:

$$\gamma m\ [g/cm3] = -0.0085Ga\ \% + 1.4273 \qquad (\mathbf{20})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 75.89\%$$

Análisis de interpretación:

La correlación de tipo lineal entre el grado de saturación del aire y la densidad húmeda in situ obtuvo un grado de confiabilidad del 75.89%, debido a que suelos con mayor grado de saturación del aire tienden a tener una menor densidad húmeda in situ. Debido a que la presencia de más aire en los vacíos reduce la cantidad de agua que el suelo puede retener, disminuyendo su densidad total.

f) Densidad seca in situ – Densidad húmeda in situ

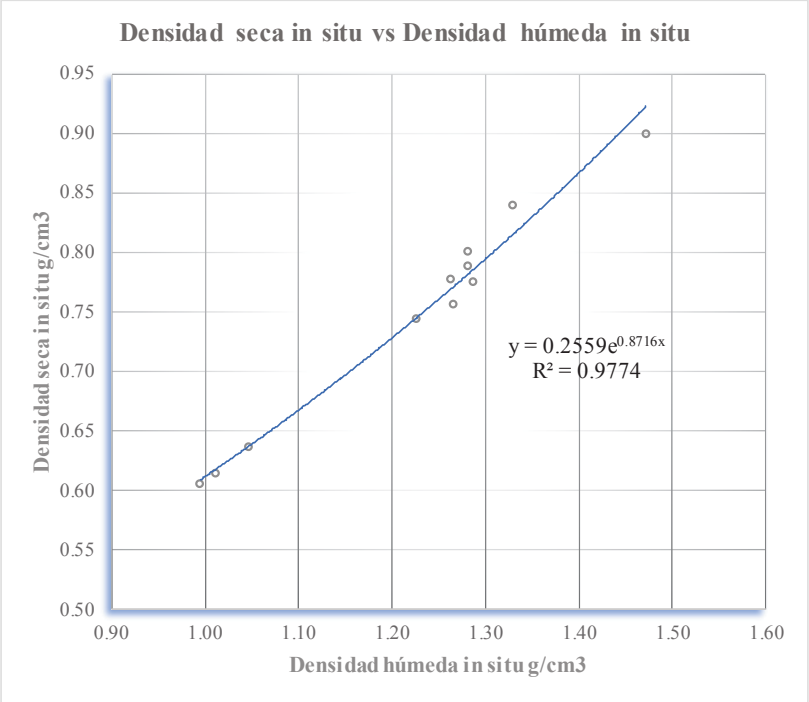


Fig. 16. Densidad seca in situ – Densidad húmeda in situ
Nota: Correlación exponencial

Ecuación:

$$\gamma d\ [g/cm3] = 0.2559e\text{^}(0.871\gamma m\ [g/cm3]) \qquad (21)$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 97.74\%$$

Análisis de interpretación:

La correlación de tipo exponencial entre la densidad húmeda in situ y la densidad seca in situ logró obtener un coeficiente de determinación de 97.74%, la cual indica que la densidad húmeda in situ y la densidad seca in situ son esencialmente equivalentes en muchos suelos, cuando el suelo está en su estado húmedo (densidad húmeda in situ), la cantidad de agua en los poros afecta directamente su densidad.

g) Gravedad específica-Grado de Saturación del Agua-Porosidad

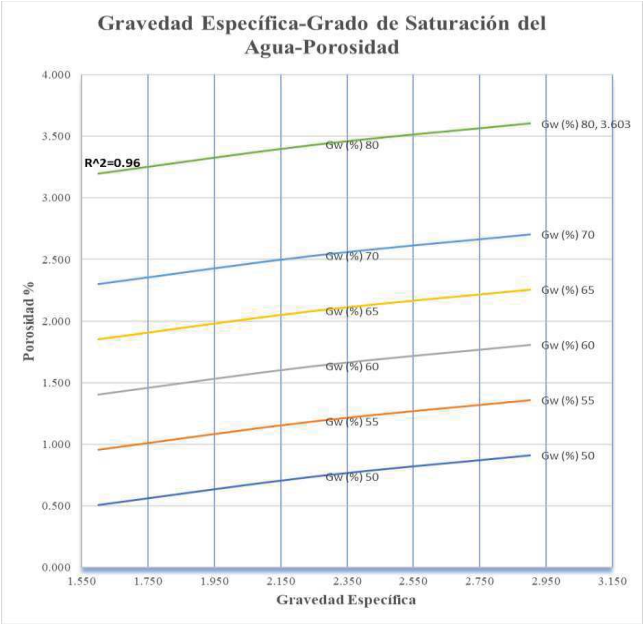


Fig. 17. Límite Plástico-Relación de Vacíos-Gravedad Específica
Nota: Correlación logarítmica

Ecuación:

$$n\ (\%) = -4.303 + 1.563\log\ (Gs) + 0.09Gw\ (\%) \qquad (\mathbf{22})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 96.00\%$$

Análisis de interpretación:

Este modelo indica que a medida que aumenta la gravedad específica y el grado de saturación del agua, también lo hace la porosidad del suelo, lo que refleja una mayor capacidad de los suelos para retener agua. La relación logarítmica resalta cómo el comportamiento de la porosidad está influenciado tanto por la densidad relativa de las partículas del suelo como por la cantidad de agua que saturan sus poros, con una alta precisión en la predicción debido al elevado valor de R^2.

h) Relación de Vacíos-Grado de Saturación del Aire- Grado de Saturación del agua

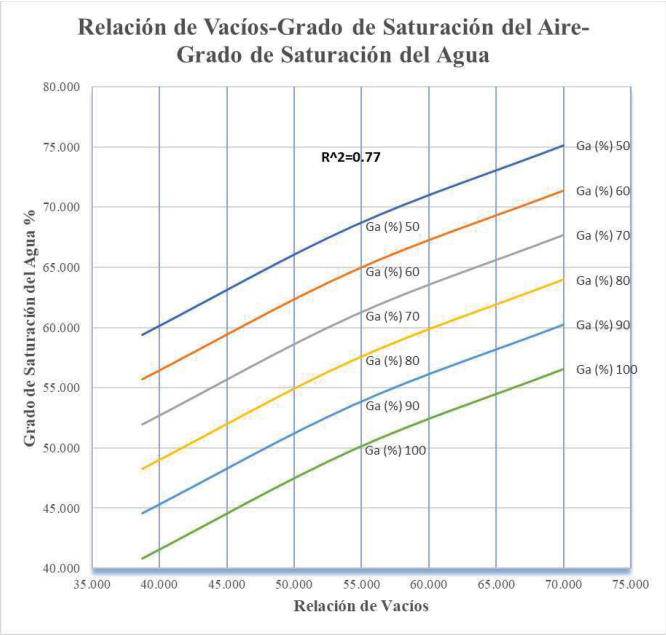


Fig. 18. Índice Plástico-Porosidad-Relación de Vacíos
Nota: Correlación lineal

Ecuación:

$$Gw\ (\%) = -18.913 + 61.019\log(e') - 0.371Ga\ (\%) \qquad (\mathbf{23})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 77.00\%$$

Análisis de interpretación:

Este modelo muestra que la porción del agua saturante en el suelo está influenciada tanto por la relación de vacíos como por el grado de saturación del aire. A medida que la relación de vacíos aumenta, el grado de saturación del agua también lo hace, aunque la influencia del grado de saturación del aire es negativa, lo que sugiere que un mayor grado de saturación del aire reduce la capacidad de saturación del agua. La relación logarítmica refleja la naturaleza no lineal de estos factores, y el valor de R^2 =77% indica una predicción bastante precisa.

i) Porosidad-Densidad húmeda in situ-Grado de Saturación del Aire

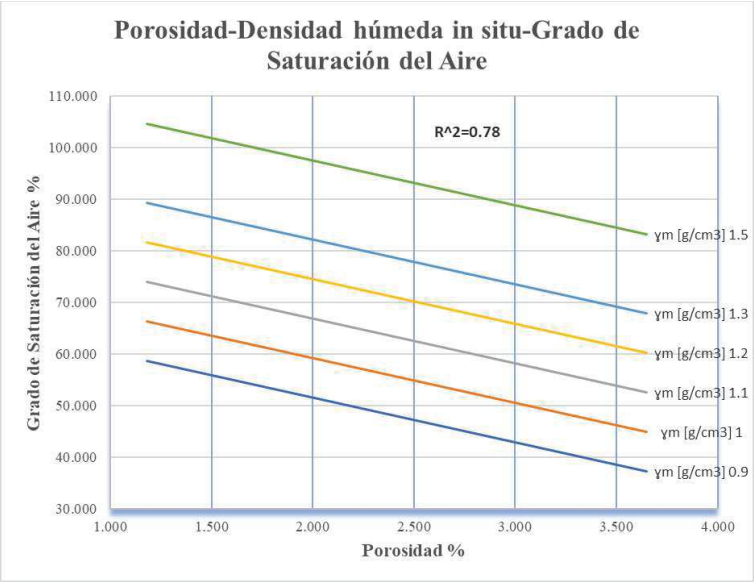


Fig. 19. Densidad húmeda in situ-Grado de Saturación del Agua-Densidad seca in situ
Nota: Correlación lineal

Ecuación:

$$Ga\ (\%) = -10.511 - 4.27n\ (\%) + 76.765\gamma m\ [g/cm3] \qquad (\mathbf{24})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2=78.00\%$$

Análisis de interpretación:

Este modelo muestra que el grado de saturación del aire se ve influenciado negativamente por la porosidad, mientras que la densidad húmeda in situ tiene una relación positiva con el grado de saturación del aire. A medida que aumenta la densidad húmeda in situ, también lo hace el grado de saturación del aire, mientras que una mayor porosidad reduce dicho grado de saturación. La correlación lineal refleja una relación directa y estable entre estas variables, y el valor de R^2=78% sugiere una buena capacidad predictiva del modelo.

j) Peso volumétrico seco – Contenido de humedad óptimo

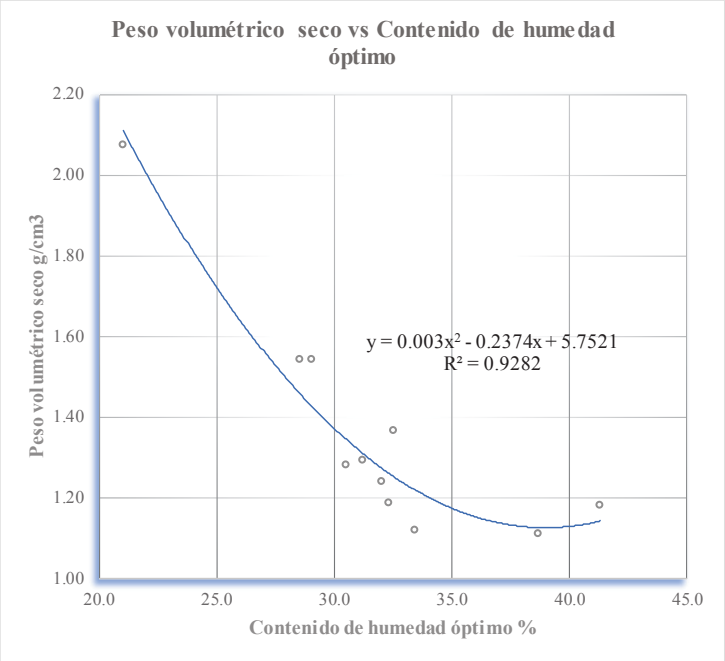


Fig. 20. Peso volumétrico seco vs Contenido de humedad óptimo
Nota: Correlación polinómica

Ecuación:

$$\gamma d\ Proctor\ [g/cm3] = 0.0003\omega\%\ Ópt.\hat{}2\ -0.2374\omega\%\ Ópt. + 5.7521 \qquad (\mathbf{25})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 92.82\%$$

Análisis de interpretación:

La correlación entre el contenido de humedad óptimo y el peso volumétrico seco del suelo se la obtuvo mediante una línea de tendencia de tipo polinómica, en donde se consiguió una confiabilidad del 92.82%, debido a que al conocer el contenido de humedad óptimo puede proporcionar una buena estimación del peso volumétrico seco del suelo, y viceversa.

k) Peso volumétrico seco-Densidad seca in situ-Grado de compactación

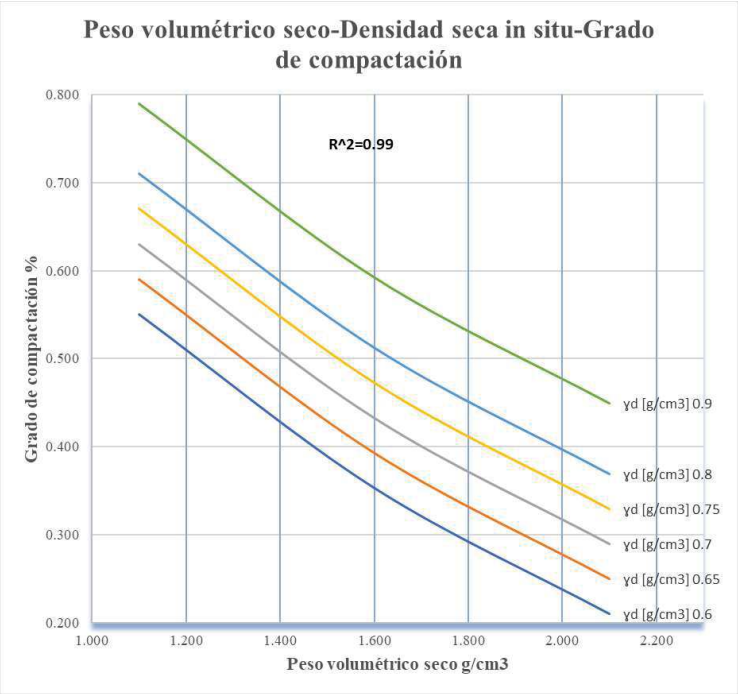


Fig. 21. Peso volumétrico seco-Densidad seca in situ-Grado de compactación
Nota: Correlación logarítmica

Ecuación:

$$Gc\ (\%) = 0.122 - 1.213 \log (\gamma d\ Proctor\ [g/cm3]) + 0.798 \gamma d\ [g/cm3] \quad (\mathbf{26})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 99.00\%$$

Análisis de interpretación:

La correlación múltiple de tipo logarítmica entre el peso volumétrico seco, el grado de compactación y la densidad seca in situ del suelo consiguió un coeficiente de determinación de 99.00%, lo cual demuestra la relación prácticamente perfecta entre las variables, debido a que un aumento en el grado de compactación generalmente resultará en un aumento en el peso volumétrico seco y en la densidad seca in situ del suelo, y viceversa.

l) CBR mayor – Porcentaje que pasa tamiz #200

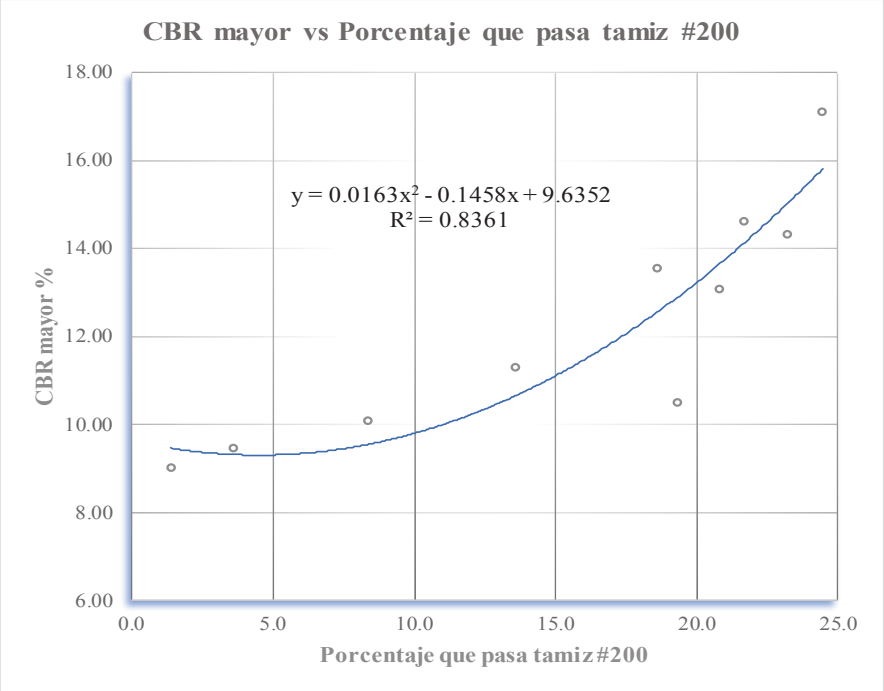


Fig. 22. CBR mayor – Porcentaje que pasa tamiz #200
Nota: Correlación polinómica

Ecuación:

$$CBR\ \% = 0.0163\%\ \#200\text{^}2 - 0.1458\%\ \#200 + 9.6352 \quad (\mathbf{27})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 83.61\%$$

Análisis de interpretación:

La correlación entre el CBR y el porcentaje que pasa el tamiz #200 se la obtuvo mediante una línea de tendencia de tipo polinómica, el cual consiguió un coeficiente de determinación de 83.61%, lo cual demuestra que cambios en el CBR están asociados consistentemente con cambios en el porcentaje de finos, pues suelos con un alto porcentaje de finos tienden a mostrar un CBR más bajo debido a su menor capacidad de soporte y mayor susceptibilidad a la deformación bajo carga.

m) Índice de penetración – Porcentaje que pasa tamiz #200

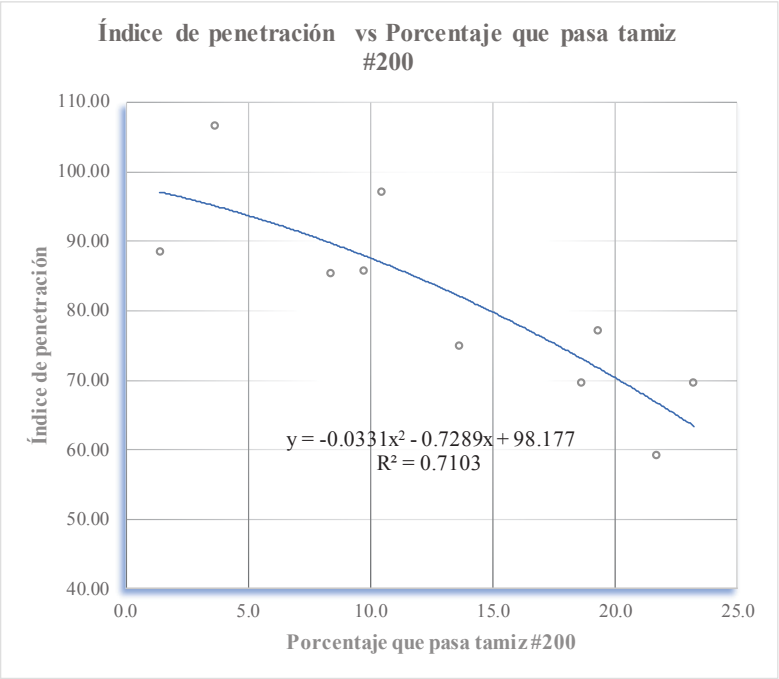


Fig. 23. Índice de penetración – Porcentaje que pasa tamiz #200
Nota: Correlación polinómica

Ecuación:

$$DN\ [mm/golpe] = -0.033\%\ \#200\text{^}2 - 0.7289\%\ \#200 + 98.177 \quad (\mathbf{28})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 71.03\%$$

Análisis de interpretación:

Se obtuvo la correlación entre el porcentaje que pasa el tamiz #200 y el índice de penetración a través de una línea de tendencia de tipo polinómica, en donde se consiguió una confiabilidad del 71.03%, lo cual indica que cambios en el porcentaje de finos están asociados en cierta medida con cambios en la resistencia a la penetración del suelo, y viceversa; ya que suelos con un alto porcentaje de finos tienden a mostrar un índice de penetración más bajo, indicando una mayor resistencia a la penetración.

n) Índice de penetración – CBR mayor

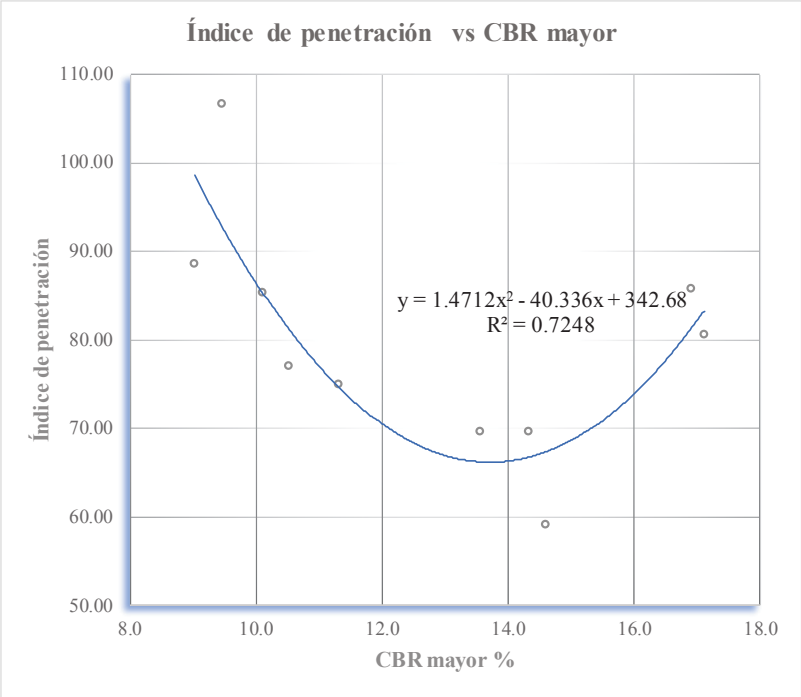


Fig. 24. Índice de penetración – CBR mayor
Nota: Correlación polinómica

Ecuación:

$$DN\ [mm/golpe] = 1.4712CBR\ \%\text{^}2 - 40.336CBR\ \% + 342.68 \quad (\mathbf{29})$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 72.48\%$$

Análisis de interpretación:

Finalmente, la correlación entre el CBR y el índice de penetración se la obtuvo mediante una línea de tendencia de tipo polinómica, con un coeficiente de determinación del 72.48%, esto demuestra que suelos con un alto CBR tienden a mostrar un índice de penetración más alto, indicando una mayor resistencia a la penetración y potencialmente una mayor capacidad de soporte.

C. Fase 3

1) Tráfico promedio diario anual

a) Conteo e identificación vehicular

Se llevó a cabo un conteo de vehículos para la vía Las Juntas-Moraspungo, siendo ésta la vía que permite llegar el centro parroquial. El conteo se lo realizó durante 7 días, en un periodo de 12 horas diarias, desde las 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde. Se estableció que el martes es el día de mayor afluencia vehicular, como se muestra en la TABLA XXVIII.

TABLA XXVIII
RESUMEN VOLUMEN DE TRÁFICO

Día	Livianos	Buses	Pesados	Total
Lunes	131	2	11	144
Martes	265	2	9	276
Miércoles	141	2	21	164
Jueves	128	2	11	141
Viernes	148	2	5	155
Sábado	109	2	9	120
Domingo	92	2	10	104
Total	1014	14	76	1104

Nota: Se considera el martes como el día de mayor volumen de tráfico
Nota:

b) Tráfico acumulado por horas

El tráfico total acumulado por horas se determinó utilizando la Ecuación (3), sumando los 4 valores totales de cada sección de la hora de mayor demanda.

TABLA XXIX
TRÁFICO PARA LA HORA DE MAYOR DEMANDA

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL
				2D	2DA	2DB	Total	
10:15:00	10:30:00	6	0	0	0	0	0	6
10:30:00	10:45:00	7	0	0	0	0	0	7
10:45:00	11:00:00	7	0	1	1	0	2	9
11:00:00	11:15:00	7	0	0	0	1	1	8
TOTAL		27	0	1	1	1	3	30

$$VHMD = 6 + 7 + 9 + 8 = 30$$

c) Factor Hora Pico

El factor horario de demanda máxima se determinó utilizando la Ecuación (3).

$$FHP = \frac{30}{4(9)} = 0.833$$

d) TPDA

Se calculó utilizando la Ecuación (2) con los valores determinados en la hora pico. Al aplicar la ecuación mencionada y multiplicar el volumen de vehículos durante la hora pico por el factor correspondiente a dicha franja horaria, es evidente que el valor resultante disminuirá, ya que el factor es inferior a uno. Por esta razón, y con el fin de garantizar la precisión en el cálculo, se optó por considerar el 100% del volumen de vehículos.

$$TPDA_{livianos} = \frac{(27)(100\%)}{15\%} = 180\ veh/día$$

$$TPDA_{pesados} = \frac{(3)(100\%)}{15\%} = 20\ veh/día$$

$$TPDA_{actual} = TPDA_{livianos} + TPDA_{pesados}$$

$$TPDA_{actual} = 180 + 20$$

$$TPDA_{actual} = 200\ veh/día$$

e) Tráfico atraído

Cal y Mayor, en su libro de Ingeniería Vial [23], estipulan que para la cantidad de tráfico atraído si las carreteras estas están saturadas, la atracción hacia una nueva carretera será mayor. En el caso de la vía estudiada, se consideró que el tráfico atraído sería del 10% del tráfico actual, ya que no se trata de una carretera nueva.

$$T_{At} = 10\% TPDA_{actual}$$

$$T_{At_{livianos}} = 0.10(180) = 18\ veh/día$$

$$T_{At_{pesados}} = 0.10(20) = 2\ veh/día$$

f) Tráfico generado

Cal y Mayor en [23] consideran que el tráfico generado se presenta solo en una carretera nueva; por tal motivo, en el presente trabajo experimental, este tráfico se consideró nulo.

g) Tráfico desarrollado

En [23] se recomienda estimar un tráfico desarrollado equivalente al 5% del TPDA actual.

$$T_D = 5\% TPDA_{actual}$$

$$T_{D_{livianos}} = 0.05(180) = 8\ veh/día$$

$$T_{D_{pesados}} = 0.05(20) = 1\ veh/día$$

h) TPDA Total

Se calculó utilizando la Ecuación (5) y corresponde a la suma del TPDA actual, tráfico atraído, tráfico desarrollado y tráfico generado.

$$TPDA_{T_{livianos}} = 180 + 18 + 9 = 207\ veh/día$$

$$TPDA_{T_{pesados}} = 20 + 2 + 1 = 23\ veh/día$$

i) Tráfico Futuro

Se calculó utilizando la Ecuación (6) y los datos de tasa de crecimiento vehicular de la TABLA VI. El periodo de diseño se obtuvo de la TABLA VII y se consideró igual a 15 años, seleccionando un promedio entre los valores recomendados para una carretera de baja intensidad pavimentada con grava.

$$T_{f_{pesados}} = 23\left(1 + \frac{1.58}{100}\right)^{15} = 30\ veh/día$$

$$T_f = (335 + 30)\ veh/día$$

$$T_f = 365\ veh/día$$

El Tráfico Promedio Diario Anual para el año de proyecto fue de 365 vehículos por día. Se realizó una comparación con la clasificación presentada por la normativa MTOP [26], específicamente en la TABLA XI del presente trabajo, y se determinó que la vía estudiada pertenece a la clase III.

2) Diseño de la estructura del pavimento

a) Factor de daño (Fd)

Se identificó el vehículo de mayor peso que circula por la vía durante la hora de mayor demanda, el cual es del tipo 2DB. Con la ayuda de la TABLA IX se determinó el factor de daño correspondiente según lo expuesto en la TABLA XXX.

TABLA XXX
FACTOR DE DAÑO PARA EL VEHÍCULO 2DB

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TÁNDEM		TRÍDEM		Factor de daño
	Ton	$(P/6.6)^4$	Ton	$(P/8.2)^4$	Ton	$(P/15)^4$	Ton	$(P/23)^4$	
2DB	7	1.265	11	3.238	-	-	-	-	4.503

Nota: Los datos correspondientes a los pesos de los ejes se tomaron de [26].

$$Fd_{2DB} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{11}{8.2}\right)^4 = 4.503$$

b) Factor de distribución por carril

Se determinó que el factor es del 100%, basándose en los valores de la TABLA X y en el hecho de que para cada dirección de circulación en esta vía existe un único carril.

c) Número de ejes equivalentes W_{18}

Se determinó utilizando la Ecuación (7), considerando una proyección para el periodo de diseño de 15 años.

$$W_{18} = 4.503(1)(30)(365) = 49307.85$$

- *W_{18} Acumulado*

$$W_{18_{acumulado}} = \sum_{1}^{15} W_{18_i} = 37802.685 + 39446.28 \ldots + 49307.85$$

$$W_{18_{acumulado}} = 695240.69$$

- *W_{18} Por sentido*

Se calculó considerando un factor de distribución igual a 0.50.

$$W_{18_{por\ sentido}} = W_{18} * F_c$$

$$W_{18_{por\ sentido}} = 695240.69(0.50)$$

$$W_{18_{por\ sentido}} = 347620.343$$

TABLA XXXI
CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Año	Tasa de crecimiento (%)		TPDA futuro		TPDA futuro total	W18	W18 Acumulado	W18 por sentido
	Tipo de vehículo		Tipo de vehículo					
	Livianos	Pesados	Livianos	Pesados				
2023	3.57	1.74	207	23	230	37802.685	37802.685	18901.343
2024	3.57	1.74	215	24	239	39446.28	77248.965	38624.483
2025	3.25	1.58	221	24	245	39446.28	116695.25	58347.623
2026	3.25	1.58	228	25	253	41089.875	157785.12	78892.56
2027	3.25	1.58	236	25	261	41089.875	198875	99437.498
2028	3.25	1.58	243	25	268	41089.875	239964.87	119982.44
2029	3.25	1.58	251	26	277	42733.47	282698.34	141349.17
2030	3.25	1.58	259	26	285	42733.47	325431.81	162715.91
2031	3.25	1.58	268	27	295	44377.065	369808.88	184904.44
2032	3.25	1.58	277	27	304	44377.065	414185.94	207092.97
2033	3.25	1.58	286	27	313	44377.065	458563.01	229281.5
2034	3.25	1.58	295	28	323	46020.66	504583.67	252291.83
2035	3.25	1.58	304	28	332	46020.66	550604.33	275302.16
2036	3.25	1.58	314	29	343	47664.255	598268.58	299134.29
2037	3.25	1.58	324	29	353	47664.255	645932.84	322966.42
2038	3.25	1.58	335	30	365	49307.85	695240.69	347620.34

d) Factor de Confiabilidad R

Se tomó el promedio de los valores presentes en la TABLA X, correspondientes a una carretera secundaria ubicada en una zona rural. De este modo, la confiabilidad resultó ser R = 85.

e) Desviación Estándar Normal Zr

Se determinó utilizando los datos de la TABLA XII y basándose en el valor del factor de confiabilidad, obteniendo un Zr = -1.037.

f) Desviación Estándar Global S_0

Se determinó un S_0=0.45 tras considerar el promedio de los valores expuestos en la TABLA XIII, correspondientes a un pavimento flexible.

g) Índice de serviciabilidad

Se calculó utilizando la Ecuación (8) y los datos de la TABLA XIV, correspondientes a un pavimento flexible, y de la TABLA XV, ya que se trata de una carretera de importancia baja según su TPDA.

$$\Delta PSI = 4.2 - 2 = 2.2$$

h) Módulo de resiliencia de subrasante (CBR laboratorio)

Se utilizó la Ecuación (10), una expresión dada en función del CBR y aplicable a un valor de CBR comprendido en un rango de entre el 7% y el 20%. Esto se debe a que, dentro de la vía analizada, se determinó el valor de CBR de diseño por percentiles igual a 14.07 para el CBR de laboratorio.

En la TABLA XXXIII se muestran los valores de percentiles para el CBR de laboratorio, los mismos pueden ser apreciados gráficamente en la Fig. 25, de esta figura se determina el CBR de diseño correspondiente al percentil del 75%, valor obtenido a partir de la TABLA XXXII .

TABLA XXXII
PERCENTIL EN FUNCIÓN DE LOS EJES EQUIVALENTES

Ejes equivalentes	Percentil de diseño (%)
$>10^6$	87.5
10^4-10^6	75
$<10^4$	60

Nota: Fuente: AASHTO 93 [25].

TABLA XXXIII
PERCENTILES PARA CBR DE LABORATORIO

Muestra	CBR (%)	Percentil (%)
10	14.60	33.33
12	14.33	66.67
11	13.08	100.00

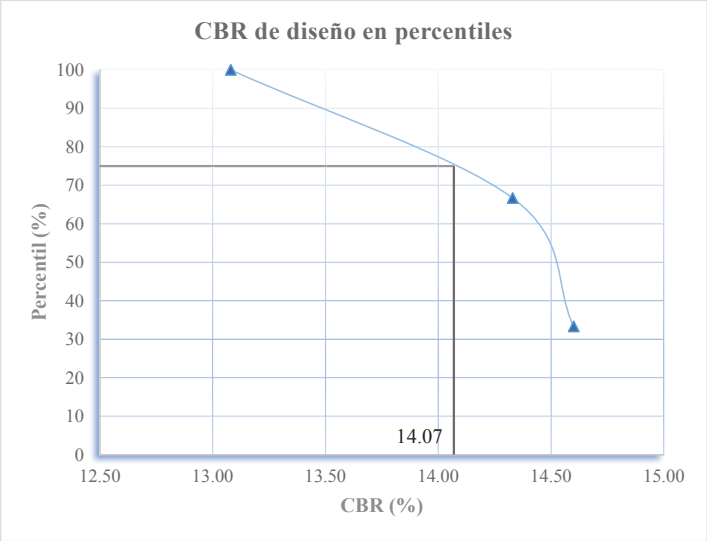
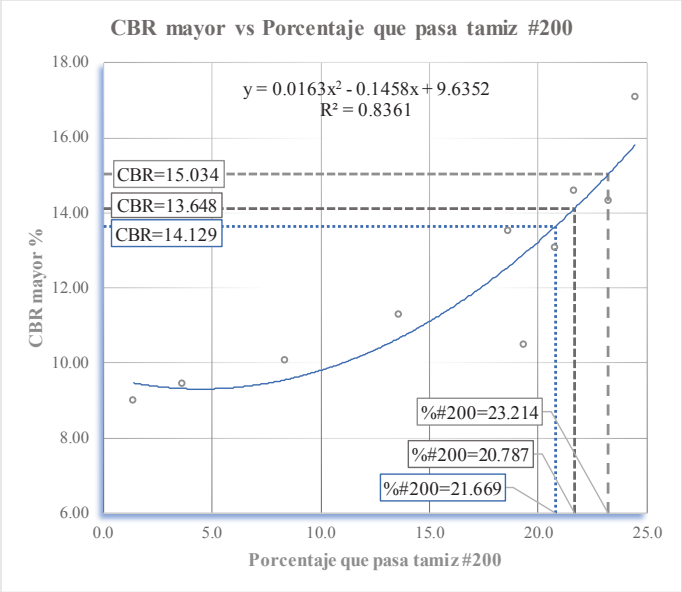


Fig. 25. Percentiles para CBR de laboratorio



$$M_r[psi] = 3000CBR^{0.65} = 3000(14.07)^{0.65} = 16730.64\ psi$$

i) Módulo de resiliencia de la subrasante (CBR correlación)

Del mismo modo que en el apartado anterior, se determinó el CBR de diseño mediante percentiles. El cálculo siguiente se realizó utilizando el valor de CBR derivado de la correlación descrita en la sección CBR mayor – Porcentaje que pasa tamiz #200. Existe una correlación directa entre CBR y DCP aunque con un R^2 menor, no fue posible emplearla en este caso específico. Esto se debe a que dicha correlación se basó en 10 muestras, las cuales no incluyen la muestra M11. Esta última fue utilizada para el diseño del pavimento utilizando los valores de CBR obtenidos en el laboratorio. Por lo tanto, el valor resultante de esta correlación sería considerablemente diferente de la realidad.

Para la vía estudiada Las Juntas-Moraspungo, se disponen de los datos de la variable independiente %#200 detallados en la TABLA XXXIV. En esa tabla también se registran los valores de CBR correspondientes a cada nivel de porcentaje que pasa el tamiz #200, obtenidos en el laboratorio.

TABLA XXXIV
VALORES DE CBR OBTENIDOS MEDIANTE CORRELACIÓN

Identificación de muestra	CBR % (Real)	%#200	CBR % Correlación
M10	14.60	21.67	14.13
M11	13.08	20.79	13.65
M12	14.33	23.21	15.03

Nota: La determinación analítica y gráfica se detalla en los apartados siguientes.

Fig. 26. Determinación gráfica del CBR mediante correlación

$$CBR\%_{M10} = 0.0163\%\ (21.67)^2\ - 0.1458(21.67) + 9.6352 = 14.129$$
$$CBR\%_{M11} = 0.0163\%\ (20.787)^2\ - 0.1458(20.787) + 9.6352 = 13.648$$
$$CBR\%_{M11} = 0.0163\%\ (23.214)^2\ - 0.1458(23.214) + 9.6352 = 15.034$$

La TABLA XXXV presenta los valores de percentiles del CBR de laboratorio, los cuales se representan gráficamente en la Fig. 27. A partir de esta figura, se define el CBR de diseño asociado al percentil del 75%, cuyo valor se extrae de la TABLA XXXII.

TABLA XXXV
PERCENTILES PARA CBR DE CORRELACIÓN

Muestra	CBR % Correlación	Percentil %
M12	15.03	33.33
M10	14.13	66.67
M11	13.65	100.00

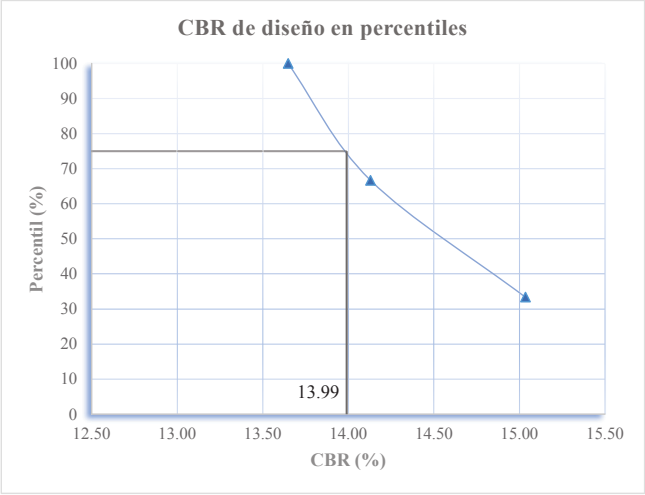


Fig. 27. Percentiles para CBR de correlación

Al igual que en el diseño con CBR de laboratorio, se empleó la Ecuación (10), la cual es aplicable cuando el CBR se encuentra entre el 7% y el 20%, como se mencionó anteriormente.

$$M_r[psi] = 3000CBR^{0.65} = 3000(13.99)^{0.65} = 16668.74\ psi$$

j) Coeficiente de drenaje

Los datos utilizados para establecer los valores del coeficiente de drenaje fueron obtenidos del anuario meteorológico del INAMHI [27]. Se tomó en cuenta la estación meteorológica más cercana al proyecto, que es la estación M0368 Moraspungo Cotopaxi. Con los datos proporcionados por el INAMHI se pudo constatar que hay presencia de precipitaciones durante todo el año; por ello, se estima una calidad de drenaje buena con un tiempo de evacuación de 1 día. Con la ayuda de la TABLA XVI y la TABLA XVII, se definió una calidad de drenaje buena.

k) Espesores mínimos

Los espesores mínimos se definieron utilizando los datos de la TABLA XVIII, considerando un número de ejes equivalentes superior a 150 mil, pero inferior a 500 mil. Los resultados indicaron un espesor mínimo de 6.5 cm para la carpeta asfáltica y 10 cm para la capa base. Sin embargo, se decidió aumentar el espesor de la carpeta asfáltica a 10 cm.

l) Coeficiente estructural a_1

La norma MTOP 2003, en su apartado de especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes[28], indica que la calidad del material asfáltico debe cumplir con una estabilidad Marshall mínima de 1800 lb. De este modo, y con la ayuda de la Fig. 8, se determinó que a_1= 0.41 y Mr=399000psi.

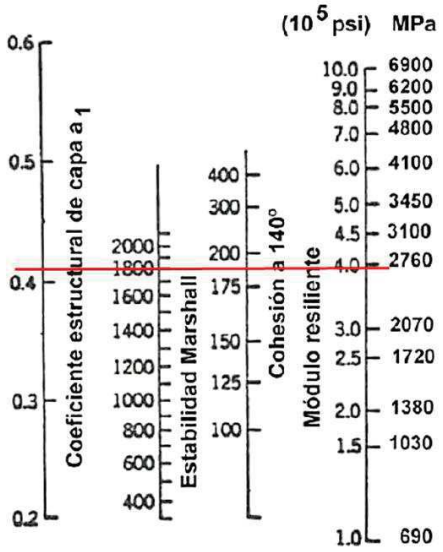


Fig. 28. Determinación del coeficiente a_1 y Mr de la mezcla asfáltica [25]

m) Coeficiente estructural a_2

Dado que se trata de un diseño preliminar, se consideró el valor mínimo de CBR permitido para una base, según lo establecido por la norma MTOP 2003 [28] en sus especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. Este valor es del 80%. De acuerdo con la normativa NEVI [29], para el TPDA proyectado se recomienda una base clase 4. Con el valor de CBR se ingresó a la Fig. 9 y se obtuvo un coeficiente a_2 = 0.135 y un M_r de la base igual a 28500 psi.

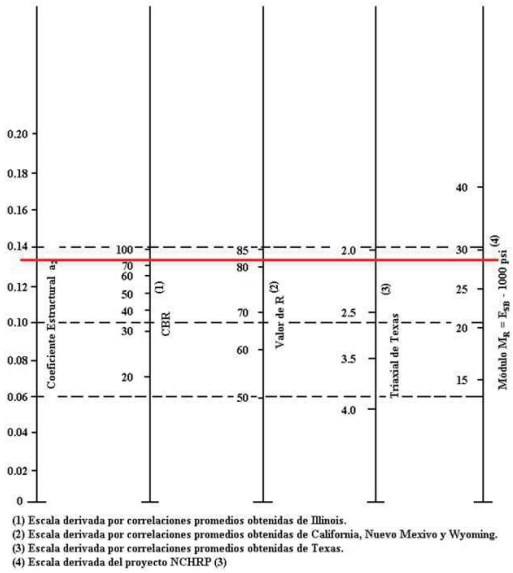


Fig. 29. Determinación del coeficiente a_2 y Mr de la base [25]

n) Coeficiente estructural a_3

Al igual que en el apartado anterior, se consideró el valor mínimo de CBR permitido para una subbase, según lo establecido por la norma MTOP 2003 en sus especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes [28]. Este valor es del 30% y se consideró para el diseño preliminar. Para la importancia de la vía se ha considerado una subbase clase 3. Con el dato de CBR se ingresó a la Fig. 10 y se obtuvo un coeficiente a_3 = 0.11 y un Mr de la subbase igual a 14900 psi.

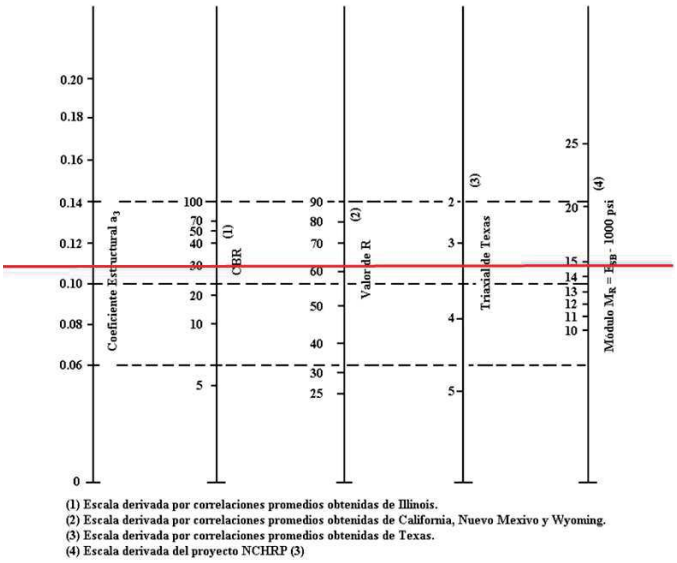


Fig. 30. Determinación del coeficiente a3 y Mr de la subbase [25]

o) Diseño de la estructura con CBR de laboratorio

En la TABLA XXXI se presenta un resumen de los datos necesarios para determinar los espesores de la estructura del pavimento, además de la obtención de éstos últimos. El número estructural total requerido se calculó utilizando el software Ecuación AASHTO 93, considerando los datos de la subrasante, como se muestra en la Fig. 31.

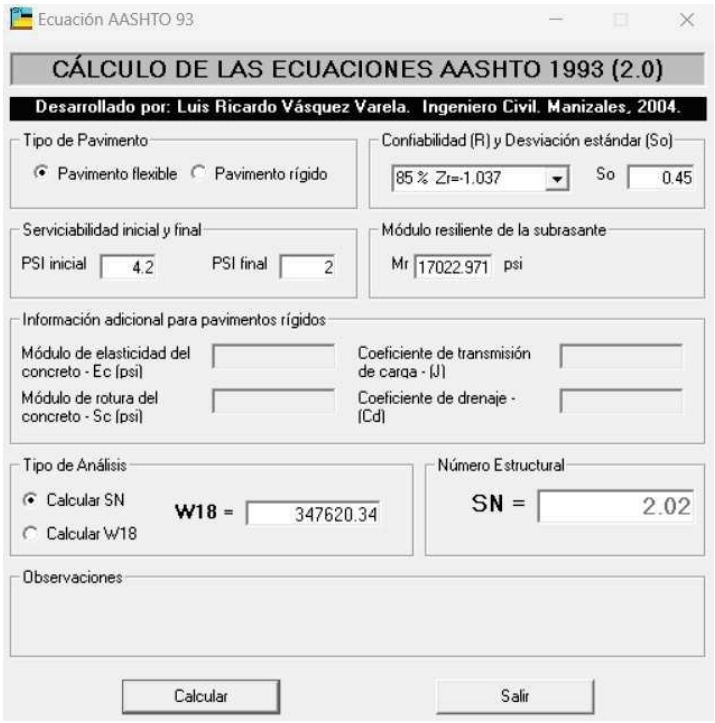


Fig. 31. Número estructural total en diseño con CBR de laboratorio
Nota: Software Ecuación AASHTO 93

TABLA XXXVI
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CBR DE LABORATORIO

Diseño de pavimentos flexibles Método AASHTO 1993			
Datos de entrada:			
1. Características de materiales			
a. Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica (ksi)			399.00
b. Módulo de elasticidad de la base granular (ksi)			28.50
c. Módulo de elasticidad de la subbase (ksi)			14.90
2. Datos de tráfico y propiedades de la subrasante			
a. Número de ejes equivalentes total (w18)			347,620.34
b. Factor de confiabilidad (r)			85%
Desviación estándar normal (Zr)			-1.037
Desviación estándar global (So)			0.45
c. Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr, ksi)			16.73
d. Serviciabilidad inicial (Pi)			4.2
e. Serviciabilidad final (Pt)			2.0
f. Periodo de diseño (años)			15
3. Datos para estructuración del refuerzo			
a. Coeficientes estructurales de capa			
Concreto asfáltico convencional (a1)			0.410
Base granular (a2)			0.135
Subbase (a3)			0.110
b. Coeficientes de drenaje de capa			
Base granular (m2)			1.000
Subbase (m3)			1.000
Datos de salida:			
Número estructural requerido total (SNreq)			2.03
Número estructural carpeta asfáltica (SNca)			1.65
Número estructural base granular (SNbg)			0.48
Número estructural subbase (SNsb)			-0.10
Estructura del pavimento			
Capas de la estructura	Teórico	Propuesta	
		Espesor	SN
Espesor carpeta asfáltica (cm)	10.2 cm	6.5 cm	1.05
Espesor base granular (cm)	8.9 cm	10.0 cm	0.53
Espesor subbase granular (cm)	-2.2 cm	15.0 cm	0.65
Espesor total (cm)		31.5 cm	2.23

Nota: Datos procesados en Microsoft Excel

En la TABLA XXXI se indica que se consideró un espesor de 6.5 cm para la carpeta asfáltica. Sin embargo, se podría optar por un espesor inicial de 5 cm. Esta decisión se basa en la previsión de que, en la fase inicial, el paquete estructural no estará completamente sometido al peso del tráfico proyectado. Se contempla la opción de aumentar el espesor de la carpeta asfáltica mediante un recapeo en el momento adecuado. Este enfoque busca asegurar que el pavimento alcance de manera efectiva su período de diseño.

p) Diseño de la estructura con CBR de correlación

El cálculo de la estructura por CBR de correlación se encuentra detallado en la TABLA XXXVII. Como se muestra en la Fig. 32, el número estructural total requerido se calculó utilizando el software Ecuación AASHTO 93 y los datos de la subrasante.



Fig. 32. Número estructural para diseño con CBR de correlación
Nota: Software Ecuación AASHTO 93

TABLA XXXVII
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CBR DE CORRELACIÓN

Diseño de pavimentos flexibles Método AASHTO 1993			
Datos de entrada:			
1. Características de materiales			
a. Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica (ksi)			399.00
b. Módulo de elasticidad de la base granular (ksi)			28.50
c. Módulo de elasticidad de la subbase (ksi)			14.90
2. Datos de tráfico y propiedades de la subrasante			
a. Número de ejes equivalentes total (w18)			347,620.34
b. Factor de confiabilidad (r)			85%
Desviación estándar normal (Zr)			-1.037
Desviación estándar global (So)			0.45
c. Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr, ksi)			16.67
d. Serviciabilidad inicial (Pi)			4.2
e. Serviciabilidad final (Pt)			2.0
f. Periodo de diseño (años)			15
3. Datos para estructuración del refuerzo			
a. Coeficientes estructurales de capa			
Concreto asfáltico convencional (a1)			0.410
Base granular (a2)			0.135
Subbase (a3)			0.110
b. Coeficientes de drenaje de capa			
Base granular (m2)			1.000
Subbase (m3)			1.000
Datos de salida:			
Número estructural requerido total (SNreq)			2.03
Número estructural carpeta asfáltica (SNca)			1.65
Número estructural base granular (SNbg)			0.48
Número estructural subbase (SNsb)			-0.09
Estructura del pavimento			
Capas de la estructura	Teórico	Propuesta	
		Espesor	SN
Espesor carpeta asfáltica (cm)	10.2 cm	6.5 cm	1.05
Espesor base granular (cm)	8.9 cm	10.0 cm	0.53
Espesor subbase granular (cm)	-2.1 cm	15.0 cm	0.65
Espesor total (cm)		31.5 cm	2.23

Nota: Datos procesados en Microsoft Excel

Al igual que en el diseño estructural con CBR de laboratorio, en la TABLA XXXVII se indica que el espesor considerado para la carpeta asfáltica es de 6.5 cm. No obstante, se puede optar por un espesor inicial de 5 cm, considerando que en la fase inicial el paquete estructural no estará sometido al peso total del tráfico proyectado. Se anticipa que el espesor de la carpeta asfáltica podrá completarse mediante un recapeo en un momento oportuno, asegurando así que el diseño alcance su período de vida útil.

II. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS

Se puede establecer una correlación entre los valores de CBR, DCP y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.

B. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Mediante la ejecución de un muestreo de los suelos en las parroquias mencionadas, la realización de distintos ensayos tanto en campo como en laboratorio, el análisis estadístico de los datos recopilados y el empleo del método T Student se lograron determinar correlaciones válidas entre el CBR y DCP de los suelos de la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi, gracias a sus valores de coeficiente de determinación.

En la TABLA XXXVIII se presenta el método de T Student, según lo establecido por [30], para validar la hipótesis, y los valores se justifican de la siguiente manera:

Para el cálculo, se utilizan el coeficiente de correlación de Pearson (R) y el coeficiente de determinación (R^2).

La variable n representa el número de muestras consideradas para cada correlación.

El estadístico t se calcula y se compara con el valor crítico t crítico, que se obtiene de la TABLA XXXIX. Si el valor calculado de t es mayor que el valor crítico, la hipótesis se considera válida. Para determinar el valor de t crítico, se requieren las siguientes variables:

- Grados de libertad (df): Este valor se obtiene restando 2 o 3 al número de muestras consideradas, dependiendo de si las correlaciones se desarrollaron con 2 o 3 variables. [31]

- Nivel de significancia (α): Se considera igual a 0.05 cuando se trata de un proyecto de investigación.[31]

TABLA XXXVIII
CÁLCULOS PARA VALIDAR LA HIPÓTESIS MEDIANTE EL MÉTODO T-STUDENT

R	n	$t = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$	$df = \begin{cases} n-2 \\ n-3 \end{cases}$	α	t crítico	Condición
0.844	10	4.454	8	0.05	2.306	OK
0.868	10	4.937	8	0.05	2.306	OK
0.998	12	52.61	10	0.05	2.228	OK
0.9997	12	129.061	10	0.05	2.228	OK
0.871	12	5.594	10	0.05	2.228	OK
0.989	11	19.729	8	0.05	2.306	OK
0.980	12	15.492	9	0.05	2.262	OK
0.876	12	5.754	9	0.05	2.262	OK
0.885	12	6.007	9	0.05	2.262	OK
0.963	11	10.786	9	0.05	2.262	OK
0.995	12	31.464	9	0.05	2.262	OK
0.914	10	6.388	8	0.05	2.306	OK
0.843	10	4.429	8	0.05	2.306	OK
0.851	10	4.59	8	0.05	2.306	OK

TABLA XXXIX
T CRÍTICO EN FUNCIÓN DE df y α [30]

Grados de libertad df	α=0.10	α=0.05	α=0.01	α=0.001
1	6.314	12.706	63.657	636.619
2	2.92	4.303	9.925	22.327
3	2.353	3.182	5.841	10.213
4	2.132	2.776	4.604	8.61
5	2.015	2.571	4.032	7.452
6	1.943	2.447	3.707	6.625
7	1.895	2.365	3.499	6.059
8	1.86	2.306	3.355	5.442
9	1.833	2.262	3.249	4.781
10	1.812	2.228	3.169	4.587
20	1.725	2.086	2.845	3.85
30	1.697	2.042	2.75	3.637
40	1.684	2.021	2.704	3.554
50	1.676	2.009	2.678	3.497
60	1.671	2	2.66	3.46
120	1.658	1.98	2.619	3.402
1000	1.646	1.96	2.617	3.395

CAPÍTULO IV.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. CONCLUSIONES

- El estudio de las propiedades índice y mecánicas de las 12 muestras representativas de los suelos de la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi, permitió caracterizar su comportamiento geotécnico y establecer parámetros clave para futuras aplicaciones en ingeniería civil. Los ensayos realizados proporcionaron información sobre la granulometría, límites de consistencia, humedad natural, densidad y resistencia al esfuerzo cortante, entre otros aspectos fundamentales.
- El estudio experimental identificó 14 correlaciones significativas entre el índice de soporte de California (CBR), el ensayo de penetración dinámica de cono (DCP) y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de la parroquia Moraspungo. Los coeficientes de correlación oscilaron entre 0.710 y 0.999, demostrando la consistencia y confiabilidad de los modelos obtenidos para el diseño de pavimentos flexibles.
- Los resultados de los ensayos realizados tanto en campo como en laboratorio revelaron similitudes significativas en ciertos tramos de las vías analizadas, indicando homogeneidad en las propiedades del suelo, como su granulometría y gravedad específica. Esto facilita la aplicación de modelos predictivos en condiciones similares.
- Con base en los valores de CBR obtenidos mediante ensayos de laboratorio y correlaciones, se diseñó una estructura de pavimento flexible para zonas rurales que incluye espesores de 6.5 cm para la carpeta asfáltica, 10 cm para la capa base y 15 cm para la subbase. Este diseño asegura durabilidad y rendimiento frente a las condiciones de tráfico y clima locales.
- La combinación de ensayos in situ y de laboratorio junto con el análisis estadístico aplicado para establecer correlaciones ofrece una metodología robusta y replicable para otras regiones con características geológicas similares.
- Los resultados obtenidos contribuyen a optimizar la evaluación de la capacidad portante de suelos, lo que reduce costos y tiempos en proyectos de infraestructura vial, beneficiando especialmente a zonas rurales con recursos limitados.

II. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones similares en otras regiones con diferentes características climáticas y geológicas para validar y ajustar los modelos de correlación, ampliando su aplicabilidad.
- Fomentar la capacitación de ingenieros y técnicos en la aplicación del ensayo de penetración dinámica de cono (DCP) como una herramienta rápida y eficiente para evaluar suelos en campo.
- Implementar un programa de monitoreo de las vías construidas utilizando los diseños propuestos, evaluando su desempeño a lo largo del tiempo y realizando ajustes si es necesario.
- Utilizar los resultados obtenidos como base para la planificación y priorización de inversiones en infraestructura vial en la parroquia Moraspungo y áreas circundantes.
- Crear y mantener una base de datos detallada de las propiedades índice y mecánicas de los suelos en la región para su consulta en proyectos futuros, asegurando la continuidad y eficiencia en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M. Nasiri and B. Askari, "Improving drainage conditions of forest roads using the GIS and forest road simulator," *J For Sci (Prague)*, vol. 66, no. 9, pp. 361–367, 2020, doi: 10.17221/16/2020-JFS.

[2] E. Erny, "Analisis Korelasi Tahanan Konus Dengan Nilai Cbr Laboratorium dan Cbr Hasil Uji Dcp Studi Kasus Indragiri Hulu dan Pekanbaru," *Jurnal Health Sains*, vol. 3, no. 3, pp. 490–505, Apr. 2022, doi: 10.46799/jsa.v3i3.407.

[3] B. Lantabur and J. Aba, "Hubungan empiris daya dukung tanah dasar menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) dan California Bearing Ratio (CBR) rendaman untuk diseño tebal perkerasan lentur jalan raya," *Jurnal Teknik Sipil* , 2018.

[4] O. D. F. Neto, G. D. O. Souza, and B. M. M. Souza, "Correlation study between CBR and DCP indexes of two tropical soils from the Brazilian Northeast as an instrument for in situ technological control," *International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2021, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/363233774

[5] P. Makwana and R. Kumar, "Correlative Study of LWD, DCP and CBR for sub-grade," *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 67, no. 9, pp. 89–98, Apr. 2019, doi: 10.14445/22315381/IJETT-V67I9P215.

[6] E. Uz, M. Saltan, and I. Gokalp, "Comparison of DCP, CBR, and RLT Test Results for Granular Pavement Materials and Subgrade with Structural Perspective," *International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering*, 2015, Accessed: Apr. 05, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/282811843_Comparison_of_DCP_CBR_and_RLT_Test_Results_for_Granular_Pavement_Materials_and_Subgrade_with_Structural_Perspective

[7] F. Iqbal, A. Kumar, and A. Murtaza, "Co-Relationship between California Bearing Ratio and Index Properties of Jamshoro Soil," *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 37, no. 1, pp. 177–190, Jan. 2018, doi: 10.22581/MUET1982.1801.16.

[8] M. Khalid, A. Hameed, and R. Aslam, “Regression Models for Predicting CBR Based on Soil Index Properties,” *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 21, pp. 89–101, 2020.

[9] J. Lee and S. Kim, “Statistical Modeling of DCP and CBR with Soil Mechanical Properties,” *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 23, pp. 102–110, 2019.

[10] L. Ramírez, C. Peña, M. Gutiérrez, and J. Morales, “Correlations between CBR, DCP, and Soil Index Properties in Valle del Cauca, Colombia,” *Geotechnical Testing Journal*, vol. 44, pp. 34–48, 2021.

[11] J. J. G. Vinces, J. R. G. Delgado, C. A. M. Vera, and E. H. O. Hernández, “Análisis comparativo de suelo de campo y laboratorio para la medición de su capacidad portante con ensayos de Valor de Soporte de California (CBR) y Cono Dinámico de Penetración (DCP) en la Universidad Técnica de Manabí.,” *Revista RIEMAT*, 2019.

[12] P. K. Kolay, M. R. Aminur, S. N. L. Taib, and M. I. S. M. Zain, “Correlation between Different Physical and Engineering Properties of Tropical Peat Soils from Sarawak,” American Society of Civil Engineers (ASCE), May 2010, pp. 56–61. doi: 10.1061/41101(374)9.

[13] W. Sapta, Y. Harianto, and N. Gofar, “CBR Correlation with Index and Compaction Properties of Soil,” *Indonesian Geotechnical Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 179–188, Dec. 2023, doi: 10.56144/igj.v2i3.72.

[14] American Asociation Standards Highway Transportation Officials, *AASHTO T-87 Standard Method of Test for Dry Preparation of Disturbed Soil and Soil Aggregate Samples for Test*. 2004.

[15] American Asociation Standards Highway Transportation Officials, *AASHTO T-191 Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by the Sand-Cone Method*. 2014.

[16] American Asociation Standards Highway Transportation Officials, *AASHTO T-265 Standard Method of Test for Laboratory Determination of Moisture Content of Soils*. 2015.

[17] American Asociation Standards Highway Transportation Officials, *AASHTO T-88 Standard Method of Test for Particle Size Analysis of Soils*. 2013.

[18] American Asociation Standards Highway Transportation Officials, *AASHTO T-89 Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils*. 2013.

[19] American Asociation Standards Highway Transportation Officials, *AASHTO T-90 Standard Method of Test for Determining the Plastic Limit and Plasticity Index of Soils*. 2016.

[20] American Asociation Standards Highway Transportation Officials, *AASHTO T-100 Standard Method of Test for Specific Gravity of Soils*. 2015.

[21] American Asociation Standards Highway Transportation Officials, *AASHTO T-180 Standard Method of Test for Moisture–Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop*. 2018.

[22] American Association of State Highway and Transportation Officials, *AASHTO T 193 Standard Method of Test for The California Bearing Ratio*. 2003.

[23] R. Cal y Mayor Reyes Spíndola and J. Cárdenas Grisales, *Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega, 1994.

[24] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, *NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS - 2003*. 2003.

[25] American Association of State Highway and Transportation Officials., "AASHTO guide for design of pavement structures, 1993.," 1993.

[26] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, *Libro A Norma para Estudios y Diseños Viales Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP*, vol. 2. 2013.

[27] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, "Anuario Meteorológico," 2017.

[28] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, *MOP-001-F 2002 Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*. 2002.

[29] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, *Norma Ecuatoriana Vial Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*. 2013.

[30] N. M. Downie and Heath R.W, *Métodos Estadísticos Aplicados*, 5th ed. México D.F, 1983.

[31] M. A. Sánchez-Rodríguez, “La significancia estadística y los intervalos de confianza: ¿qué me indican y cómo puedo interpretarlos?,” *Casos y Revisiones de Salud*, vol. 3, no. 1, pp. 74–82, Jul. 2021, doi: 10.22201/fesz.26831422e.2021.3.1.8.

ANEXOS

ENSAYO DCP

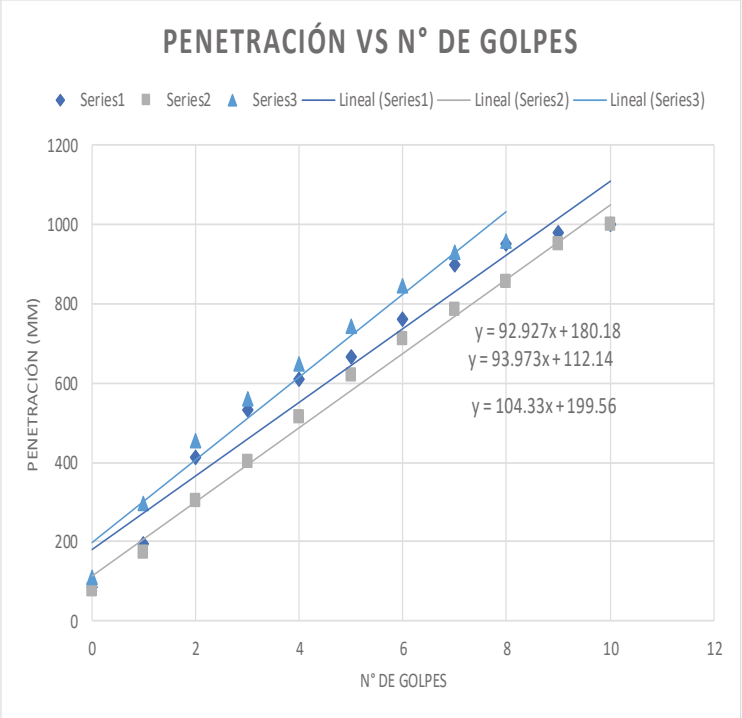
Anexo 1. Muestra 1 Ensayo DCP

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M1	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	689113.16	9886875.71

ENSAYO DE DCP			
Golpes	**Penetración (mm)**		
	1	2	3
0	85	79	111
1	195	173	297
2	412	304	455
3	533	403	561
4	609	515	648
5	665	622	744
6	763	713	846
7	898	785	930
8	953	858	960
9	980	950	
10	1000	1000	



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	92.927	97.08
2	93.973	
3	104.330	

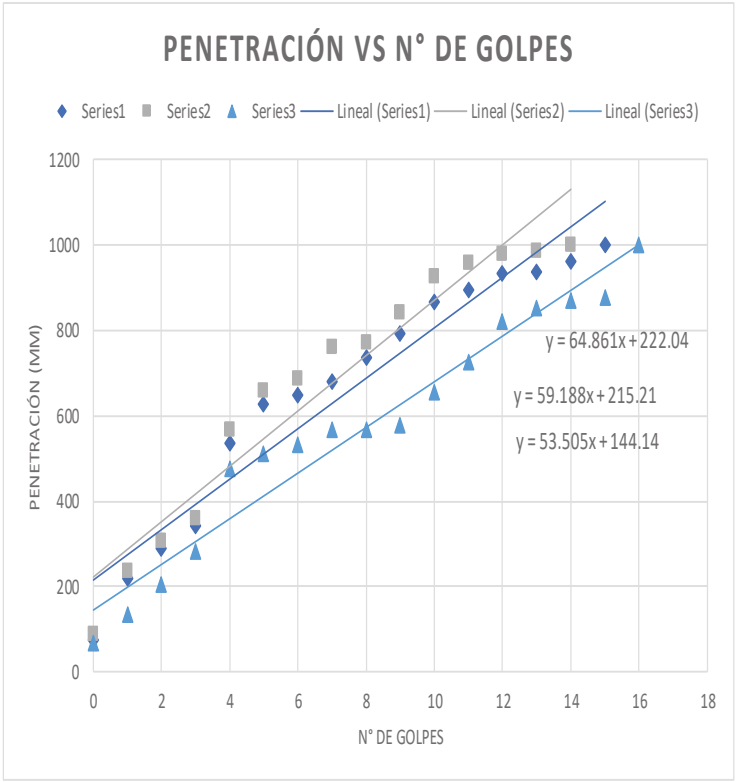
Anexo 2. Muestra 2 Ensayo DCP

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M2	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	688785.58	9884656.58

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	75	89	67
1	218	237	133
2	288	308	206
3	342	360	281
4	536	569	475
5	628	660	512
6	648	688	531
7	682	760	567
8	737	772	568
9	794	844	580
10	867	928	655
11	896	959	728
12	934	981	820
13	937	986	854
14	964	1000	871
15	1000		879
16			1000
17			
18			



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	64.861	59.18
2	59.188	
3	53.505	

Anexo 3. Muestra 3 Ensayo DCP

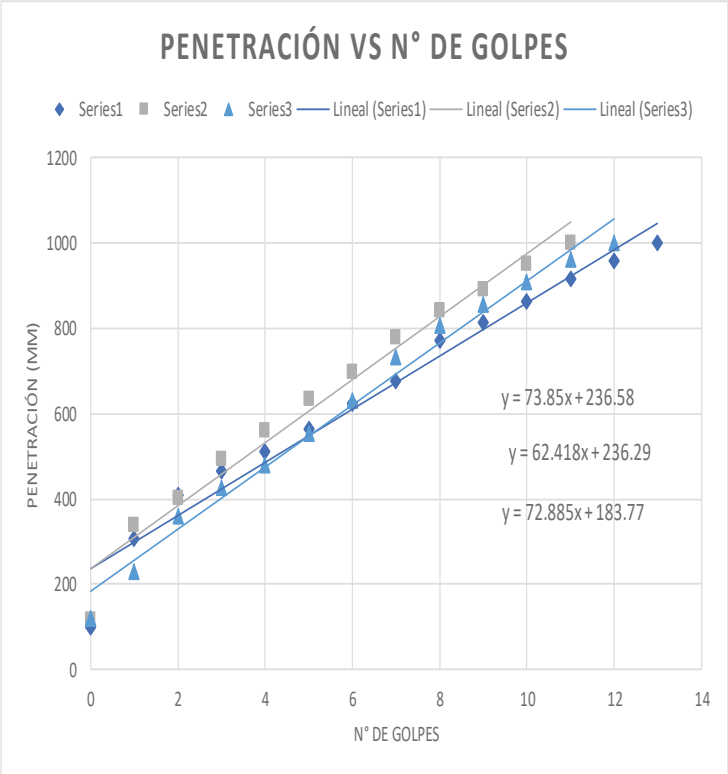
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	688517.27	9882307.56

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	99	118	121
1	307	338	231
2	411	402	359
3	467	494	427
4	512	561	480
5	566	636	553
6	623	697	631
7	676	779	735
8	773	844	806
9	814	893	858
10	865	951	910
11	916	1000	963
12	959		1000
13	1000		



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	73.850	69.72
2	62.418	
3	72.885	

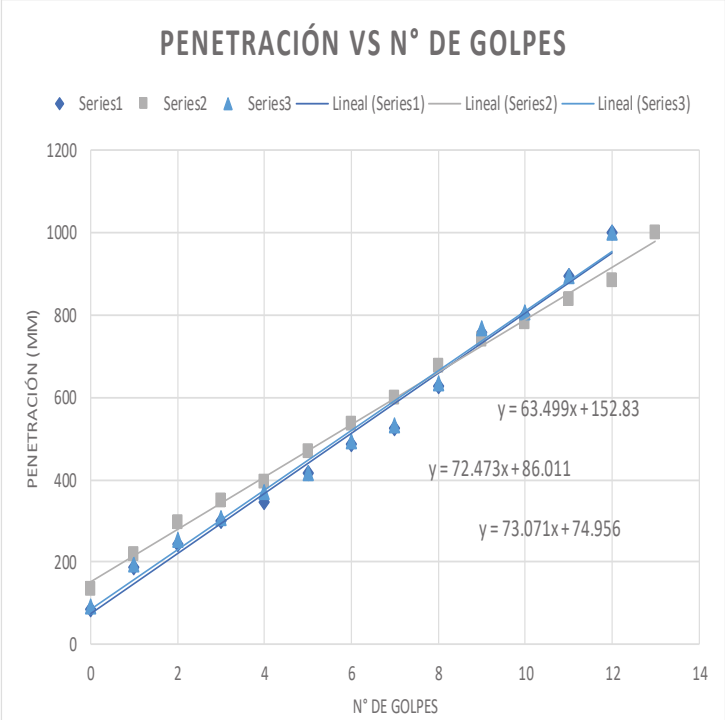
Anexo 4. Muestra 4 Ensayo DCP

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M4	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	687084.15	9878863.00

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	85	135	94
1	186	218	194
2	245	295	254
3	300	349	308
4	347	397	370
5	417	469	415
6	487	536	495
7	526	598	534
8	628	677	636
9	759	740	767
10	799	781	808
11	895	839	896
12	1000	884	1000
13		1000	



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	72.473	69.68
2	63.499	
3	73.071	

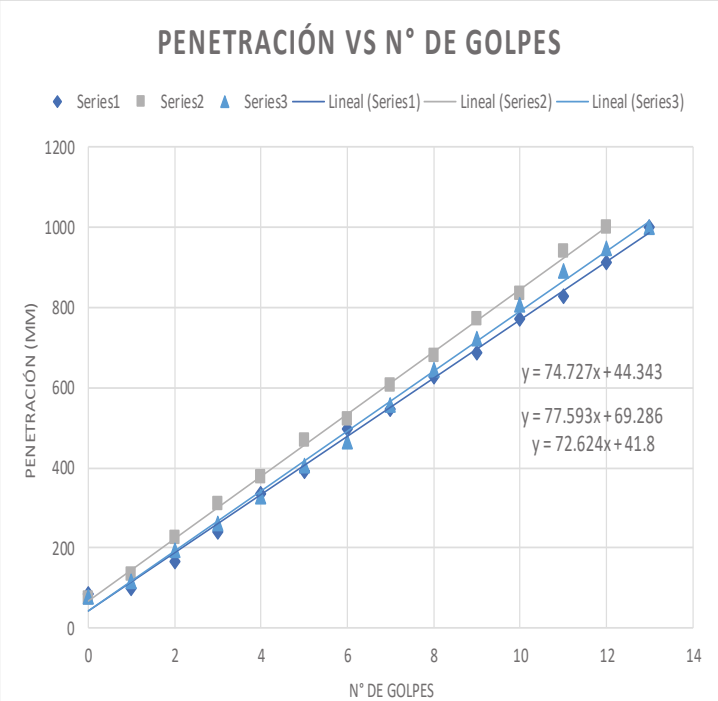
Anexo 5. Muestra 5 Ensayo DCP

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M5	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	689431.93	9879744.45

ENSAYO DE DCP			
Golpes	**Penetración (mm)**		
	1	2	3
0	84	76	78
1	99	136	116
2	167	226	194
3	242	312	263
4	336	377	329
5	392	470	405
6	498	522	465
7	548	608	557
8	627	680	644
9	686	771	723
10	773	834	809
11	828	941	891
12	914	1000	947
13	1000		1000



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	74.727	74.98
2	77.593	
3	72.624	

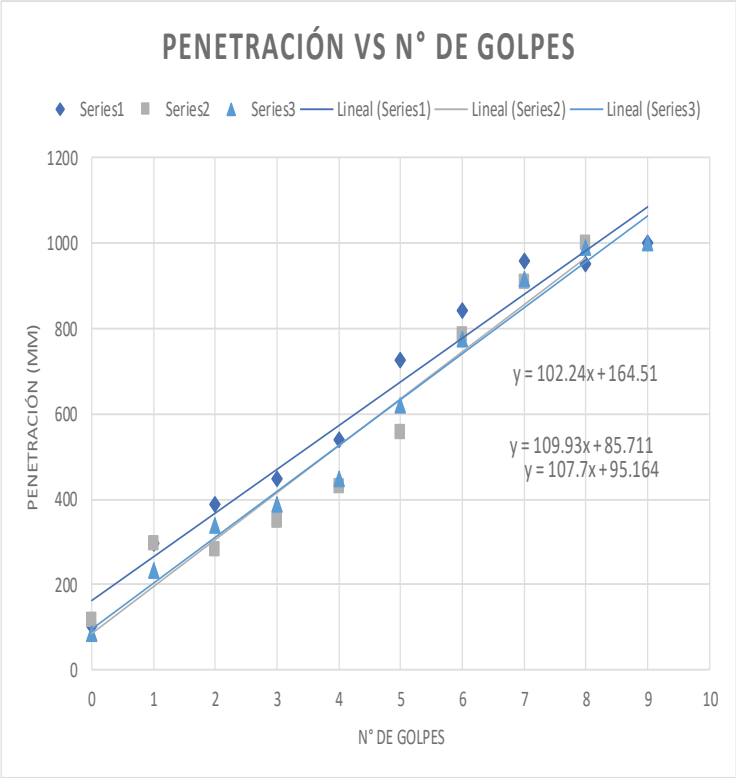
Anexo 6. Muestra 6 Ensayo DCP

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M6	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	689966.18	9881659.67

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	103	117	84
1	295	297	232
2	387	281	340
3	449	348	388
4	539	430	449
5	725	558	622
6	841	787	777
7	957	911	916
8	950	1000	990
9	1000		1000



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	102.240	106.62
2	109.930	
3	107.700	

Anexo 7. Muestra 7 Ensayo DCP

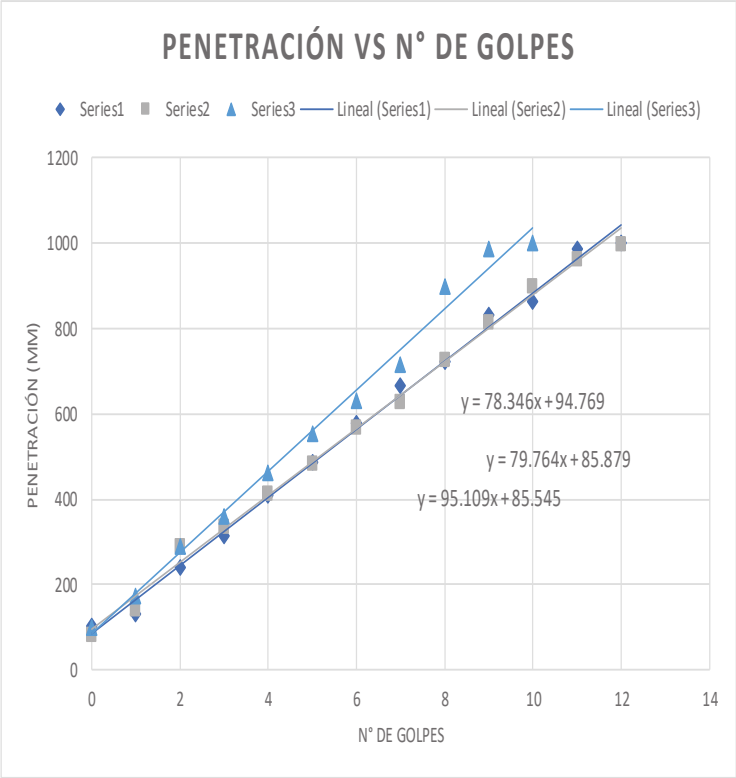
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M7	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	692917.12	9877227.09

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	104	82	99
1	131	142	174
2	240	288	291
3	313	337	361
4	410	412	461
5	488	483	553
6	580	567	631
7	665	628	716
8	723	728	898
9	832	816	988
10	864	900	1000
11	988	961	
12	1000	999	



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	78.346	84.41
2	79.764	
3	95.109	

Anexo 8. Muestra 8 Ensayo DCP

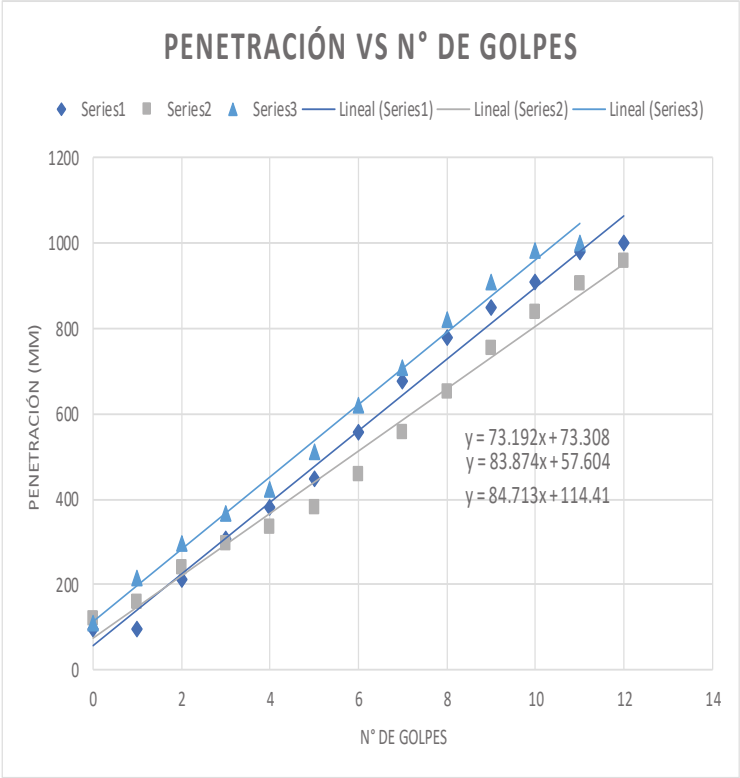
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M8	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	692656.07	9873615.47

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	97	121	110
1	97	161	215
2	213	242	296
3	307	296	367
4	380	336	422
5	448	380	512
6	557	459	620
7	676	556	710
8	779	654	820
9	848	755	910
10	910	838	982
11	979	905	1000
12	1000	959	
		1000	



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	73.192	80.59
2	83.874	
3	84.713	

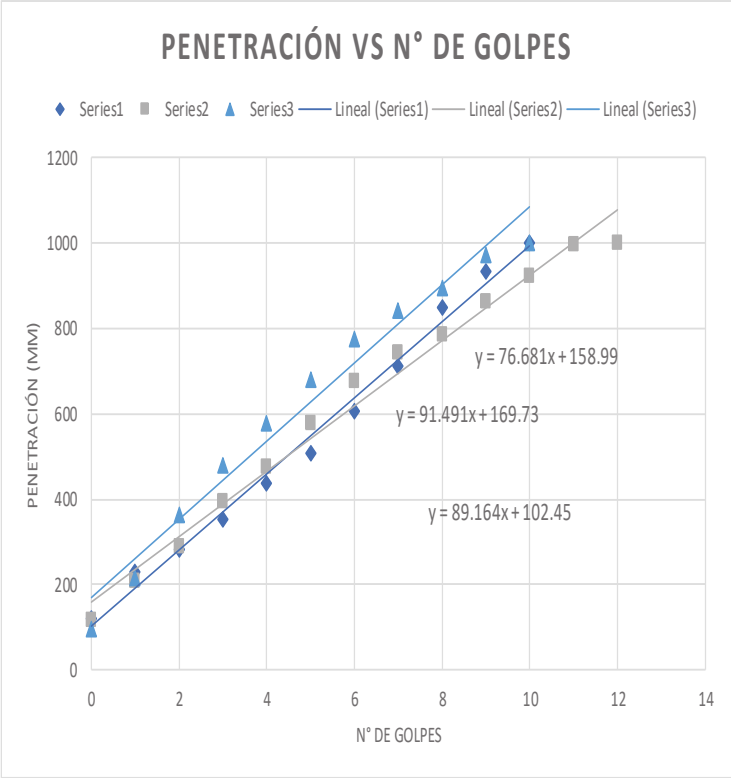
Anexo 9. Muestra 9 Ensayo DCP

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M9	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	693948.13	9872135.95

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	119	118	96
1	229	208	216
2	283	288	365
3	354	394	480
4	438	477	577
5	508	577	680
6	605	676	774
7	711	745	841
8	849	785	896
9	935	862	974
10	1000	922	1000
11		996	
12		1000	



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	76.681	85.78
2	91.491	
3	89.164	

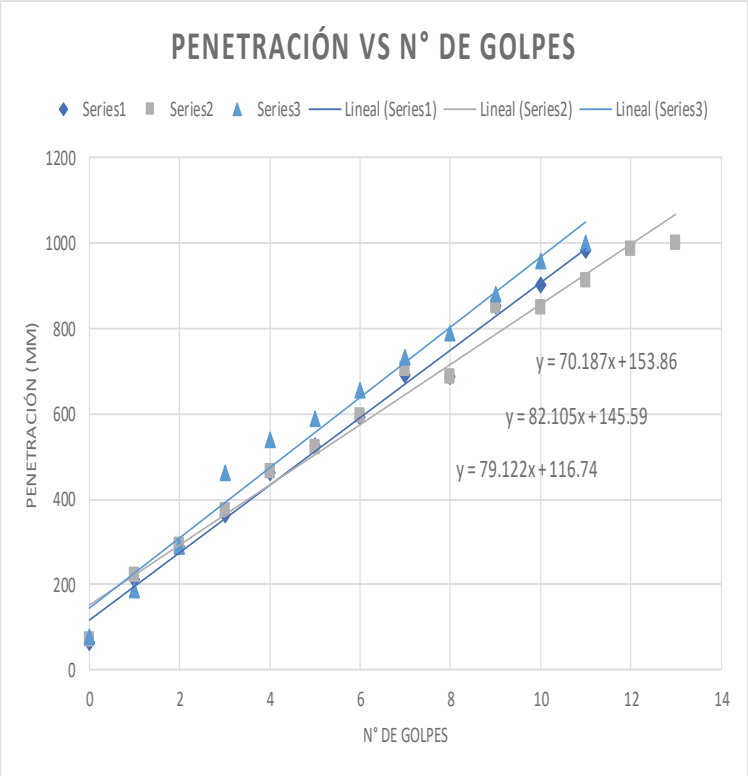
Anexo 10. Muestra 10 Ensayo DCP

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M10	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	695167.72	9869163.37

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	66	71	78
1	212	222	189
2	288	294	291
3	362	374	462
4	462	467	539
5	524	522	588
6	593	596	656
7	692	704	734
8	687	687	791
9	852	854	881
10	902	849	957
11	983	914	1000
12	1000	987	
13		1000	



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	70.187	77.14
2	82.105	
3	79.122	

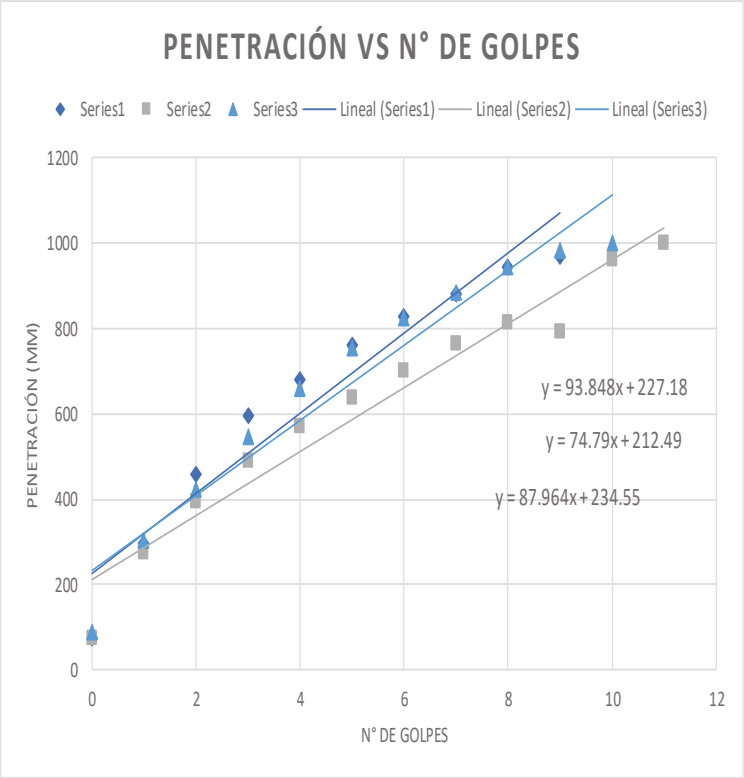
Anexo 11. Muestra 11 Ensayo DCP

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	696725.31	9869674.69

ENSAYO DE DCP			
Golpes	**Penetración (mm)**		
	1	2	3
0	74	74	90
1	296	275	303
2	460	397	425
3	596	492	546
4	682	573	659
5	763	639	755
6	828	702	826
7	883	765	886
8	943	813	946
9	970	795	982
10	1000	961	1000
11		1000	



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	93.848	85.44
2	74.790	
3	87.694	

Anexo 12. Muestra 12 Ensayo DCP

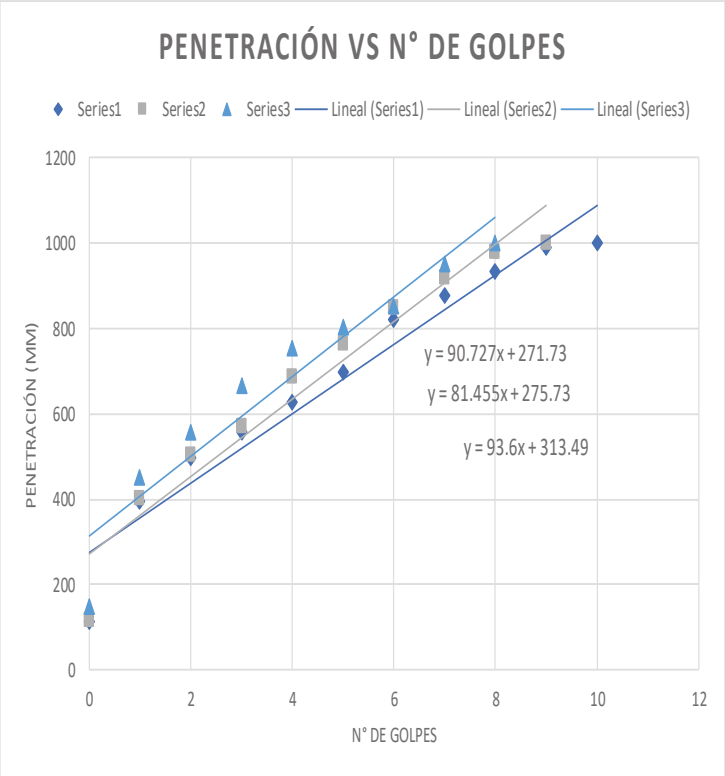
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	ASTM D6951	**Coordenadas:**	697737.19	9870146.37

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	113	118	150
1	396	402	453
2	498	504	559
3	559	573	668
4	626	689	754
5	697	764	803
6	820	850	854
7	877	920	950
8	935	980	1000
9	992	1000	
10	1000		



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	90.727	88.59
2	81.455	
3	93.600	

ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO

Anexo 13. Muestra 1 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M1	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	689113.16	9886875.71

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2653.31	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2651.81	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	1536.45	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3323.55	g
Volumen del hueco de la masa Vm	2100.85	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	N5	N6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	46.69	43.94	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	30.01	28.09	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	16.68	15.85	g
Peso de la muestra seca (Ws)	27.01	25.09	g
Contenido de humedad (ω%)	61.75	63.17	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	62.46		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	1.872	**Pesos (g)**	
Volúmenes (cm³)			
Vv	19.03	-	
Va	3.18	Wa	0.00
Vw	15.85	Ww	15.85
Vs	13.40	Ws	25.09
Vm	32.43	Wm	40.94

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.262	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.777	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	62.46	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.42	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	58.68	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	83.28	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	16.72	%

Anexo 14. Muestra 2 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M2	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	688785.58	9884656.58

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2680.27	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2678.77	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	1552.22	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3307.78	g
Volumen del hueco de la masa Vm	2090.88	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	3	4	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	82.02	83.68	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	52.20	53.59	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	29.82	30.09	g
Peso de la muestra seca (Ws)	49.20	50.59	g
Contenido de humedad (ω)	60.61	59.48	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	60.04		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	2.082	**Pesos (g)**	
Volúmenes (cm³)			
Vv	38.05	-	
Va	8.23	Wa	0.00
Vw	29.82	Ww	29.82
Vs	23.63	Ws	49.20
Vm	61.68	Wm	79.02

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.281	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.801	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	60.04	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.61	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	61.69	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	78.38	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	21.62	%

Anexo 15. Muestra 3 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	688517.27	9882307.56

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2601.48	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2599.98	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	1506.85	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3353.15	g
Volumen del hueco de la masa Vm	2119.56	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	1	2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	77.90	82.72	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	57.50	59.91	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	20.40	22.81	g
Peso de la muestra seca (Ws)	54.50	56.91	g
Contenido de humedad (ω)	37.43	40.08	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	38.76		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	1.947	**Pesos (g)**	
Volúmenes (cm³)			
Vv	33.07	-	
Va	12.67	Wa	0.00
Vw	20.40	Ww	20.40
Vs	27.99	Ws	54.50
Vm	61.06	Wm	74.90

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.227	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.884	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	38.76	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.18	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	54.16	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	61.69	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	38.31	%

Anexo 16. Muestra 4 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M4	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	687084.15	9878863.00

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2022.45	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2020.95	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6490	g
Peso final frasco + cono + arena	1699.67	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3161.33	g
Volumen del hueco de la masa Vm	1998.31	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	7	8	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	85.76	80.92	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	53.40	50.11	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	32.36	30.81	g
Peso de la muestra seca (Ws)	50.40	47.11	g
Contenido de humedad (ω)	64.21	65.40	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	64.80		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	2.842	**Pesos (g)**	
Volúmenes (cm³)			
Vv	60.47	-	
Va	29.66	Wa	0.00
Vw	30.81	Ww	30.81
Vs	16.58	Ws	47.11
Vm	77.05	Wm	77.92

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.011	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.614	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	64.80	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	3.65	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	78.49	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	50.95	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	49.05	%

Anexo 17. Muestra 5 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M5	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	689431.93	9879744.45

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2615.94	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2614.44	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	1746.71	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3113.29	g
Volumen del hueco de la masa Vm	1967.95	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	82.07	80.40	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	54.80	53.40	g
Peso del recipiente (Wr)	7.69	7.25	g
Peso del agua (Ww)	27.27	27.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	47.11	46.15	g
Contenido de humedad (ω)	57.89	58.51	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	58.20		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	2.179	**Pesos (g)**	
Volúmenes (cm³)			
Vv	33.88	-	
Va	6.88	Wa	0.00
Vw	27.00	Ww	27.00
Vs	21.18	Ws	46.15
Vm	55.06	Wm	73.15

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.329	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.840	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	58.20	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.60	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	61.54	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	79.69	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	20.31	%

Anexo 18. Muestra 6 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M6	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	689966.18	9881659.67

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2563.41	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2561.91	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	1711.31	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3148.69	g
Volumen del hueco de la masa Vm	1990.32	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	M3	M4	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	57.29	54.01	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	35.61	33.81	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	21.68	20.20	g
Peso de la muestra seca (Ws)	32.61	30.81	g
Contenido de humedad (ω)	66.48	65.56	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	66.02		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



		Pesos (g)	
Gs	1.802		
Volúmenes (cm³)			
Vv	22.53	-	
Va	2.33	Wa	0.00
Vw	20.20	Ww	20.20
Vs	17.10	Ws	30.81
Vm	39.63	Wm	51.01

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.287	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.775	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	66.02	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.32	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	56.86	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	89.65	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	10.35	%

Anexo 19. Muestra 7 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M7	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	692917.12	9877227.09

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2680.58	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2679.08	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	1552.66	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3307.34	g
Volumen del hueco de la masa Vm	2090.61	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	81.18	80.43	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	51.00	50.71	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	30.18	29.72	g
Peso de la muestra seca (Ws)	48.00	47.71	g
Contenido de humedad (ω)	62.88	62.29	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	62.58		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	2.185	**Pesos (g)**	
Volúmenes (cm³)			
Vv	38.59	-	
Va	8.87	Wa	0.00
Vw	29.72	Ww	29.72
Vs	21.84	Ws	47.71
Vm	60.42	Wm	77.43

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.281	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.788	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	62.58	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.77	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	63.86	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	77.02	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	22.98	%

Anexo 20. Muestra 8 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M8	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	692656.07	9873615.47

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2007.24	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2005.74	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	2353.13	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	2506.87	g
Volumen del hueco de la masa Vm	1584.62	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	M9	M10	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	72.87	66.95	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	44.80	41.20	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	28.07	25.75	g
Peso de la muestra seca (Ws)	41.80	38.20	g
Contenido de humedad (ω)	67.15	67.41	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	67.28		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	1.784	**Pesos (g)**	
Volúmenes (cm³)			
Vv	29.11	-	
Va	3.36	Wa	0.00
Vw	25.75	Ww	25.75
Vs	21.41	Ws	38.20
Vm	50.52	Wm	63.95

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.266	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.757	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	67.28	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.36	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	57.62	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	88.46	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	11.54	%

Anexo 21. Muestra 9 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M9	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	693948.13	9872135.95

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2601.19	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2599.69	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	1506.41	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3353.59	g
Volumen del hueco de la masa Vm	2119.84	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	3	4	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	85.12	78.50	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	53.40	48.29	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	31.72	30.21	g
Peso de la muestra seca (Ws)	50.40	45.29	g
Contenido de humedad (ω)	62.94	66.70	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	64.82		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	1.822	**Pesos (g)**	
Volúmenes (cm³)			
Vv	36.71	-	
Va	6.50	Wa	0.00
Vw	30.21	Ww	30.21
Vs	24.86	Ws	45.29
Vm	61.56	Wm	75.50

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.226	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.744	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	64.82	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.48	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	59.62	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	82.30	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	17.70	%

Anexo 22. Muestra 10 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M10	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	695167.72	9869163.37

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2068.28	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2066.78	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	1733.8	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3126.2	g
Volumen del hueco de la masa Vm	1976.11	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	7	8	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	81.12	77.49	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	50.40	48.50	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	30.72	28.99	g
Peso de la muestra seca (Ws)	47.40	45.50	g
Contenido de humedad (ω)	64.81	63.71	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	64.26		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	1.935	**Pesos (g)**	
Volúmenes (cm³)			
Vv	47.71	-	
Va	18.72	Wa	0.00
Vw	28.99	Ww	28.99
Vs	23.51	Ws	45.50
Vm	71.22	Wm	74.49

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.046	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.637	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	64.26	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	2.03	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	66.98	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	60.77	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	39.23	%

Anexo 23. Muestra 11 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	696725.31	9869674.69

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	2047.19	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2045.69	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	1606.19	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	3253.81	g
Volumen del hueco de la masa Vm	2056.77	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	M1	M2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	48.69	57.84	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	30.71	36.53	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	17.98	21.31	g
Peso de la muestra seca (Ws)	27.71	33.53	g
Contenido de humedad (ω)	64.89	63.56	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	64.22		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



Gs	1.63		
Volúmenes (cm³)		**Pesos (g)**	
Vv	28.94	-	
Va	10.96	Wa	0.00
Vw	17.98	Ww	17.98
Vs	17.00	Ws	27.71
Vm	45.94	Wm	45.69

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	0.995	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.606	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	64.22	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.70	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	62.99	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	62.13	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	37.87	%

Anexo 24. Muestra 12 Ensayo Densidad de Campo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T191 2014	**Coordenadas:**	697737.19	9870146.37

DETERMINACIÓN DEL PESO DE SUELO EXTRAÍDO		
Peso de la masa del suelo + recipiente	1737.11	g
Peso de recipiente (funda plastica)	1.5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1735.61	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO		
Peso inicial frasco + cono + arena	6489	g
Peso final frasco + cono + arena	2994.33	g
Peso de la arena en el cono (Calibración del cono)	1629	g
Densidad de la arena de Ottawa γsand (Calibración de la arena)	1.582	g/cm³
Peso de la arena en el hueco	1865.67	g
Volumen del hueco de la masa Vm	1179.31	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Recipiente Número	M7	M8	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	45.21	41.59	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	28.89	26.49	g
Peso del recipiente (Wr)	3.00	3.00	g
Peso del agua (Ww)	16.32	15.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	25.89	23.49	g
Contenido de humedad (ω)	63.04	64.28	%
Promedio contenido de humedad (ω%)	63.66		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO



		Pesos (g)	
Gs	2.137		
Volúmenes (cm³)			
Vv	15.23	-	
Va	0.13	Wa	0.00
Vw	15.10	Ww	15.10
Vs	10.99	Ws	23.49
Vm	26.22	Wm	38.59

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.472	g/cm³
Densidad seca (γd)	0.899	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	63.66	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1.39	-
Porosidad (n% = Vv*100/Vm)	58.08	%
Grado de saturación de agua (Gw% = Vw*100/Vv)	99.15	%
Grado de saturación de aire (Ga% = Va*100/Vv)	0.85	%

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

Anexo 25. Muestra 1 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M1	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	689113.16	9886875.71

Recipiente Número	M1	M2
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	46.62	54.27
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	29.71	34.22
Peso del agua (Ww) (gr)	16.91	20.05
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	27.71	32.22
Contenido de humedad (ω) (%)	61.02	62.23
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	61.63	

Anexo 26. Muestra 2 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M2	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	688785.58	9884656.58

Recipiente Número	M3	M4
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	55.43	52.19
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	34.62	32.81
Peso del agua (Ww) (gr)	20.81	19.38
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	32.62	30.81
Contenido de humedad (ω) (%)	63.80	62.90
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	63.35	

Anexo 27. Muestra 3 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	688517.27	9882307.56	

Recipiente Número	M5	M6
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	96.33	98.45
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	60.32	61.21
Peso del agua (Ww) (gr)	36.01	37.24
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	58.32	59.21
Contenido de humedad (ω) (%)	61.75	62.89
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	62.32	

Anexo 28. Muestra 4 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M4	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	687084.15	9878863.00	

Recipiente Número	M7	M8
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	103.11	117.90
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	65.01	74.01
Peso del agua (Ww) (gr)	38.10	43.89
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	63.01	72.01
Contenido de humedad (ω) (%)	60.47	60.95
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	60.71	

Anexo 29. Muestra 5 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M5	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	689431.93	9879744.45	

Recipiente Número	M11	M12
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	83.28	73.43
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	56.49	43.48
Peso del agua (Ww) (gr)	26.79	29.95
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	54.49	41.48
Contenido de humedad (ω) (%)	49.16	72.20
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	60.68	

Anexo 30. Muestra 6 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M6	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	689966.18	9881659.67

Recipiente Número	M11	M12
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	83.28	88.85
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	56.49	58.90
Peso del agua (Ww) (gr)	26.79	29.95
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	54.49	56.90
Contenido de humedad (ω) (%)	49.16	52.64
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	50.90	

Anexo 31. Muestra 7 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M7	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	692917.12	9877227.09	

Recipiente Número	M13	M14
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	82.84	78.08
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	52.40	49.10
Peso del agua (Ww) (gr)	30.44	28.98
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	50.40	47.10
Contenido de humedad (ω) (%)	60.39	61.53
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	60.96	

Anexo 32. Muestra 8 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M8	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	692656.07	9873615.47

Recipiente Número	M15	M16
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	79.45	77.78
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	53.80	52.39
Peso del agua (Ww) (gr)	25.65	25.39
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	51.80	50.39
Contenido de humedad (ω) (%)	49.52	50.38
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	49.95	

Anexo 33. Muestra 9 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M9	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	693948.13	9872135.95	

Recipiente Número	M17	M18
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	78.30	74.76
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	49.40	47.49
Peso del agua (Ww) (gr)	28.90	27.27
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	47.40	45.49
Contenido de humedad (ω) (%)	60.97	59.95
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	60.46	

Anexo 34. Muestra 10 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M10	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	695167.72	9869163.37

Recipiente Número	M19	M20
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	79.23	80.89
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	51.19	52.59
Peso del agua (Ww) (gr)	28.04	28.30
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	49.19	50.59
Contenido de humedad (ω) (%)	57.00	55.94
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	56.47	

Anexo 35. Muestra 11 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	696725.31	9869674.69	

Recipiente Número	M21	M22
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	78.40	77.67
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	50.01	49.71
Peso del agua (Ww) (gr)	28.39	27.96
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	48.01	47.71
Contenido de humedad (ω) (%)	59.14	58.60
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	58.87	

Anexo 36. Muestra 12 Ensayo Contenido De Humedad

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T265 2015	**Coordenadas:**	697737.19	9870146.37

Recipiente Número	M23	M24
Peso del recipiente (Wr) (gr)	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr) (gr)	82.84	78.08
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr) (gr)	52.40	49.10
Peso del agua (Ww) (gr)	30.44	28.98
Peso de la muestra seca (Ws) (gr)	50.40	47.10
Contenido de humedad (ω) (%)	60.39	61.53
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	60.96	

ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA

Anexo 37. Muestra 1 Ensayo Gravedad Específica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M1	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	689113.16	9886875.71

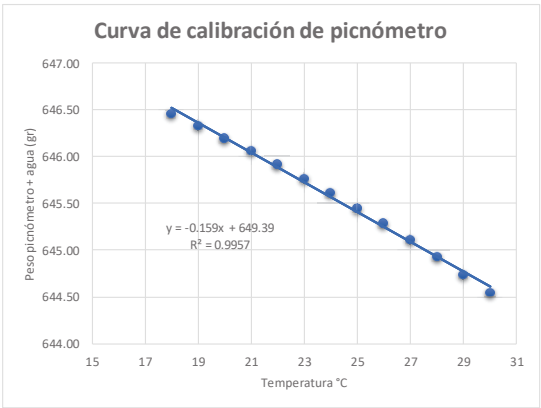
Temperatura del agua + suelo (°C)	23.00
Recipiente Número	45
Peso del recipiente (Wr) (gr)	110.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	154.01
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	44.01
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.20
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	690.21
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	666.72
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	23.49
Factor de correción por temperatura (K)	0.99933
Gravedad específica (Gs)	1.872

Calibración Picnómetro

Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.45
19	646.33
20	646.20
21	646.06
22	645.92
23	645.77
24	645.61
25	645.45
26	645.28
27	645.11
28	644.93
29	644.74
30	644.55

Factor de corrección K

Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 38. Muestra 2 Ensayo Gravedad Especifica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M2	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	688785.58	9884656.58

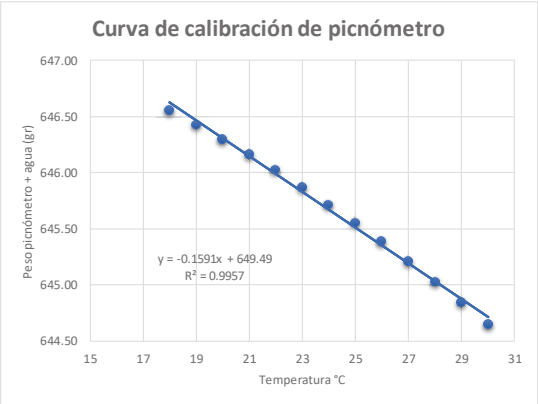
Temperatura del agua + suelo (°C)	23.00
Recipiente Número	73
Peso del recipiente (Wr) (gr)	143.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	182.37
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	39.37
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.30
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	685.67
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	666.77
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	18.90
Factor de correción por temperatura (K)	0.99933
Gravedad específica (Gs)	2.082

Calibración Picnómetro

Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.55
19	646.43
20	646.30
21	646.16
22	646.02
23	645.87
24	645.71
25	645.55
26	645.38
27	645.21
28	645.03
29	644.84
30	644.65

Factor de corrección K

Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 39. Muestra 3 Ensayo Gravedad Específica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

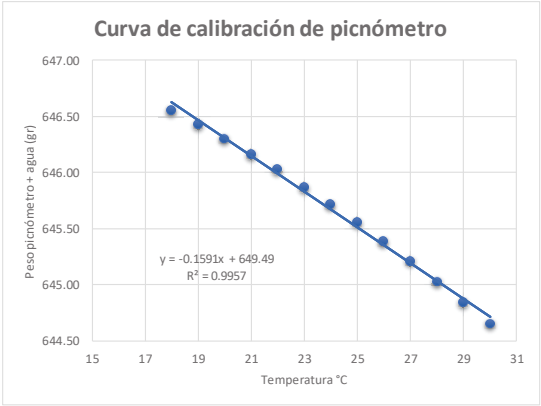
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	688517.27	9882307.56

Temperatura del agua + suelo (°C)	25.00
Recipiente Número	71
Peso del recipiente (Wr) (gr)	143.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	182.37
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	39.37
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.30
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	685.67
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	665.47
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	20.20
Factor de correción por temperatura (K)	0.99884
Gravedad específica (Gs)	1.947

Calibración Picnómetro	
Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.55
19	646.43
20	646.30
21	646.16
22	646.02
23	645.87
24	645.71
25	645.55
26	645.38
27	645.21
28	645.03
29	644.84
30	644.65

Factor de corrección K	
Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 40. Muestra 4 Ensayo Gravedad Específica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

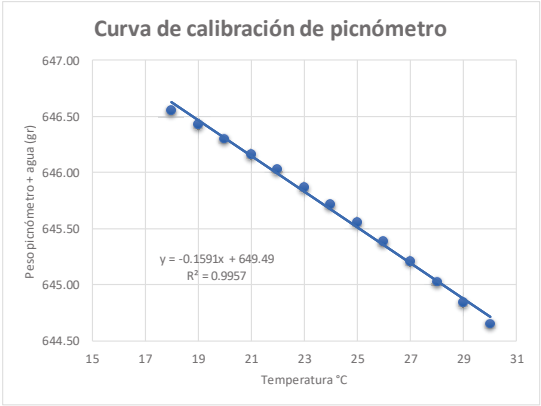
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M4	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	687084.15	9878863.00

Temperatura del agua + suelo (°C)	24.00
Recipiente Número	71
Peso del recipiente (Wr) (gr)	143.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	181.31
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	38.31
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.30
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	684.61
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	671.14
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	13.47
Factor de correción por temperatura (K)	0.99909
Gravedad específica (Gs)	2.842

Calibración Picnómetro	
Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.55
19	646.43
20	646.30
21	646.16
22	646.02
23	645.87
24	645.71
25	645.55
26	645.38
27	645.21
28	645.03
29	644.84
30	644.65

Factor de corrección K	
Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 41. Muestra 5 Ensayo Gravedad Especifica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

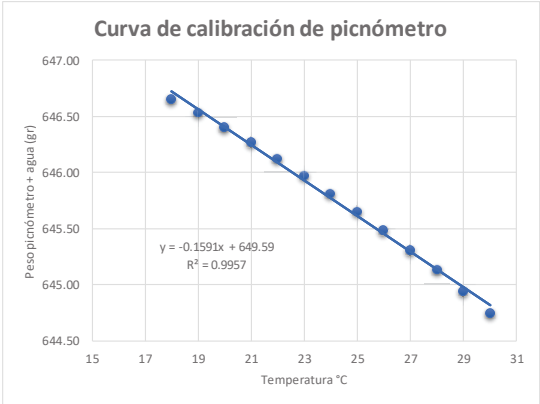
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M5	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	689431.93	9879744.45

Temperatura del agua + suelo (°C)	23.00
Recipiente Número	77
Peso del recipiente (Wr) (gr)	115.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	152.50
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	37.50
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.40
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	683.90
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	666.70
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	17.20
Factor de correción por temperatura (K)	0.99933
Gravedad específica (Gs)	2.179

Calibración Picnómetro	
Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.65
19	646.53
20	646.40
21	646.26
22	646.12
23	645.97
24	645.81
25	645.65
26	645.48
27	645.31
28	645.13
29	644.94
30	644.75

Factor de corrección K	
Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 42. Muestra 6 Ensayo Gravedad Especifica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

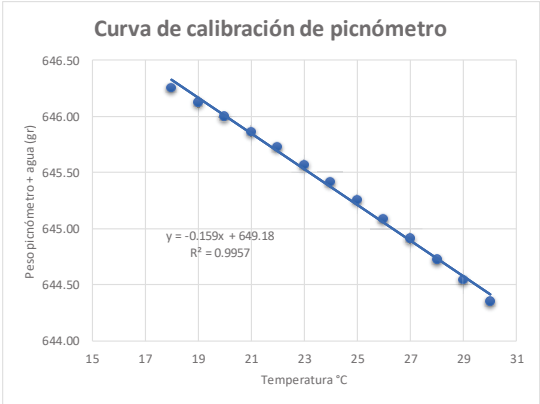
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M6	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	689966.18	9881659.67

Temperatura del agua + suelo (°C)	23.00
Recipiente Número	42
Peso del recipiente (Wr) (gr)	11.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	55.91
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	44.91
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.00
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	690.91
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	666.00
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	24.91
Factor de correción por temperatura (K)	0.99933
Gravedad específica (Gs)	1.802

Calibración Picnómetro	
Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.25
19	646.13
20	646.00
21	645.86
22	645.72
23	645.57
24	645.41
25	645.25
26	645.08
27	644.91
28	644.73
29	644.54
30	644.35

Factor de corrección K	
Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 43. Muestra 7 Ensayo Gravedad Específica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M7	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	692917.12	9877227.09

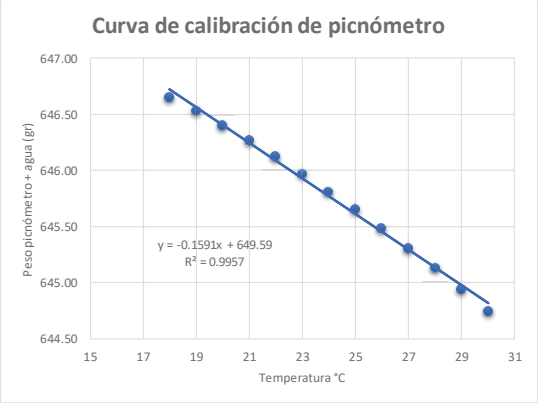
Temperatura del agua + suelo (°C)	22.00
Recipiente Número	5
Peso del recipiente (Wr) (gr)	154.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	193.12
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	39.12
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.40
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	685.52
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	667.62
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	17.90
Factor de correción por temperatura (K)	0.99957
Gravedad específica (Gs)	2.185

Calibración Picnómetro

Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.65
19	646.53
20	646.40
21	646.26
22	646.12
23	645.97
24	645.81
25	645.65
26	645.48
27	645.31
28	645.13
29	644.94
30	644.75

Factor de corrección K

Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 44. Muestra 8 Ensayo Gravedad Específica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

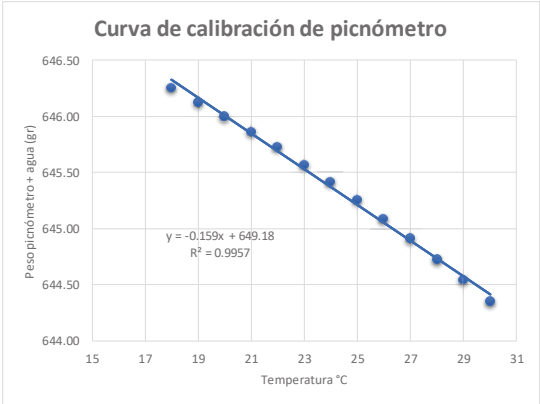
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M8	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	692656.07	9873615.47

Temperatura del agua + suelo (°C)	24.00
Recipiente Número	71
Peso del recipiente (Wr) (gr)	143.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	179.23
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	36.23
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.00
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	682.23
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	661.94
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	20.29
Factor de correción por temperatura (K)	0.99909
Gravedad específica (Gs)	1.784

Calibración Picnómetro	
Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.25
19	646.13
20	646.00
21	645.86
22	645.72
23	645.57
24	645.41
25	645.25
26	645.08
27	644.91
28	644.73
29	644.54
30	644.35

Factor de corrección K	
Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 45. Muestra 9 Ensayo Gravedad Especifica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

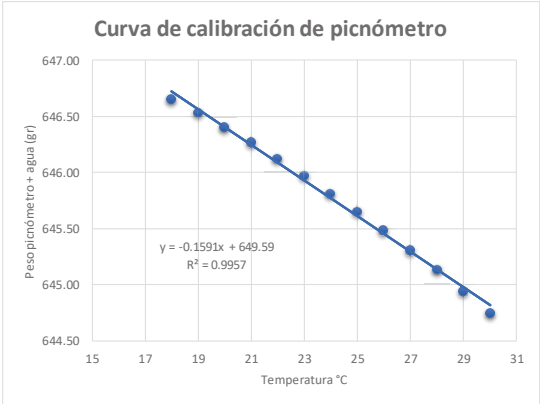
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M9	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	693948.13	9872135.95

Temperatura del agua + suelo (°C)	22.00
Recipiente Número	5
Peso del recipiente (Wr) (gr)	154.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	194.10
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	40.10
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.40
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	686.50
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	664.50
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	22.00
Factor de correción por temperatura (K)	0.99957
Gravedad específica (Gs)	1.822

Calibración Picnómetro	
Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.65
19	646.53
20	646.40
21	646.26
22	646.12
23	645.97
24	645.81
25	645.65
26	645.48
27	645.31
28	645.13
29	644.94
30	644.75

Factor de corrección K	
Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 46. Muestra 10 Ensayo Gravedad Específica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

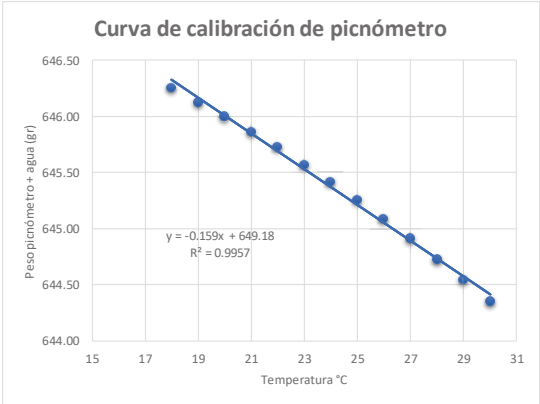
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M10	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	695167.72	9869163.37

Temperatura del agua + suelo (°C)	24.00
Recipiente Número	71
Peso del recipiente (Wr) (gr)	143.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	187.73
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	44.73
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.00
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	690.73
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	667.63
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	23.10
Factor de correción por temperatura (K)	0.99909
Gravedad específica (Gs)	1.935

Calibración Picnómetro	
Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.25
19	646.13
20	646.00
21	645.86
22	645.72
23	645.57
24	645.41
25	645.25
26	645.08
27	644.91
28	644.73
29	644.54
30	644.35

Factor de corrección K	
Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 47. Muestra 11 Ensayo Gravedad Específica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	696725.31	9869674.69

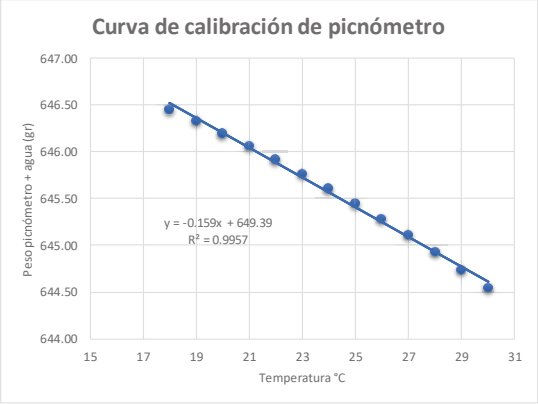
Temperatura del agua + suelo (°C)	23.00
Recipiente Número	4
Peso del recipiente (Wr) (gr)	163.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	203.10
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	40.10
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.20
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	686.30
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	661.72
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	24.58
Factor de correción por temperatura (K)	0.99933
Gravedad específica (Gs)	1.630

Calibración Picnómetro

Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.45
19	646.33
20	646.20
21	646.06
22	645.92
23	645.77
24	645.61
25	645.45
26	645.28
27	645.11
28	644.93
29	644.74
30	644.55

Factor de corrección K

Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



Anexo 48. Muestra 12 Ensayo Gravedad Específica

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

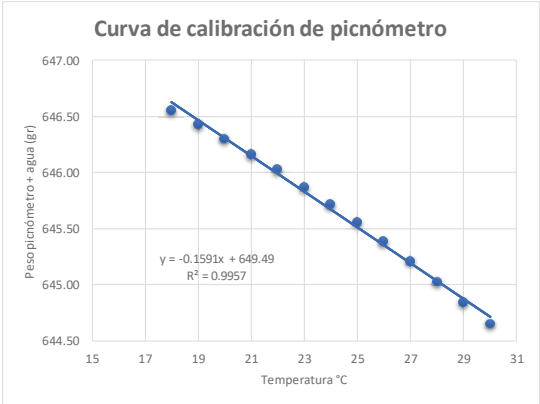
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal**	5	cm
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T-100-70; ASTM 0854-58	**Coordenadas**	696725.31	9869674.69

Temperatura del agua + suelo (°C)	22.00
Recipiente Número	45
Peso del recipiente (Wr) (gr)	110.00
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	148.48
Peso del suelo seco (Ws) (gr)	38.48
Peso picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	646.30
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (W_{bw}) (gr)	684.78
Peso del picnómetro + agua + suelo sumergido (W_{bws}) (gr)	666.78
Desplazamiento de agua (Dw) (gr)	18.00
Factor de correción por temperatura (K)	0.99957
Gravedad específica (Gs)	2.137

Calibración Picnómetro	
Temperatura ° C	Masa (g)
18	646.55
19	646.43
20	646.30
21	646.16
22	646.02
23	645.87
24	645.71
25	645.55
26	645.38
27	645.21
28	645.03
29	644.84
30	644.65

Factor de corrección K	
Temperatura ° C	K
18	1.00039
19	1.00020
20	1.00000
21	0.99979
22	0.99957
23	0.99933
24	0.99909
25	0.99884
26	0.99858
27	0.99831
28	0.99803
29	0.99774
30	0.99744



ENSAYO GRANULOMETRÍA

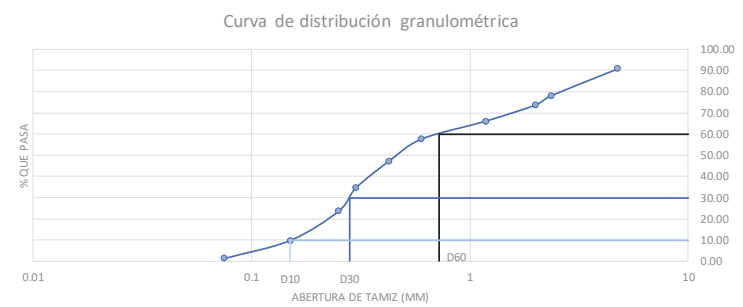
Anexo 49. Muestra 1 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M1	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013	**Coordenadas:**	689113.16	9886875.71
Peso Muestra Seca:	1000 g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	92.73	92.73	9.29	90.71
8	2.36	125.72	218.45	21.87	78.13
10	2	43.71	262.16	26.25	73.75
16	1.18	76.42	338.58	33.90	66.10
30	0.6	84.12	422.70	42.33	57.67
40	0.425	104.28	526.98	52.77	47.23
50	0.3	125.63	652.61	65.35	34.65
60	0.25	109.13	761.74	76.27	23.73
100	0.15	138.18	899.92	90.11	9.89
200	0.075	84.95	984.87	98.62	1.38
BANDEJA	-	13.83	13.83	1.38	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.15	**Cu = D60 / D10**	4.80
D30 (mm)	0.28	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	0.73
D60 (mm)	0.72	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	4.76

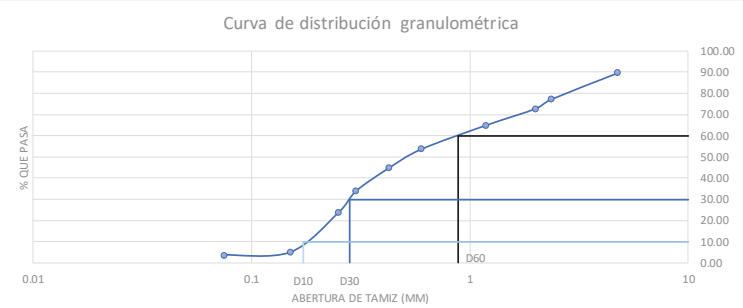
Anexo 50. Muestra 2 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M2	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013	**Coordenadas:**	688785.58	9884656.58
Peso Muestra Seca:	1000 g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	103.00	103.00	10.43	89.57
8	2.36	122.90	225.90	22.87	77.13
10	2	43.50	269.40	27.27	72.73
16	1.18	78.30	347.70	35.20	64.80
30	0.6	110.40	458.10	46.38	53.62
40	0.425	88.20	546.30	55.30	44.70
50	0.3	108.10	654.40	66.25	33.75
60	0.25	98.70	753.10	76.24	23.76
100	0.15	186.50	939.60	95.12	4.88
200	0.075	12.60	952.20	96.40	3.60
BANDEJA		35.60	35.60	3.60	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.17	**Cu = D60 / D10**	5.12
D30 (mm)	0.28	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	0.52
D60 (mm)	0.88	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	4.76

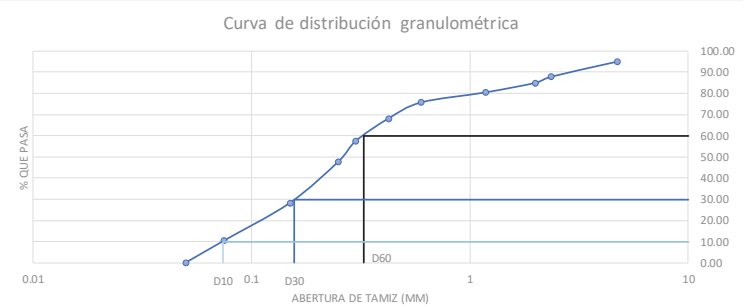
Anexo 51. Muestra 3 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013	**Coordenadas:**	688517.27	9882307.56
Peso Muestra Seca:	1000 g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	56.61	56.61	5.16	94.84
8	2.36	78.40	135.01	12.31	87.69
10	2	31.60	166.61	15.20	84.80
16	1.18	49.70	216.31	19.73	80.27
30	0.6	51.60	267.91	24.44	75.56
40	0.425	82.30	350.21	31.94	68.06
50	0.3	117.50	467.71	42.66	57.34
60	0.25	105.90	573.61	52.32	47.68
100	0.15	213.80	787.41	71.82	28.18
200	0.075	194.60	982.01	89.57	10.43
BANDEJA		114.40	114.40	10.43	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.07	**Cu = D60 / D10**	4.42
D30 (mm)	0.16	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	1.02
D60 (mm)	0.33	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	4.76

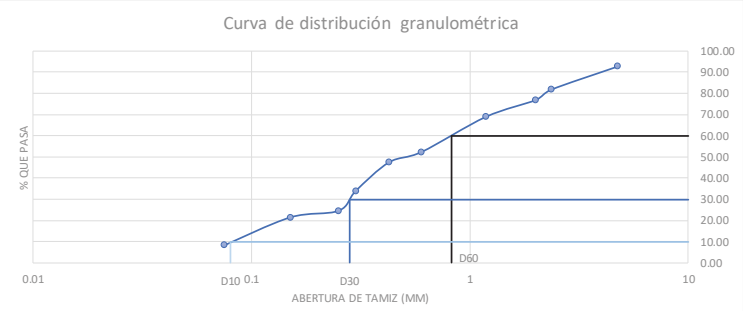
Anexo 52. Muestra 4 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M4		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013		**Coordenadas:**	687084.15	9878863.00
Peso Muestra Seca:	1000	g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	72.80	72.80	7.32	92.68
8	2.36	108.50	181.30	18.24	81.76
10	2	48.80	230.10	23.15	76.85
16	1.18	79.20	309.30	31.12	68.88
30	0.6	164.20	473.50	47.64	52.36
40	0.425	48.70	522.20	52.54	47.46
50	0.3	132.80	655.00	65.90	34.10
60	0.25	94.00	749.00	75.36	24.64
100	0.15	31.30	780.30	78.51	21.49
200	0.075	130.50	910.80	91.64	8.36
BANDEJA		83.10	83.10	8.36	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.08	**Cu = D60 / D10**	10.25
D30 (mm)	0.28	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	1.20
D60 (mm)	0.82	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	4.76

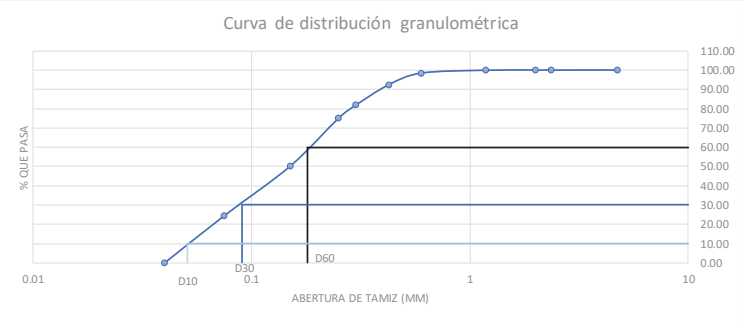
Anexo 53. Muestra 5 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M5		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013		**Coordenadas:**	689431.93	9879744.45
Peso Muestra Seca:	1000	g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.20	0.20	0.02	99.98
10	2	0.10	0.30	0.03	99.97
16	1.18	0.80	1.10	0.11	99.89
30	0.6	14.44	15.54	1.56	98.44
40	0.425	59.96	75.50	7.56	92.44
50	0.3	106.17	181.67	18.19	81.81
60	0.25	67.27	248.94	24.93	75.07
100	0.15	249.25	498.19	49.88	50.12
200	0.075	256.16	754.35	75.53	24.47
BANDEJA		244.34	244.34	24.47	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.05	**Cu = D60 / D10**	3.53
D30 (mm)	0.09	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	0.88
D60 (mm)	0.18	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	0.425

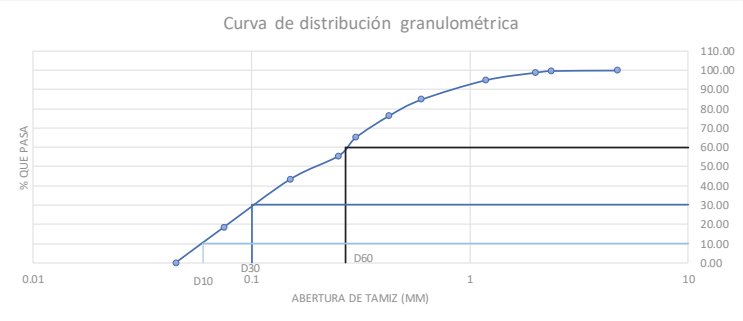
Anexo 54. Muestra 6 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M6		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013		**Coordenadas:**	689966.18	9881659.67
Peso Muestra Seca:	1000	g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.80	0.80	0.08	99.92
8	2.36	2.51	3.31	0.33	99.67
10	2	8.72	12.03	1.20	98.80
16	1.18	39.47	51.50	5.16	94.84
30	0.6	100.59	152.09	15.23	84.77
40	0.425	85.26	237.35	23.76	76.24
50	0.3	112.32	349.67	35.01	64.99
60	0.25	94.79	444.46	44.49	55.51
100	0.15	121.93	566.39	56.70	43.30
200	0.075	246.77	813.16	81.40	18.60
BANDEJA		185.75	185.75	18.60	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.06	**Cu = D60 / D10**	4.50
D30 (mm)	0.10	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	0.62
D60 (mm)	0.27	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	1.18

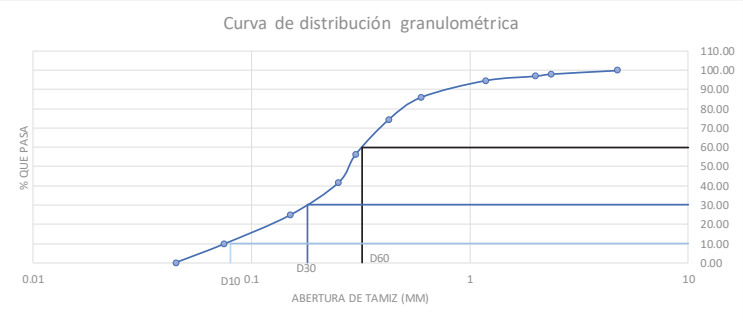
Anexo 55. Muestra 7 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M7		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013		**Coordenadas:**	692917.12	9877227.09
Peso Muestra Seca:	1000	g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	1.51	1.51	0.15	99.85
8	2.36	18.87	20.38	2.04	97.96
10	2	10.64	31.02	3.11	96.89
16	1.18	22.89	53.91	5.40	94.60
30	0.6	86.21	140.12	14.03	85.97
40	0.425	115.81	255.93	25.63	74.37
50	0.3	180.55	436.48	43.70	56.30
60	0.25	146.93	583.41	58.42	41.58
100	0.15	168.71	752.12	75.31	24.69
200	0.075	149.44	901.56	90.27	9.73
BANDEJA		97.15	97.15	9.73	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.08	**Cu = D60 / D10**	4.00
D30 (mm)	0.18	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	1.27
D60 (mm)	0.32	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	1.18

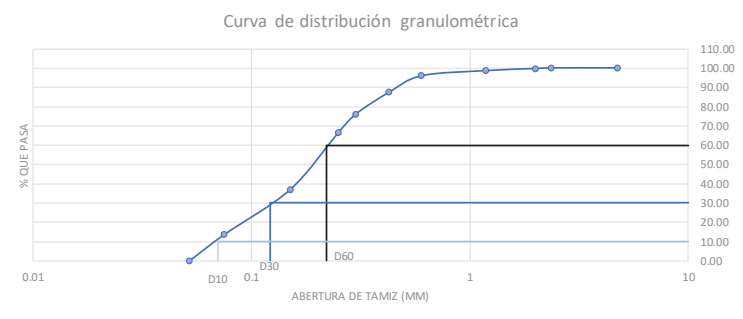
Anexo 56. Muestra 8 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M8		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013		**Coordenadas:**	692656.07	9873615.47
Peso Muestra Seca:	1000	g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2	3.31	3.31	0.33	99.67
16	1.18	10.82	14.13	1.41	98.59
30	0.6	26.54	40.67	4.07	95.93
40	0.425	85.72	126.39	12.66	87.34
50	0.3	112.37	238.76	23.91	76.09
60	0.25	94.25	333.01	33.34	66.66
100	0.15	297.24	630.25	63.11	36.89
200	0.075	232.55	862.80	86.39	13.61
BANDEJA		135.90	135.90	13.61	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.07	**Cu = D60 / D10**	3.14
D30 (mm)	0.12	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	0.97
D60 (mm)	0.22	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	0.425

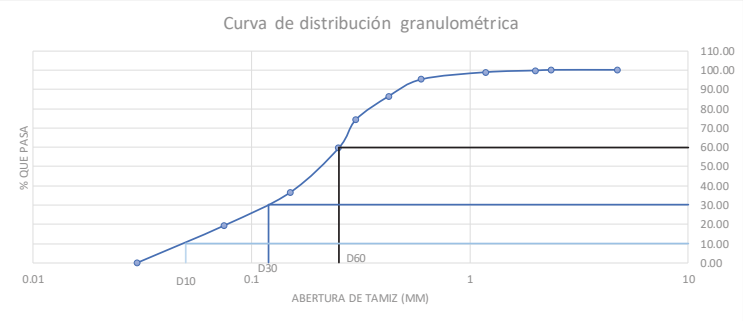
Anexo 57. Muestra 9 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M9		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013		**Coordenadas:**	693948.13	9872135.95
Peso Muestra Seca:	1000	g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.10	0.10	0.01	99.99
10	2	3.22	3.32	0.33	99.67
16	1.18	8.84	12.16	1.22	98.78
30	0.6	36.68	48.84	4.89	95.11
40	0.425	86.94	135.78	13.59	86.41
50	0.3	122.03	257.81	25.81	74.19
60	0.25	147.45	405.26	40.58	59.42
100	0.15	229.67	634.93	63.57	36.43
200	0.075	170.97	805.90	80.69	19.31
BANDEJA		192.89	192.89	19.31	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.05	**Cu = D60 / D10**	5.00
D30 (mm)	0.12	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	1.15
D60 (mm)	0.25	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	0.425

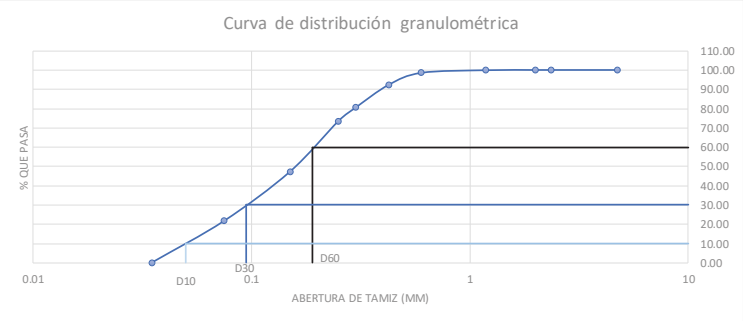
Anexo 58. Muestra 10 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M10	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013	**Coordenadas:**	695167.72	9869163.37
Peso Muestra Seca:	1000 g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2	0.10	0.10	0.01	99.99
16	1.18	1.10	1.20	0.12	99.88
30	0.6	13.51	14.71	1.47	98.53
40	0.425	62.04	76.75	7.68	92.32
50	0.3	118.28	195.03	19.52	80.48
60	0.25	69.95	264.98	26.53	73.47
100	0.15	262.48	527.46	52.80	47.20
200	0.075	254.98	782.44	78.33	21.67
BANDEJA		216.45	216.45	21.67	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.05	**Cu = D60 / D10**	3.80
D30 (mm)	0.09	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	0.93
D60 (mm)	0.19	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	0.425

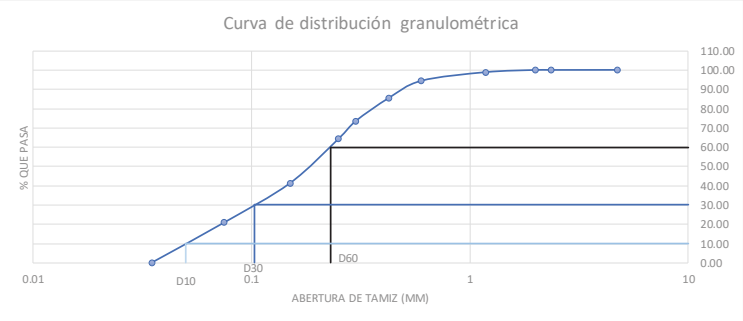
Anexo 59. Muestra 11 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013	**Coordenadas:**	696725.31	9869674.69
Peso Muestra Seca:	1000 g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.30	0.30	0.03	99.97
10	2	0.10	0.40	0.04	99.96
16	1.18	11.41	11.81	1.18	98.82
30	0.6	44.43	56.24	5.63	94.37
40	0.425	89.55	145.79	14.60	85.40
50	0.3	119.57	265.36	26.57	73.43
60	0.25	92.36	357.72	35.81	64.19
100	0.15	229.64	587.36	58.81	41.19
200	0.075	203.82	791.18	79.21	20.79
BANDEJA		207.62	207.62	20.79	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.05	**Cu = D60 / D10**	4.60
D30 (mm)	0.10	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	0.92
D60 (mm)	0.23	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	0.6

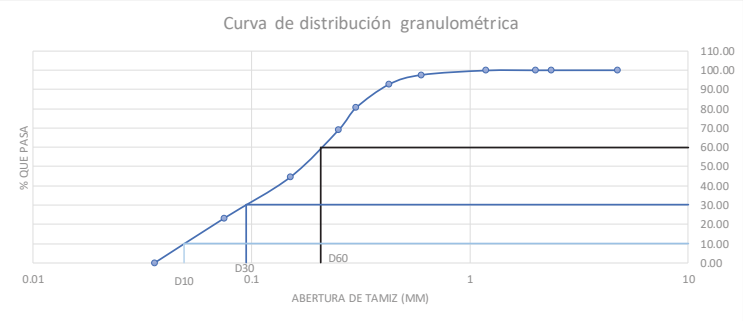
Anexo 60. Muestra 12 Ensayo Granulometría

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 88 2013	**Coordenadas:**	697737.19	9870146.37
Peso Muestra Seca:	1000 g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.10	0.10	0.01	99.99
10	2	0.30	0.40	0.04	99.96
16	1.18	0.90	1.30	0.13	99.87
30	0.6	22.93	24.23	2.43	97.57
40	0.425	49.16	73.39	7.35	92.65
50	0.3	121.75	195.14	19.54	80.46
60	0.25	113.94	309.08	30.94	69.06
100	0.15	245.89	554.97	55.56	44.44
200	0.075	212.05	767.02	76.79	23.21
BANDEJA		231.88	231.88	23.21	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.05	**Cu = D60 / D10**	4.22
D30 (mm)	0.09	**Cc = D30² / (D60 * D10)**	0.87
D60 (mm)	0.21	**Tamaño Nominal Máximo (TNM)**	0.425

ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO

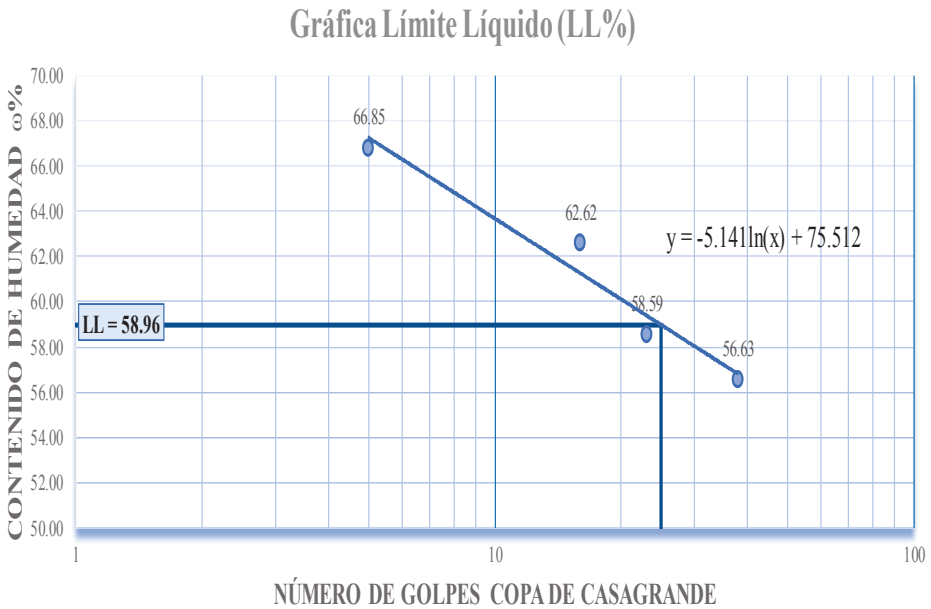
Anexo 61. Muestra 1 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M1		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013		**Coordenadas:**	689113.16	9886875.71

Número de Golpes	5		16		23		38	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	11.514	11.360	8.806	8.687	8.511	9.224	8.045	7.906
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	7.71	7.60	6.15	6.15	6.07	6.59	5.92	5.72
Peso del agua (gr)	3.80	3.76	2.66	2.54	2.44	2.63	2.13	2.19
Peso de la muestra seca (gr)	5.71	5.60	4.15	4.15	4.07	4.59	3.92	3.72
Contenido de humedad (ω) (%)	66.56	67.14	64.00	61.25	59.94	57.25	54.41	58.85
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	66.85		62.62		58.59		56.63	
Límite Líquido (LL) (%)	58.96							



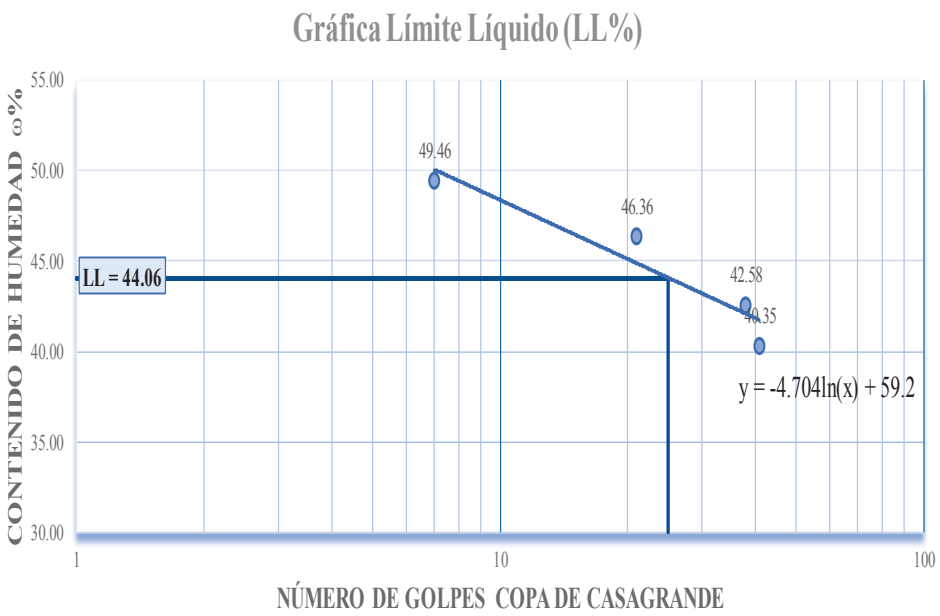
Anexo 62. Muestra 2 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M2		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013		**Coordenadas:**	688785.58	9884656.58

Número de Golpes	7		21		38		41	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	18.740	14.863	19.679	16.215	20.331	19.774	21.565	19.539
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	13.18	10.62	14.06	11.73	14.90	14.42	15.93	14.51
Peso del agua (gr)	5.56	4.24	5.62	4.49	5.43	5.35	5.64	5.03
Peso de la muestra seca (gr)	11.18	8.62	12.06	9.73	12.90	12.42	13.93	12.51
Contenido de humedad (ω) (%)	49.76	49.17	46.56	46.17	42.09	43.06	40.50	40.19
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	49.46		46.36		42.58		40.35	
Límite Líquido (LL) (%)	44.06							



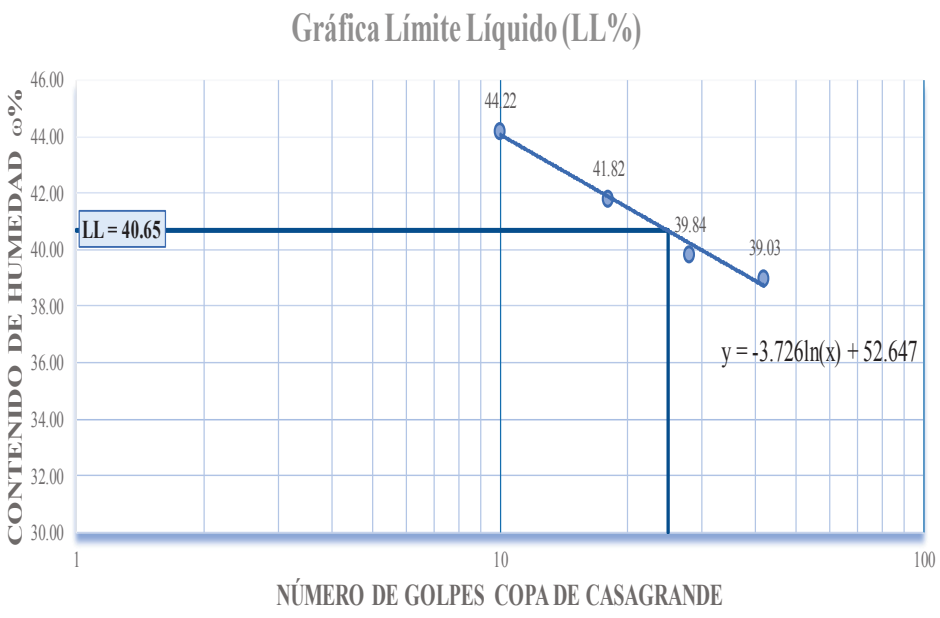
Anexo 63. Muestra 3 Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	**Coordenadas:**	688517.27	9882307.56

Número de Golpes	10		18		28		42	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	16.403	16.632	14.330	12.530	17.894	16.732	14.384	14.511
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	11.99	12.14	10.72	9.40	13.42	12.48	10.87	11.03
Peso del agua (gr)	4.41	4.49	3.61	3.13	4.47	4.25	3.51	3.48
Peso de la muestra seca (gr)	9.99	10.14	8.72	7.40	11.42	10.48	8.87	9.03
Contenido de humedad (ω) (%)	44.16	44.27	41.33	42.30	39.13	40.55	39.55	38.50
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	44.22		41.82		39.84		39.03	
Límite Líquido (LL) (%)	40.65							



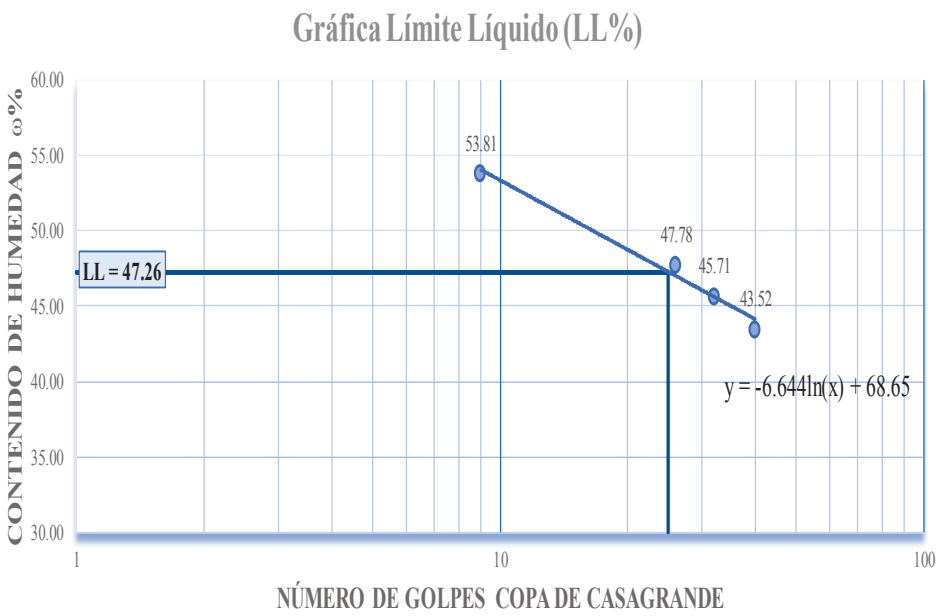
Anexo 64. Muestra 4 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M4	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	**Coordenadas:**	687084.15	9878863.00

Número de Golpes	9		26		32		40	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	23.474	24.725	23.962	23.139	25.187	23.991	22.550	23.495
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	15.93	16.81	16.86	16.31	17.97	17.04	16.31	16.99
Peso del agua (gr)	7.54	7.92	7.11	6.83	7.22	6.95	6.24	6.51
Peso de la muestra seca (gr)	13.93	14.81	14.86	14.31	15.97	15.04	14.31	14.99
Contenido de humedad (ω) (%)	54.13	53.50	47.83	47.73	45.22	46.21	43.61	43.42
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	53.81		47.78		45.71		43.52	
Límite Líquido (LL) (%)	47.26							



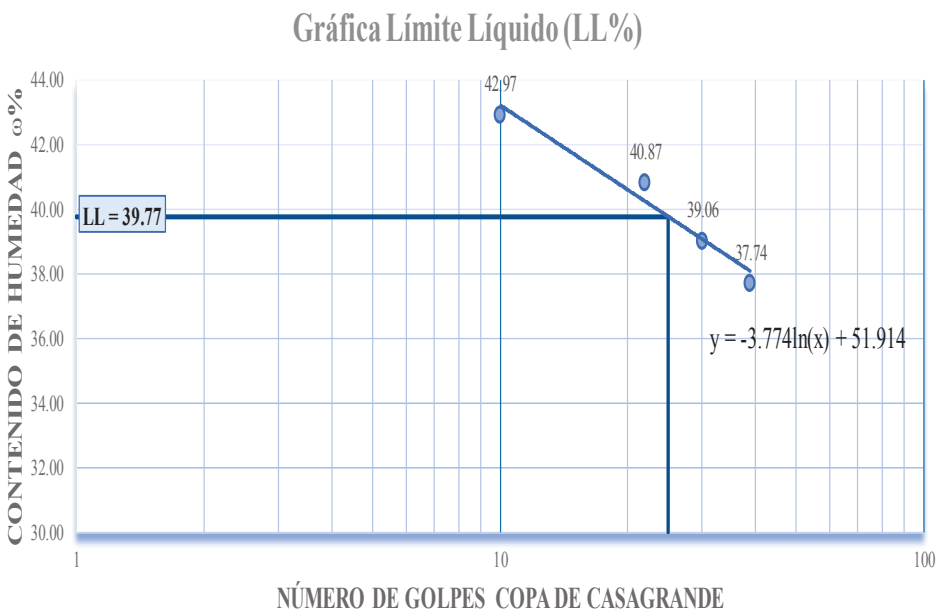
Anexo 65. Muestra 5 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M5		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013		**Coordenadas:**	689431.93	9879744.45

Número de Golpes	10		22		30		39	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	19.993	20.581	22.702	24.537	26.534	23.233	20.658	21.362
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	14.60	14.98	16.72	17.98	19.74	17.18	15.56	16.04
Peso del agua (gr)	5.39	5.60	5.99	6.56	6.79	6.05	5.10	5.32
Peso de la muestra seca (gr)	12.60	12.98	14.72	15.98	17.74	15.18	13.56	14.04
Contenido de humedad (ω) (%)	42.79	43.14	40.68	41.06	38.27	39.85	37.62	37.87
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	42.97		40.87		39.06		37.74	
Límite Líquido (LL) (%)	39.77							



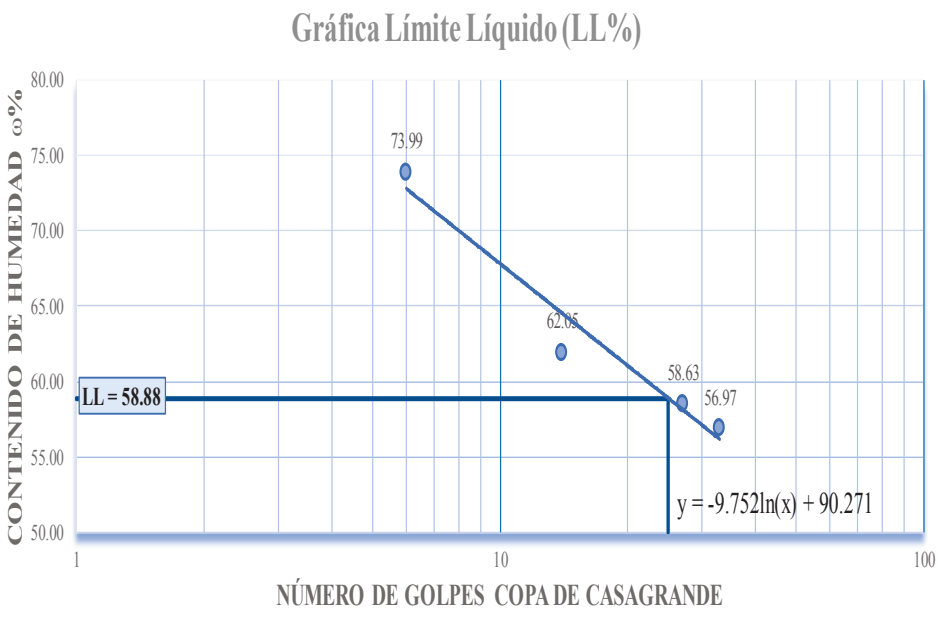
Anexo 66. Muestra 6 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M6	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 89 2013	**Coordenadas:**	689966.18	9881659.67	

Número de Golpes	6		14		27		33	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	11.107	11.218	10.949	10.626	10.556	10.240	8.855	9.400
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	7.25	7.28	7.53	7.32	7.45	7.15	6.46	6.62
Peso del agua (gr)	3.85	3.94	3.42	3.31	3.11	3.10	2.40	2.78
Peso de la muestra seca (gr)	5.25	5.28	5.53	5.32	5.45	5.15	4.46	4.62
Contenido de humedad (ω) (%)	73.33	74.65	61.83	62.26	57.11	60.16	53.70	60.24
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	73.99		62.05		58.63		56.97	
Límite Líquido (LL) (%)	58.88							



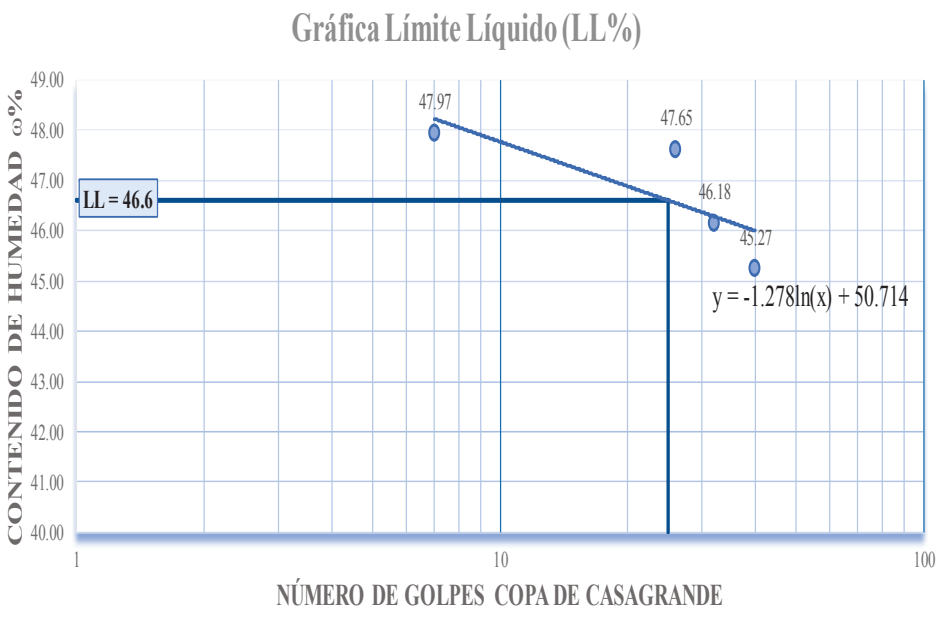
Anexo 67. Muestra 7 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M7	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	**Coordenadas:**	692917.12	9877227.09

Número de Golpes	7		26		32		40	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	18.090	14.646	19.876	17.060	19.829	18.324	12.636	14.181
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	12.89	10.54	14.11	12.20	14.24	13.13	9.30	10.41
Peso del agua (gr)	5.20	4.11	5.77	4.86	5.59	5.20	3.34	3.77
Peso de la muestra seca (gr)	10.89	8.54	12.11	10.20	12.24	11.13	7.30	8.41
Contenido de humedad (ω) (%)	47.79	48.15	47.65	47.65	45.67	46.68	45.68	44.86
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	47.97		47.65		46.18		45.27	
Límite Líquido (LL) (%)	46.60							



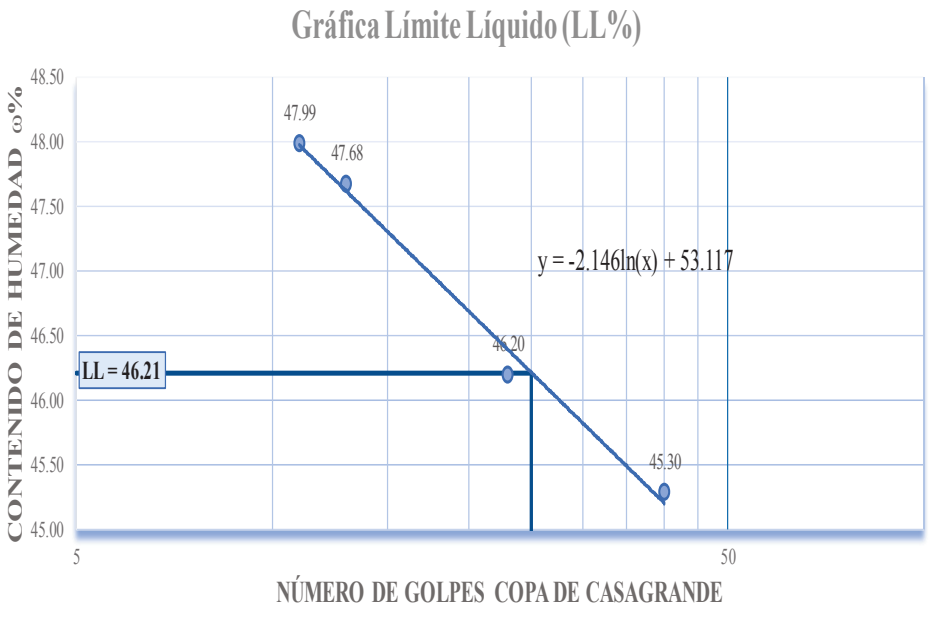
Anexo 68. Muestra 8 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M8	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	**Coordenadas:**	692656.07	9873615.47

Número de Golpes	11		13		23		40	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	18.240	14.701	19.953	17.145	19.913	18.431	12.740	14.198
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	12.99	10.57	14.16	12.26	14.29	13.20	9.37	10.42
Peso del agua (gr)	5.25	4.13	5.80	4.89	5.62	5.23	3.37	3.78
Peso de la muestra seca (gr)	10.99	8.57	12.16	10.26	12.29	11.20	7.37	8.42
Contenido de humedad (ω) (%)	47.80	48.19	47.68	47.68	45.72	46.69	45.73	44.87
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	47.99		47.68		46.20		45.30	
Límite Líquido (LL) (%)	46.21							



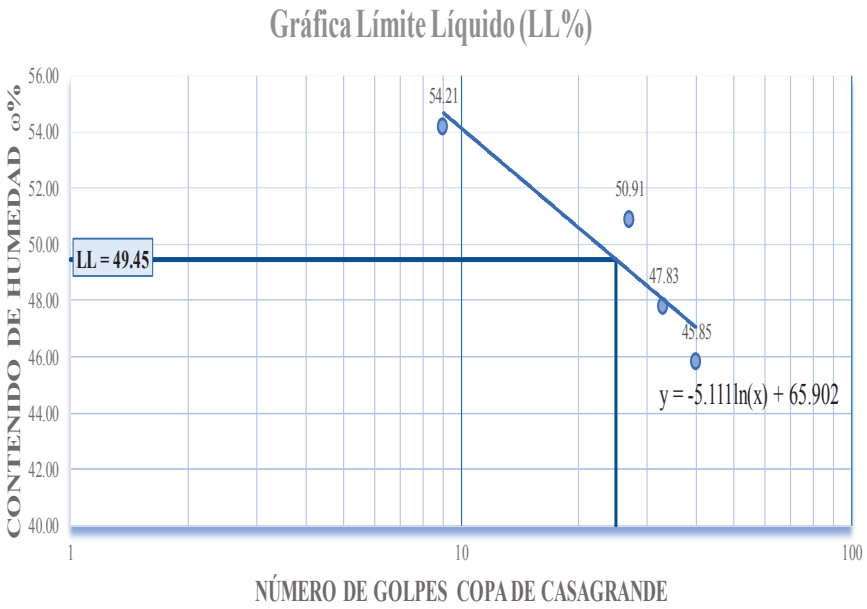
Anexo 69. Muestra 9 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M9	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	**Coordenadas:**	693948.13	9872135.95

Número de Golpes	9		27		33		40	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	19.859	19.962	17.087	16.333	14.254	13.334	14.957	16.363
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	13.60	13.63	11.98	11.51	10.31	9.64	10.88	11.86
Peso del agua (gr)	6.26	6.33	5.11	4.82	3.94	3.69	4.08	4.51
Peso de la muestra seca (gr)	11.60	11.63	9.98	9.51	8.31	7.64	8.88	9.86
Contenido de humedad (ω) (%)	54.00	54.42	51.16	50.67	47.39	48.27	45.96	45.74
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	54.21		50.91		47.83		45.85	
Límite Líquido (LL) (%)	49.45							



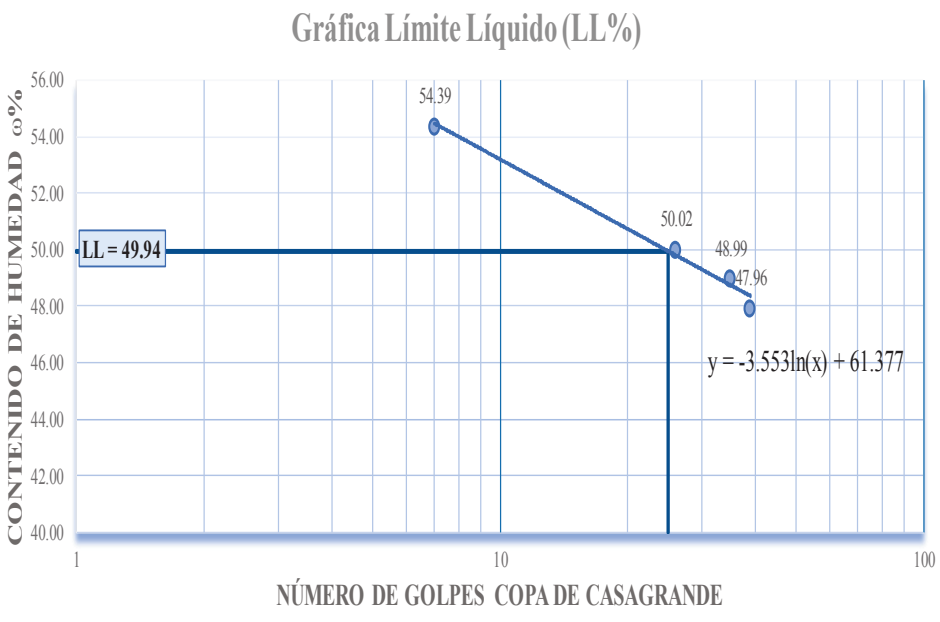
Anexo 70. Muestra 10 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M10	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	**Coordenadas:**	695167.72	9869163.37

Número de Golpes	7		26		35		39	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	26.925	26.699	19.331	18.579	10.387	11.182	14.559	14.208
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	18.20	17.94	13.58	13.03	7.67	8.12	10.48	10.26
Peso del agua (gr)	8.72	8.76	5.76	5.55	2.72	3.06	4.08	3.95
Peso de la muestra seca (gr)	16.20	15.94	11.58	11.03	5.67	6.12	8.48	8.26
Contenido de humedad (ω) (%)	53.83	54.96	49.73	50.32	48.00	49.98	48.12	47.80
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	54.39		50.02		48.99		47.96	
Límite Líquido (LL) (%)	49.94							



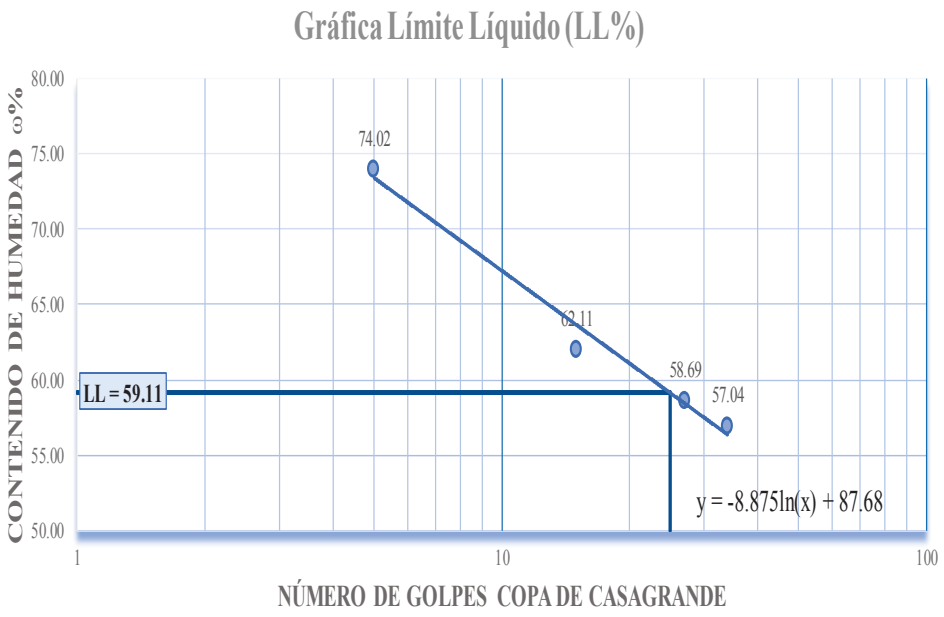
Anexo 71. Muestra 11 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	**Coordenadas:**	696725.31	9869674.69

Número de Golpes	5		15		27		34	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	11.339	11.307	11.086	10.776	10.713	10.424	9.046	9.430
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	7.39	7.33	7.61	7.41	7.54	7.26	6.58	6.64
Peso del agua (gr)	3.95	3.98	3.47	3.37	3.17	3.17	2.47	2.79
Peso de la muestra seca (gr)	5.39	5.33	5.61	5.41	5.54	5.26	4.58	4.64
Contenido de humedad (ω) (%)	73.33	74.71	61.87	62.34	57.19	60.18	53.81	60.27
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	74.02		62.11		58.69		57.04	
Límite Líquido (LL) (%)	59.11							



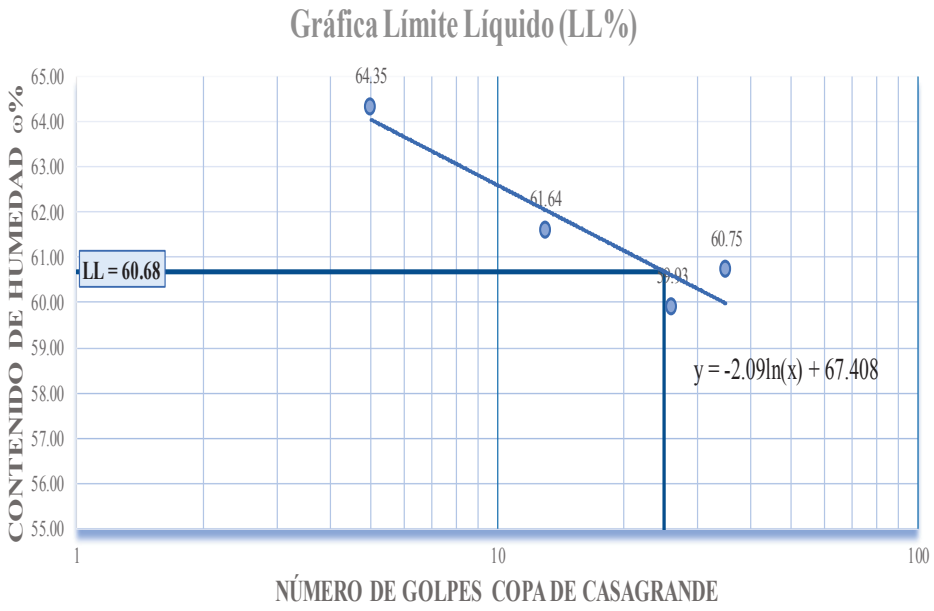
Anexo 72. Muestra 12 Ensayo Límite Líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	**Coordenadas:**	697737.19	9870146.37

Número de Golpes	5		13		26		35	
Identificación de Cápsula	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de Cápsula (gr)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Peso de muestra húmeda + cápsula (gr)	8.515	8.589	7.526	8.773	7.680	8.148	9.256	8.928
Peso de muestra seca + cápsula (gr)	5.96	6.01	6.25	5.50	5.61	5.78	6.39	6.43
Peso del agua (gr)	2.55	2.58	1.27	3.27	2.07	2.37	2.87	2.49
Peso de la muestra seca (gr)	3.96	4.01	4.25	3.50	3.61	3.78	4.39	4.43
Contenido de humedad (ω) (%)	64.35	64.36	29.93	93.35	57.34	62.52	65.25	56.25
Promedio de contenido de humedad (ω) (%)	64.35		61.64		59.93		60.75	
Límite Líquido (LL) (%)	60.68							



ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO

Anexo 73. Muestra 1 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M1	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	689113.16	9886875.71

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.90	3.75	3.52	3.75	3.52
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.40	3.29	3.12	3.29	3.12
Peso del agua (gr)	0.50	0.46	0.40	0.46	0.40
Peso de la muestra seca (gr)	1.40	1.29	1.12	1.29	1.12
Contenido de humedad (ω) (%)	35.74	35.74	35.75	35.74	35.75
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	35.74				
Límite Plástico (LP) (%)	35.74				
Límite Líquido (LL) (%)	58.96				
Índice Plástico (IP) (%)	23.22				

Anexo 74. Muestra 2 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M2	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	688785.58	9884656.58

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	2.96	3.30	3.56	3.19	3.08
Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.70	2.95	3.14	2.87	2.79
Peso del agua (gr)	0.26	0.35	0.42	0.32	0.29
Peso de la muestra seca (gr)	0.70	0.95	1.14	0.87	0.79
Contenido de humedad (ω) (%)	36.93	36.92	36.91	36.91	36.90
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	36.91				
Límite Plástico (LP) (%)	36.91				
Límite Líquido (LL) (%)	44.06				
Índice Plástico (IP) (%)	7.15				

Anexo 75. Muestra 3 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	688517.27	9882307.56

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	2.85	2.81	2.85	2.94	2.94
Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.66	2.63	2.66	2.73	2.73
Peso del agua (gr)	0.19	0.18	0.19	0.21	0.21
Peso de la muestra seca (gr)	0.66	0.63	0.66	0.73	0.73
Contenido de humedad (ω) (%)	28.79	28.80	28.79	28.77	28.77
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	28.78				
Límite Plástico (LP) (%)	28.78				
Límite Líquido (LL) (%)	40.65				
Índice Plástico (IP) (%)	11.87				

Anexo 76. Muestra 4 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M4	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	687084.15	9878863.00

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	2.84	2.77	2.84	3.03	2.84
Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.61	2.56	2.61	2.75	2.61
Peso del agua (gr)	0.23	0.21	0.23	0.28	0.23
Peso de la muestra seca (gr)	0.61	0.56	0.61	0.75	0.61
Contenido de humedad (ω) (%)	37.46	37.43	37.46	37.43	37.46
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	37.45				
Límite Plástico (LP) (%)	37.45				
Límite Líquido (LL) (%)	47.26				
Índice Plástico (IP) (%)	9.81				

Anexo 77. Muestra 5 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M5	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	689431.93	9879744.45

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	2.86	2.82	2.90	3.09	2.70
Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.64	2.61	2.67	2.81	2.52
Peso del agua (gr)	0.22	0.21	0.23	0.28	0.18
Peso de la muestra seca (gr)	0.64	0.61	0.67	0.81	0.52
Contenido de humedad (ω) (%)	34.38	34.37	34.38	34.40	34.42
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	34.39				
Límite Plástico (LP) (%)	34.39				
Límite Líquido (LL) (%)	39.77				
Índice Plástico (IP) (%)	5.38				

Anexo 78. Muestra 6 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M6	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	689966.18	9881659.67

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.18	3.32	3.32	3.04	3.18
Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.85	2.95	2.95	2.75	2.85
Peso del agua (gr)	0.33	0.37	0.37	0.29	0.33
Peso de la muestra seca (gr)	0.85	0.95	0.95	0.75	0.85
Contenido de humedad (ω) (%)	38.92	38.95	38.95	38.93	38.92
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	38.93				
Límite Plástico (LP) (%)	38.93				
Límite Líquido (LL) (%)	58.88				
Índice Plástico (IP) (%)	19.95				

Anexo 79. Muestra 7 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M7	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	692917.12	9877227.09

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.43	2.94	3.18	3.10	2.94
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.08	2.71	2.89	2.83	2.71
Peso del agua (gr)	0.35	0.23	0.29	0.27	0.23
Peso de la muestra seca (gr)	1.08	0.71	0.89	0.83	0.71
Contenido de humedad (ω) (%)	32.50	32.53	32.51	32.53	32.53
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	32.52				
Límite Plástico (LP) (%)	32.52				
Límite Líquido (LL) (%)	46.60				
Índice Plástico (IP) (%)	14.08				

Anexo 80. Muestra 8 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M8	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	692656.07	9873615.47

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.62	3.62	3.19	3.31	3.15
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.21	3.21	2.89	2.98	2.86
Peso del agua (gr)	0.41	0.41	0.30	0.33	0.29
Peso de la muestra seca (gr)	1.21	1.21	0.89	0.98	0.86
Contenido de humedad (ω) (%)	33.80	33.80	33.78	33.78	33.80
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	33.79				
Límite Plástico (LP) (%)	33.79				
Límite Líquido (LL) (%)	46.21				
Índice Plástico (IP) (%)	12.42				

Anexo 81. Muestra 9 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M9	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	693948.13	9872135.95

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	2.96	2.83	2.96	3.12	3.12
Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.67	2.58	2.67	2.78	2.78
Peso del agua (gr)	0.29	0.25	0.29	0.34	0.34
Peso de la muestra seca (gr)	0.67	0.58	0.67	0.78	0.78
Contenido de humedad (ω) (%)	43.41	43.40	43.41	43.37	43.37
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	43.39				
Límite Plástico (LP) (%)	43.39				
Límite Líquido (LL) (%)	50.20				
Índice Plástico (IP) (%)	6.81				

Anexo 82. Muestra 10 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M10		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016		**Coordenadas:**	695167.72	9869163.37

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.00	3.00	2.85	3.00	3.00
Peso muestra seca + recipiente (gr)	2.73	2.73	2.62	2.73	2.73
Peso del agua (gr)	0.27	0.27	0.23	0.27	0.27
Peso de la muestra seca (gr)	0.73	0.73	0.62	0.73	0.73
Contenido de humedad (ω) (%)	37.19	37.19	37.22	37.19	37.19
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	37.20				
Límite Plástico (LP) (%)	37.20				
Límite Líquido (LL) (%)	49.94				
Índice Plástico (IP) (%)	12.74				

Anexo 83. Muestra 11 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016	**Coordenadas:**	696725.31	9869674.69

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.60	3.60	3.36	3.51	3.24
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.07	3.07	2.91	3.01	2.83
Peso del agua (gr)	0.53	0.53	0.45	0.50	0.41
Peso de la muestra seca (gr)	1.07	1.07	0.91	1.01	0.83
Contenido de humedad (ω) (%)	49.44	49.44	49.45	49.46	49.46
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	49.45				
Límite Plástico (LP) (%)	49.45				
Límite Líquido (LL) (%)	59.11				
Índice Plástico (IP) (%)	9.66				

Anexo 84. Muestra 12 Ensayo Límite Plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M12		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T90 2016		**Coordenadas:**	697737.19	9870146.37

Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso del recipiente (gr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	3.88	4.40	4.40	4.40	4.40
Peso muestra seca + recipiente (gr)	3.31	3.67	3.67	3.67	3.67
Peso del agua (gr)	0.57	0.73	0.73	0.73	0.73
Peso de la muestra seca (gr)	1.31	1.67	1.67	1.67	1.67
Contenido de humedad (ω) (%)	43.61	43.61	43.61	43.61	43.61
Promedio contenido de humedad (ω) (%)	43.61				
Límite Plástico (LP) (%)	43.61				
Límite Líquido (LL) (%)	60.68				
Índice Plástico (IP) (%)	17.07				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Anexo 85. Muestra 1 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

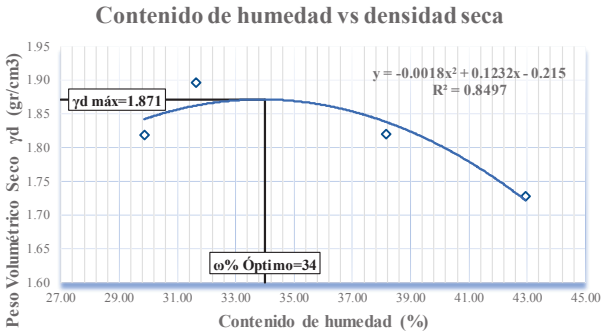
Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M1	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	689113.16	9886875.71	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	30%	35%	40%	45%	%
P. molde+Suelo húmedo	19644	19933	19969	19876	g
Peso suelo húmedo Wm	5007	5296	5332	5239	g
Peso unitario húmedo γm	2.361	2.497	2.514	2.471	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M10	M8	-
Peso del recipiente Wr	7.39	7.99	8.19	8.20	8.15	11.99	11.70	12.09	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	107.89	63.95	107.13	84.99	109.71	93.47	154.88	124.40	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	84.94	50.99	83.64	66.30	81.49	71.10	112.35	90.29	g
Peso de la muestra seca (Ws)	77.55	43.00	75.45	58.10	73.34	59.11	100.65	78.20	g
Peso del agua (Ww)	22.95	12.96	23.49	18.69	28.23	22.37	42.53	34.11	g
Contenido de humedad (ω)	29.59	30.13	31.13	32.16	38.49	37.85	42.25	43.62	%
Promedio contenido de humedad (ω)	29.86		31.65		38.17		42.93		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.818		1.897		1.820		1.728		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	34.00	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.871	g/cm³



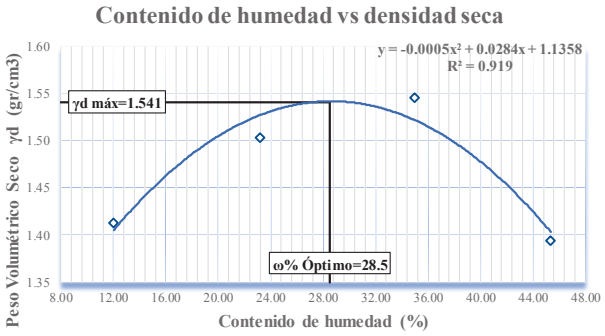
Anexo 86. Muestra 2 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M2	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	688785.58	9884656.58	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		g
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1		2		3		4		-
Humedad inicial añadida	15%		25%		35%		45%		%
P. molde+Suelo húmedo	17994		18566		19062		18935		g
Peso suelo húmedo Wm	3357		3929		4425		4298		g
Peso unitario húmedo γm	1.583		1.853		2.087		2.027		g/cm³
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	115.02	93.54	143.20	109.81	135.29	113.17	121.70	107.99	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	102.94	83.86	116.44	89.96	100.92	84.71	84.97	74.97	g
Peso de la muestra seca (Ws)	99.94	80.86	113.44	86.96	97.92	81.71	81.97	71.97	g
Peso del agua (Ww)	12.07	9.68	26.76	19.85	34.37	28.46	36.73	33.02	g
Contenido de humedad (ω)	12.08	11.97	23.59	22.82	35.10	34.83	44.81	45.87	%
Promedio contenido de humedad (ω)	12.03		23.21		34.97		45.34		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.413		1.504		1.546		1.395		g/cm³
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω	28.50								%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.541								g/cm³



Anexo 87. Muestra 3 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

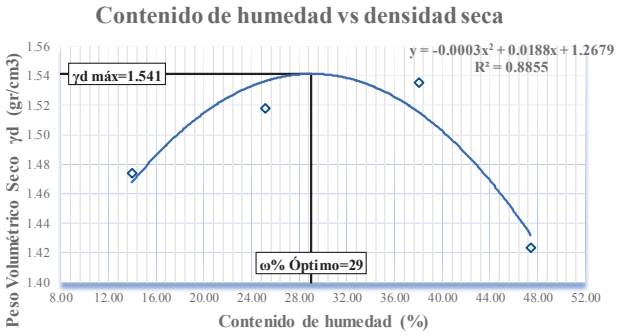
Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	688517.27	9882307.56	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	15%	15%	35%	45%	%
P. molde+Suelo húmedo	18200	18665	19131	19087	g
Peso suelo húmedo Wm	3563	4028	4494	4450	g
Peso unitario húmedo γm	1.680	1.899	2.119	2.098	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	131.71	122.74	144.01	115.00	135.39	119.21	150.49	123.03	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	116.40	107.63	116.18	92.12	99.20	86.94	104.46	83.30	g
Peso de la muestra seca (Ws)	113.40	104.63	113.18	89.12	96.20	83.94	101.46	80.30	g
Peso del agua (Ww)	15.31	15.11	27.84	22.88	36.19	32.27	46.03	39.73	g
Contenido de humedad (ω)	13.50	14.44	24.60	25.67	37.62	38.44	45.37	49.48	%
Promedio contenido de humedad (ω)	13.97		25.13		38.03		47.42		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.474		1.518		1.535		1.423		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	29.00	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.541	g/cm³



Anexo 88. Muestra 4 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

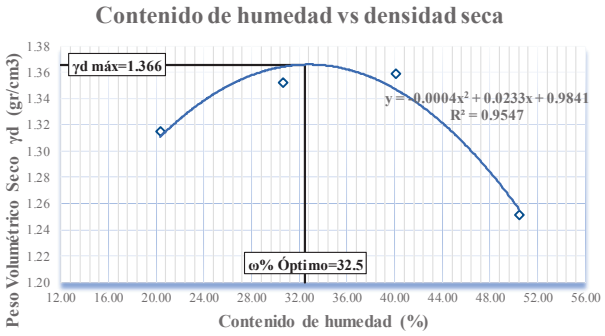
Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M4	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	687084.15	9878863.00	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	20%	30%	40%	50%	%
P. molde+Suelo húmedo	17993	18383	18676	18630	g
Peso suelo húmedo Wm	3356	3746	4039	3993	g
Peso unitario húmedo γm	1.583	1.766	1.905	1.883	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	125.88	105.11	146.22	119.01	144.90	115.25	131.80	106.79	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	105.32	87.66	112.90	91.58	103.55	83.67	89.04	71.65	g
Peso de la muestra seca (Ws)	102.32	84.66	109.90	88.58	100.55	80.67	86.04	68.65	g
Peso del agua (Ww)	20.57	17.45	33.32	27.43	41.35	31.58	42.76	35.14	g
Contenido de humedad (ω)	20.10	20.61	30.31	30.97	41.12	39.15	49.70	51.18	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20.35		30.64		40.14		50.44		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.315		1.352		1.359		1.252		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	32.50	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.366	g/cm³



Anexo 89. Muestra 5 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

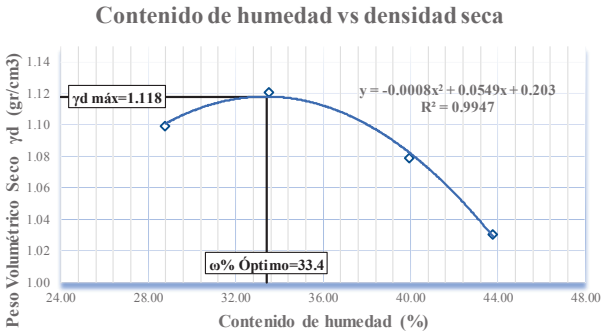
"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M5	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	689431.93	9879744.45	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000	6000		6000		6000		g
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2		3		4		-
Humedad inicial añadida	30%	35%		40%		45%		%
P. molde+Suelo húmedo	17640	17811		17839		17779		g
Peso suelo húmedo Wm	3003	3174		3202		3142		g
Peso unitario húmedo γm	1.416	1.497		1.510		1.482		g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	46.91	51.31	70.67	78.96	68.41	86.76	78.48	92.08	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	37.11	40.50	53.58	60.00	49.62	63.00	55.56	64.90	g
Peso de la muestra seca (Ws)	34.11	37.50	50.58	57.00	46.62	60.00	52.56	61.90	g
Peso del agua (Ww)	9.80	10.81	17.09	18.96	18.79	23.76	22.92	27.18	g
Contenido de humedad (ω)	28.73	28.83	33.79	33.26	40.31	39.61	43.61	43.91	%
Promedio contenido de humedad (ω)	28.78		33.53		39.96		43.76		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.100		1.121		1.079		1.031		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	33.40	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.118	g/cm³



Anexo 90. Muestra 6 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

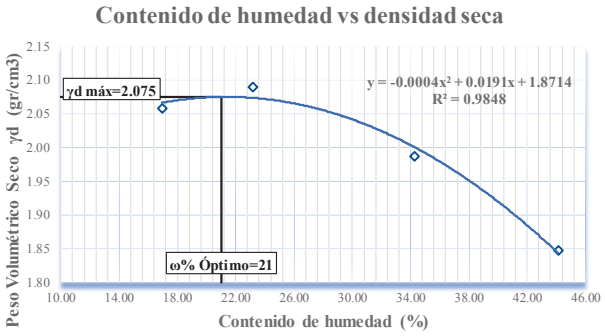
Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M6	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	689966.18	9881659.67	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000	6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	15%	25%	35%	45%	%
P. molde+Suelo húmedo	19741	20097	20296	20283	g
Peso suelo húmedo Wm	5104	5460	5659	5646	g
Peso unitario húmedo γm	2.407	2.575	2.669	2.662	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	132.13	120.42	115.25	107.62	130.19	114.37	130.12	115.23	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	113.50	102.93	94.46	87.11	97.52	85.45	90.51	80.66	g
Peso de la muestra seca (Ws)	111.90	101.33	92.86	85.51	95.92	83.85	88.91	79.06	g
Peso del agua (Ww)	18.62	17.49	20.79	20.51	32.67	28.92	39.60	34.57	g
Contenido de humedad (ω)	16.64	17.26	22.39	23.98	34.06	34.49	44.54	43.73	%
Promedio contenido de humedad (ω)	16.95		23.19		34.28		44.14		%
Peso Volumétrico Seco γd	2.058		2.090		1.987		1.847		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	21.00	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	2.075	g/cm³



Anexo 91. Muestra 7 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

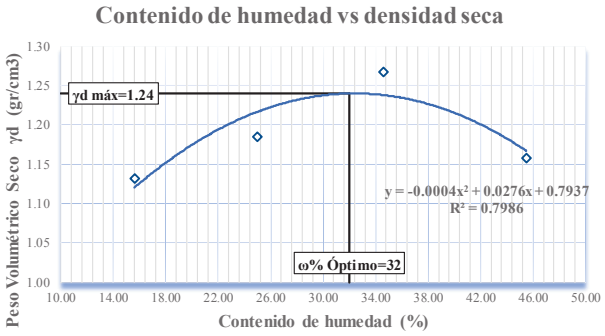
Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M7	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	692917.12	9877227.09	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	15%	25%	35%	45%	%
P. molde+Suelo húmedo	17412	17777	18255	18210	g
Peso suelo húmedo Wm	2775	3140	3618	3573	g
Peso unitario húmedo γm	1.309	1.481	1.706	1.685	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	95.69	84.02	111.48	102.81	110.81	102.09	122.82	110.89	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	83.42	72.84	89.85	82.81	84.15	75.66	85.63	76.90	g
Peso de la muestra seca (Ws)	80.42	69.84	86.85	79.81	81.15	72.66	82.63	73.90	g
Peso del agua (Ww)	12.27	11.18	21.62	20.00	26.66	26.43	37.19	33.99	g
Contenido de humedad (ω)	15.26	16.01	24.90	25.06	32.85	36.37	45.01	45.99	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.63		24.98		34.61		45.50		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.132		1.185		1.267		1.158		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	32.00	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.240	g/cm³



Anexo 92. Muestra 8 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

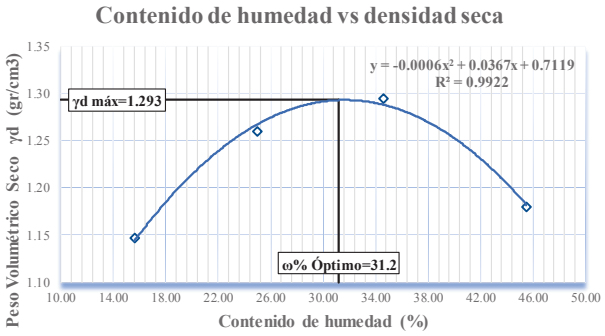
Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M8	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	692656.07	9873615.47	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	15%	25%	35%	45%	%
P. molde+Suelo húmedo	17449	17976	18333	18277	g
Peso suelo húmedo Wm	2812	3339	3696	3640	g
Peso unitario húmedo γm	1.326	1.575	1.743	1.717	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	95.69	84.02	111.48	102.81	110.81	102.09	122.82	110.89	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	83.42	72.84	89.85	82.81	84.15	75.66	85.63	76.90	g
Peso de la muestra seca (Ws)	80.42	69.84	86.85	79.81	81.15	72.66	82.63	73.90	g
Peso del agua (Ww)	12.27	11.18	21.62	20.00	26.66	26.43	37.19	33.99	g
Contenido de humedad (ω)	15.26	16.01	24.90	25.06	32.85	36.37	45.01	45.99	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.63		24.98		34.61		45.50		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.147		1.260		1.295		1.180		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	31.20	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.293	g/cm³



Anexo 93. Muestra 9 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

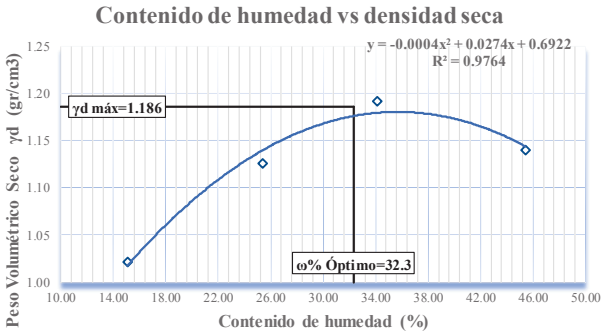
Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M9	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	693948.13	9872135.95	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	15%	25%	35%	45%	%
P. molde+Suelo húmedo	17130	17632	18028	18154	g
Peso suelo húmedo Wm	2493	2995	3391	3517	g
Peso unitario húmedo γm	1.176	1.412	1.599	1.659	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	112.36	102.28	105.14	111.09	109.56	114.80	140.38	142.24	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	98.08	89.23	84.63	89.05	82.29	86.50	97.69	98.53	g
Peso de la muestra seca (Ws)	95.08	86.23	81.63	86.05	79.29	83.50	94.69	95.53	g
Peso del agua (Ww)	14.28	13.05	20.51	22.04	27.26	28.30	42.70	43.71	g
Contenido de humedad (ω)	15.02	15.13	25.13	25.62	34.38	33.89	45.09	45.76	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15.07		25.37		34.14		45.42		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.022		1.127		1.192		1.140		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	32.30	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.186	g/cm³



Anexo 94. Muestra 10 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

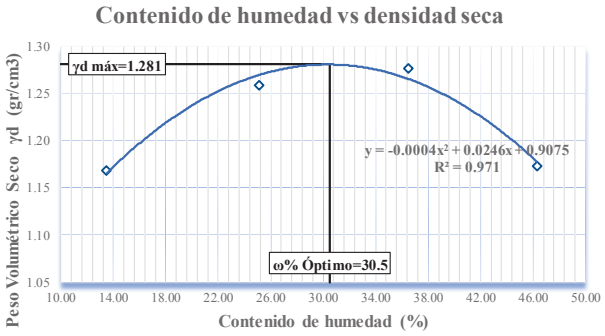
Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M10	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	695167.72	9869163.37	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	15%	25%	35%	45%	%
P. molde+Suelo húmedo	17449	17976	18333	18277	g
Peso suelo húmedo Wm	2812	3339	3696	3640	g
Peso unitario húmedo γm	1.326	1.575	1.743	1.717	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	131.57	111.08	115.90	120.70	137.00	140.77	158.06	132.74	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	116.23	98.31	93.02	97.34	101.43	103.69	109.77	91.03	g
Peso de la muestra seca (Ws)	113.23	95.31	90.02	94.34	98.43	100.69	106.77	88.03	g
Peso del agua (Ww)	15.34	12.77	22.87	23.36	35.57	37.08	48.28	41.71	g
Contenido de humedad (ω)	13.55	13.40	25.41	24.76	36.13	36.83	45.22	47.38	%
Promedio contenido de humedad (ω)	13.47		25.08		36.48		46.30		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.169		1.259		1.277		1.173		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	30.50	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.281	g/cm³



Anexo 95. Muestra 11 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

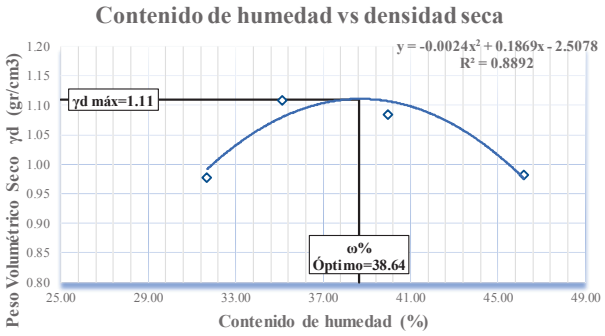
Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	696725.31	9869674.69	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000	6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	30%	35%	40%	45%	%
P. molde+Suelo húmedo	17369	17814	17858	17680	g
Peso suelo húmedo Wm	2732	3177	3221	3043	g
Peso unitario húmedo γm	1.288	1.498	1.519	1.435	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	115.92	65.42	105.85	71.94	95.73	69.03	91.43	52.00	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	89.13	50.19	78.74	54.29	68.67	50.59	63.56	36.49	g
Peso de la muestra seca (Ws)	86.13	47.19	75.74	51.29	65.67	47.59	60.56	33.49	g
Peso del agua (Ww)	26.79	15.23	27.12	17.65	27.06	18.44	27.87	15.51	g
Contenido de humedad (ω)	31.10	32.27	35.80	34.41	41.20	38.75	46.03	46.32	%
Promedio contenido de humedad (ω)	31.69		35.11		39.98		46.18		%
Peso Volumétrico Seco γd	0.978		1.109		1.085		0.982		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	38.64	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.110	g/cm³



Anexo 96. Muestra 12 Ensayo de Compactación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

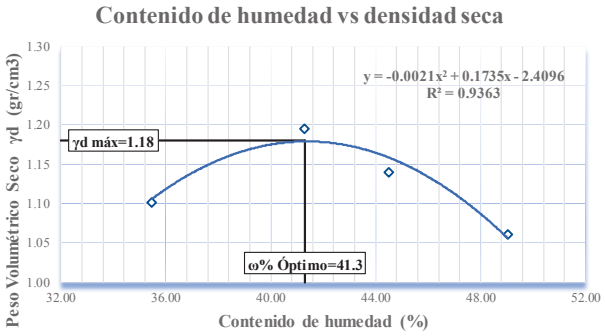
Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm	
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100	cm	
Norma:	AASHTO T 180 2018	**Coordenadas:**	697737.19	9870146.37	

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída		18"	Peso del Molde		14637	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo		10 lb	Volumen del Molde		2120.58	cm³	-
Energía de Compactación	55986			lb pie/pie³	Øint	15	h	12	cm
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		g

PROCESO DE COMPACTACIÓN					
Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	35%	40%	45%	40%	%
P. molde+Suelo húmedo	17803	18218	18132	17990	g
Peso suelo húmedo Wm	3166	3581	3495	3353	g
Peso unitario húmedo γm	1.493	1.689	1.648	1.581	g/cm³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	-
Peso del recipiente Wr	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	67.55	70.90	73.36	74.40	77.39	80.37	81.63	91.55	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	50.78	52.99	52.65	53.69	54.73	56.29	55.84	62.32	g
Peso de la muestra seca (Ws)	47.78	49.99	49.65	50.69	51.73	53.29	52.84	59.32	g
Peso del agua (Ww)	16.77	17.91	20.71	20.71	22.65	24.08	25.79	29.23	g
Contenido de humedad (ω)	35.09	35.83	41.71	40.85	43.79	45.19	48.80	49.27	%
Promedio contenido de humedad (ω)	35.46		41.28		44.49		49.03		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.102		1.195		1.141		1.061		g/cm³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA		
Cont. Humedad óptimo ω	41.30	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1.180	g/cm³



ENSAYO CBR

Anexo 97. Muestra 1 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M1		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	689113.16	9886875.71

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.871	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	34.00	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	18201		16295		17496		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	5734		5540		5040		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	2.488		2.449		2.216		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	126.30	113.06	128.31	107.17	119.97	98.56	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	90.15	88.98	93.10	83.02	86.38	78.39	g
Peso del agua (Ww)	36.15	24.07	35.21	24.15	33.59	20.17	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	88.15	86.98	91.10	81.02	84.38	76.39	g
Contenido de humedad (ω)	41.01	27.68	38.65	29.81	39.81	26.40	%
Promedio contenido de humedad (ω)	34.35		34.23		33.11		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.852		1.825		1.665		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	18318		16448		17726		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	5851		5693		5270		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	2.539		2.517		2.317		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	118.901	107.616	96.790	72.008	67.115	61.919	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	76.396	74.123	62.456	54.390	44.409	51.363	g
Peso del agua (Ww)	42.505	33.493	34.334	17.618	22.706	10.556	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	74.40	72.12	60.46	52.39	42.41	49.36	g
Contenido de humedad (ω)	57.13	46.44	56.79	33.63	53.54	21.38	%
Promedio contenido de humedad (ω)	51.79		45.21		37.46		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

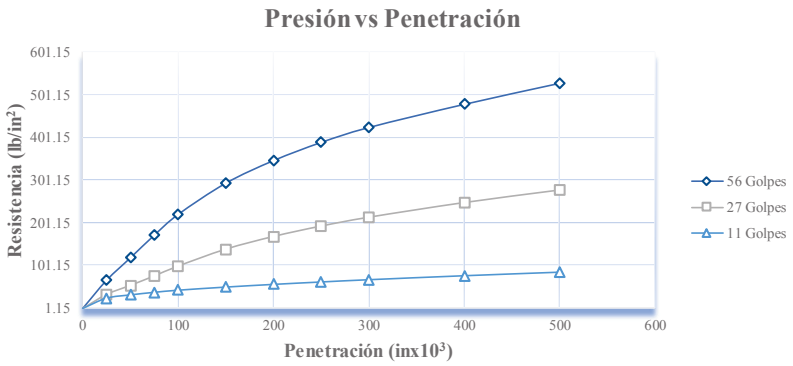
Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M1	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	689113.16	9886875.7

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	198.0	66.0	98.0	32.7	72.0	24.0
1.27	50	356.0	118.7	162.0	54.0	95.0	31.7
1.91	75	515.0	171.7	228.0	76.0	113.0	37.7
2.54	100	661.0	220.3	297.0	99.0	128.0	42.7
3.81	150	881.0	293.7	416.0	138.7	150.0	50.0
5.08	200	1040.0	346.7	505.0	168.3	169.0	56.3
6.35	250	1168.0	389.3	578.0	192.7	186.0	62.0
7.62	300	1273.0	424.3	640.0	213.3	202.0	67.3
10.16	400	1436.0	478.7	743.0	247.7	230.0	76.7
12.7	500	1584.0	528.0	831.0	277.0	255.0	85.0

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	220.3	99.0	42.7	22.03	9.90	4.27
0.2	1500	346.7	168.3	56.3	23.11	11.22	3.76

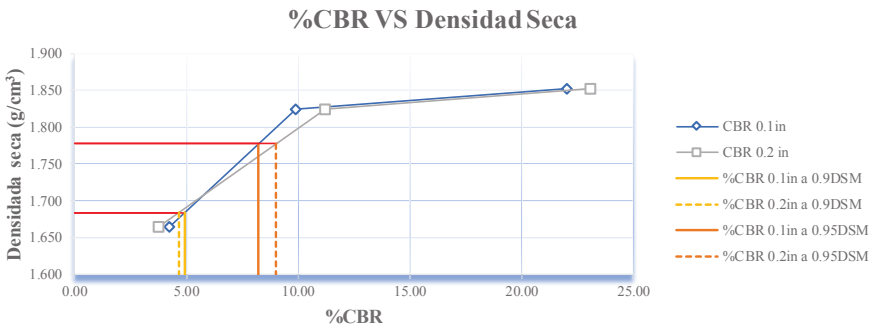


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M1	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	689113.16 | 9886875.7

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	22.03	9.90	4.27
	0.2"	23.11	11.22	3.76
Densida Seca	g/cm3	1.852	1.825	1.665



Densidad seca máx :	1.871	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.684	4.94	4.65	4.94
95% DSM=	1.777	8.24	9.02	9.02

CBR=9.02%

Anexo 98. Muestra 2 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M2		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	688785.58	9884656.58

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.541	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	28.50	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	16995		15132		16479		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4528		4377		4023		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.965		1.935		1.769		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	127.28	112.78	121.90	102.89	115.07	86.57	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	93.25	94.10	89.70	85.51	84.80	71.64	g
Peso del agua (Ww)	34.03	18.69	32.19	17.38	30.27	14.94	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	91.25	92.10	87.70	83.51	82.80	69.64	g
Contenido de humedad (ω)	37.29	20.29	36.71	20.82	36.55	21.45	%
Promedio contenido de humedad (ω)	28.79		28.77		29.00		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.526		1.503		1.371		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	17152		15320		16734		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4685		4565		4278		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	2.033		2.018		1.881		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	106.632	88.194	107.404	95.188	110.193	79.352	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	78.396	73.573	75.686	81.560	75.439	70.643	g
Peso del agua (Ww)	31.797	5.779	31.718	13.628	31.193	17.551	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	76.40	71.57	73.69	79.56	73.44	68.64	g
Contenido de humedad (ω)	41.62	8.07	43.04	17.13	42.47	25.57	%
Promedio contenido de humedad (ω)	24.85		30.09		34.02		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

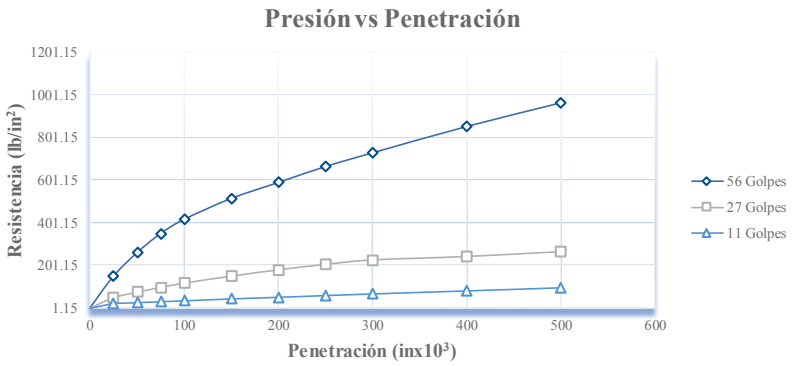
Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M2	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	688785.58	9884656.6

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	449.0	149.7	147.0	49.0	63.0	21.0
1.27	50	780.0	260.0	225.0	75.0	78.0	26.0
1.91	75	1050.0	350.0	291.0	97.0	92.0	30.7
2.54	100	1250.0	416.7	353.0	117.7	104.0	34.7
3.81	150	1545.0	515.0	450.0	150.0	131.0	43.7
5.08	200	1770.0	590.0	539.0	179.7	153.0	51.0
6.35	250	1994.0	664.7	615.0	205.0	177.0	59.0
7.62	300	2187.0	729.0	678.0	226.0	200.0	66.7
10.16	400	2558.0	852.7	726.0	242.0	242.0	80.7
12.7	500	2891.0	963.7	794.0	264.7	285.0	95.0

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	416.7	117.7	34.7	41.67	11.77	3.47
0.2	1500	590.0	179.7	51.0	39.33	11.98	3.40

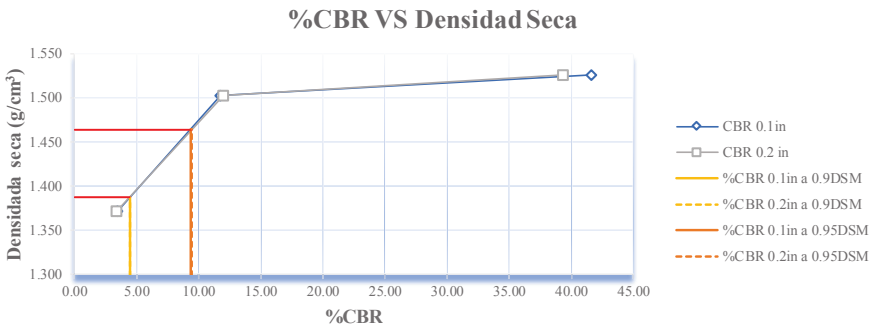


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M2	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	688785.58 | 9884656.6

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	41.67	11.77	3.47
	0.2"	39.33	11.98	3.40
Densida Seca	g/cm3	1.526	1.503	1.371



Densidad seca máx :	1.541	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.387	4.46	4.42	4.46
95% DSM=	1.464	9.32	9.45	9.45

CBR=9.45%

Anexo 99. Muestra 3 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M3		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	688517.27	9882307.56

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.541	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	29.00	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	17012		15125		16450		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4545		4370		3994		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.972		1.932		1.756		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	91.55	72.36	85.11	80.05	88.04	69.28	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	66.05	61.23	61.94	67.88	64.36	58.97	g
Peso del agua (Ww)	25.50	11.13	23.18	12.18	23.68	10.32	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	64.05	59.23	59.94	65.88	62.36	56.97	g
Contenido de humedad (ω)	39.80	18.78	38.67	18.48	37.97	18.11	%
Promedio contenido de humedad (ω)	29.29		28.58		28.04		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.525		1.503		1.372		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	17466		15469		16877		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4999		4714		4421		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	2.169		2.084		1.944		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	110.169	88.242	107.411	92.359	106.661	75.557	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	77.604	72.831	74.924	80.738	74.677	69.930	g
Peso del agua (Ww)	32.565	15.411	32.487	11.621	31.984	5.627	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	75.60	70.83	72.92	78.74	72.68	67.93	g
Contenido de humedad (ω)	43.07	21.76	44.55	14.76	44.01	8.28	%
Promedio contenido de humedad (ω)	32.42		29.66		26.15		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

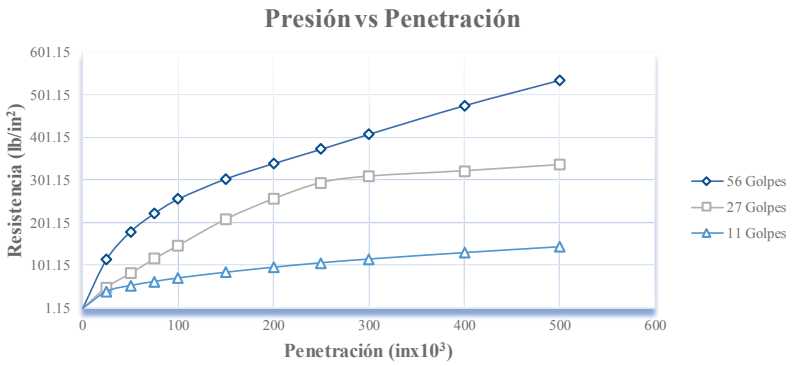
Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	688517.27	9882307.6

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	344.0	114.7	148.0	49.3	119.0	39.7
1.27	50	538.0	179.3	245.0	81.7	160.0	53.3
1.91	75	666.0	222.0	348.0	116.0	188.0	62.7
2.54	100	768.0	256.0	441.0	147.0	213.0	71.0
3.81	150	910.0	303.3	626.0	208.7	253.0	84.3
5.08	200	1018.0	339.3	769.0	256.3	288.0	96.0
6.35	250	1119.0	373.0	883.0	294.3	319.0	106.3
7.62	300	1224.0	408.0	928.0	309.3	345.0	115.0
10.16	400	1425.0	475.0	966.0	322.0	390.0	130.0
12.7	500	1604.0	534.7	1009.0	336.3	431.0	143.7

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	256.0	147.0	71.0	25.60	14.70	7.10
0.2	1500	339.3	256.3	96.0	22.62	17.09	6.40

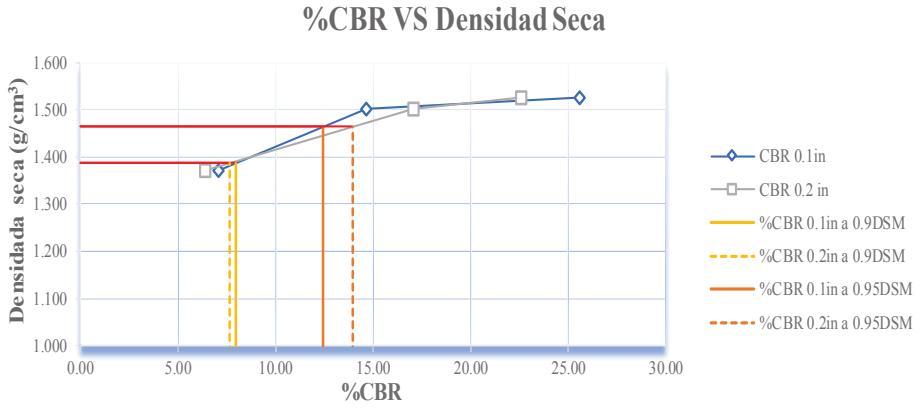


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	La Piedacita-Calope de Muñoz	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M3	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	688517.27 | 9882307.6

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	25.60	14.70	7.10
	0.2"	22.62	17.09	6.40
Densida Seca	g/cm3	1.525	1.503	1.372



Densidad seca máx :	1.541	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.387	7.99	7.65	7.99
95% DSM=	1.464	12.46	13.94	13.94

CBR=13.94%

Anexo 100. Muestra 4 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M4		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	687084.15	9878863.00

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.366	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	32.50	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	16606		14745		16063		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4139		3990		3607		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.796		1.764		1.586		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	103.75	92.62	95.85	81.55	68.95	51.38	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	78.58	70.24	72.69	62.17	52.75	39.43	g
Peso del agua (Ww)	25.17	22.38	23.16	19.38	16.20	11.96	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	76.58	68.24	70.69	60.17	50.75	37.43	g
Contenido de humedad (ω)	32.86	32.79	32.76	32.20	31.92	31.94	%
Promedio contenido de humedad (ω)	32.83		32.48		31.93		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.352		1.331		1.202		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	17017		15356		16702		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4550		4601		4246		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.974		2.034		1.867		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	84.395	74.752	81.613	60.872	108.600	73.261	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	57.222	50.886	52.942	43.430	68.608	60.796	g
Peso del agua (Ww)	27.173	23.866	28.671	17.442	39.992	12.465	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	55.22	48.89	50.94	41.43	66.61	58.80	g
Contenido de humedad (ω)	49.21	48.82	56.28	42.10	60.04	21.20	%
Promedio contenido de humedad (ω)	49.02		49.19		40.62		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

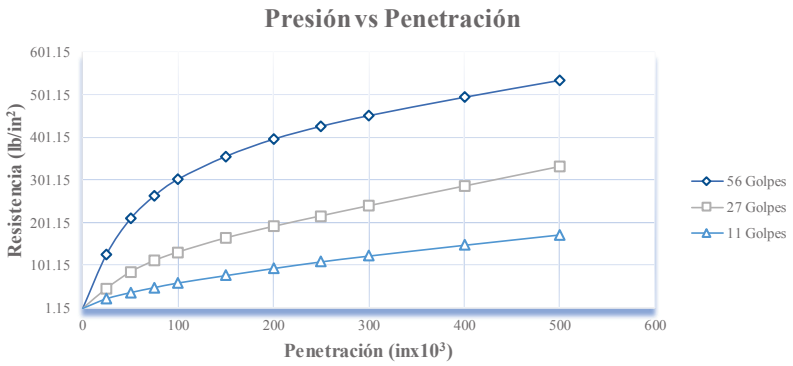
Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M4	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	687084.15	9878863

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	381.0	127.0	141.0	47.0	68.0	22.7
1.27	50	630.0	210.0	256.0	85.3	111.0	37.0
1.91	75	791.0	263.7	336.0	112.0	146.0	48.7
2.54	100	909.0	303.0	396.0	132.0	179.0	59.7
3.81	150	1069.0	356.3	495.0	165.0	231.0	77.0
5.08	200	1190.0	396.7	576.0	192.0	281.0	93.7
6.35	250	1281.0	427.0	650.0	216.7	328.0	109.3
7.62	300	1356.0	452.0	721.0	240.3	369.0	123.0
10.16	400	1485.0	495.0	859.0	286.3	445.0	148.3
12.7	500	1604.0	534.7	996.0	332.0	518.0	172.7

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	303.0	132.0	59.7	30.30	13.20	5.97
0.2	1500	396.7	192.0	93.7	26.44	12.80	6.24

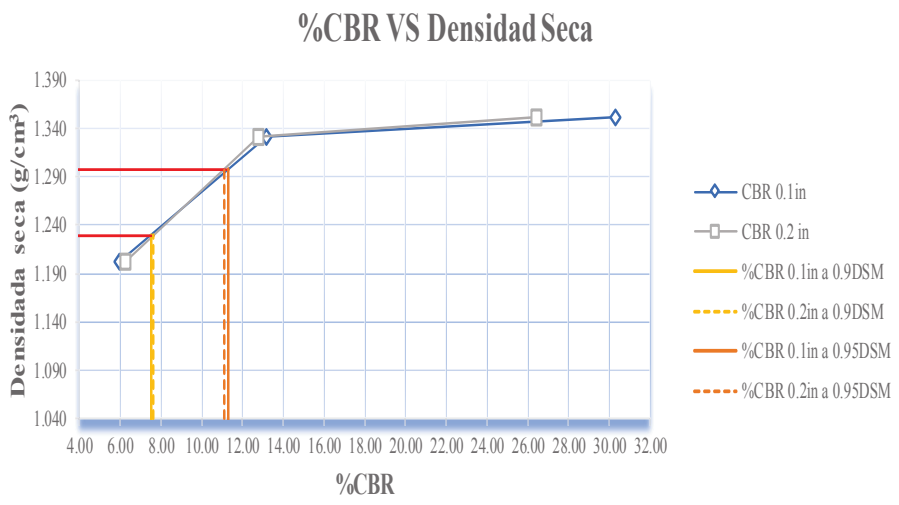


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M4	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	687084.15 | 9878863

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	30.30	13.20	5.97
	0.2"	26.44	12.80	6.24
Densida Seca	g/cm3	1.352	1.331	1.202



Densidad seca máx :	1.366	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.229	7.49	7.62	7.62
95% DSM=	1.298	11.31	11.09	11.31

CBR=11.31%

Anexo 101. Muestra 5 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M5		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	689431.93	9879744.45

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.110	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	38.64	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	15988		14125		15529		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	3521		3370		3073		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.528		1.490		1.351		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	114.65	126.26	103.10	129.21	115.65	131.46	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	88.64	85.93	80.43	88.89	89.84	89.87	g
Peso del agua (Ww)	26.01	40.33	22.66	40.32	25.81	41.59	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	86.64	83.93	78.43	86.89	87.84	87.87	g
Contenido de humedad (ω)	30.02	48.04	28.90	46.40	29.39	47.33	%
Promedio contenido de humedad (ω)	39.03		37.65		38.36		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.099		1.082		0.977		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	16297		14413		16002		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	3830		3658		3546		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.662		1.617		1.559		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	104.772	129.741	116.224	121.704	112.621	102.304	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	73.342	78.946	78.192	77.310	75.238	73.946	g
Peso del agua (Ww)	31.430	50.795	38.032	44.394	37.383	28.358	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	71.34	76.95	76.19	75.31	73.24	71.95	g
Contenido de humedad (ω)	44.06	66.01	49.92	58.95	51.04	39.42	%
Promedio contenido de humedad (ω)	55.04		54.44		45.23		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

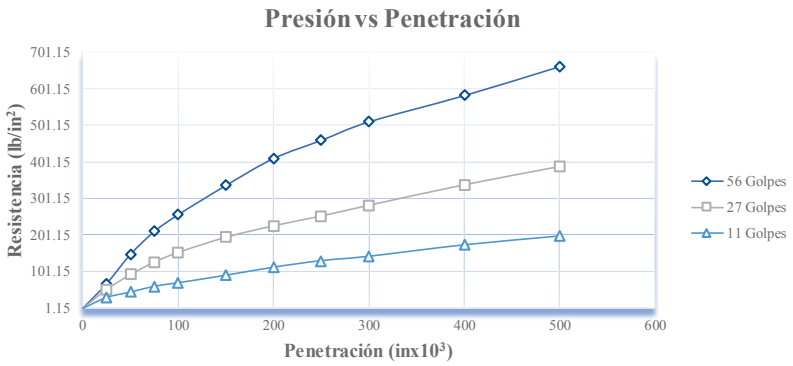
Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M5	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	689431.93	9879744.5

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	203.0	67.7	155.0	51.7	89.0	29.7
1.27	50	443.0	147.7	277.0	92.3	133.0	44.3
1.91	75	631.0	210.3	379.0	126.3	180.0	60.0
2.54	100	769.0	256.3	458.0	152.7	209.0	69.7
3.81	150	1009.0	336.3	583.0	194.3	270.0	90.0
5.08	200	1231.0	410.3	677.0	225.7	336.0	112.0
6.35	250	1380.0	460.0	757.0	252.3	389.0	129.7
7.62	300	1532.0	510.7	845.0	281.7	425.0	141.7
10.16	400	1748.0	582.7	1013.0	337.7	518.0	172.7
12.7	500	1986.0	662.0	1163.0	387.7	590.0	196.7

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	256.3	152.7	69.7	25.63	15.27	6.97
0.2	1500	410.3	225.7	112.0	27.36	15.04	7.47

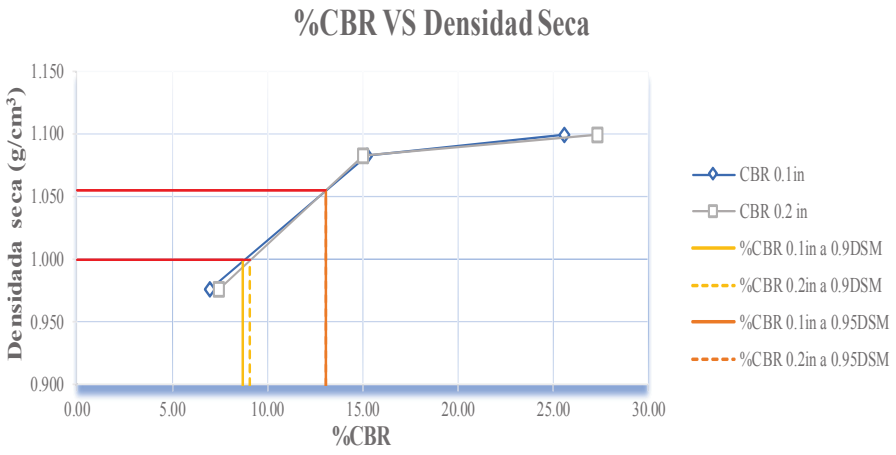


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M5	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	689431.93 | 9879744.5

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	25.63	15.27	6.97
	0.2"	27.36	15.04	7.47
Densida Seca	g/cm3	1.099	1.082	0.977



Densidad seca máx :	1.110	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	0.999	8.73	9.07	9.07
95% DSM=	1.055	13.08	13.05	13.08

CBR=13.08%

Anexo 102. Muestra 6 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M6		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	689966.18	9881659.67

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	2.075	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	21.00	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	18205		16304		17469		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	5738		5549		5013		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	2.490		2.453		2.204		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	95.16	75.56	108.51	72.78	86.76	72.48	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	71.78	69.53	81.62	67.10	65.79	66.95	g
Peso del agua (Ww)	23.38	6.02	26.88	5.68	20.98	5.53	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	69.78	67.53	79.62	65.10	63.79	64.95	g
Contenido de humedad (ω)	33.50	8.92	33.76	8.72	32.89	8.51	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21.21		21.24		20.70		%
Peso Volumétrico Seco γd	2.054		2.023		1.826		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	18505		17023		18340		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	6038		6268		5884		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	2.620		2.771		2.587		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	110.169	82.243	107.411	86.258	106.661	70.916	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	77.604	72.831	74.924	80.738	74.677	69.930	g
Peso del agua (Ww)	32.565	9.412	32.487	5.520	31.984	0.986	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	75.60	70.83	72.92	78.74	72.68	67.93	g
Contenido de humedad (ω)	43.07	13.29	44.55	7.01	44.01	1.45	%
Promedio contenido de humedad (ω)	28.18		25.78		22.73		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

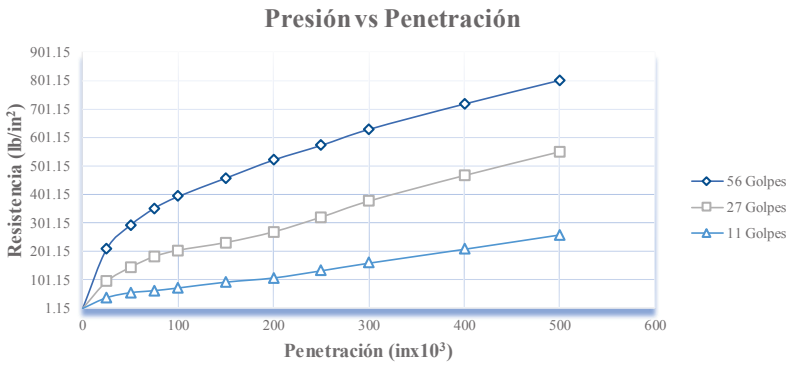
Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M6	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	689966.18	9881659.7

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	626.0	208.7	283.0	94.3	113.0	37.7
1.27	50	878.0	292.7	433.0	144.3	166.0	55.3
1.91	75	1056.0	352.0	546.0	182.0	188.0	62.7
2.54	100	1181.0	393.7	612.0	204.0	216.0	72.0
3.81	150	1375.0	458.3	694.0	231.3	278.0	92.7
5.08	200	1566.0	522.0	806.0	268.7	322.0	107.3
6.35	250	1721.0	573.7	961.0	320.3	398.0	132.7
7.62	300	1890.0	630.0	1130.0	376.7	479.0	159.7
10.16	400	2158.0	719.3	1399.0	466.3	626.0	208.7
12.7	500	2408.0	802.7	1649.0	549.7	778.0	259.3

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	393.7	204.0	72.0	39.37	20.40	7.20
0.2	1500	522.0	268.7	107.3	34.80	17.91	7.16

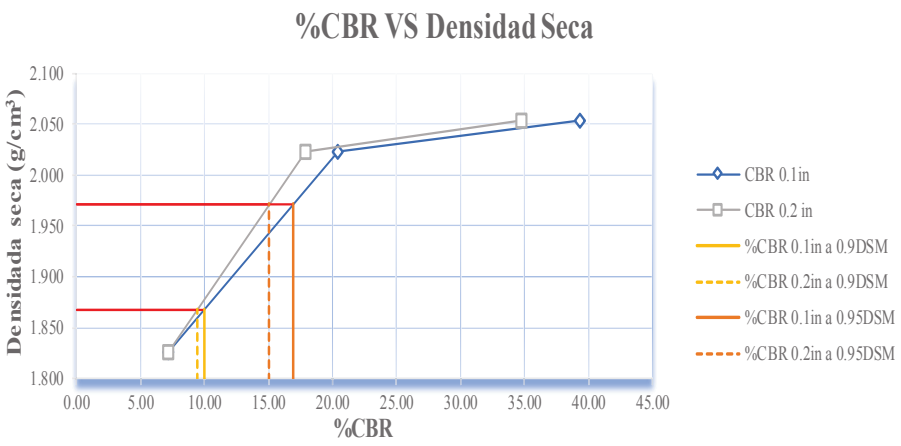


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Oro Verde- El Limón	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M6	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	689966.18 | 9881659.7

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	39.37	20.40	7.20
	0.2"	34.80	17.91	7.16
Densida Seca	g/cm3	2.054	2.023	1.826



Densidad seca máx :	2.075	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.868	9.97	9.41	9.97
95% DSM=	1.971	16.91	15.07	16.91

CBR=16.91%

Anexo 103. Muestra 7 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M7		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	692917.12	9877227.09

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.240	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	32.00	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	16438		14367		15713		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	3971		3612		3257		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.723		1.597		1.432		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	94.87	89.37	104.73	96.81	95.91	84.33	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	70.88	69.30	78.59	74.87	72.44	65.73	g
Peso del agua (Ww)	23.99	20.07	26.14	21.94	23.48	18.60	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	68.88	67.30	76.59	72.87	70.44	63.73	g
Contenido de humedad (ω)	34.83	29.81	34.13	30.11	33.33	29.19	%
Promedio contenido de humedad (ω)	32.32		32.12		31.26		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.302		1.209		1.091		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	16917		14822		16145		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4450		4067		3689		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.931		1.798		1.622		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	77.110	66.464	60.974	64.037	93.162	69.270	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	53.752	48.846	41.942	49.880	61.618	60.226	g
Peso del agua (Ww)	23.358	17.618	19.032	14.157	31.544	9.044	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	51.75	46.85	39.94	47.88	59.62	58.23	g
Contenido de humedad (ω)	45.13	37.61	47.65	29.57	52.91	15.53	%
Promedio contenido de humedad (ω)	41.37		38.61		34.22		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

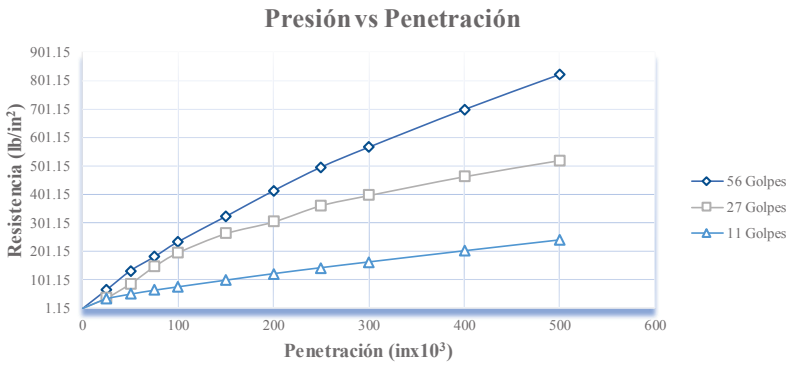
Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M7	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	692917.12	9877227.1

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	196.0	65.3	109.0	36.3	99.0	33.0
1.27	50	396.0	132.0	259.0	86.3	149.0	49.7
1.91	75	543.0	181.0	439.0	146.3	190.0	63.3
2.54	100	702.0	234.0	587.0	195.7	226.0	75.3
3.81	150	968.0	322.7	789.0	263.0	296.0	98.7
5.08	200	1239.0	413.0	913.0	304.3	364.0	121.3
6.35	250	1488.0	496.0	1085.0	361.7	427.0	142.3
7.62	300	1698.0	566.0	1192.0	397.3	487.0	162.3
10.16	400	2094.0	698.0	1391.0	463.7	604.0	201.3
12.7	500	2463.0	821.0	1562.0	520.7	718.0	239.3

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	234.0	195.7	75.3	23.40	19.57	7.53
0.2	1500	413.0	304.3	121.3	27.53	20.29	8.09

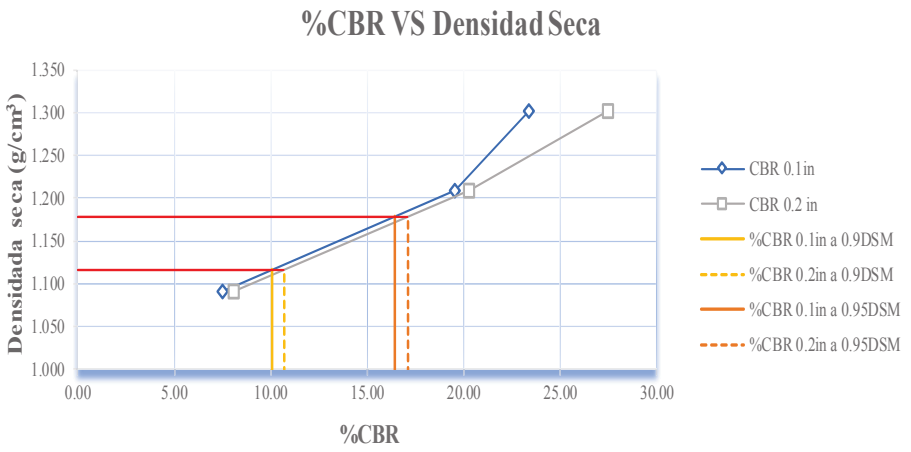


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M7	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	692917.12 | 9877227.1

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	23.40	19.57	7.53
	0.2"	27.53	20.29	8.09
Densida Seca	g/cm3	1.302	1.209	1.091



Densidad seca máx :	1.240	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.116	10.09	10.68	10.68
95% DSM=	1.178	16.43	17.11	17.11

CBR=17.11%

Anexo 104. Muestra 8 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M8		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	692656.07	9873615.47

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.293	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	31.20	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	16583		14483		15847		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4116		3728		3391		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.786		1.648		1.491		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	115.37	90.00	106.01	92.72	66.09	78.58	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	87.22	69.69	80.72	72.14	50.40	61.09	g
Peso del agua (Ww)	28.15	20.31	25.29	20.58	15.70	17.49	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	85.22	67.69	78.72	70.14	48.40	59.09	g
Contenido de humedad (ω)	33.03	30.00	32.13	29.34	32.43	29.60	%
Promedio contenido de humedad (ω)	31.52		30.74		31.02		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.358		1.261		1.138		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	16956	14980	16466		g
Peso Molde	12467	10755	12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4489	4225	4010		g
Volumen Muestra	2304.52	2261.95	2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.948	1.868	1.763		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	109.994	73.192	99.186	90.574	89.678	79.263	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	74.242	53.576	64.922	68.770	58.068	66.286	g
Peso del agua (Ww)	35.752	19.616	34.264	21.804	31.610	12.977	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	72.24	51.58	62.92	66.77	56.07	64.29	g
Contenido de humedad (ω)	49.49	38.03	54.45	32.66	56.38	20.19	%
Promedio contenido de humedad (ω)	43.76		43.56		38.29		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

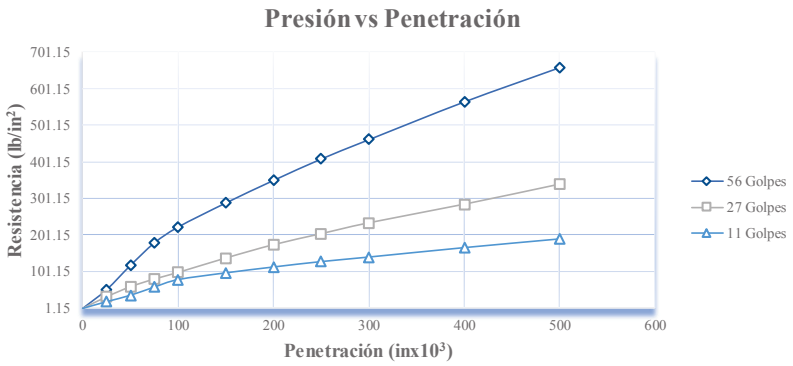
Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M8	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	692656.07	9873615.5

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	154.0	51.3	95.0	31.7	55.0	18.3
1.27	50	353.0	117.7	177.0	59.0	107.0	35.7
1.91	75	537.0	179.0	240.0	80.0	174.0	58.0
2.54	100	668.0	222.7	294.0	98.0	235.0	78.3
3.81	150	866.0	288.7	412.0	137.3	290.0	96.7
5.08	200	1051.0	350.3	521.0	173.7	338.0	112.7
6.35	250	1227.0	409.0	611.0	203.7	382.0	127.3
7.62	300	1386.0	462.0	700.0	233.3	419.0	139.7
10.16	400	1696.0	565.3	852.0	284.0	496.0	165.3
12.7	500	1978.0	659.3	1016.0	338.7	567.0	189.0

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	222.7	98.0	78.3	22.27	9.80	7.83
0.2	1500	350.3	173.7	112.7	23.36	11.58	7.51

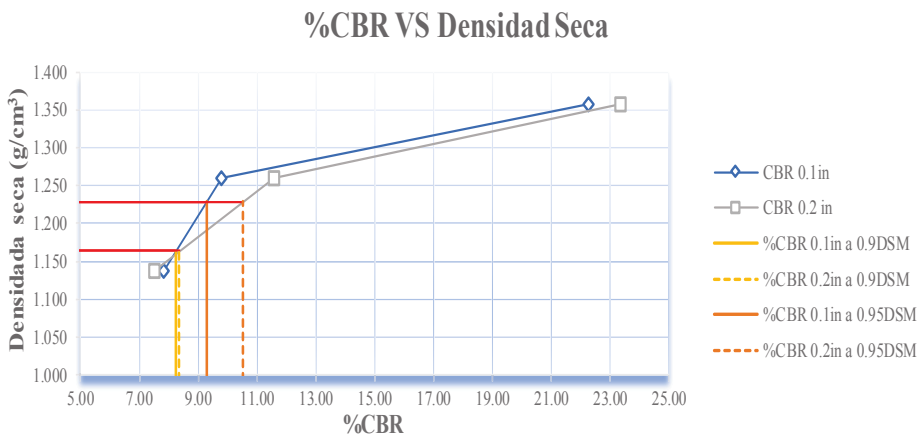


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M8	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	692656.07 | 9873615.5

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	22.27	9.80	7.83
	0.2"	23.36	11.58	7.51
Densida Seca	g/cm3	1.358	1.261	1.138



Densidad seca máx :	1.293	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.164	8.24	8.36	8.36
95% DSM=	1.228	9.28	10.51	10.51

CBR=10.51%

Anexo 105. Muestra 9 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M9		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	693948.13	9872135.95

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.186	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	32.30	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	16274		14207		15574		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	3807		3452		3118		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.652		1.526		1.371		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	93.00	101.67	100.62	114.64	94.06	102.47	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	74.33	73.47	80.70	83.21	75.73	74.87	g
Peso del agua (Ww)	18.67	28.19	19.92	31.43	18.34	27.60	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	72.33	71.47	78.70	81.21	73.73	72.87	g
Contenido de humedad (ω)	25.81	39.45	25.31	38.70	24.87	37.88	%
Promedio contenido de humedad (ω)	32.63		32.01		31.38		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.246		1.156		1.044		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	16304		14338		15649		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	3837		3583		3193		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.665		1.584		1.404		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	79.188	90.024	90.729	86.449	86.062	72.717	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	60.422	60.636	66.592	62.790	60.798	57.806	g
Peso del agua (Ww)	18.766	29.388	24.137	23.659	25.264	14.911	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	58.42	58.64	64.59	60.79	58.80	55.81	g
Contenido de humedad (ω)	32.12	50.12	37.37	38.92	42.97	26.72	%
Promedio contenido de humedad (ω)	41.12		38.15		34.85		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

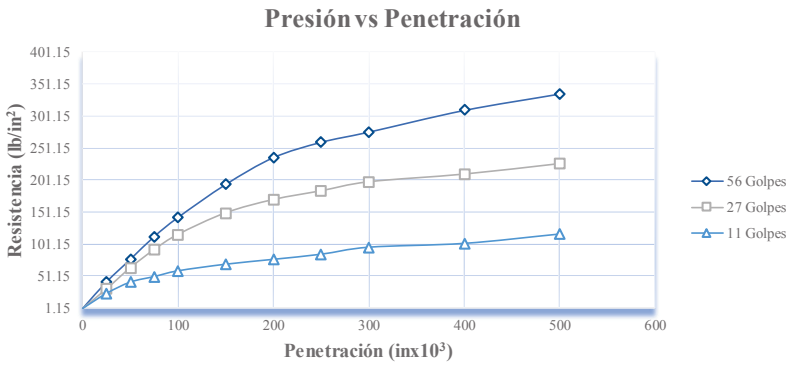
Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M9	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	693948.13	9872136

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	125.0	41.7	92.0	30.7	71.0	23.7
1.27	50	231.0	77.0	191.0	63.7	124.0	41.3
1.91	75	338.0	112.7	276.0	92.0	150.0	50.0
2.54	100	428.0	142.7	347.0	115.7	177.0	59.0
3.81	150	583.0	194.3	448.0	149.3	208.0	69.3
5.08	200	709.0	236.3	510.0	170.0	231.0	77.0
6.35	250	781.0	260.3	551.0	183.7	255.0	85.0
7.62	300	829.0	276.3	593.0	197.7	288.0	96.0
10.16	400	931.0	310.3	629.0	209.7	306.0	102.0
12.7	500	1008.0	336.0	678.0	226.0	350.0	116.7

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	142.7	115.7	59.0	14.27	11.57	5.90
0.2	1500	236.3	170.0	77.0	15.76	11.33	5.13

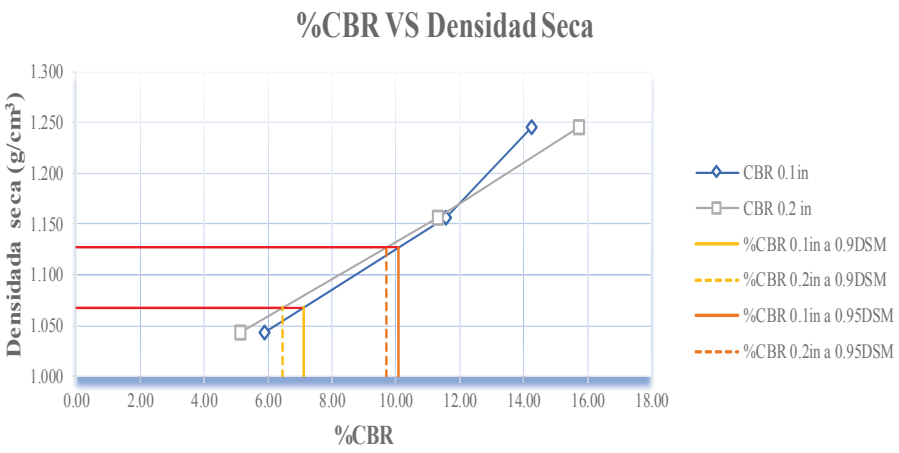


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Guapara-Nuevo Porvenir	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M9	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	693948.13 | 9872136

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	14.27	11.57	5.90
	0.2"	15.76	11.33	5.13
Densida Seca	g/cm3	1.246	1.156	1.044



Densidad seca máx :	1.186	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.067	7.1	6.45	7.1
95% DSM=	1.127	10.09	9.71	10.09

CBR=10.09%

Anexo 106. Muestra 10 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M10		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	695167.72	9869163.37

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.281	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	30.50	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	16521		14428		15806		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4054		3673		3350		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.759		1.624		1.473		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	94.56	92.12	107.04	100.59	98.28	88.96	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	71.88	71.77	81.55	79.02	74.60	69.52	g
Peso del agua (Ww)	22.68	20.35	25.49	21.57	23.68	19.44	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	69.88	69.77	79.55	77.02	72.60	67.52	g
Contenido de humedad (ω)	32.45	29.16	32.04	28.00	32.62	28.79	%
Promedio contenido de humedad (ω)	30.81		30.02		30.71		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.345		1.249		1.127		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	17235		15059		16295		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4768		4304		3839		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	2.069		1.903		1.688		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	110.169	99.951	107.411	104.268	106.661	84.614	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	77.604	72.831	74.924	80.738	74.677	69.930	g
Peso del agua (Ww)	32.565	27.120	32.487	23.530	31.984	14.684	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	75.60	70.83	72.92	78.74	72.68	67.93	g
Contenido de humedad (ω)	43.07	38.29	44.55	29.88	44.01	21.62	%
Promedio contenido de humedad (ω)	40.68		37.22		32.82		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

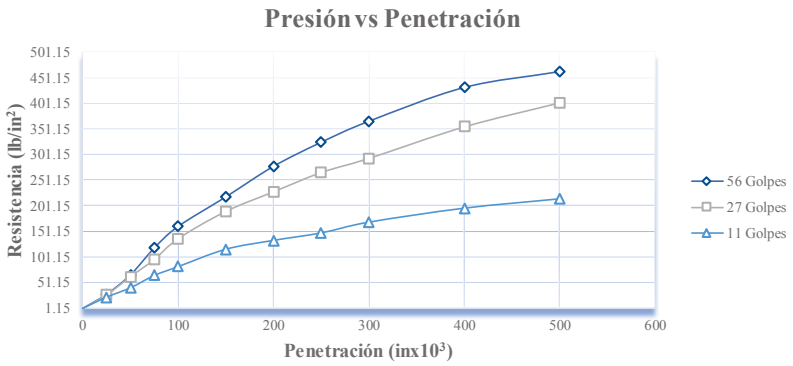
Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M10	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	695167.72	9869163.4

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	83.0	27.7	79.0	26.3	66.0	22.0
1.27	50	196.0	65.3	186.0	62.0	121.0	40.3
1.91	75	354.0	118.0	287.0	95.7	193.0	64.3
2.54	100	480.0	160.0	409.0	136.3	245.0	81.7
3.81	150	653.0	217.7	569.0	189.7	347.0	115.7
5.08	200	832.0	277.3	684.0	228.0	399.0	133.0
6.35	250	973.0	324.3	797.0	265.7	443.0	147.7
7.62	300	1096.0	365.3	880.0	293.3	506.0	168.7
10.16	400	1294.0	431.3	1065.0	355.0	588.0	196.0
12.7	500	1387.0	462.3	1206.0	402.0	643.0	214.3

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	160.0	136.3	81.7	16.00	13.63	8.17
0.2	1500	277.3	228.0	133.0	18.49	15.20	8.87

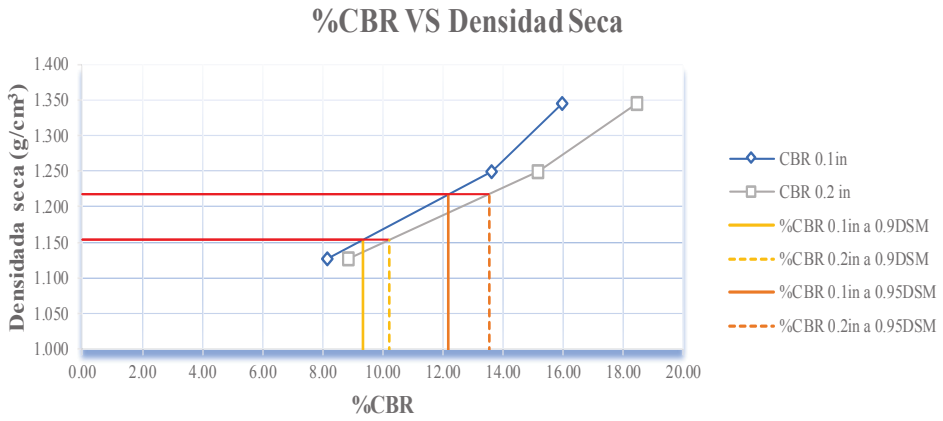


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M10	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	695167.72 | 9869163.4

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	16.00	13.63	8.17
	0.2"	18.49	15.20	8.87
Densida Seca	g/cm3	1.345	1.249	1.127



Densidad seca máx :	1.281	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.153	9.33	10.22	10.22
95% DSM=	1.217	12.2	13.54	13.54

CBR=13.54%

Anexo 107. Muestra 11 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro		**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M11		**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013		**Coordenadas:**	696725.31	9869674.69

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.110	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	38.64	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	16200		14148		15565		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	3733		3393		3109		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.620		1.500		1.367		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	79.18	91.33	70.63	78.47	81.92	88.00	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	61.94	61.83	55.72	53.14	63.96	58.96	g
Peso del agua (Ww)	17.24	29.50	14.91	25.33	17.97	29.04	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	59.94	59.83	53.72	51.14	61.96	56.96	g
Contenido de humedad (ω)	28.76	49.30	27.75	49.53	29.00	50.98	%
Promedio contenido de humedad (ω)	39.03		38.64		39.99		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.165		1.082		0.977		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	16514		14517		16120		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4047		3762		3664		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.756		1.663		1.611		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	95.248	132.118	101.862	128.013	115.780	110.105	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	68.492	79.646	70.062	79.680	77.388	76.136	g
Peso del agua (Ww)	26.756	52.472	31.800	48.333	38.392	33.969	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	66.49	77.65	68.06	77.68	75.39	74.14	g
Contenido de humedad (ω)	40.24	67.58	46.72	62.22	50.93	45.82	%
Promedio contenido de humedad (ω)	53.91		54.47		48.38		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

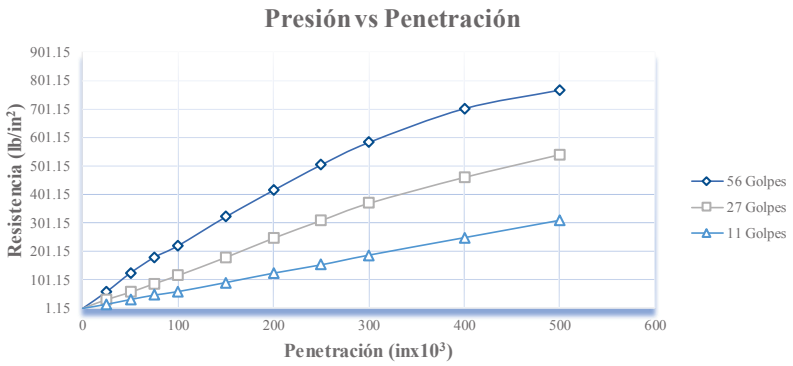
Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	696725.31	9869674.7

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	176.0	58.7	93.0	31.0	43.0	14.3
1.27	50	373.0	124.3	170.0	56.7	93.0	31.0
1.91	75	538.0	179.3	261.0	87.0	140.0	46.7
2.54	100	661.0	220.3	347.0	115.7	177.0	59.0
3.81	150	965.0	321.7	538.0	179.3	272.0	90.7
5.08	200	1245.0	415.0	741.0	247.0	371.0	123.7
6.35	250	1513.0	504.3	927.0	309.0	459.0	153.0
7.62	300	1750.0	583.3	1109.0	369.7	561.0	187.0
10.16	400	2106.0	702.0	1383.0	461.0	745.0	248.3
12.7	500	2302.0	767.3	1623.0	541.0	928.0	309.3

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	220.3	115.7	59.0	22.03	11.57	5.90
0.2	1500	415.0	247.0	123.7	27.67	16.47	8.24

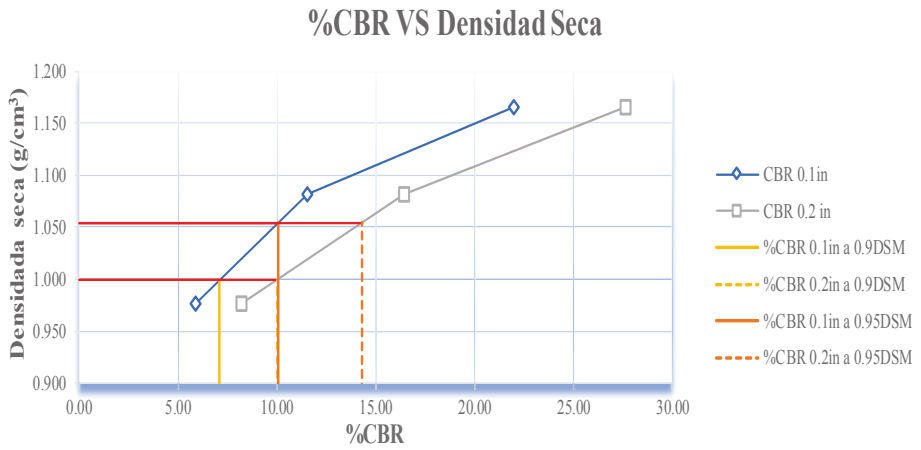


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M11	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	696725.31 | 9869674.69

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	22.03	11.57	5.90
	0.2"	27.67	16.47	8.24
Densida Seca	g/cm3	1.165	1.082	0.977



Densidad seca máx :	1.110	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	0.999	7.11	10	10
95% DSM=	1.055	10.09	14.33	14.33

CBR=14.33%

Anexo 108. Muestra 12 Ensayo CBR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	697737.19 | 9870146.37

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.180	g/cm³
Peso Martillo	10	lb	ω% Óptimo	41.30	%
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	2		6		16		-
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.7	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		-
Nº de Golpes	56		27		11		-
Peso Húmeda + Molde	16514		14453		15790		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4047		3698		3334		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.756		1.635		1.466		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	78.98	73.29	69.14	57.76	62.70	88.11	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	58.90	50.12	51.54	39.51	47.11	60.26	g
Peso del agua (Ww)	20.08	23.17	17.60	18.24	15.59	27.85	g
Peso del recipiente (Wr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	56.90	48.12	49.54	37.51	45.11	58.26	g
Contenido de humedad (ω)	35.29	48.14	35.52	48.63	34.56	47.81	%
Promedio contenido de humedad (ω)	41.72		42.08		41.19		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.239		1.151		1.038		g/cm³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	16707		14827		16222		g
Peso Molde	12467		10755		12456		g
Peso de Muestra Húmeda	4240		4072		3766		g
Volumen Muestra	2304.52		2261.95		2274.30		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1.840		1.800		1.656		g/cm³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	104.822	95.510	86.911	80.176	86.754	68.575	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	69.792	58.516	57.442	51.610	55.038	49.146	g
Peso del agua (Ww)	35.030	36.994	29.469	28.566	31.716	19.429	g
Peso del recipiente (Wr)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	67.79	56.52	55.44	49.61	53.04	47.15	g
Contenido de humedad (ω)	51.67	65.46	53.15	57.58	59.80	41.21	%
Promedio contenido de humedad (ω)	58.57		55.37		50.51		%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

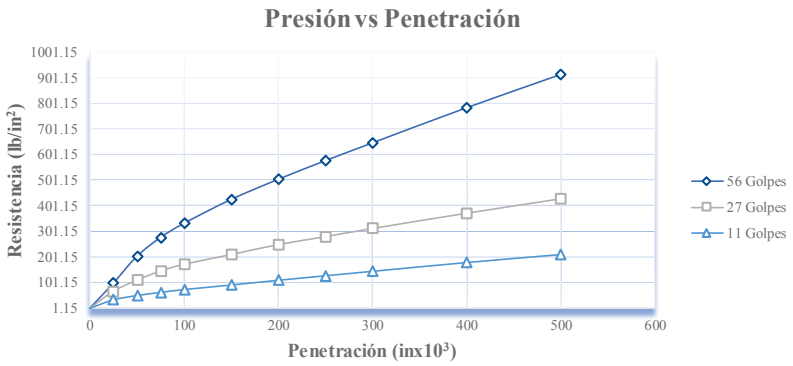
Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5	cm
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100	cm
Norma:	AASHTO T 193-2013	**Coordenadas:**	697737.19	9870146.4

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón (in^2)	3	Velocida de carga	1.270	mm/min
			0.05	in/min

PENETRACIÓN		MOLDE Nº 1 (56 Golpes)		MOLDE Nº 2 (27 Golpes)		MOLDE Nº 3 (11 Golpes)	
mm	in x10^{-3}	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída	Carga Q (lb)	Presión Leída
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	25	294.0	98.0	199.0	66.3	98.0	32.7
1.27	50	608.0	202.7	331.0	110.3	149.0	49.7
1.91	75	829.0	276.3	437.0	145.7	185.0	61.7
2.54	100	996.0	332.0	517.0	172.3	218.0	72.7
3.81	150	1276.0	425.3	631.0	210.3	271.0	90.3
5.08	200	1512.0	504.0	748.0	249.3	326.0	108.7
6.35	250	1730.0	576.7	841.0	280.3	378.0	126.0
7.62	300	1939.0	646.3	937.0	312.3	430.0	143.3
10.16	400	2351.0	783.7	1116.0	372.0	532.0	177.3
12.7	500	2741.0	913.7	1286.0	428.7	625.0	208.3

CBR CORREGIDO							
Penetración (in)	Carga Estándar lb/in^2	Presión Leída			CBR %		
		Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3	Molde N°1	Molde N°2	Molde N°3
0.1	1000	332.0	172.3	72.7	33.20	17.23	7.27
0.2	1500	504.0	249.3	108.7	33.60	16.62	7.24

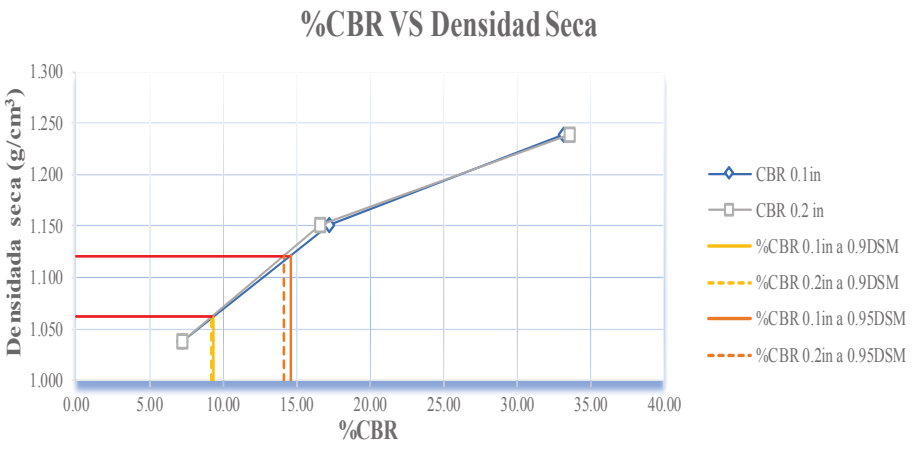


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Las Juntas-Moraspungo Centro	**Capa Vegetal:**	5 cm
ID Muestra:	M12	**Profundidad:**	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	**Coordenadas:**	697737.19 | 9870146.37

MOLDE		**1**	**2**	**3**
CBR %	0.1"	33.20	17.23	7.27
	0.2"	33.60	16.62	7.24
Densida Seca	g/cm3	1.239	1.151	1.038



Densidad seca máx :	1.180	g/cm^3

Densidad seca máx		**%CBR-0,1 in**	**%CBR-0,2 in**	**MAYOR % CBR**
90% DSM =	1.062	9.37	9.22	9.37
95% DSM=	1.121	14.6	14.14	14.60

CBR=14.6%