

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

TEMA:

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA EN EL TRAMO KM 0 + 000 AL KM 4 + 960 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

AUTOR:

DENISSE ALEJANDRA ÁLVAREZ TAPIA

TUTOR:

ING. Mg. MILTON ALDAS. PhD.

Ambato – Ecuador

2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Milton Aldas PhD., certifico que el presente trabajo experimental bajo el tema: "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA EN EL TRAMO KM 0 + 000 AL KM 4 + 960 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." Es de autoría de la Srta. Álvarez Tapia Denisse Alejandra, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Febrero del 2019

Ing. Mg. Milton Aldas PhD.

AUTORÍA

Yo, Álvarez Tapia Denisse Alejandra con C.I: 050377447-3, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema: "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA EN EL TRAMO KM 0 + 000 AL KM 4 + 960 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." es de mi completa autoría.

Ambato, Febrero del 2019

Álvarez Tapia Denisse Alejandra

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 procesos 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 ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Febrero del 2019

Álvarez Tapia Denisse Alejandra

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA EN EL TRAMO KM 0 + 000 AL KM 4 + 960 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.", de la egresada Álvarez Tapia Denisse Alejandra, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, Febrero del 2019

Para constancia firman.

---------- ----------

Ing. Mg. Marisol Bayas Ing. Mg. Galo Núñez

DEDICATORIA

Con infinito amor dedico este trabajo a mi madre, quien no escatimó su tiempo y esfuerzo para apoyarme en el transitar de esta carrera que se constituirá en el soporte de mi existencia. A ella que nunca dudó de mi capacidad, y fue mi oasis en medio de un despiadado desierto.

A mis amigos y compañeros con quienes compartimos conocimientos, alegrías y tristezas, pero estuvimos ahí, apoyándonos día con día hasta alcanzar este anhelado sueño.

AGRADECIMIENTO

Gracias a la vida, por haberme dado unos padres comprometidos con su labor. El camino no ha sido sencillo, pero su amor y comprensión siempre fueron un soporte fundamental para trepar este peldaño.

Asimismo, uno agradecimiento especial a mi tutor por compartir su tan valioso conocimiento y tiempo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR I
AUTORÍA II
DERECHOS DE AUTOR III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO IV
DEDICATORIA V
AGRADECIMIENTO VI
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS VII
ÍNDICE DE TABLAS X
ÍNDICE DE FIGURAS XII
ÍNDICE DE ANEXOS XIII
RESUMEN EJECUTIVO XIX
EXECUTIVE SUMMARY XX
CAPÍTULO I 1
ANTEDEDENTES 1
1.1 Tema experimental 1
1.2 Antecedentes 1
1.3 Justificación 2
1.4 Objetivos 4
1.4.1. Objetivo General 4
1.4.2. Objetivos Específicos 4
CAPÍTULO II 5
FUNDAMENTACIÓN 5
2.1 Fundamentación teórica 5
2.1.1. Vía 5
2.1.2. Movilidad vehicular 5

2.1.3. Tráfico promedio diario anual 5
2.1.4. Ensayo CBR 6
2.1.5. Viga Benkelman 7
2.1.6. Índice De Condición Del Pavimento (PCI) 8
2.1.7. Rangos de calificación del PCI 8
2.1.8. Conservación vial 9
2.1.9. Enfoque moderno de conservación vial 9
2.1.10. Importancia de conservar una vía 9
2.1.11. Ciclo de vida “fatal” de las vías 10
2.1.12. Fases de deterioro de la vía 10
2.1.13. Niveles de intervención en la conservación vial 11
2.1.14. Aspectos técnicos del mantenimiento de caminos 13
2.1.15. Mantenimiento rutinario 14
2.2 Hipótesis 17
2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis 17
CAPÍTULO III 18
METODOLOGÍA 18
3.1 Nivel o tipos de experimentación 18
3.2 Población y muestra 19
3.3 Operacionalización de variables 20
3.4 Plan de recolección de información 22
3.5 Plan procesamiento y análisis 22
CAPÍTULO IV 23
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 23
4.1 Recolección de datos 23
4.1.1. Zona de Estudio 23
4.1.2. Evaluación de la vía 24

4.2 Análisis de resultados 36
4.2.1. Conteo Vehicular 36
4.2.2. Resultados del estudio de suelos 42
4.2.3. Índice de condición del pavimento (PCI) 45
4.2.4. Viga Benkelman 48
4.3 Verificación de hipótesis 55
CAPÍTULO V 56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 56
5.1 Conclusiones 56
5.2 Recomendaciones 58
ANEXOS 62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del PCI 8
Tabla 2. Localización Geográfica del Proyecto 19
Tabla 3. Tipos de ensayos a realizarse 20
Tabla 4. Operacionalización de Variable Independiente 20
Tabla 5. Operacionalización de Variable Dependiente 21
Tabla 6.Plan de recolección de información 22
Tabla 7. Formato de inventario vial 24
Tabla 8. Formato de conteo vehicular 25
Tabla 9. Ubicación de las calicatas 27
Tabla 10. Clasificación de suelos 28
Tabla 11. Formato de análisis granulométrico 29
Tabla 12. Formato para determinar el límite líquido 30
Tabla 13. Formato para determinar el límite plástico 30
Tabla 14. Formato para determinar la densidad óptima 31
Tabla 15. Formato de CBR y Penetración estándar 32
Tabla 16. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas. 32
Tabla 17. Valores para determinar las unidades de muestreo para el primer tramo . 33
Tabla 18.- Valores para determinar las unidades de muestreo para el segundo tramo 33
Tabla 19. Identificación de daños y códigos 34
Tabla 20. Formato de índice de condición del pavimento 34
Tabla 21. Deflexiones de la vía del tramo 1 35
Tabla 22. Deflexiones de la vía del tramo 2 36
Tabla 23. Total de vehículos que transitan en el tramo 1 de la vía 36
Tabla 24. Total de vehículos que transitan en el tramo 2 de la vía 37
Tabla 25. Tránsito de la hora pico en el tramo 1 de la vía 37
Tabla 26.Tránsito de la hora pico en el tramo 2 de la vía 37
Tabla 27. Tráfico promedio diario anual, tramo 1 de la vía 38
Tabla 28. Tráfico promedio diario anual, tramo 2 de la vía 39
Tabla 29. Tránsito futuro, tramo 1 de la vía 40
Tabla 30. Tránsito futuro, tramo 2 de la vía 41

Tabla 31. Clases de carreteras 42
Tabla 32. Clasificación funcional de las vías en base al $TPDA_d$ 42
Tabla 33. Resumen del tipo de subrasante 43
Tabla 34.- Resumen del tipo de base 43
Tabla 35. Resumen de densidad y contenido de humedad óptimos de la subrasante 44
Tabla 36. Resumen de densidad y contenido de humedad óptimos de la base 44
Tabla 37. Clasificación del suelo según el CBR 44
Tabla 38. Clasificación de la subrasante según CBR 45
Tabla 39. Clasificación de la base según CBR 45
Tabla 40. Resumen de los daños de la vía Cevallos – Mocha del tramo 1 46
Tabla 41. Resumen de los daños de la vía Cevallos – Mocha del tramo 2 46
Tabla 42.- Iteraciones para PCI del tramo 1 46
Tabla 43.- Iteraciones para PCI del tramo 2 46
Tabla 44. Rangos de clasificación del PCI 47
Tabla 45. Resultado del PCI para el tramo 1 47
Tabla 46.- Resultado del PCI para el tramo 2 48
Tabla 47. Deflexiones de la vía del tramo 1 48
Tabla 48. Deflexiones de la vía del tramo 2 49
Tabla 49. Factores de corrección 50
Tabla 50. Deflexiones corregidas por temperatura y estacionalidad, del tramo 1 50
Tabla 51. Deflexiones corregidas por temperatura y estacionalidad, del tramo 2 50
Tabla 52. Factores de daño según el tipo de vehículo 51
Tabla 53. Número de ejes equivalentes 52
Tabla 54. Deflexiones y radio de curvatura del tramo 1 53
Tabla 55. Deflexiones y radio de curvatura del tramo 2 53
Tabla 56. Criterios para analizar la calidad estructural 54
Tabla 57. Criterios para analizar la calidad estructural 55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Esquema y principio de operación de la viga Benkelman..... 7
Figura 2.- Viga Benkelman..... 7
Figura 3. Zona de estudio..... 23
Figura 4. Ubicación de las calicatas..... 27
Figura 5. Carta de plasticidad del SUCS..... 29
Figura 6. Deflectograma del tramo 1 53
Figura 7. Deflectograma del tramo 2 54

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS 62
ANEXO A. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA 62
Anexo A – 1. Características de la vía del Km 0 + 000 a Km 0 + 980 62
Anexo A – 2. Características de la vía del Km 1 + 000 a Km 1 + 980 63
Anexo A – 3. Características de la vía del Km 2 + 000 a Km 2 + 980 64
Anexo A – 4. Características de la vía del Km 3 + 000 a Km 3 + 980 65
Anexo A – 5. Características de la vía del Km 4 + 000 a Km 5 + 000 66
ANEXO B. CONTEO VEHICULAR 67
Anexo B - 1. Conteo vehicular lunes 27 de agosto del 2018 67
Anexo B - 2. Conteo vehicular martes 28 de agosto del 2018 68
Anexo B - 3. Conteo vehicular miércoles 29 de agosto del 2018 69
Anexo B - 4. Conteo vehicular jueves 30 de agosto del 2018 70
Anexo B - 5. Conteo vehicular viernes 31 de agosto del 2018 71
Anexo B - 6. Conteo vehicular sábado 01 de septiembre del 2018 72
Anexo B - 7. Conteo vehicular Domingo 02 de septiembre del 2018 73
Anexo B - 8. Conteo vehicular lunes 03 de septiembre del 2018 74
Anexo B - 9. Conteo vehicular martes 04 de septiembre del 2018 75
Anexo B - 10. Conteo vehicular miércoles 05 de septiembre del 2018 76
Anexo B - 11. Conteo vehicular jueves 06 de septiembre del 2018 77
Anexo B - 12. Conteo vehicular viernes 07 de septiembre del 2018 78
Anexo B - 13. Conteo vehicular sábado 08 de septiembre del 2018 79
Anexo B - 14. Conteo vehicular domingo 09 de septiembre del 2018 80
ANEXO C. GRANULOMETRÍA Y LÍMITES 81
ANEXO C – 1. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140 81
ANEXO C – 2. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140 81

ANEXO C – 3. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070 82
ANEXO C – 4. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070 82
ANEXO C – 5. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460 83
ANEXO C – 6. Granulometría del suelo de la base en el Km 0 + 140 83
ANEXO C – 7. Granulometría del suelo de la base en el Km 1 + 140 84
ANEXO C – 8. Granulometría del suelo de la base en el Km 2 + 070 84
ANEXO C – 9. Granulometría del suelo de la base en el Km 4 + 460 85
ANEXO C – 10. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140 85
ANEXO C – 11. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140 86
ANEXO C – 12. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070 86
ANEXO C – 13. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070 87
ANEXO C – 14. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460 87
ANEXO C – 15. Límite líquido del suelo de la base en el Km 0 + 140 88
ANEXO C – 16. Límite líquido del suelo de la base en el Km 1 + 140 88
ANEXO C – 17. Límite líquido del suelo de la base en el Km 2 + 070 89
ANEXO C – 18. Límite líquido del suelo de la base en el Km 4 + 460 89
ANEXO C – 19. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140 90
ANEXO C – 20. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140 90
ANEXO C – 21. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070 90
ANEXO C – 22. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070 91
ANEXO C – 23. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460 91
ANEXO C – 24. Límite líquido del suelo de la base en el Km 0 + 140 91
ANEXO C – 25. Límite líquido del suelo de la base en el Km 1 + 140 92
ANEXO C – 26. Límite líquido del suelo de la base el Km 2 + 070 92
ANEXO C – 27. Límite líquido del suelo de la base en el Km 4 + 460 92
ANEXO C – 28. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140 93
ANEXO C – 29. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140 93
ANEXO C –30. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070 94

ANEXO C – 31. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070 94
ANEXO C – 31. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460 95
ANEXO C – 32. Límite plástico del suelo de la base en el Km 0 + 140 95
ANEXO C – 33. Límite plástico del suelo de la base en el Km 1 + 140 96
ANEXO C – 34. Límite plástico del suelo de la base en el Km 2 + 07 96
ANEXO C – 35. Límite plástico del suelo de la base en el Km 4 + 460 97
ANEXO D. PROCTOR MODIFICADO Y CBR 98
ANEXO D – 1. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140 98
ANEXO D – 2. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140 99
ANEXO D – 3. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070 100
ANEXO D – 4. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070 101
ANEXO D – 5. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460 102
ANEXO D – 6. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140 103
ANEXO D – 7. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140 104
ANEXO D – 8. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070 105
ANEXO D – 9. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460 106
ANEXO D – 10. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140 ... 107
ANEXO D – 11. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140 ... 107
ANEXO D – 12. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070 ... 107
ANEXO D – 13. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070 ... 108

ANEXO D – 14. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460 ... 108

ANEXO D – 15. Humedad óptima del suelo de la base en el Km 0 + 140 108

ANEXO D – 16. Humedad óptima del suelo de la base en el Km 1 + 140 109

ANEXO D – 17. Humedad óptima del suelo de la base en el Km 2 + 070 109

ANEXO D – 18. Humedad óptima del suelo de la base en el Km 4 + 460 109

ANEXO D – 19. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140 110

ANEXO D – 20. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140 110

ANEXO D – 21. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070 111

ANEXO D – 22. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070 111

ANEXO D – 23. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460 112

ANEXO D – 24. Contenido de humedad del CBR del suelo de la base en el Km 0 + 140..... 112

ANEXO D – 25. Contenido de humedad del CBR del suelo de la base en el Km 1 + 140..... 113

ANEXO D – 26. Contenido de humedad del CBR del suelo de la base en el Km 2 + 070..... 113

ANEXO D – 27. Contenido de humedad del CBR del suelo de la base en el Km 4 + 460..... 114

ANEXO D – 28. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 0 + 140 114

ANEXO D – 29. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 1 + 140 115

ANEXO D – 30. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 2 + 070 115

ANEXO D – 31. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 3 + 070 116

ANEXO D – 32. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 4 + 460 116

ANEXO D – 33. CBR y Penetración del suelo de la base Km 0 + 140..... 117

ANEXO D – 34. CBR y Penetración del suelo de la base Km 1 + 140..... 117
ANEXO D – 35. CBR y Penetración del suelo de la base Km 2 + 070..... 118
ANEXO D – 36. CBR y Penetración del suelo de la base Km 4 + 460..... 118
ANEXO D – 37. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 0 + 140 ... 119
ANEXO D – 38. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 1 + 140 ... 119
ANEXO D – 39. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 2 + 070 ... 119
ANEXO D – 40. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 3 + 070 ... 120
ANEXO D – 41. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 4 + 460 ... 120
ANEXO D – 42. Presión vs Penetración del suelo de la base Km 0 + 140 120
ANEXO D – 43 Presión vs Penetración del suelo de la base Km 1 + 140 121
ANEXO D – 44. Presión vs Penetración del suelo de la base Km 2 + 070 121
ANEXO D – 45. Presión vs Penetración del suelo de la base Km 4 + 460 121
ANEXO D – 46. CBR del suelo de la subrasante Km 0 + 140..... 122
ANEXO D – 47. CBR del suelo de la subrasante Km 1 + 140..... 122
ANEXO D – 48. CBR del suelo de la subrasante Km 2 + 070..... 122
ANEXO D – 49. CBR del suelo de la subrasante Km 3 + 070..... 123
ANEXO D – 50. CBR del suelo de la subrasante Km 4 + 460..... 123
ANEXO D – 51. CBR del suelo de la base Km 0 + 140 123
ANEXO D – 52 CBR del suelo de la base Km 1 + 140 124
ANEXO D – 53. CBR del suelo de la base Km 2 + 070 124
ANEXO D – 54. CBR del suelo de la base Km 4 + 460 124
ANEXO E. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO..... 125
Anexo E – 1. Daño 1 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1.. 125
Anexo E – 2. Daño 2 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1.. 125
Anexo E – 3. Daño 3 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1.. 126
Anexo E – 4. Daño 4 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1.. 126
Anexo E – 5. Daño 5 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1.. 127
Anexo E – 6. Daño 6 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1.. 127

Anexo E – 7. Daño 7 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1.. 128
Anexo E – 8. Daño 1 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 2.. 128
Anexo E – 9. Daño 2 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 2.. 129
Anexo E – 10. Ábaco de fisura longitudinal y transversal para el daño 1 del tramo 1 129
Anexo E – 11. Ábaco de fisura longitudinal y transversal para el daño 2 del tramo 1 130
Anexo E – 12. Ábaco de piel de cocodrilo para el daño 3 del tramo 1..... 130
Anexo E – 13. Ábaco de piel de cocodrilo para el daño 4 del tramo 1..... 131
Anexo E – 14. Ábaco de fisura longitudinal y transversal para el daño 5 del tramo 1 131
Anexo E – 15. Ábaco de grieta parabólica para el daño 6 del tramo 1..... 132
Anexo E – 16. Ábaco de piel de cocodrilo para el daño 7 del tramo 1..... 132
Anexo E – 17. Ábaco de ahuellamiento para el daño 1 del tramo 2..... 133
Anexo E – 18. Ábaco de huecos / baches para el daño 2 del tramo 2..... 133
Anexo E – 19. Gráfico de iteraciones para PCI 134
Anexo E – 20. Gráfico de iteraciones para PCI 134
ANEXO F. PLANOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA EN EL TRAMO KM 0 + 000 AL KM 4 + 960 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

AUTOR: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

TUTOR: Ing. Mg. Milton Aldás PhD.

RESUMEN EJECUTIVO

La finalidad del presente estudio es implementar un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Cevallos – Mocha en el tramo Km 0 + 00 al Km 4 + 960 de la provincia de Tungurahua, con el propósito de generar datos que pueden ser útiles en un futuro cercano, luego de determinar las condiciones actuales de la vía; de tal manera que el documento sea el punto de partida para realizar más investigaciones en pro de una mejora sustancial para quienes transitan diariamente por esta vía.

Se realizó en primera instancia un inventario vial de sus componentes tales como: el ancho, presencia de aceras, cunetas, pozos, pasos de agua e intersecciones de calles.

A continuación, se registró el tránsito vehicular dividiendo en dos tramos, el uno que comprende las abscisas Km 0 + 000 al 2 + 120 y el otro del Km 2 + 120 al 5 + 000, debido a que la movilidad vehicular es diferente y tuvo una duración de 12 horas diarias durante una semana por cada tramo; con el fin de obtener el tráfico promedio diario anual (TPDA).

Luego se ejecutaron ensayos de laboratorio con muestras alteradas tomadas del sitio como granulometría, límites de Atterberg, ensayo de compactación y ensayo CBR. Así como el estudio del índice de condición del pavimento (PCI) para encontrar los daños de la capa de rodadura. Finalmente, ensayo con la viga Benkelman para conocer las deflexiones que se producen en la vía.

Estos procedimientos se han resumido en tablas, que facilitan la interpretación de los resultados obtenidos. También se adjuntan planos georreferenciados del levantamiento topográfico de la vía.

EXECUTIVE SUMMARY

TOPIC: "IMPLEMENTATION OF THE PROCESS OF CONSERVATION OF THE STRUCTURE OF THE ROAD LAYER OF THE ROUTE CEVALLOS - MOCHA IN THE KM 0 + 000 SECTION TO KM 4 + 960 OF THE PROVINCE OF TUNGURAHUA."

AUTHOR: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

TUTOR: Ing. Mg. Milton Aldás PhD.

The purpose of this study is to implement a process of conservation of the structure of the rolling layer of the Cevallos - Mocha road in the section Km 0 + 00 to Km 4 + 960 of the province of Tungurahua, with the purpose of generating data that they can be useful in the near future, after determining the current conditions of the road; in such a way that the document is the starting point to carry out more research in favor of a substantial improvement for those who travel daily in this way.

A road inventory of its components was carried out in the first instance, such as: the width, presence of sidewalks, gutters, wells, water passages and street intersections.

Next, vehicular traffic was recorded dividing into two sections, the one comprising the abscissas Km 0 + 000 to 2 + 120 and the other from Km 2 + 120 to 5 + 000, because the vehicular mobility is different and had a duration of 12 hours per day for a week for each section; in order to obtain the annual average daily traffic (TPDA).

Laboratory tests were then performed with altered samples taken from the site as granulometry, Atterberg limits, compaction test and CBR assay. As well as studying the pavement condition index (PCI) to find the damage of the tread layer. Finally, I test with the Benkelman beam to know the deflections that occur in the track.

These procedures have been summarized in tables, which facilitate the interpretation of the results obtained. Geo-referenced plans of the topographic survey of the road are also attached.

CAPÍTULO I

ANTEDEDENTES

1.1 Tema experimental

“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA EN EL TRAMO KM 0 + 000 AL KM 4 + 960 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

1.2 Antecedentes

El mantenimiento de la infraestructura de las carreteras en el mundo, ha adquirido considerable importancia durante los últimos 20 años.

La disponibilidad de vías adecuadas para el transporte es esencial, para garantizar la calidad de vida de los habitantes. En los países de la región hacen grandes esfuerzos para mejorar su vialidad básica. A medida que las redes viales son utilizadas por el transporte de carga, las vías se deterioran. Esta acción alcanza niveles que pueden requerir su reconstrucción en períodos relativamente cortos con relación a la vida útil prevista en la decisión de inversión original.

El sistema de vías de un país representa un capital. Las entidades responsables de su construcción y conservación, con programas de mantenimiento vial son, un factor de valorización de este capital físico.

Las carreteras, vías secundarias y terciarias que alimentan las redes troncales son parte de los programas de mantenimiento vial, en sus diferentes formas, incluidas las actividades de rehabilitación requeridas para asegurar las condiciones de tránsito y seguridad de dichas redes.

La planificación e implementación de los planes de mantenimiento vial se traducen en beneficios significativos, desde el punto de vista y económico. [1]

1.3 Justificación

En el transcurso de los años los países de América Central se han propuesto mejorar su infraestructura vial, un claro ejemplo es El Salvador, que se constituye en ejemplo en cuanto al avance de su infraestructura vial, este esfuerzo lo ubicó segundo en el rubro de calidad de las carreteras de toda la región, según informe del Foro Económico Mundial. [2]. En varias mediciones aparece Chile, como el vencedor regional en lo que a infraestructura de carreteras se refiere. El Informe Global de Competitividad 2014- 2015 presenta un estudio que coloca a este, por delante de los demás países latinoamericanos. [3]

Es esencial disponer de vías para el transporte y así promover el adelanto y la calidad de vida. El Ecuador y varios países de la región están haciendo enormes esfuerzos para mejorar la calidad de sus vías.

Actualmente, es reconocido que la conservación vial, a nivel internacional, se efectúa con limitaciones, tanto en cobertura, es decir, el número de kilómetros de carreteras que reciben mantenimiento, como en lo efectivo de los trabajos que se ejecutan en ellas. [4] Las prefecturas y los municipios, al asumir las responsabilidades en la gestión vial, se preocupan más de la construcción de vías que de conservar las que ya existen. [5]

Tungurahua, es la provincia que posee la mejor red vial, en referencia a la calidad y cobertura de todo el país. Esta especial atención se ha dado con el fin de robustecer la comunicación, rebajar los costes en el mantenimiento de vehículos y la disminución de los tiempos de viaje. [6] El Gobierno Provincial de Tungurahua, en este sentido, viene trabajando por el asfaltado y mantenimiento de las vías inter cantonales a partir del año 2000.

El tramo Km 0 + 000 al Km 4 + 960 de la vía Cevallos – Mocha, con un mantenimiento adecuado ofrece a la población la facilidad de transportar y comercializar la producción; además, coadyuva a que las comunidades rurales trasladen sus productos a los diversos mercados de la provincia [6]. En este sector, la producción frutícola ocupa el primer lugar, sin embargo, las otras fuentes como la ganadería menor (cuyes y conejos), explotación avícola familiar, las pequeñas empresas dedicadas a la

artesanía del calzado y afines, fabricación de ropa, procesados de lácteos, dulces; entre otros son fuentes generadoras de riqueza para los habitantes. [7]

En el cantón Cevallos, la fabricación de zapatos es una de las primordiales fuentes de ingreso. Igualmente, la base del sustento de los mochanos es la agricultura. Sin duda este es un lugar bendecido, debido a que posee tierra sumamente fértil e ideal para cultivar papas, maíz, cebolla colorada, habas, entre otros; estas son razones de sobra que impulsan la entrada y salida permanente de visitantes cuya movilidad amerita la existencia de carreteras óptimas con la finalidad de trasladar la producción local a los mercados, facilitando la comercialización de los bienes tanto artesanales como agrícolas [8]. El mantenimiento vial se torna vital, pues contribuye al desarrollo, al disminuir los tiempos de viaje y fundamentalmente los costos de mantenimiento de los vehículos. [6]

Se determina el estado físico del tramo Km 0 + 0.00 al Km 4 + 960 de la vía Cevallos – Mocha, utilizando el método de evaluación PCI (Índice de Condición del Pavimento) que proporciona una medida de la condición actual del pavimento en base a lo observado en la superficie del pavimento, así mismo indica las condiciones de funcionamiento y la integridad de la superficie estructural. El método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) es un índice numérico que clasifica la superficie condiciones del pavimento, varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

La monitorización continua de la PCI se utiliza para establecer la tasa de deterioro del pavimento, que permite la temprana identificación de las principales necesidades de rehabilitación.

En base al valor de PCI obtenido de la evaluación de campo se podría determinar cuál es el nivel de intervención, con lo cual se tomarán las decisiones más factibles para una eficaz conservación de la vía. [9]

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Cevallos – Mocha en el tramo Km 0 + 000 a Km 4 + 960 de la provincia de Tungurahua.

1.4.2. Objetivos Específicos

Disponer de un levantamiento georeferenciado de la vía Cevallos – Mocha en el tramo Km 0 + 000 a Km 4 + 960.

Conocer la movilidad vehicular (TPDA) en la vía Cevallos – Mocha en el tramo Km 0 + 000 a Km 4 + 960.

Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Cevallos – Mocha en el tramo Km 0 + 000 a Km 4 + 960.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 Fundamentación teórica

2.1.1. Vía

Es un espacio urbano que permite la circulación de personas y automóviles. La vía es un sistema de transporte, un camino que sirve para transitar, tanto a pie como en vehículos. [10]

2.1.2. Movilidad vehicular

Se refiere a los diferentes movimientos o desplazamientos que se efectúan en las redes viales, lo que demanda el uso de diversos tipos de transporte sean estos públicos o los realizados a través de otros medios o sistemas tales como motos, bicicletas e inclusive a pie. [11] [12]

2.1.3. Tráfico promedio diario anual

El TPDA se especifica como el volumen total de vehículos que transitan por un punto o sección de una carretera en el transcurso de período de tiempo explícito, que es superior a un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición. Se trata de un promedio simple. Empero, se ha tomado el TPDA a modo de un indicador numérico para diseño; tanto por constituir una medida característica de la circulación de vehículos, como por su facilidad de obtención. Se constituye así el TPDA en un indicador muy ventajoso de cálculo de la cantidad de vehículos de diferentes tipos (pesados y livianos) y funciones (transporte de personas y de productos), que se sirve de la carretera existente como su tránsito normal y que seguirá haciendo uso de dicha carretera una vez haya sido mejorada o ampliada, o que se avizora utilizará la carretera renovada al entrar en servicio para los usuarios. [19]

El TPDA se calcula con la siguiente fórmula:

TPDA = TF + TG + TA + TD

Donde:

TF: Tráfico Futuro

TG: Tráfico Generado

TA: Tráfico Atraído

TD: Tráfico Desarrollado

a) Tránsito Futuro

Es un aumento en el tránsito, producto del adelanto técnico, económico, social y demográfico en la comunidad.

b) Tránsito Generado

Es el tránsito de viajes completamente nuevos y viajes que anteriormente se hacían por otro medio de transporte.

c) Tránsito Atraído

Es el que se derivará de otras vías hacia la nueva. Se determina este tránsito en base a la reducción de tiempo que ofrece el nuevo servicio.

d) Tránsito Desarrollado

Es aquel que se le debe fijar al camino en virtud del desarrollo del "Uso del suelo" ocasionado por la nueva facilidad vial. [20]

2.1.4. Ensayo CBR

Consiste esencialmente en compactar un terreno en unos moldes normalizados, introducirlos en agua y aplicar un punzonamiento arriba de la superficie del terreno utilizando un pistón normalizado.

Esta prueba se utiliza para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firme, explanadas, así como en la categorización de terrenos.

Las siglas CBR significan Californian Bearing Ratio. Se rige por la norma ASTM 1883 o por la norma UNE 105 502 entre otras.

Consiste en establecer la carga que se debe aplicar a un pistón circular de 19,35 cm2 para introducirlo en una muestra de suelo a una velocidad de 1,27 mm/min y hasta obtener una penetración de 2,54 mm.

Es la relación entre la carga determinada y la que se consigue por el mismo procedimiento para una muestra tipo de roca machacada y se expresan en porcentaje los resultados. [23]

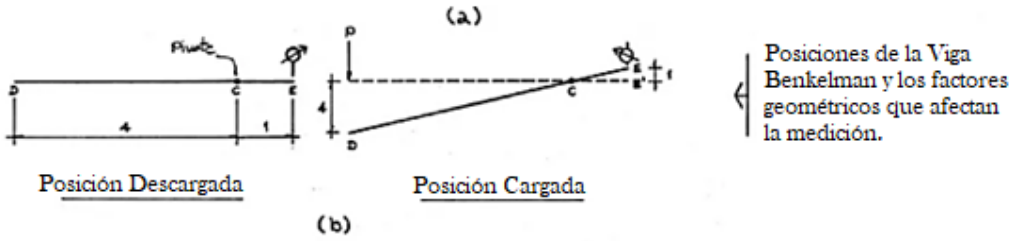
2.1.5. Viga Benkelman

Es un artefacto mecánico y de diseño simple cuyo trabajo se basa en el principio de la palanca.

Esta herramienta se compone de dos partes: (1) Un brazo de sostén que se ubica sobre el terreno a través de tres apoyos (dos delanteros fijos "A" y uno trasero regulable "B") y (2) Un brazo móvil conexo al cuerpo fijo por medio de una articulación de giro o pivote "C", uno de cuyos extremos se fija al terreno (punto "D") y el otro está en contacto sensible con el vástago de un micrómetro de movimiento vertical (punto "E").

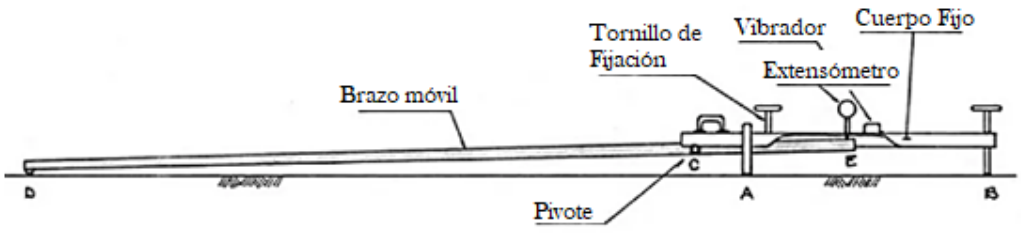
Igualmente, este equipo tiene un vibrador unido que, al entrar en acción, mientras se realizan los ensayos, impide que el indicador del dial sufra una traba y/o que alguna interferencia externa altere las lecturas. [23]

Figura 1. Esquema y principio de operación de la viga Benkelman



Fuente: Ingeniería Real

Figura 2.- Viga Benkelman



Fuente: Ingeniería Real

2.1.6. Índice De Condición Del Pavimento (PCI)

El PCI es la más completa metodología para evaluar pavimentos sean flexibles o rígidos, la estructura se deteriora debido a la densidad y severidad del daño, es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Es un indicador numérico que le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento. Proporciona una visión de la situación actual del pavimento, fundamentado en las fallas observadas en su superficie determinando su integridad y las condiciones operacionales.
El índice de condición del pavimento suministra un detalle del rendimiento del pavimento para validación o para incorporación de mejoras en su diseño y para generar propuestas de mantenimiento. [21]

2.1.7. Rangos de calificación del PCI

Tabla 1. Clasificación del PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: ASTM D633-07. 2017

Este rango numérico, se desarrolló para alcanzar un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los deterioros que arroja, ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

El cálculo del PCI se cimenta en los resultados de un inventario visual de la situación del pavimento en el que se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD que cada daño presenta. [24]

2.1.8. Conservación vial

La conservación vial es un conjunto de actividades de obras de ingeniería vial, que demandan realizarse de inmediato, cada vez que se divisa un deterioro, que debe ser remediado en el mínimo tiempo de ejecución. La conservación vial, proporciona el nombre de "conservación rutinaria" al conjunto de actividades de corrección inmediata de defectos. Una segunda parte denominada "conservación periódica", está conformada por obras que acumulan condiciones que no pueden ser de resarcimiento inmediato, pero que, si son perceptibles, en base a la experiencia y demanda del tráfico.

La conservación vial constituye una actividad estratégica de la que depende la mayor parte de la producción y de los servicios del país, en razón que una conservación adecuada, no solo preserva el patrimonio vial, sino que disminuyen los costos de operación de los usuarios lo que hace más competitivo al país.

La base conceptual para lograr un mantenimiento vial que conserve las condiciones físicas y, sea satisfactorio para los usuarios, está centrada en la aplicación de una gestión que privilegie el actuar con criterio preventivo. [19]

La red vial de un país representa un importante medio de desarrollo que permite la comunicación entre las poblaciones, el acceso a servicios y recursos y la integración territorial del país.

2.1.9. Enfoque moderno de conservación vial

Durante décadas, la mayoría de los pueblos latinoamericanos se consideró que la tarea primordial de los organismos del Estado responsables de las vías, era edificar estas con los recursos presupuestales fijados. La eficiencia de estos organismos se evaluaba por el número de kilómetros construidos y la clase de construcción utilizada; empero, la conservación de los construidos tiene un rol secundario. Las instancias de gobierno se preocupan más de la construcción de vías que de la conservación de los que ya existen.

2.1.10. Importancia de conservar una vía

a) Conservar la vía es importante ya que permite:
b) Que la vía se encuentre constantemente en buen estado.
c) Ahorrar los costos de operación de automóviles.

d) Acceso constante a servicios (salud, educación, etc.) y mercados.
e) Reducción de tiempo para los usuarios.

Se salvaguarda la inversión efectuada en la construcción, reconstrucción y rehabilitación.

2.1.11. Ciclo de vida "fatal" de las vías

Las vías soportan un proceso de deterioro constante debido a la variedad de agentes que actúan sobre ellos, como: el tráfico, la gravedad en taludes, el agua, etc. Este deterioro atraviesa por diferentes fases; va desde una etapa inicial, experimentando un deterioro lento y poco perceptible, pasando después por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego dañarse rápidamente, al punto de llegar a la descomposición total.

El mantenimiento se efectúa en cualquier instante, sino, es una tarea sostenida en el tiempo, encaminada a prevenir las consecuencias que provocan los agentes que actúan sobre la vía, ampliando el tiempo de vida útil y reduciendo las inversiones a largo plazo. En Latinoamérica, así como en otros continentes, las vías están sometidas a un ciclo que, han recibido la condición de fatal.

2.1.12. Fases de deterioro de la vía

Fase A: Construcción

La vía puede ser de construcción sólida o con algún defecto. Presta servicio en cuanto se termina la obra. En ese momento, la vía se encuentra en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios. [12]

Fase B: Deterioro lento y poco visible

Durante un cierto número de años, la vía experimenta un proceso de deterioro y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque, en menor escala, también en el resto de su estructura. Este desgaste se ocasiona en proporción al número de vehículos pesados y livianos que por él circulan. Otro factor importante es la influencia del clima, del agua de la lluvia o aguas superficiales además de otros factores. La celeridad del desgaste depende asimismo de la calidad de la construcción inicial. [12]

Para abreviar el proceso de desgaste y debilitamiento, es preciso aplicar, con cierta frecuencia, diversas medidas de conservación, primordialmente en la superficie de rodadura y en las obras de drenaje, además de realizar las operaciones de mantenimiento rutinarias. [21]

Fase C: Deterioro acelerado

Luego de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros componentes del camino se ven cada vez más "agotados"; el camino entra en una etapa de deterioro acelerado y resiste mucho menos el tránsito vehicular. Al presentar fallas graves, la superficie de rodadura, estas pueden percibirse a simple vista, es posible afirmar que la estructura básica del camino está seriamente dañada. [12]

Los daños inician siendo puntuales y se van extendiendo poco a poco, hasta que afecta a la mayor parte del camino. Esta etapa es relativamente corta, puesto que una vez que el daño de la superficie se propaga, la destrucción es precipitada. [21]

2.1.13. Niveles de intervención en la conservación vial

Los niveles de injerencia a las diversas acciones concernientes con la vía, van de acuerdo a la dimensión de los trabajos, una sencilla intervención, pero permanente (mantenimiento rutinario) una intervención más onerosa y complicada (reconstrucción o rehabilitación). [12]

El propósito de la conservación vial es precautelar la inversión. La conservación impide la decadencia de partes de la estructura de las carreteras. [21]

2.1.13.1 Mantenimiento periódico

Según el Ministerio de Transporte y Comunicación (2013) Son actividades, programables por periodos, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a: i) reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello, ii) reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento, iii) reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje, iv) reposición o instalación de elementos de seguridad vial y señalización, v) reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera y vi) reparación o reconstrucción

puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura y pintado general del puente. [22]

2.1.13.2 Rehabilitación

Coronado J. (2002) manifiesta que es el proceso por medio del cual la estructura del pavimento es restaurada a su condición original de soporte. Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. [23]

La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura. Se hace cuando no ha existido una conservación adecuada.

2.1.13.3 Mejoramiento

Según J. Coronado este proceso se refiere a la introducción de mejoras en los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, incluidos los trabajos relacionados a la renovación de la superficie y la rehabilitación. El objetivo de estas labores es incrementar la capacidad del camino y la velocidad de circulación, así como la seguridad de los vehículos que por él transitan. En sentido estricto, estos trabajos no son considerados como actividades de conservación, excepto la renovación de superficie.

2.1.13.4 Reparaciones de emergencia

Menéndez José (2003) indica que son aquellas que se realizan cuando el camino está en mal estado o incluso intransitable, como consecuencia del descuido prolongado o de un desastre natural, por no disponerse de los recursos necesarios para reconstruirlo o rehabilitarlo, que es lo que correspondería hacer. Mediante una reparación de emergencia no se remedian las fallas estructurales, pero se hace posible un flujo vehicular regular por un tiempo limitado. Generalmente, las reparaciones de emergencia dejan el camino en estado regular.

2.1.14 Aspectos técnicos del mantenimiento de caminos

2.1.14.1 Elementos viales

Según Menéndez José (2003) Las carreteras vecinales mayormente tienen una superficie de rodadura conformada por un material denominado lastrado o afirmado, mientras que un grupo importante de caminos no cuenta con ningún tratamiento superficial. Debido a que el suelo y el afirmado pierden resistencia y cohesión con el agua, el sistema de drenaje en la carretera se convierte en un factor de mucha importancia para el correcto funcionamiento de la misma. Los principales elementos que componen un camino son:

a) Superficie de rodadura.
b) Bombeo o pendiente transversal.
c) Cunetas laterales.
d) Cunetas de coronación.
e) Alcantarillas.
f) Cruces de canales de riego.
g) Puentes y pontones.
h) Badenes o pases de cauces.
i) Muros de sostenimiento y contención.
j) Señales de tránsito.
k) Postes de kilometraje.
l) Guardavías.

Los elementos arriba indicados no están presentes en todas las carreteras, dependiendo de la topografía y el clima de la región. La correcta evacuación del agua proveniente de las precipitaciones pluviales se inicia con la conservación del bombeo o pendiente transversal de la superficie de rodadura, la misma que debe estar comprendida entre 2% a 5%. Las aguas evacuadas transversalmente deben ser conducidas hacia las cunetas laterales. El agua que circula a través de las cunetas es, finalmente, llevada a cauces existentes, los que atraviesan la carretera mediante alcantarillas.

2.1.15 Mantenimiento rutinario

El mantenimiento rutinario, como su nombre lo advierte, es el conjunto de acciones continuas, tendientes a que el camino se encuentre permanentemente en buen estado. El tipo de actividades y la periodicidad de las mismas depende de varios factores, pero esencialmente del clima, volumen de tráfico, así como del relieve topográfico; y de manera eventual, del tipo de del suelo de fundación y del material de afirmado. [21]

2.1.15.1 Actividades principales de mantenimiento rutinario

Conservación de la plataforma según Menéndez José (2003)

a) Limpieza de plataforma (incluye remoción de derrumbes inferiores a 50 m3).
b) Roce y limpieza de maleza.
c) Bacheo de calzada y berma.
d) Peinado de taludes. Conservación de obras de arte y drenaje
e) Limpieza de cunetas laterales.
f) Limpieza de cunetas de coronación.
g) Limpieza de alcantarillas.
h) Limpieza de badenes.
i) Limpieza de puentes y pontones.
j) Mantenimiento de muros secos.
k) Encausamiento de pequeños cursos de agua. Conservación de señales y vigilancia
l) Mantenimiento de señales.
m) Vigilancia y control.

Como se puede estimar, todas estas actividades pueden desarrollarse enteramente con mano de obra y no exigen una calificación especial para su realización. Estas actividades son destinadas, primariamente, a mantener el sistema de drenaje funcionando bien y, asimismo, a contar con una superficie de rodadura en una condición de servicio adecuada, permitiendo que los vehículos circulen sin dificultad. [21]

2.1.15.2 Limpieza del pavimento

Son trabajos requeridos para quitar de la calzada pavimentada con asfalto u hormigón, cualquier objeto o elemento ajeno a la vía: petróleo y sus derivados, arena y barro, piedras y otros fragmentos de importante tamaño, que pudieran ser peligrosos para los usuarios. [24]

2.1.15.3 Roce y limpieza de maleza

Consiste en eliminar la vegetación que crece a los dos lados de la carretera que impide la visibilidad de la carretera, facilitando el libre tránsito vehicular. [21]

2.1.15.4 Bacheo de calzada y berma

La operación comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentran deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura asfáltica. [24]

2.1.15.5 Peinado de taludes (desquinche)

Consiste en eliminar toda piedra o roca ubicada en la parte alta del talud que se encuentre en situación inestable, con el objeto de evitar su caída hacia las cunetas o superficie de rodadura, obstaculizando el tránsito vehicular. [21]

2.1.15.6 Limpieza de cunetas laterales

La operación consiste en la remoción de los materiales depositados dentro de las cunetas revestidas, al lado de las soleras, en las descargas de los subdrenes y las bajadas de agua, con el fin de dejar libre la sección de escurrimiento original. [24]

2.1.15.7 Limpieza de cunetas de coronación

Consiste en eliminar el material caído o sedimentado en las cunetas de coronación que obstruye el paso normal de las aguas que provienen por lo general de las lluvias. [21]

2.1.15.8 Limpieza de alcantarillas

Consiste en remover cualquier material extraño de las alcantarillas, incluyendo las obras de entrada y salida, para que permanezcan libres de basura y sedimentos. [22]

Por consiguiente, se busca la preservación del camino. Igualmente, corresponderá efectuar la limpieza y encausamiento, del curso de agua, tanto al ingreso, como a la salida. [21]

2.1.15.9 Limpieza de badenes

Consiste en quitar, mediante trabajo hecho a mano, basura y cualquier tipo de material extraño que tapone el libre paso del agua a través del badén. [22]

2.15.1.10 Limpieza de puentes y pontones

Consiste en retirar todos los elementos perceptibles de los puentes y los pontones, en especial del tablero, barandas andenes y los elementos de soporte. El propósito es que los pontones de concreto, los puentes metálicos y de madera, queden libres de vegetación, basuras, y otros materiales extraños. También, se procura que las obras queden libres de roedores, insectos, murciélagos y aves que pudieran afectar la estructura, la seguridad y comodidad de los usuarios. Asimismo, se procura que estén libres de letreros o de avisos diferente a la señalización formal de la vía.

2.1.15.11 Mantenimiento de muros secos

Consiste en el arreglo de los daños existentes en un muro seco, lo cual se efectúa generalmente poniendo nuevamente las piedras con desplome y reponiendo las que falten, de acuerdo con los datos del Expediente Técnico. La finalidad es la restauración de muros secos de contención para que cumplan con su función estructural de mantener la fijeza y resguardo de la plataforma del camino y, de esta manera, se aporte a la seguridad de los usuarios. [22]

2.1.15.12 Encausamiento de pequeños cursos de agua

Consiste en derivar los pequeños cursos de agua hacia los espacios de drenaje, ya sean cunetas, alcantarillas, zanjas de coronación, badenes, etc., respetando la pendiente y la sección de la quebrada de tal manera que las aguas desfoguen por ahí. [21]

2.1.15.13 Mantenimiento de señales

Radica en inspeccionar, limpiar y/o enderezar las señales a su perspectiva original. Incluye, además, el retiro de cualquier clase de material que obstruya la visibilidad la señal, así como la sustitución parcial de alguna parte de ella. El objetivo es permitir

que la señal cumpla con la función para la que fue creada e instalada, sea esta preventiva, informativa o reglamentaria, de tal manera que su mensaje se mantenga claramente visible y el usuario tenga una información óptima para transitar en forma segura. [22]

2.1.15.14 Vigilancia y control

Revisar constantemente los hechos que puedan dañar la carretera, como son aniegos, derrumbes, invasiones de obras hechas sin autorización, incendios, desbordes de canales, y demás daños graves. [13]

2.2 Hipótesis

Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Cevallos - Mocha en el tramo Km 0 + 0.00 a Km 4 + 960 de la provincia de Tungurahua.

2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis

Variable independiente

Implementación del proceso de conservación vial.

Variable dependiente

Estructura de la capa de rodadura.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Nivel o tipos de experimentación

Exploración

Se refiere al tipo de investigación que se realiza principalmente cuando el tema seleccionado ha sido poco explorado y reconocido, y más aún, cuando al respecto, no es fácil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad.

La implementación de procesos de conservación de la estructura de la capa de rodadura de una vía es un tema poco explorado, por lo que se consideró necesario explorar las condiciones para elaborar una propuesta de mantenimiento de la vía mediante la formulación de una hipótesis de la que se deriva una variable independiente y una dependiente.

Ensayo de laboratorio

Se obtendrán los datos mediante ensayos de laboratorio denominado CBR que consiste en compactar un terreno para evaluar la capacidad de soporte del suelo.

Exploración de campo

Con el fin de obtener los datos para la formulación de una propuesta de prevención, se realizará una contabilidad del tránsito vehicular con lo que se obtendrá el tráfico promedio diario anual (TPDA), así mismo, se hará una visualización de la vía para evaluar y lograr la obtención del índice de condición del pavimento (PCI) además del índice de rugosidad intencional (IRI). Finalmente utilizando la viga Benkelman se registrarán las deflexiones del pavimento.

Sondeo experimental

El presente proyecto está clasificado como experimental ya que pronostica lo que ocurrirá si se realiza alguna modificación en la condición actual. Los experimentos se realizarán en el laboratorio y en el campo. Considerando que los procesos de mantenimiento vial no son realidades que se aplican en un presente inmediato, pero se proyecta que, en un futuro cercano, su aplicación podría reducir considerablemente los

costos al evitar que la capa de rodadura termine por degenerarse totalmente y en su lugar haya necesidad de reconstruir totalmente.

Aplicación

El pedagogo, filósofo, sociólogo y ensayista Ezequiel Ander-Egg Hernández dice que es una solución eficiente y con fundamentos a un problema que se ha identificado**.**

Es una forma de conocer las realidades con una prueba científica, manifiesta Zoila Rosa Vargas Cordero (2008), docente de la maestría en Orientación de la Universidad de Costa Rica.

La intención de esta investigación es implementar un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Cevallos - Mocha en el tramo KM 0 + 000 al KM 4 + 960 de la provincia de Tungurahua, y con los resultados proyectar una vía expedita que facilite al usuario una circulación vehicular enmarcada en estándares de confiabilidad y seguridad.

3.2 Población y muestra

Población

La implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Cevallos - Mocha en el tramo Km 0 + 000 a Km 5 + 000 de la provincia de Tungurahua, cuenta con una extensión de 5 km.

Tabla 2. Localización Geográfica del Proyecto

UBICACIÓN	COORDENADAS (ZONA 17 M) (UTM – WGS84)		COTA (msnm)
	Longitud (E)	Latitud (S)	
Cevallos	765492	9849886	2886
Pinguilí	764399	9846155	3056

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Muestra

Para obtener la planimetría del tramo correspondiente de la vía y efectuar la experimentación se tomarán puntos con el GPS. A continuación, se realizará el análisis de suelo a través de un ensayo CBR el mismo que se efectuará con muestras tomadas cada 1000 metros.

La muestra constará de 50 kilos de material obtenidas a una profundidad de 80cm, después de lo cual se realizará el análisis en el laboratorio. Además, se analizará una muestra de base tomada cada 1000 metros.

El ensayo de la viga Benkelman se ejecutará cada 300 m.

Para el conteo vehicular se realizará un estudio de tráfico durante 7 días, analizando 12 horas en cada día.

En cuanto el índice de condición del pavimento se transitará la vía identificando las fallas visibles.

Tabla 3. Tipos de ensayos a realizarse

TIPO DE ENSAYOS	NÚMERO DE MUESTRAS
Ensayo CBR	1 ensayo cada 1000 metros
Conteo Vehicular	12 horas, durante 7 días
Ensayo Viga Benkelman	1 ensayo cada 300 metros
Índice de condición del Pavimento	Número de fallas a en la vía.

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

3.3 Operacionalización de variables

Variable independiente

Implementación del proceso de conservación vial.

Tabla 4. Operacionalización de Variable Independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La conservación vial fusiona un conjunto de procesos para preservar la vía, consiguiendo que la capacidad de soporte del suelo se mantenga con valores que garanticen la seguridad y comodidad en la movilización vehicular.	Capacidad de soporte del suelo.	Ensayo California Bearing Ratio (CBR).	¿Cuál es la capacidad de soporte del suelo de la vía?	-Experimental -Bibliográfica
	Movilidad vehicular	Tráfico Promedio diario anual (TPDA)	¿Cuál es el TPDA de la vía?	-Experimental -Bibliográfica

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Variable dependiente

Estructura de la capa de rodadura

Tabla 5. Operacionalización de Variable Dependiente

Conceptualización	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Ítems**	**Técnicas e Instrumentos**
La estructura de la capa de rodadura Se constituye por las características y componentes físicos de la vía, cada una con sus cualidades superficiales que permitan la circulación segura de vehículos.	Componentes de la vía	Levantamiento topográfico del tramo	¿El levantamiento topográfico ofrece un inventario vial?	-Experimental -Bibliográfica
	Deflectometría del pavimento	Ensayo Viga Benkelman	¿El ensayo con la Viga Benkelman proporciona las deflexiones del pavimento flexible?	-Experimental -Bibliográfica
	Características físicas del tramo	Índice de condición del pavimento (PCI)	¿El índice de condición del pavimento establece el estado de la vía?	-Experimental -Bibliográfica

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

3.4 Plan de recolección de información

Tabla 6. Plan de recolección de información

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	Para proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Cevallos – Mocha en el tramo Km + 0.00 a Km 4 + 960 de la provincia de Tungurahua.
2. ¿De qué personas u objetos?	Levantamiento georreferenciado, movilidad vehicular y componentes físicos de la vía.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Ensayos Mantenimiento de la capa de rodadura
4. ¿Quién?	Denisse Alejandra Álvarez Tapia
5. ¿Dónde?	Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato
6. ¿Cómo?	Exploración bibliográfica Ensayos de laboratorio

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

3.5 Plan procesamiento y análisis

a) Analizar la información recolectada, utilizando diversas técnicas e instrumentos.
b) Determinar la mayor incidencia de uso de la vía con diversos medios de transporte.
c) Establecer de acuerdo a distintas normativas las características de la estructura del pavimento.
d) Identificar fallas en el pavimento mediante la metodología del PCI.

CAPÍTULO IV

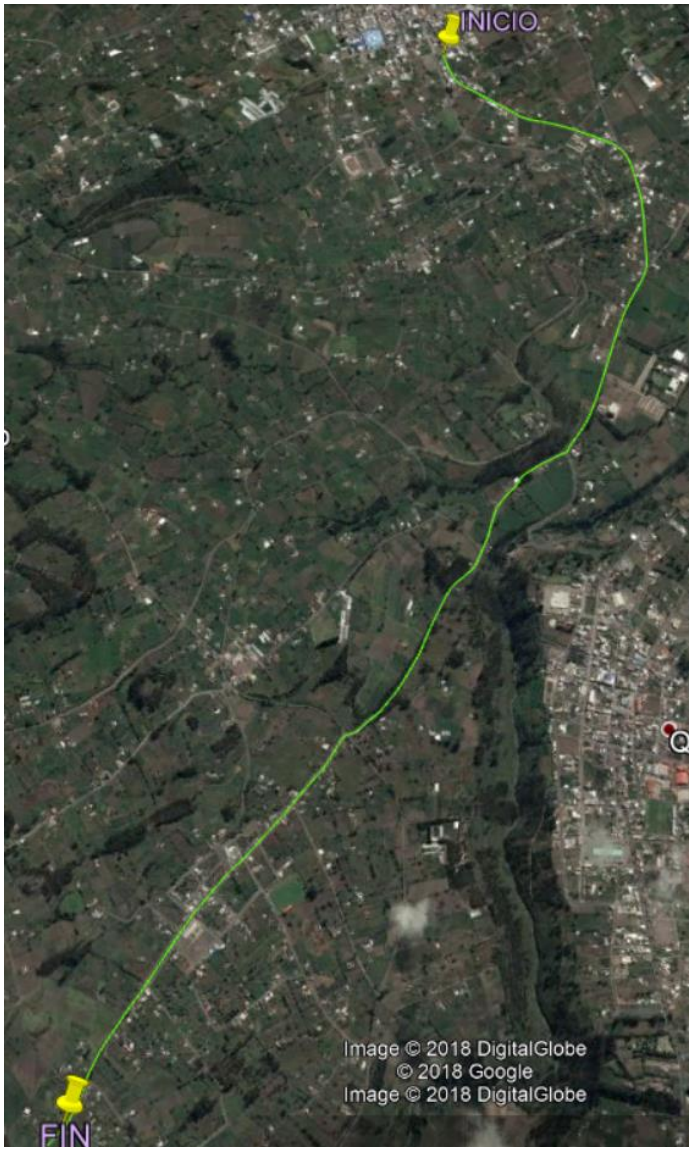
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recolección de datos

4.1.1. Zona de Estudio

El límite inicial de la vía de estudio empieza en el Km 0 + 000 y concluye en el Km 5 + 000 de la Vía Cevallos – Mocha.

Figura 3. Zona de estudio



Fuente: Google Earth Pro

4.1.2. Evaluación de la vía

4.1.2.1 Inventario vial

La vía Cevallos – Mocha Km 0 + 000.00 al Km 5 + 000.00 ha sido levantada planimétricamente, con la ayuda de GPS, se tomaron puntos cada 20 metros y se midió el ancho con cinta métrica, asimismo se registró sus componentes: aceras, cunetas, pozos, pasos de agua y calles adyacentes. Datos que con la ayuda del software Civil CAD 2018 se creó planos, donde se identifica la longitud total, curvaturas y abscisas. Los abscisados se detallan en los anexos A.

Para los datos de los anexos A, se utilizó el siguiente formato:

Tabla 7. Formato de inventario vial

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ABSCISADO DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 0 + 000.00 A KM 5 + 000.00

ABSCISADO	ANCHO DE LA VÍA (m)	ACERA		CUNETA		POZO ALCANTARILLADO	PASOS DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha			Izquierda	Derecha	
0 + 000	8.80									
0 + 020	8.80					X				
0 + 040	8.80									
0 + 060	8.80									
0 + 080	8.80									
0 + 100	8.80									
0 + 120	8.80									
0 + 140	8.80							6.40		
0 + 160	8.80									
0 + 180	8.80								5.30	
0 + 200	8.80									
0 + 220	8.80									
0 + 240	8.80									
0 + 260	8.80									
0 + 280	8.80									
0 + 300	8.80									
0 + 320	8.80					X				
0 + 340	8.80									

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

4.1.2.2 Estudio del tráfico

El estudio del tráfico genera información del fluido vehicular que existe en un determinado sitio de la vía. La unidad de medida del volumen de tráfico es el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

4.1.2.2.1 Hora de Máxima Demanda

El conteo de los vehículos se realizó durante 12 horas diarias, desde las 7:00 hasta las 19:00 horas, en un lapso de 7 días; iniciando el lunes 27 de agosto y terminando el

domingo 02 septiembre del 2018 en el sector en el cual funciona la Universidad Técnica de Ambato, extensión Querochaca en la abscisa Km 1 + 980. Seguidamente del lunes 03 de septiembre al domingo 09 de septiembre del mismo año se realizó el mismo procedimiento en el sector Pinguilí abscisa Km 4 + 020. Se dividió en dos tramos, abscisas Km 0 + 000 a Km 2 +120 el primero y Km 2 + 120 a Km 5 + 000 el segundo, debido a que el tránsito es más concurrido en el tramo número uno en comparación con el tramo número dos.

Tabla 8. Formato de conteo vehicular

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 0 + 000 a Km 2 + 120		
FECHA:	Lunes, 27 de agosto de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca	**ESTACIÓN:**	N°1
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**DÍA DE MAYOR TRÁFICO**	

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	VEHICULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2	C-2-G	C-3	C-4	C-5	C-6		
7h00-7h15	90	7	5	0	1	0	0	0	103	
7h15-7h30	102	8	10	1	2	1	0	0	124	
7h30-7h45	100	8	8	0	0	0	0	0	116	
7h45-8h00	127	13	7	4	0	1	0	0	152	495
8h00-8h15	109	7	7	1	0	1	0	0	125	517
8h15-8h30	112	9	6	0	3	0	0	0	130	523
8h30-8h45	110	11	8	1	3	0	0	0	133	540
8h45-9h00	122	8	10	0	5	0	0	0	145	533
9h00-9h15	94	7	8	0	1	0	0	0	110	518
9h15-9h30	115	18	13	5	1	1	0	0	153	541
9h30-9h45	89	10	5	2	1	0	0	0	107	515
9h45-10h00	94	6	4	1	3	1	0	0	109	479
10h00-10h15	91	3	0	1	1	0	0	0	96	465
10h15-10h30	105	7	2	2	0	0	0	0	116	428
10h30-10h45	95	1	10	1	2	0	0	0	109	430
10h45-11h00	92	8	8	5	1	0	0	0	114	435
11h00-11h15	86	11	8	0	0	1	0	0	106	445
11h15-11h30	90	9	6	2	4	0	0	0	111	440
11h30-11h45	68	4	6	3	1	0	0	0	82	413
11h45-12h00	95	9	8	2	0	2	0	0	116	415
12h00-12h15	61	9	10	7	1	0	0	0	88	397
12h15-12h30	84	11	5	7	3	3	0	0	113	399
12h30-12h45	106	6	14	0	0	1	0	0	127	444
12h45-13h00	75	8	5	8	3	0	0	0	99	427
13h00-13h15	70	5	4	4	0	1	0	0	84	423
13h15-13h30	85	4	3	3	0	1	0	0	96	406
13h30-13h45	97	12	9	5	1	2	0	0	126	405
13h45-14h00	69	5	5	7	0	1	0	0	87	393
14h00-14h15	81	7	0	3	4	0	0	0	95	404
14h15-14h30	57	4	3	2	0	0	0	0	66	374
14h30-14h45	77	4	4	3	2	0	0	0	90	338
14h45-15h00	78	6	3	4	2	1	0	0	94	345
15h00-15h15	77	5	2	3	0	0	0	0	87	337
15h15-15h30	76	7	1	4	0	0	0	0	88	359
15h30-15h45	83	5	3	2	1	0	0	0	94	363
15h45-16h00	84	6	7	8	3	1	0	0	109	378
16h00-16h15	75	6	1	3	2	0	0	0	87	378
16h15-16h30	104	10	10	3	1	0	0	0	128	418
16h30-16h45	70	6	4	4	0	0	0	0	84	408
16h45-17h00	69	10	6	7	1	0	0	0	93	392
17h00-17h15	83	5	2	2	1	0	0	0	93	398
17h15-17h30	72	0	4	1	1	0	0	0	78	348
17h30-17h45	81	1	2	2	1	0	0	0	87	351
17h45-18h00	71	6	2	2	0	1	0	0	82	340
18h00-18h15	79	4	5	3	1	1	0	0	93	340
18h15-18h30	67	2	2	2	0	0	0	0	73	335
18h30-18h45	75	11	2	3	1	0	0	0	92	340
18h45-19h00	69	4	2	2	1	0	0	0	78	336
TOTALES	**4161**	**333**	**259**	**135**	**59**	**21**	**0**	**0**	**4968**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

a) En la parte 1 se encuentra ubicado el encabezado que consta el nombre de la universidad y la facultad, nombre del proyecto, abscisa, ubicación, fecha de realización, número de estación, estado de tiempo nombre de la persona que realizó el conteo.
b) En la parte 2 constan los tipos de vehículos que transitan en la vía, tales como: camiones de 2 ejes pequeño (C-2-P), camiones de 2 ejes grande (C-2-G), camión 3 ejes (C-3), camión 4 ejes (C-4), camiones 5 ejes (C-5), camiones 6 ejes (C-6).
c) La parte 3 contiene los valores totales de vehículos en intervalos de 15 minutos, y el total acumulado en rangos de 1 hora.
d) En la parte 4 se resalta la hora de máximo tráfico vehicular.
e) La parte 5 muestra el total de vehículos que transitan por la vía Cevallos - Mocha, durante 12 horas consecutivas.

Los formatos de conteo se visualizan en los anexos B.

4.1.2.3 Estudio del suelo

El estudio de suelo es fundamental, ya que permitió determinar las posibles falencias, la capacidad de carga y la densidad del suelo. Los datos obtenidos adecuadamente nos permitieron identificar las características de la vía.

Para tomar las muestras del sitio, motivo de estudio, se lo hizo previo a un reconocimiento del lugar. A través de excavación manual, se obtuvo las muestras de las calicatas en las abscisas Km 0 + 140, Km 1 + 140, Km 2 + 070, Km 3 + 070 y Km 4 + 460. Cada calicata tuvo una profundidad de 1 m a 1.20 m. Antes de ser llevadas al laboratorio, para realizar los ensayos correspondientes, las muestras se secaron a temperatura ambiente. Los resultados se visualizan en los anexos C y D.

4.1.2.3.1 Ubicación de las calicatas

Para el estudio de esta vía se realizaron 5 calicatas, las mismas que se detallan en el siguiente cuadro.

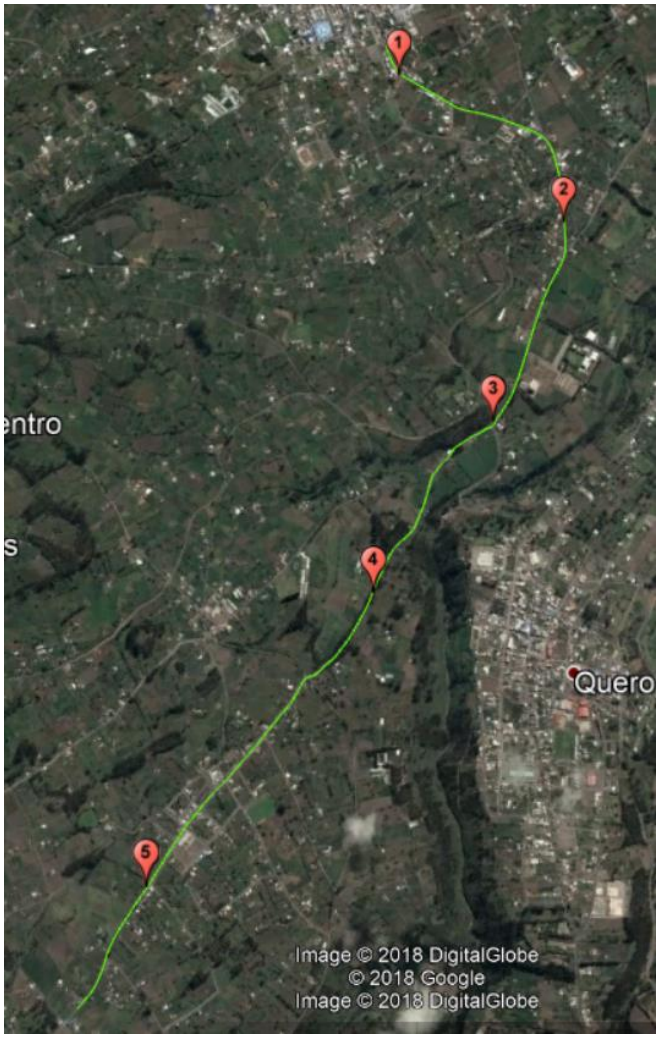
Tabla 9. Ubicación de las calicatas

Calicata N°	Coordenadas	
	E	N
1	765552 m	9849579 m
2	766238 m	9849174 m
3	765952 m	9848308 m
4	765399 m	9847489 m
5	764548 m	9846428 m

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

En la tabla 9 se encuentra identificada cada calicata, con sus respectivas coordenadas, estas se encuentran en la zona 17 M sur WGS 84.

Figura 4. Ubicación de las calicatas



Fuente: Google Earth Pro

4.1.2.3.2 Clasificación de suelo según el SUCS

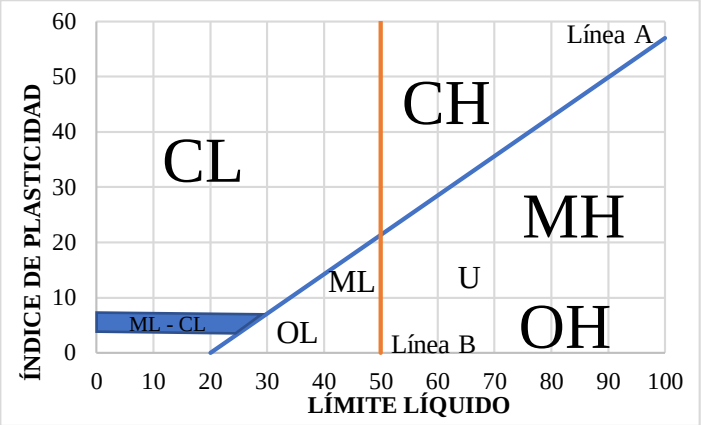
El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación a su sistema de clasificación propuesto en 1942; los suelos de partículas gruesas y lo de partículas finas se distinguen mediante el cernido del material por el tamiz N° 200, el suelo grueso es el que se retiene en dicha malla y fino el que pasa, así un suelo se define grueso si más del 50% es retenido en el tamiz fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz. [25]

Tabla 10. Clasificación de suelos

Tipo	Sub-Tipos			Identificación			Símbolo de Grupo
Suelos (partículas menores de 7,5 cm)	SUELOS GRUESOS Más de la mitad del material se retiene en la malla N°200 (0,075 mm)	GRAVA Más de la mitad de la fracción gruesa se retiene en la malla N°4.		GRAVA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Grava bien graduada; mezcla de grava y arena con poco a nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad (C_u), mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (C_c) entre 1 y 3.	Menos de 5% en masa pasa la malla N°200	GW
					Grava mal graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para GW.	Menos de 5% en masa pasa la malla N°200	GP
				GRAVA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo.	Más del 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH (véase abajo los grupos ML y MH)	GM
					Grava arcillosa; mezclas de grava, arena y arcilla.	Más del 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH (véase abajo los grupos CL y CH)	GC
		ARENA Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N°4.		ARENA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas)	Arena bien graduada; mezcla de arena y grava con un poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad (C_u) mayor de 6 y un coeficiente de curvatura (C_c) entre 1 y 3.	Menos del 5% en masa pasa la malla N°200.	SW
					Arena mal graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para SW.	Menos del 5% en masa pasa la malla N°200.	SP
				ARENA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)	Arena limosa; mezcla de arena, grava y limo.	Más de 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH (véase abajo los grupos ML y MH)	SM
					Arena arcillosa; mezclas de arena, grava y arcilla.	Más de 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH (véase abajo los grupos CL y CH)	SC
	SUELOS FINOS Más de la mitad del material pasa la malla N°200 (0,075 mm)	LIMO Y ARCILLA Límite líquido	Menor de 50%	Limo de baja compresibilidad; mezcla de limo de baja plasticidad, arena y grava; polvo de roca. Se localiza dentro de la zona I de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.			ML
				Arcilla de baja compresibilidad; mezcla de arcilla de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona II de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.			CL
				Limo orgánico de baja compresibilidad; mezcla de limo orgánico de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona I de la carta de la plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.			OL
			Mayor de 50%	Limo de alta compresibilidad; mezcla de limo de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona III de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.			MH
				Arcilla de alta compresibilidad; mezcla de arcilla de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona IV de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.			CH
				Limo orgánico de alta compresibilidad; mezcla de limo orgánico de alta compresibilidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona III de la carta de plasticidad mostrada en la Figura 1 de este Manual.			OH
	ALTAMENTE ORGÁNICOS			Turbas fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa.			P_t

Fuente: SUCS

Figura 5. Carta de plasticidad del SUCS



Fuente: SUCS

4.1.2.3.2.1 Granulometría

Se ejecutó el ensayo granulométrico de las muestras tomadas de cada una de las calicatas, de la subrasante y la base para posteriormente clasificarlos según SUCS. Los formatos de análisis granulométrico se visualizan en los anexos C.

Tabla 11. Formato de análisis granulométrico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
GRANULOMETRÍA				
ABSCISA	**KM 0 + 140**			
REFERENCIAS	**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**			
TAMIZ	**ABERTURA (mm)**	**PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)**	**% RETENIDO**	**% QUE PASA**
2”	50,80	0,00	0,00 %	**100,00 %**
1”	25,40	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/4”	19,10	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/8”	9,52	0,00	0,00 %	**100,00 %**
Fuente	-	0,00	0,00 %	**100,00 %**
#4	4,76	27,90	2,79 %	**97,21 %**
#10	1,65	52,30	5,23 %	**94,77 %**
#40	0,83	170,90	17,09 %	**82,91 %**
#100	0,14	393,60	39,36 %	**60,64 %**
#200	0,07	696,40	69,64 %	**30,36 %**
Fuente	-	**1000,00**	100,00 %	**0,00 %**
Total (gr)		**1000,00**		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

4.1.2.3.2.2 Límites de Atterberg

Se utilizó para determinar el grado de consistencia de acuerdo a su humedad, es el proceso de agregar agua paulatinamente a la muestra para que este pase de estado sólido a semisólido, plástico y finalmente a líquido. Los formatos se visualizan en los anexos C.

Tabla 12. Formato para determinar el límite líquido

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
LÍMITE LÍQUIDO								
ABSCISA	KM 0 + 140							
REFERENCIAS	AASHTO: T – 90 – 70		ASTM: D – 424 – 71		INEN: 691			
Recipiente número	**19**	**6**	**15**	**18**	**38**	**11**	**36**	**67**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	28,30	25,20	27,00	30,40	25,00	27,40	30,10	28,70
Peso muestra seca + rec (gr)	24,00	21,60	23,30	25,60	21,80	23,50	26,10	25,00
Peso recipiente (gr)	11,70	11,40	11,20	11,30	11,60	10,80	11,40	11,50
Peso agua (gr) Ww	**4,30**	**3,60**	**3,70**	**4,80**	**3,20**	**3,90**	**4,00**	**3,70**
Peso de los sólidos (gr) Ws	**12,30**	**10,20**	**12,10**	**14,30**	**10,20**	**12,70**	**14,70**	**13,50**
Contenido de humedad (w%)	**34,96**	**35,29**	**30,58**	**33,57**	**31,37**	**30,71**	**27,21**	**27,41**
PROMEDIO (w%)	**35,13**		**32,07**		**31,04**		**27,31**	
Número de golpes	6		17		24		38	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 13. Formato para determinar el límite plástico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 0 + 140**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	**44**	**3**	**1**	**16**	**4**	**2**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	7,90	12,60	12,50	11,80	11,60	12,00
Peso muestra seca + rec (gr)	7,50	12,30	12,20	11,60	11,40	11,70
Peso recipiente (gr)	6,20	10,60	10,70	10,70	10,50	10,50
Peso muestra húmeda (gr)	**1,70**	**2,00**	**1,80**	**1,10**	**1,10**	**1,50**
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	**0,40**	**0,30**	**0,30**	**0,20**	**0,20**	**0,30**
Peso de los sólidos (gr)	**1,30**	**1,70**	**1,50**	**0,90**	**0,90**	**1,20**
Contenido de humedad (w%)	**30,77**	**17,65**	**20,00**	**22,22**	**22,22**	**25,00**
PROMEDIO (w%)	**21,42**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite Líquido (LL) %	29,97					
Límite Plástico (LP) %	21,42					
Índice Plástico (Ip) %	**8,55**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

4.1.2.3.2.3 Compactación

El ensayo se realizó con muestras alteradas tomadas de la vía, bajo condiciones determinadas de humedad, para obtener la densidad y la humedad óptima del suelo. Los formatos se visualizan en el anexo D.

Tabla 14. Formato para determinar la densidad óptima

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO								
Número de golpes	56	**Altura de caída**		18"	**Abscisa**		KM 4 + 460	
Número de capas	5	**Peso del martillo**		10 lb	**Muestra**		Base	
		Normas:	Aashto T-180		**Método**		B	
Peso inicial deseado		5000	5000		5000		5000	
1. Determinación del peso del suelo extraído								
N° molde		**M1**	**M2**		**M3**		**M4**	
Humedad inicial		**3,00%**	**6,00%**		**9,00%**		**12,00%**	
Peso suelo + recipiente (gr)		20352,00	20191,00		21234,00		20089,00	
Peso del recipiente (gr)		16000,00	15600,00		16500,00		15250,00	
Peso de la masa de suelo wm (gr)		4352,00	4591,00		4734,00		4839,00	
2. Determinación del volumen del suelo								
Longitud de la muestra (cm)		12,70	12,45		12,60		12,60	
Diámetro de la muestra (cm)		15,22	15,20		15,23		15,20	
Volumen de la muestra vm (cm^3)		2310,59	2259,16		2295,41		2286,38	
3. Determinación del contenido de humedad								
N° muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
N° recipiente	8	23	41	1	10	37	20	4
Peso húmedo + recipiente (wm+wr) (gr)	118,20	103,80	125,40	118,60	124,90	119,20	109,30	112,40
Peso seco + recipiente (ws+wr) (gr)	115,00	101,60	119,10	113,30	116,20	111,80	99,80	102,60
Peso del recipiente wr (gr)	26,70	25,30	24,00	23,80	23,60	26,10	24,70	25,70
Peso agua (ww) (gr)	3,20	2,20	6,30	5,30	8,70	7,40	9,50	9,80
Peso de la muestra seca (ws)	88,30	76,30	95,10	89,50	92,60	85,70	75,10	76,90
Contenido de humedad w%	**3,60**	**2,90**	**6,60**	**5,90**	**9,40**	**8,60**	**12,70**	**12,70**
Contenido de humedad promedio	**3,25**		**6,27**		**9,02**		**12,70**	
4. Determinación del peso volumétrico de la masa								
γ_m=wm/vm (gr/cm^3)	1,884		2,032		2,062		2,116	
5. Determinación del peso volumétrico seco								
γ_d=γm/(1+w) (gr/cm^3)	1,824		1,912		1,892		1,878	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

4.1.2.3.2.4 CBR y Penetración estándar

El ensayo se ejecutó en condiciones de humedad y densidad óptimas, con frecuencia se utiliza 3 moldes por cada muestra con distinto grado de compactación, para conocer la capacidad que tienen de soporte, la subrasante y la base.

Tabla 15. Formato de CBR y Penetración estándar

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

C.B.R. y Penetración

ABSCISA	KM 0 + 140

ANILLO 1-A MAIER AREA DEL PISTON: 3.04pl2

MOLDE NÚMERO			M1				M2				J2			
			56 golpes				27 golpes				11 golpes			
TIEMPO		PENET	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
			LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	110	36,18			70	23,03			20	6,58		
1	0	50	250	82,24			180	59,21			60	19,74		
1	0	75	430	141,45			310	101,97			130	42,76		
2	0	100	650	213,82	**213,8**	**21,4**	450	148,03	**148,0**	**14,8**	200	65,79	**65,8**	**6,6**
3	0	150	930	305,92			690	226,97			430	141,45		
4	0	200	1140	375,00			860	282,89			570	187,50		
5	0	250	1300	427,63			1020	335,53			700	230,26		
6	0	300	1450	476,97			1150	378,29			800	263,16		
7	0	350	1570	516,45			1260	414,47			880	289,47		
8	0	400	1680	552,63			1350	444,08			960	315,79		
9	0	450	1770	582,24			1420	467,11			1000	328,95		
10	0	500	1910	628,29			1500	493,42			1030	338,82		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

4.1.2.4 Índice de condición del pavimento (PCI)

Con el propósito de establecer el daño de la capa de rodadura de la vía se llevó a cabo el estudio de índice de condición del pavimento, para este procedimiento se dividió la vía en 2 tramos, el primer tramo inicia en la abscisa Km 0 + 000 a Km 2 + 120 y el segundo desde la abscisa Km 2 +120 a Km 5 + 000; ya que cada uno de los tramos en estudio tiene estructuras y condiciones de servicio distintas. Debido a que el ancho de la calzada excede al mayor valor definido la longitud máxima de las unidades de muestreo fue 31.5 m, sin sobrepasar el área máxima que va desde 230 m^2 +/- 93 m^2.

Tabla 16. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Paviment Condition Index

El número de unidades de muestreo resultan de la división de la longitud total para la longitud de la unidad de muestreo, que viene relacionada con el ancho de la calzada.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N-1) + \sigma^2} \quad (Ecuación\ 1)$$

$$i = \frac{N}{n} \quad (Ecuación\ 2)$$

Donde:

$\boldsymbol{n} = \ Número\ mínimo\ de\ unidades\ de\ muestreo.$

$\boldsymbol{N} = Número\ de\ muestras\ estimadas.$

$\boldsymbol{\sigma} = \ Desviación\ estándar\ del\ PCI\ entre\ unidades\ igual\ al\ 10.$

$\boldsymbol{e}$ = *Error admisible en el estimativo del PCI de la sección igual 5%.*

$\boldsymbol{i} = \ Intervalo\ de\ muestreo.$ [9]

Tabla 17. Valores para determinar las unidades de muestreo para el primer tramo

N	67
e	5%
σ	10
n	13
i	4

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 18.- Valores para determinar las unidades de muestreo para el segundo tramo

N	92
e	5%
σ	10
n	14
i	6

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Se determinó 13 unidades de muestreo para el primer tramo, con intervalos de 4 unidades, en tanto que para el segundo resultaron ser 14 unidades de muestreo con intervalos de 6 unidades.

Tabla 19. Identificación de daños y códigos

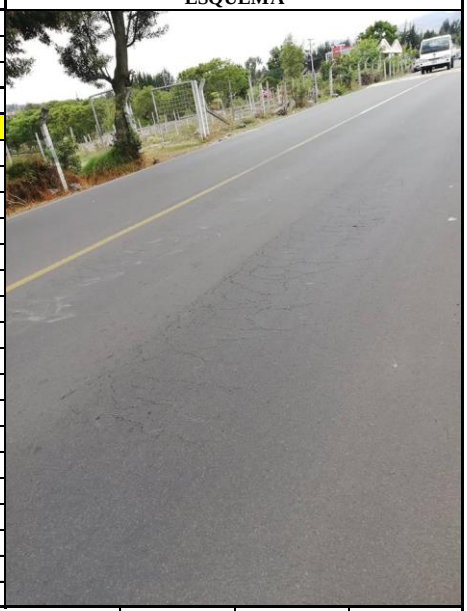
COD	DAÑO	U
PC	Piel de cocodrilo	m2
EX	Exudación	m2
AG	Fisuras en bloque	m2
AB	Abultamientos y Hundimientos	M
CR	Corrugación	m2
DE	Depresión	m2
FB	Fisura de borde	m
FR	Fisura de reflexión de junta	m
DC	Desnivel carril / Berma	m
FL	Fisuras long. y transversal	m
P	Parcheo	m2
AP	Pulimiento de agregados	m2
H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
A	Ahuellamiento	m2
D	Desplazamiento	m2
FP	Grieta parabóloca	m2
HI	Hinchamiento	m2
DA	Desprendimiento de agregados	m2

Fuente: Paviment Condition Index

Tabla 20. Formato de índice de condición del pavimento

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				**ESQUEMA**
ABSCISA INICIAL	1 + 512.0	**UNIDAD DE MUESTREO**	49	
ABSCISA FINAL	1 + 543.5	**ÁREA MUESTREO (m2)**	276.5	
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia		

N°	**COD**	**DAÑO**	**U**
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
PC	Baja	4.40	9.90				43.56	15.75	38.00

Piel de cocodrilo, 2mm de espesor.

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

a) En la parte 1 están los datos de encabezado que identifican el proyecto: nombre de la universidad, la facultad y la carrera
b) En la parte 2 se puede observar la unidad de muestreo, el área de muestreo, la abscisa inicial y final donde está la falla; además el nombre de quien ha inspeccionado.
c) En la parte 3 se observa el número, el código del daño, los tipos de daños y la unidad de medida.
d) La parte 4 muestra una fotografía del daño en la vía.
e) La parte 5 contiene una tabla con la descripción del daño seleccionado en la parte 3, muestra la severidad, las cantidades parciales del daño, la suma total de las cantidades parciales, la densidad del daño y el valor deducido, el cual que se visualiza en los ábacos del anexo E.

4.1.2.5 Viga Benkelman

Las deflexiones de la vía se tomaron con la ayuda de la viga Benkelman que midió las deformaciones en intervalos fijos mientras la volqueta avanzaba lentamente. Dicha volqueta en su eje posterior tenía un peso de 8.2 toneladas, y la temperatura del pavimento se obtuvo mediante un termómetro. Los datos fueron tomados cada 300 m.

La vía se dividió en los mismos tramos determinados para el conteo vehicular y el PCI, ya que tienen distinta estructura y condición de servicio.

Tabla 21. Deflexiones de la vía del tramo 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEFLEXIONES OBTENIDAS CON LA VIGA BENKELMAN TRAMO 1

N	Km	Deflexiones (x-10-2) mm						Tempera-tura	Espesor asfalto
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	T (°C)	e (cm)
1	0+000	0	12	28	38	48	49	36.8	5.6
2	0+300	0	22	41	52	59	60	41.9	6.6
3	0+600	0	12	31	55	64	64	43.2	5.5
4	0+900	0	8	29	44	54	56	41.6	6.1
5	1+200	0	19	22	31	45	45	39.2	5.5
6	1+500	0	14	30	47	55	56	44.3	6.2
7	1+800	0	18	29	36	48	49	41.5	5.8
8	2+100	0	15	28	39	51	53	42.6	5.6

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 22. Deflexiones de la vía del tramo 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEFLEXIONES OBTENIDAS CON LA VIGA BENKELMAN TRAMO 2

N	Km	Deflexiones (x-10-2) mm						Tempera-tura	Espesor asfalto
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	T (°C)	e (cm)
1	2+400	0	22	36	44	52	52	40.4	6.5
2	2+700	0	17	29	41	53	53	40.8	5.8
3	3+000	0	8	19	27	41	42	39.5	6.3
4	3+300	0	15	28	37	56	58	38.2	5.9
5	3+600	0	18	34	49	54	54	39.1	5.8
6	3+900	0	12	22	27	48	49	41	6.5
7	4+200	0	14	21	30	45	46	38.5	5.9
8	4+500	0	25	44	63	71	71	39.9	6.0
9	4+800	0	26	32	44	49	49	37.7	5.9

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

4.2 Análisis de resultados

Una vez obtenidos los datos, se procedió a tabular la información para el análisis respectivo. Del trabajo de campo se consiguió conocer las características propias de la vía, el tráfico promedio diario anual, la capacidad de soporte, el índice de condición del pavimento y las deflexiones de la carpeta asfáltica; con la ayuda de softwares como AutoCAD Civil 3D y Excel.

4.2.1 Conteo Vehicular

Para calcular el tráfico promedio diario anual, se tomó como base las lecturas diarias de flujo vehicular de la vía. El procedimiento arrojó los siguientes resultados:

Tabla 23. Total de vehículos que transitan en el tramo 1 de la vía

DÍA	N° DE VEHÍCULOS
LUNES	4968
MARTES	4240
MIÉRCOLES	4302
JUEVES	4316
VIERNES	4117
SÁBADO	4207
DOMINGO	4568

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 24. Total de vehículos que transitan en el tramo 2 de la vía

DÍA	N° DE VEHÍCULOS
LUNES	2125
MARTES	1840
MIÉRCOLES	1817
JUEVES	1863
VIERNES	1813
SÁBADO	1868
DOMINGO	1879

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

En los anexos A, se visualizan los formatos diarios del conteo vehicular, los cuales señalan la hora de mayor tránsito. Teniendo como hora pico el día lunes 27 de agosto de 2018, de 7h45 a 8h45 en el tramo 1, y la hora pico el día lunes 03 de septiembre del 2018, de 7h45 a 8h45 en el tramo 2.

Tabla 25. Tránsito de la hora pico en el tramo 1 de la vía

TRÁNSITO DE LA HORA PICO CONTEO VEHICULAR									
HORA	VEHICULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL
			C-2-P	C-2-G	C-3	C-4	C-5	C-6	
7h45-8h00	127	13	7	4	0	1	0	0	152
8h00-8h15	109	7	7	1	0	1	0	0	125
8h15-8h30	112	9	6	0	3	0	0	0	130
8h30-8h45	110	11	8	1	3	0	0	0	133
TOTALES (VHP)	458	40	28	6	6	2	0	0	**540**
PORCENTAJE %	84.8	7.4	7.8						**100.0**

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 26. Tránsito de la hora pico en el tramo 2 de la vía

TRÁNSITO DE LA HORA PICO CONTEO VEHICULAR									
HORA	VEHICULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL
			C-2-P	C-2-G	C-3	C-4	C-5	C-6	
7h45-8h00	41	2	1	0	0	0	0	0	44
8h00-8h15	31	0	4	1	0	0	0	0	36
8h15-8h30	49	2	4	1	0	0	0	0	56
8h30-8h45	49	2	8	1	1	0	0	0	61
TOTALES (VHP)	170	6	17	3	1	0	0	0	197
PORCENTAJE %	86.3	3.0	10.7						100.0

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Luego de hallar la hora de máxima demanda de cada tramo, se calculó el tráfico promedio diario anual actual con la ecuación 3. Esta fórmula relaciona el volumen horario del proyecto y el factor k, dicho factor es el de zona rural.

$$TPDA = \frac{VHP}{k} \quad (Ecuación\ 3)$$

Donde:

$\boldsymbol{TPDA} = Tráfico\ promedio\ diario\ anual\ actual.$

$\boldsymbol{VHP} = Volumen\ horario\ del\ proyecto$

$\boldsymbol{k} = Valor\ esperado\ de\ la\ relación\ entre\ el\ volumen\ de\ la\ 30va\ hora\ máxima\ seleccionada\ y\ el\ TPDA\ del$ año *del* proyecto

$$k = 0.10 \quad para\ zona\ urbana$$

$$k = 0.15 \quad para\ zona\ rural$$

Tabla 27. Tráfico promedio diario anual, tramo 1 de la vía

CÁLCULO DEL TRÁNSITO ACTUAL								
TIPO DE VEHI-CULOS	**TPDA actual**	**i índice de crecimiento (1 año)**	**TPDA 1 AÑO**	**"TG" 20%*TPDA 1 AÑO**	**"Tat" 10%TPDA actual**	**"TD" 5%TPDA actual**	**Tránsito Actual "TA" TPDAactual + Tat**	
LIVIANOS	3054	4.47%	3191	638	305	153	3359	
BUSES	267	2.22%	273	55	27	13	294	
C-2-P	187	2.18%	191	38	19	9	206	309
C-2-G	40	2.18%	41	8	4	2	44	
C-3	40	2.18%	41	8	4	2	44	
C-4	14	2.18%	14	3	1	1	15	
C-5	0	2.18%	0	0	0	0	0	
C-6	0	2.18%	0	0	0	0	0	
	3602 vehículos/día						3962 vehículos/día	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 28. Tráfico promedio diario anual, tramo 2 de la vía

CÁLCULO DEL TRÁNSITO ACTUAL								
TIPO DE VEHI-CULOS	**TPDA actual**	**I índice de crecimiento (1 año)**	**TPDA 1 AÑO**	**"TG" 20%*TPDA 1 AÑO**	**"Tat" 10%TPDA actual**	**"TD" 5%TPDA actual**	**Tránsito Actual "TA" TPDAactual + Tat**	
LIVIANOS	1134	4.47%	1185	237	113	57	1247	
BUSES	40	2.22%	41	8	4	2	44	
C-2-P	114	2.18%	116	23	11	6	125	155
C-2-G	20	2.18%	20	4	2	1	22	
C-3	7	2.18%	7	1	1	0	8	
C-4	0	2.18%	0	0	0	0	0	
C-5	0	2.18%	0	0	0	0	0	
C-6	0	2.18%	0	0	0	0	0	
	1315 vehículos/día						1447 vehículos/día	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Con los valores del tránsito promedio diario anual (TPDA) y el tránsito actual (TA), mediante la ecuación 4 se obtiene el tráfico futuro. La fórmula relaciona, además las tasas de crecimiento.

$$TF = TA(1 + i)^n \ \ (Ecuación\ 4)$$

Donde:

$\boldsymbol{TF} = Tráfico\ futuro$

$\boldsymbol{i} \ = Índice\ de\ crecimiento$

$\boldsymbol{n} \ = Número\ de\ iteraciones$

T**abla 29.** Tránsito futuro, tramo 1 de la vía

TRÁNSITO FUTURO																
AÑO	i (% CRECIMIENTO)			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO											W18 CARRIL DE DISEÑO	W18 ACUMU-LADO
	AUTOS	BUSES	CAMIO-NES	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TPDA TOTAL	PESADOS						TOTAL PESADOS		
								C-2-P	C-2-G	C-3	C-4	C-5	C-6			
2018	**3.97**	**1.97**	**1.94**	3359	294	309	**3962**	206	44	44	15	0	0	309	327064	
2019	**3.97**	**1.97**	**1.94**	3493	300	316	**4109**	210	45	45	16	0	0	316	334369	661433
2020	**3.97**	**1.97**	**1.94**	3632	306	323	**4261**	214	46	46	17	0	0	323	341722	1003155
2021	**3.57**	**1.78**	**1.74**	3733	310	328	**4371**	217	47	47	17	0	0	328	347087	1350242
2022	**3.57**	**1.78**	**1.74**	3866	316	334	**4516**	221	48	48	17	0	0	334	353682	1703924
2023	**3.57**	**1.78**	**1.74**	4004	321	338	**4663**	225	48	48	17	0	0	338	357459	2061382
2024	**3.57**	**1.78**	**1.74**	4147	327	345	**4819**	229	49	49	18	0	0	345	364812	2426194
2025	**3.57**	**1.78**	**1.74**	4295	333	351	**4979**	233	50	50	18	0	0	351	371406	2797601
2026	**3.25**	**1.62**	**1.58**	4339	334	352	**5025**	234	50	50	18	0	0	352	372256	3169856
2027	**3.25**	**1.62**	**1.58**	4480	340	357	**5177**	237	51	51	18	0	0	357	378381	3548237
2028	**3.25**	**1.62**	**1.58**	4626	345	364	**5335**	241	52	52	19	0	0	364	385354	3933591
2029	**3.25**	**1.62**	**1.58**	4776	351	370	**5497**	245	53	53	19	0	0	370	391948	4325539
2030	**3.25**	**1.62**	**1.58**	4932	357	376	**5665**	249	54	54	19	0	0	376	398543	4724082
2031	**3.25**	**1.62**	**1.58**	5092	362	380	**5834**	253	54	54	19	0	0	380	402320	5126402
2032	**3.25**	**1.62**	**1.58**	5257	368	387	**6012**	257	55	55	20	0	0	387	409673	5536075
2033	**3.25**	**1.62**	**1.58**	5428	374	393	**6195**	261	56	56	20	0	0	393	416268	5952343
2034	**3.25**	**1.62**	**1.58**	5605	380	399	**6384**	265	57	57	20	0	0	399	422862	6375205
2035	**3.25**	**1.62**	**1.58**	5787	386	406	**6579**	269	58	58	21	0	0	406	430215	6805420
2036	**3.25**	**1.62**	**1.58**	5975	393	412	**6780**	273	59	59	21	0	0	412	437190	7242610
2037	**3.25**	**1.62**	**1.58**	6169	399	419	**6987**	278	60	60	21	0	0	419	444253	7686863
2038	**3.25**	**1.62**	**1.58**	6369	406	426	**7201**	282	61	61	22	0	0	426	451987	8138850

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 30. Tránsito futuro, tramo 2 de la vía

TRÁNSITO FUTURO																
AÑO	i (% CRECIMIENTO)			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO											W18 CARRIL DE DISEÑO	W18 ACUMU-LADO
	AUTOS	BUSES	CAMIO-NES	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TPDA TOTAL	PESADOS						TOTAL PESADOS		
								C-2-P	C-2-G	C-3	C-4	C-5	C-6			
2018	**3.97**	**1.97**	**1.94**	1247	44	155	**1447**	125	22	8	0	0	0	155	114811	
2019	**3.97**	**1.97**	**1.94**	1297	45	159	**1501**	128	23	8	0	0	0	159	118145	232956
2020	**3.97**	**1.97**	**1.94**	1349	46	163	**1558**	131	23	9	0	0	0	163	120939	353895
2021	**3.57**	**1.78**	**1.74**	1386	47	166	**1599**	133	24	9	0	0	0	166	123689	477583
2022	**3.57**	**1.78**	**1.74**	1436	48	168	**1652**	135	24	9	0	0	0	168	125007	602591
2023	**3.57**	**1.78**	**1.74**	1487	49	170	**1706**	137	24	9	0	0	0	170	126326	728917
2024	**3.57**	**1.78**	**1.74**	1540	49	174	**1763**	140	25	9	0	0	0	174	129165	858082
2025	**3.57**	**1.78**	**1.74**	1595	50	176	**1821**	142	25	9	0	0	0	176	130484	988566
2026	**3.25**	**1.62**	**1.58**	1612	51	177	**1840**	143	25	9	0	0	0	177	131333	1119900
2027	**3.25**	**1.62**	**1.58**	1664	51	180	**1895**	145	26	9	0	0	0	180	133703	1253603
2028	**3.25**	**1.62**	**1.58**	1718	52	183	**1953**	147	26	10	0	0	0	183	136028	1389632
2029	**3.25**	**1.62**	**1.58**	1774	53	187	**2014**	150	27	10	0	0	0	187	139248	1528879
2030	**3.25**	**1.62**	**1.58**	1831	54	189	**2074**	152	27	10	0	0	0	189	140566	1669445
2031	**3.25**	**1.62**	**1.58**	1891	55	191	**2137**	154	27	10	0	0	0	191	141885	1811330
2032	**3.25**	**1.62**	**1.58**	1952	56	195	**2203**	157	28	10	0	0	0	195	145104	1956434
2033	**3.25**	**1.62**	**1.58**	2016	56	197	**2269**	159	28	10	0	0	0	197	146043	2102477
2034	**3.25**	**1.62**	**1.58**	2081	57	201	**2339**	162	29	10	0	0	0	201	149262	2251740
2035	**3.25**	**1.62**	**1.58**	2149	58	204	**2411**	164	29	11	0	0	0	204	151587	2403327
2036	**3.25**	**1.62**	**1.58**	2219	59	208	**2486**	167	30	11	0	0	0	208	154806	2558133
2037	**3.25**	**1.62**	**1.58**	2291	60	210	**2561**	169	30	11	0	0	0	210	156125	2714258
2038	**3.25**	**1.62**	**1.58**	2365	61	214	**2640**	172	31	11	0	0	0	214	159344	2873603

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

El tránsito promedio diario anual futuro indica que en el tramo 1 es de 7201 vehículos/día, que según la clasificación del MOP 2003, lo que la ubica como una vía colectora de clase I, mientras que el segundo tramo es de 2640 vehículos/día, que clasifica a la vía como colectora de clase II. Según NEVI, son vías de mediana capacidad (C1).

Tabla 31. Clases de carreteras

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
Corredor Arterial	RI - RII (2)	> 8000
Colectora	I	3000 - 8000
	II	1000 - 3000
	III	300 - 100
Vecinal	IV	100 - 300
	V	< 100

Fuente: MOP - Normas de Diseño Geométrico 2003

Tabla 32. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDA			
Descripción	**Clasificación Funcional**	**Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) al año de horizonte**	
		Límite inferior	**Límite superior**
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: NEVI-12-2013

4.2.2 Resultados del estudio de suelos

4.2.2.1 Granulometría y Límites de Atterberg

Se clasificó a los suelos por su granulometría y límites de consistencia basados en la tabla del SUCS.

Tabla 33. Resumen del tipo de subrasante

	Calicata N°	Abscisa	Límites de consistencia	Tipo de suelo
Subrasante	1	0 + 140	Ll% = 29,97, Ip% = 8,55	CL
	2	1 + 140	Ll% = 27,86, Ip% = 4,25	ML
	3	2 + 070	Ll% = 24,62, Ip% = 6,59	ML
	4	3 + 070	Ll% = 30,14, Ip% = 5,31	CL
	5	4 + 460	Ll% = 26,18, Ip% = 6,82	ML

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Se determinó que las calicatas 1 y 4 están compuestas por Arcilla de baja plasticidad, mientras que la las calicatas 2, 3 y 5 están compuestas de limo de baja plasticidad.

Tabla 34.- Resumen del tipo de base

	Calicata N°	Abscisa	Granulometría	Límites de consistencia	Tipo de suelo
Base	1	0 + 140	T.N.M. = 0,095 Cu = 43,71 Cc = 1,592	Ll% = 24,39 Ip% = 2,43	GS
	2	1 + 140	T.N.M. = 0,097 Cu = 28,40 Cc = 1,619	Ll% = 24,30 Ip% = 2,74	GS
	3	2 + 070	T.N.M. = 0,1053 Cu = 28,00 Cc = 1,252	Ll% = 24,98 Ip% = 2,36	GS
	4	3 + 070	-	-	-
	5	4 + 460	T.N.M. = 0,13 Cu = 28,40 Cc = 1,23	Ll% = 25,02 Ip% = 2,45	GS

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Los resultados presentados en la tabla anterior indican que todas las muestras de la base son una grava bien graduada.

4.2.2.2 Ensayo de compactación

La densidad y el contenido de humedad óptimos, son un requisito previo e imprescindible para realizar el ensayo CBR.

Tabla 35. Resumen de densidad y contenido de humedad óptimos de la subrasante

	Calicata N°	Abscisa	w% Óptimo	γd
			%	(gr/cm3)
Subrasante	1	0 + 140	12.25	1.858
	2	1 + 140	10.81	1.941
	3	2 + 070	10.62	1.714
	4	3 + 070	10.10	1.739
	5	4 + 460	10.20	1.763

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 36. Resumen de densidad y contenido de humedad óptimos de la base

	Calicata N°	Abscisa	w% Óptimo	γd
			%	(gr/cm3)
Base	1	0 + 140	9.12	1.798
	2	1 + 140	9.15	1.816
	3	2 + 070	9.00	1.817
	4	3 + 070	-	-
	5	4 + 460	8.91	1.909

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

4.2.2.3 CBR y Penetración estándar

La calidad del suelo donde se asienta la estructura del pavimento se clasifica de acuerdo a su CBR, como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 37. Clasificación del suelo según el CBR

CBR	Clasificación general	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 – 3	Muy pobre	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
3 – 7	Pobre a regular	Subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 – 20	Regular	Sub-base	OL,CL,ML,SC,SM,SP	A2,A4,A6,A7
20 – 50	Bueno	Base, subbase	GM,GC,W,SM,SP,GP	A1b,A2-5,A3,A2-6
50	Excelente	Base	GW,GM	A1-a,A2-4,A3

Fuente: AASHTO-93, Diseño de pavimentos

Tabla 38. Clasificación de la subrasante según CBR

	Calicata N°	Abscisa	CBR %	Clasificación Según AASHTO-93	Usos
Subrasante	1	0 + 140	15,70	Regular	Sub - base
	2	1 + 140	16,30	Regular	Sub - base
	3	2 + 070	17,10	Regular	Sub - base
	4	3 + 070	17,75	Regular	Sub - base
	5	4 + 460	17,40	Regular	Sub - base

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

De acuerdo al resultado del CBR se puede determinar que está dentro de la clasificación regular, por lo que su uso es de sub-base, de acuerdo a la tabla de la norma AASHTO-93.

Tabla 39. Clasificación de la base según CBR

	Calicata N°	Abscisa	CBR %	Clasificación Según AASHTO-93	Usos
Base	1	0 + 140	24,60	Bueno	Base, subbase
	2	1 + 140	25,90	Bueno	Base, subbase
	3	2 + 070	22,80	Bueno	Base, subbase
	4	3 + 070	-	-	-
	5	4 + 460	21,20	Bueno	Base, subbase

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

De acuerdo al resultado del CBR se puede determinar que se clasifica como bueno, por lo que su uso es de base, de acuerdo a la tabla de la norma AASHTO-93.

4.2.3. Índice de condición del pavimento (PCI)

Durante la inspección de la vía se identificaron 7 daños en el tramo 1 y 2 daños en el tramo 2, los cuales fueron registrados en los anexos E, donde se presenta el cálculo de la densidad de cada daño, para posteriormente determinar el valor deducido con los ábacos y con estos valores conocer el estado de cada tramo de la vía.

Tabla 40. Resumen de los daños de la vía Cevallos – Mocha del tramo 1

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PC1 – 01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA (VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)										
DAÑO	**SEVE-RIDAD**	**UNIDAD**	**ABSCISA INCIAL**	**ABSCISA FINAL**	**CANTIDADES PARCIALES**			**TOTAL**	**DENSI-DAD**	**VALOR DEDUCIDO**
FL	Baja	7	0 + 220.5	0 + 252.0	7.90			7.90	3.32	2.50
FL	Baja	9	0 + 283.5	0 + 315.0	15.00			15.00	5.42	5.00
PC	Baja	16	0 + 504.0	0 + 535.5	1.05	0.97		1.02	0.37	5.00
PC	Baja	31	0 + 976.5	1 + 008.0	1.63	0.52		0.85	0.31	5.00
FL	Baja	41	1 + 291.5	1 + 323.0	1.79	0.86	0.65	3.30	1.19	0.50
FP	Baja	42	1 + 323.0	1 + 354.5	6.80	4.40		29.92	10.80	32.00
PC	Baja	49	1 + 512.0	1 + 543.5	4.40	9.90		43.56	15.75	38.00
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN										88.00

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 41. Resumen de los daños de la vía Cevallos – Mocha del tramo 2

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PC1 – 01. CARRETERAS CONSUPERFICICE ASFÁLTICA (VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE)										
DAÑO	**SEVE-RIDAD**	**UNIDAD**	**ABSCISA INCIAL**	**ABSCISA FINAL**	**CANTIDADES PARCIALES**			**TOTAL**	**DENSI-DAD**	**VALOR DEDUCIDO**
A	Alta	105	3 + 276.0	3 + 307.5	0.80	1.20		0.96	0.40	19.00
H	Media	118	3 + 685.5	3 + 717.0	0.21			0.25	0.10	7.00
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN										26.00

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Las unidades de muestreo representativas no arrojaron ningún problema, por lo que se procedió a tomar unas unidades adicionales en las cuales se encuentran patologías detalladas en las tablas anteriores.

Tabla 42.- Iteraciones para PCI del tramo 1

N°	**VALOR DEDUCIDO**					**TOTAL**	**q**	**VDC**	**PCI**
1	38	32	5	3		78.0	4	45	55
2	38	32	5	2		77.0	3	49	51
3	38	32	2	2		74.0	2	54	46
4	38	2	2	2		44.0	1	44	56

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 43.- Iteraciones para PCI del tramo 2

N°	**VALOR DEDUCIDO**					**TOTAL**	**q**	**VDC**	**PCI**
1	19	7				26.0	2	14	86
2	19	2				21	1	21	79

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Los valores deducidos individuales se ordenaron de mayor a menor, obviando los valores iguales, de esta manera se obtuvo el máximo valor deducido VDC con el ábaco que contiene las curvas de corrección de este tipo de pavimento. Determinado el valor del VDC, se resta de 100 para obtener el valor parcial del PCI. Las fichas y los ábacos se pueden observar en los anexos E.

Tabla 44. Rangos de clasificación del PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: ASTM D633-07. 2017

Para el cálculo del índice de condición del pavimento, se utilizó la ecuación 5.

$$PCI_S = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N} \quad (Ecuación\ 5)$$

Donde:

$\boldsymbol{PCI_S} = PCI\ de\ la\ sección\ del\ pavimento.$

$\boldsymbol{PCI_R} = PCI\ promedio\ de\ las\ unidades\ de\ muestreo\ aleatorias\ o\ representativas.$

$\boldsymbol{PCI_A} = PCI\ promedio\ de\ las\ unidades\ de\ muestro\ adicionales.$

$\boldsymbol{N} = Número\ total\ de\ unidades\ de\ muestreo\ en\ la\ sección.$

$\boldsymbol{A} = Número\ adicional\ de\ unidades\ de\ muestreo\ inspeccionadas.$

Tabla 45. Resultado del PCI para el tramo 1

PCI_R	52
PCI_A	52
N	66
A	7
PCI_S	52

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

El resultado del PCI para la vía Cevallos Mocha del tramo 1 es de 52, lo que la clasifica como regular.

Tabla 46.- Resultado del PCI para el tramo 2

PCI_R	83
PCI_A	83
N	92
A	7
PCI_S	82.5

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

El resultado del PCI para la vía Cevallos Mocha del tramo 2 es de 82.5, lo que la clasifica como muy buena.

4.2.4. Viga Benkelman

Las deflexiones de la vía se consiguieron con la ayuda de la viga Benkelman y se detallan a continuación:

Tabla 47. Deflexiones de la vía del tramo 1

DEFLEXIONES DEL ENSAYO VIGA BENKELMAN															
N	**Km**	**Deflexiones (x-10-2) mm**						**Deflexiones reales (x-10-2) mm**						**Tempera-tura**	**espesor asfalto**
		d0	**d25**	**d50**	**d100**	**d300**	**Dfinal**	**d0**	**d25**	**d50**	**d100**	**d300**	**Dfinal**	**T (°C)**	**e (cm)**
1	0+000	0	12	28	38	48	49	98	74	42	22	2	0	36.8	5.6
2	0+300	0	22	41	52	59	60	120	76	38	16	2	0	41.9	6.6
3	0+600	0	12	31	55	64	64	128	104	66	18	0	0	43.2	5.5
4	0+900	0	8	29	44	54	56	112	96	54	24	4	0	41.6	6.1
5	1+200	0	19	22	31	45	45	90	52	46	28	0	0	39.2	5.5
6	1+500	0	14	30	47	55	56	112	84	52	18	2	0	44.3	6.2
7	1+800	0	18	29	36	48	49	98	62	40	26	2	0	41.5	5.8
8	2+100	0	15	28	39	51	53	106	76	50	28	4	0	42.6	5.6

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 48. Deflexiones de la vía del tramo 2

DEFLEXIONES DEL ENSAYO VIGA BENKELMAN															
N	Km	Deflexiones (x-10-2) mm						Deflexiones reales (x-10-2) mm						Tempera-tura	espesor asfalto
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	T (°C)	e (cm)
1	2+400	0	22	36	44	52	52	104	60	32	16	0	0	40.4	6.5
2	2+700	0	17	29	41	53	53	106	72	48	24	0	0	40.8	5.8
3	3+000	0	8	19	27	41	42	84	68	46	30	2	0	39.5	6.3
4	3+300	0	15	28	37	56	58	116	86	60	42	4	0	38.2	5.9
5	3+600	0	18	34	49	54	54	108	72	40	10	0	0	39.1	5.8
6	3+900	0	12	22	27	48	49	98	74	54	44	2	0	41	6.5
7	4+200	0	14	21	30	45	46	92	64	50	32	2	0	38.5	5.9
8	4+500	0	25	44	63	71	71	142	92	54	16	0	0	39.9	6.0
9	4+800	0	26	32	44	49	49	98	46	34	10	0	0	37.7	5.9

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Habiendo obtenidas las deflexiones, se calculó las deflexiones corregidas por temperatura y por estacionalidad.

En pavimentos flexibles mayores a 5 cm, sus deflexiones son afectadas por la temperatura, ya que se produce un incremento cuando esta sube, por lo que es necesario hacer una corrección con la siguiente ecuación:

$$D_C = \frac{Deflexiones\ de\ campo}{\left[1 * 10^{-3} * \frac{1}{cm°C} * e * (T - 20°C)\right] + 1} \quad (Ecuación\ 6)$$

Donde:

$\boldsymbol{Dc} = Deflexión\ corregida\ por\ temperatura.$

$\boldsymbol{e} = Espesor\ teórico\ de\ la\ carpeta\ asfáltica\ en\ cms.$

$\boldsymbol{T} = Temperatura\ del\ pavimento\ en\ °C.$

La acción climática también juega un papel importante sobre la carpeta asfáltica, por lo que es necesario corregir las deflexiones por estacionalidad, con la siguiente ecuación:

$$D_T = D_C * factor\ de\ correción\ por\ estacionalidad \quad (Ecuación\ 7)$$

Para la corrección por estacionalidad existen varios factores que son directamente relacionados con la estación, que puede ser lluviosa o seca y el tipo de suelo de la

subrasante; en el caso de la vía estudiada se encuentra en estación seca y tipo de suelo arenoso – permeable.

Tabla 49. Factores de corrección

TIPO DE SUELO DE LA SUBRASANTE	ESTACIÓN	
	LLUVIOSA	SECA
Arenosa – Permeable	1.0	1.1 – 1.3
Arcillosa – Sensible al agua	1.0	1.2 – 1.4

Fuente: Balarezo, 2017

Tabla 50. Deflexiones corregidas por temperatura y estacionalidad, del tramo 1

DEFLEXIONES DEL ENSAYO VIGA BENKELMAN															
N	Km	Deflexiones corregidas por temperatura (x-10-2) mm						Deflexiones por estacionalidad (x-10-2) mm						Tempe-ratura	espesor asfalto
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	T (°C)	e (cm)
1	2+400	89.57	67.64	38.39	20.11	1.83	0.00	107.49	81.16	46.07	24.13	2.19	0	40.4	6.5
2	2+700	104.85	66.40	33.20	13.98	1.75	0.00	125.81	79.68	39.84	16.78	2.10	0	40.8	5.8
3	3+000	113.52	92.23	58.53	15.96	0.00	0.00	136.22	110.68	70.24	19.16	0.00	0	39.5	6.3
4	3+300	98.96	84.82	47.71	21.21	3.53	0.00	118.75	101.79	57.26	25.45	4.24	0	38.2	5.9
5	3+600	81.40	47.03	41.61	25.33	0.00	0.00	97.68	56.44	49.93	30.39	0.00	0	39.1	5.8
6	3+900	97.34	73.00	45.19	15.64	1.74	0.00	116.80	87.60	54.23	18.77	2.09	0	41.0	6.5
7	4+200	87.13	55.13	35.57	23.12	1.78	0.00	104.56	66.15	42.68	27.74	2.13	0	38.5	5.9
8	4+500	94.09	67.46	44.38	24.85	3.55	0.00	112.91	80.95	53.26	29.83	4.26	0	39.9	6.0

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 51. Deflexiones corregidas por temperatura y estacionalidad, del tramo 2

DEFLEXIONES DEL ENSAYO VIGA BENKELMAN															
N	Km	Deflexiones (x-10-2) mm						Deflexiones reales (x-10-2) mm						Tempe-ratura	espesor asfalto
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	T (°C)	e (cm)
1	2+400	91.82	52.98	28.25	14.13	0.00	0.00	110.19	63.57	33.90	16.95	0.00	0.00	40.4	6.5
2	2+700	94.59	64.25	42.83	21.42	0.00	0.00	113.51	77.10	51.40	25.70	0.00	0.00	40.8	5.8
3	3+000	74.81	60.56	40.97	26.72	1.78	0.00	89.77	72.67	49.16	32.06	2.14	0.00	39.5	6.3
4	3+300	104.75	77.66	54.18	37.93	3.61	0.00	125.70	93.19	65.02	45.51	4.33	0.00	38.2	5.9
5	3+600	97.23	64.82	36.01	9.00	0.00	0.00	116.67	77.78	43.21	10.80	0.00	0.00	39.1	5.8
6	3+900	86.23	65.11	47.51	38.72	1.76	0.00	103.48	78.13	57.02	46.46	2.11	0.00	41.0	6.5
7	4+200	82.95	57.70	45.08	28.85	1.80	0.00	99.54	69.24	54.10	34.62	2.16	0.00	38.5	5.9
8	4+500	126.85	82.19	48.24	14.29	0.00	0.00	152.22	98.62	57.89	17.15	0.00	0.00	39.9	6.0
9	4+800	88.73	41.65	30.79	9.05	0.00	0.00	106.48	49.98	36.94	10.87	0.00	0.00	37.7	5.9

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Luego de corregir las deflexiones, se calculó la deflexión estándar, característica, admisible y crítica.

Se calcula la deflexión característica con la siguiente ecuación:

$$D_C = D_P + f * \gamma \ \ (Ecuación\ 8)$$

Donde:

$\boldsymbol{Dc} = \ Deflexión\ característica.$

$\boldsymbol{f} \ = \ Factor\ igual\ a$ 1.645.

$\boldsymbol{\gamma} \ = Desviación\ estandar, se\ calcula\ con\ los\ valores\ de\ deflexiones\ iniciales\ (do)$ $por\ estacionalidad$

El cálculo de la deflexión admisible se realiza con la siguiente ecuación:

$$D_a = \left(\frac{1.15}{W_{18}}\right)^{1/4} \ \ (Ecuación\ 9)$$

Donde:

$\boldsymbol{Da} = \ Deflexión\ admisible.$

$\boldsymbol{W_{18}} \ = Número\ de\ ejes\ equivalente.$

Para conocer el número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas que transitan por la vía, se toma en cuenta el factor de daño del tipo de vehículo por el tráfico promedio diario anual, tablas 29 y 30.

Tabla 52. Factores de daño según el tipo de vehículo

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHICULO									
Tipo	**Simple**		**Simple Doble**		**Tándem**		**Tridem**		**Factor de daño**
	Tons	**(P/6.6)^4**	**Tons**	**(P/8.2)^4**	**Tons**	**(P/15)^4**	**Tons**	**(P/23)^4**	
Bus	4	0.13	8	0.9060					1.04
C2-P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C2-G	6	0.68	11	3.2383					3.92
C-3	6	0.68			18	2.07			2.76
C-4	6	0.68					25	1.40	2.08
C-5	6	0.68			18	4.15			4.83
C-6	6	0.68			18	2.07	25	1.40	4.15

Fuente: Apuntes, Ing. Fricson Moreira

$$W_{18} = \sum TPDA_{VEHÍCULOS\ PESADOS} * FD * 365 \quad (Ecuación\ 10)$$

Donde:

$\boldsymbol{W_{18}} = Número\ de\ ejes\ equivalente.$

$\boldsymbol{TPDA} = Tránsito\ promedio\ diario\ anual\ actual.$

$\boldsymbol{FD} = Factor\ de\ daño.$

Tabla 53. Número de ejes equivalentes

Número de ejes equivalentes	
Tramo 1	327064
Tramo 2	114811

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

La deflexión crítica fue hallada mediante la siguiente ecuación:

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{W_{18}}\right)^{1/5.3} \quad (Ecuación\ 11)$$

Donde:

$\boldsymbol{D_{cr}} = Deflexión\ crítica.$

$\boldsymbol{W_{18}} = Número\ de\ ejes\ equivalentes.$

El radio de curvatura es importante para conocer el estado de la estructura, y se obtiene de la siguiente manera.

$$R = \left(\frac{10 * 25^2}{2 * (Do - D25)}\right) \quad (Ecuación\ 12)$$

Donde:

$\boldsymbol{R} = Radio\ de\ curvatura.$

$\boldsymbol{Do} = NPromedio\ de\ la\ deflexión\ por\ estacionalidad.$

$\boldsymbol{D25} = Promedio\ de\ la\ deflexión\ por\ estacionalidad\ a\ los\ 25\ cm.$

Tabla 54. Deflexiones y radio de curvatura del tramo 1

Promedio Do	115.029035	mm x10-2
Desviación estándar	12.2713989	mm x10-2
Deflexión característica	135.215486	mm x10-2
Deflexión admisible	139.924623	mm x10-2
Deflexión crítica	141.661353	mm x10-2
Radio de curvatura	97.74	m

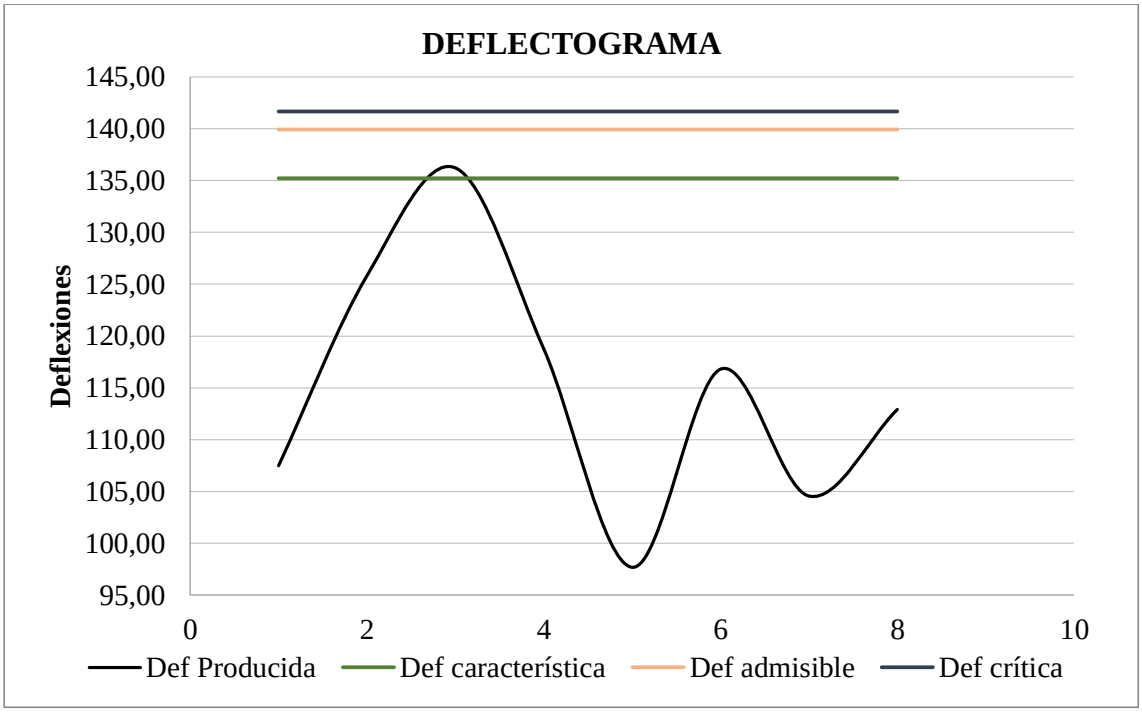
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 55. Deflexiones y radio de curvatura del tramo 2

Promedio Do	113.06221	mm x10-2
Desviación estándar	17.9429475	mm x10-2
Deflexión característica	142.578358	mm x10-2
Deflexión admisible	184.151161	mm x10-2
Deflexión crítica	174.290720	mm x10-2
Radio de curvatura	89.04	m

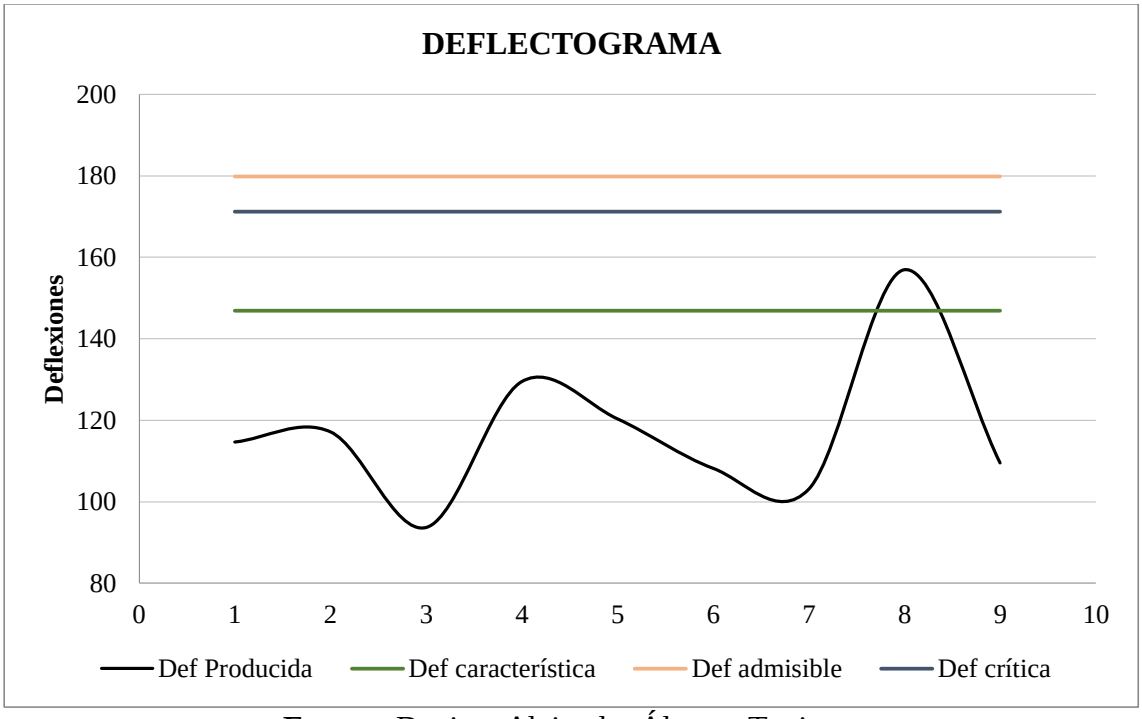
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Figura 6. Deflectograma del tramo 1



Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Figura 7. Deflectograma del tramo 2



Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Tabla 56. Criterios para analizar la calidad estructural

Hipótesis	Comportamiento de la subrasante		Comportamiento del pavimento	
I	D < Dadm,	Buena	Rc>100m	Bueno
II	D > Dadm,	Mala	Rc>100m	Bueno
III	D < Dadm,	Buena	Rc<100m	Insuficiente
IV	D > Dadm,	Mala	Rc<100m	Malo

Fuente: Criterios para la evaluación estructural DNER PRO 11-79

Tabla 57. Criterios para analizar la calidad estructural

Hipótesis	Datos deflectométricos obtenidos	Calidad estructural	Necesidad de estudios complementarios	Criterio para el cálculo del refuerzo	Medidas correctivas
I	Dp≤Dadm, R≥100m	Buena	NO	……	Solo corrección de superficie
II	Dp>Dadm, R≥100m	Si Dp≤3Dadm Regular	NO	Deflectométrico	Refuerzo
III	Dp≤Dadm, R<100m	Si Dp≤3Dadm Regular	NO	Resistencia	Refuerzo estructura del pavimento
IV	Dp>Dadm, R≥100m	Si Dp>3Dadm, malo	SI	Deflectométrico y resistencia	Refuerzo y reconstrucción
V	Dp>Dadm, R<100m	Regular para malo	SI	Deflectométrico y resistencia	Refuerzo y reconstrucción
VI	Dp>Dadm, R<100m	Malo	SI	Resistencia	Refuerzo y reconstrucción
VII	…..	Malo, pavimento con deformación permanente y rotura plástica	SI	Resistencia	Reconstrucción

Fuente: Criterios para la evaluación estructural DNER PRO 11-79

Según los criterios de evaluación estructural, al resultar las deflexiones producidas menores que las deflexiones admisibles se determina que el comportamiento de la subrasante es buena, mientras que, el comportamiento del pavimento es insuficiente ya que tiene un radio de curvatura menor a 100 m.

4.3 Verificación de hipótesis

Luego de haber concluido con el análisis e interpretación de resultados en el presente trabajo experimental, se confirma el cumplimiento de la hipótesis trazada, es decir, que mediante la implementación de un proceso de conservación vial permitirá preservar la estructura de la capa de rodadura de la vía Cevallos - Mocha en el tramo Km 0 + 0.00 a Km 4 + 960 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La finalidad de este trabajo experimental es proponer un sistema de gestión de conservación vial de la vía Cevallos - Mocha en el tramo Km 0 + 000 a Km 4 + 960 de la provincia de Tungurahua. A través de diversos procedimientos como conteo vehicular, ensayos CBR, PCI y ensayo de la viga Benkelman, así como mediante el levantamiento topográfico se pudo determinar el estado y dimensiones de la vía.

- El levantamiento topográfico permitió georeferenciar la vía para posteriormente inventariar sus dimensiones, así como ubicar la presencia de aceras, cunetas, alcantarillado, pasos de agua e intersecciones. Además, señalar las abscisas de los daños encontrados; finalmente determinar la dimensión longitudinal precisa de 5 Km, misma que al inicio fue imprecisa y el ancho promedio de 8.70 m.
- A fin de clasificar a la vía en función del TPDA, se realizó el estudio de movilidad vehicular teniendo como resultado que el tramo 1, abscisas del Km 0 + 000 a Km 2 + 120, tiene 7201 vehículos/día, mientras que el tramo 2, abscisas Km 2 + 120 a Km 5 + 000, tiene 2640 vehículos/día; que según el MOP 2003 ubica a los tramos como vías colectoras clase I y II respectivamente, lo que resulta suficiente para abastecer el tránsito al momento del estudio.
- Las muestras de suelo de la subrasante según SUCS, son arcillas y limos de baja plasticidad mientras que la base son gravas bien graduadas. Culminados los ensayos CBR, se determinó que la capacidad de soporte del suelo de la subrasante y base son adecuadas para resistir las cargas de uso cotidiano, esto, según la clasificación general de la AASHTO – 93. Con el estudio de Índice de Condición del Pavimento, se obtuvo un valor de PCI de 52, lo que clasificó al tramo 1, abscisas del Km 0 + 000 a Km 2 + 120, como regular, en tanto el tramo 2, abscisas Km 2 + 120 a Km 5 + 000, tuvo un valor de 82.5 lo que lo ubicó en el rango de muy bueno.

  Los daños más comunes en el tramo 1, abscisas del Km 0 + 000 a Km 2 + 120, fueron fallas longitudinales y piel de cocodrilo, extensas, pero de menor

incidencia en la afectación a la movilidad vehicular; en cambio, en el tramo 2, abscisas Km 2 + 120 a Km 5 + 000, se encuentran fallas de ahuellamiento y otra de hundimiento que se constituyen en un daño de alta peligrosidad.

Utilizando la viga Benkelman, según los criterios de evaluación estructural, al resultar las deflexiones producidas menores que las deflexiones admisibles se determina que el comportamiento de la subrasante es buena, en los dos tramos, mientras que, el comportamiento del pavimento es insuficiente ya que el tramo 1, Km 0 + 000 a Km 2 + 120, tiene un radio de curvatura de 97.74 m y el tramo 2, abscisas Km 2 + 120 a Km 5 + 000, tiene un radio de curvatura de 89.04 m porque son menores a 100 m.

5.2 Recomendaciones

A fin de mejorar la movilidad del tránsito vehicular, se propone para trabajos futuros realizar lo siguiente:

- En un próximo recapeo que se lo deberá realizar en tres años, se coloque mayor espesor de carpeta asfáltica porque se registra un incremento vehicular paulatino y la capa de rodadura actual resultaría insuficiente ante las solicitaciones futuras.
- Para reparar los daños: piel de cocodrilo, fisuras longitudinales, transversales y grieta parabólica, aplicar un sello superficial sobre la carpeta. En el bache y el ahuellamiento, realizar un parcheo profundo.
- Realizar obras de ingeniería faltantes como terminación de cunetas y aceras. Así mismo la limpieza de la vía y sus componentes cada 6 meses. También restituir o reparar los daños ocasionados a la vía, luego de un análisis integral tomando como base el presente trabajo experimental.

BIBLIOGRAFÍA

[1] CAF, «Mantenimiento vial informe sectorial,» Corporación Andina de Fomento, Venezuela, 2010.

[2] E. Construir, «Construir américa central y el caribe,» 14 Mayo 2017. [En línea]. Available: https://revistaconstruir.com/quien-las-mejores-carreteras-la-region/.

[3] «¿Dónde están las mejores y peores carreteras de América Latina?,» *El universo,* 11 Junio 2015.

[4] L. Cabrera y W. Anastacio, Sistema de gestión de conservación vial -sgcv, Lima: Universidad peruana de ciencias aplicadas, 2017.

[5] C. Angélica, *Modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural del cantón pastaza,* Quito: Pontificia universidad católica del ecuador, 2016.

[6] H. G. P. d. Tungurahua, 18 Enero 2018. [En línea]. Available: http://www.tungurahua.gob.ec/index.php/eRIwg/282/2750-17eohrs-qej0604.html.

[7] G. M. Cevallos, 14 Abril 2014. [En línea]. Available: https://www.cevallos.gob.ec/index.php/2014-04-24-20-22-23/historia.

[8] «EcuRed,» 6 Julio 2018. [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Mocha_(Ecuador).

[9] R. Robles, Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) barranco - surco - lima, Lima: Universidad ricardo palma, 2015.

[10] «Definición ABC,» [En línea]. Available: https://www.definicionabc.com/general/via.php. [Último acceso: 12 Octubre 2018].

[11] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, «Obras públicas,» Agosto 2015. [En línea]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-

content/uploads/downloads/2015/08/Literal-k-Proyecto-175200000.506.3799-PROY.pdf. [Último acceso: 06 Agosto 2018].

[12] E. Armas, «Oportuna toma de decisiones en la gestión de conservación de la carretera,» *Revista de investigación de la facultad de ciencias administrativas, UNMSM,* vol. 15, nº 29, pp. 43-50, 2012.

[13] J. Menéndez, Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas, Lima: Organización internacional del trabajo, 2003.

[14] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de carreteras conservación vial,» 10 Junio 2013. [En línea]. Available: www.mintc.gob.pe. [Último acceso: 05 Agosto 2018].

[15] J. Coronado, Manual centroamericano para diseño de pavimentos, Guatemala, 2002.

[16] Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), Norma ecuatoriana vial nevi - 12 - mtop, Quito, 2013.

[17] M. Jans, «Movilidad urbana: en camino a sistemas de transporte colectivo integrados,» AUS Revista, 2009. [En línea]. Available: http://mingaonline.uach.cl/pdf/aus/n6/art02.pdf. [Último acceso: 12 Octubre 2018].

[18] E. Alcántara, Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad., Bogotá D.C.: Corporación andina de fomento, 2010.

[19] «Transporte 1 UJCV,» Febrero 2012. [En línea]. Available: http://transpote1ujcv.blogspot.com/2011/02/el-transito-promedio-diario-anual-tpda.html. [Último acceso: 13 Octubre 2018].

[20] J. Cárdenas, «Revista de Topografía Azimut,» 2007. [En línea]. Available: https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/azimut/article/view/4039/6082. [Último acceso: 13 Octubre 2018].

[21] M. Riascos, «Índice de condición del pavimento de la vía los hongos - san francisco - glorieta, tunja. Usando las metodologías vizir y PCI,» *Léspirit Ingénieux,* vol. 3, pp. 61-71, 2012.

[22] L. Vásquez, Paviment condition index (pci), Manizales: Ingepav, 2002.

[23] R. I. Real, «Ingeniería real,» [En línea]. Available: https://ingenieriareal.com/uso-de-la-viga-benkelman-en-pavimentos/. [Último acceso: 13 Octubre 2018].

[24] F. Sanchez, «Civil geeks,» 2008. [En línea]. Available: https://civilgeeks.com/2012/08/14/que-es-el-cbr-de-un-suelo/. [Último acceso: 09 Octubre 2018].

[25] C. Crespo, Mecánica de suelos y cimentaciones, México: Limusa, 2004.

[26] Consejo de directores de carreteras de iberia e iberoamérica, «World road association mondiale de la route,» Abril 2002. [En línea]. Available: http://dircaibea.org/sites/all/themes/dircaibea/images/vol11.pdf. [Último acceso: 07 Agosto 2018].

[27] J. Giraldo, «Word Press,» [En línea]. Available: https://juliangiraldo.wordpress.com/sig/georreferenciada/. [Último acceso: 05 Agosto 2018].

ANEXOS

ANEXO A. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

Anexo A – 1. Características de la vía del Km 0 + 000 a Km 0 + 980

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ABSCISADO DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 0 + 000.00 A KM 5 + 000.00

ABSCISADO	ANCHO DE LA VÍA (m)	ACERA		CUNETA		POZO ALCANTARI-LLADO	PASOS DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha			Izquierda	Derecha	
0 + 000	8.80									
0 + 020	8.80					X				
0 + 040	8.80									
0 + 060	8.80									
0 + 080	8.80									
0 + 100	8.80									
0 + 120	8.80									
0 + 140	8.80							6.40		
0 + 160	8.80									
0 + 180	8.80								5.30	
0 + 200	8.80									
0 + 220	8.80									
0 + 240	8.80									
0 + 260	8.80									
0 + 280	8.80									
0 + 300	8.80									
0 + 320	8.80					X				
0 + 340	8.80									
0 + 360	8.80									
0 + 380	8.80									
0 + 400	8.80								7.70	
0 + 420	8.80									
0 + 440	8.80									
0 + 460	8.80									
0 + 480	8.80									
0 + 500	8.80									
0 + 520	8.80									
0 + 540	8.80									
0 + 560	8.80									
0 + 580	8.80									
0 + 600	8.80					X				
0 + 620	8.80									
0 + 640	8.80									
0 + 660	8.80									
0 + 680	8.80									
0 + 700	8.80									
0 + 720	8.80									
0 + 740	8.80									
0 + 760	8.80									
0 + 780	8.80									
0 + 800	8.80							7.00		VÍA EN FORMA DE Y A ANDIGNATO
0 + 820	8.80									
0 + 840	8.80									
0 + 860	8.80									
0 + 880	8.80									
0 + 900	8.80									
0 + 920	8.80									
0 + 940	8.80					X				
0 + 960	8.80									
0 + 980	8.80									

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo A – 2. Características de la vía del Km 1 + 000 a Km 1 + 980

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ABSCISADO DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 0 + 000.00 A KM 5 + 000.00

ABSCISADO	ANCHO DE LA VÍA (m)	ACERA		CUNETA		POZO ALCANTARI-LLADO	PASOS DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha			Izquierda	Derecha	
1 + 000	8.80							7.40		
1 + 020	8.80									
1 + 040	8.80									
1 + 060	8.80									
1 + 080	8.80									
1 + 100	8.80									
1 + 120	8.80									
1 + 140	8.80									
1 + 160	8.80									
1 + 180	8.80									
1 + 200	8.80									
1 + 220	8.80					X				
1 + 240	8.80									
1 + 260	8.80									
1 + 280	8.80									
1 + 300	8.80							6.40		VÍA EN FORMA DE Y
1 + 320	8.80							6.40		VÍA EN FORMA DE Y
1 + 340	8.80									
1 + 360	8.80									
1 + 380	8.80									
1 + 400	8.80									
1 + 420	8.80									
1 + 440	8.80									
1 + 460	8.80									
1 + 480	8.80									
1 + 500	8.80					X				
1 + 520	8.80									
1 + 540	8.80									
1 + 560	8.80									
1 + 580	8.80									
1 + 600	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 620	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 640	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 660	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 680	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 700	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 720	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 740	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 760	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 780	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 800	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 820	8.80					X				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 840	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 860	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 880	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 900	8.80									UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
1 + 920	8.80									
1 + 940	8.80									
1 + 960	8.80									
1 + 980	8.80									

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo A – 3. Características de la vía del Km 2 + 000 a Km 2 + 980

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ABSCISADO DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 0 + 000.00 A KM 5 + 000.00

ABSCISADO	ANCHO DE LA VÍA (m)	ACERA		CUNETA		POZO ALCANTARI-LLADO	PASOS DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha			Izquierda	Derecha	
2 + 000	8.80									
2 + 020	8.80									
2 + 040	8.80									
2 + 060	8.80									
2 + 080	9.00									
2 + 100	9.00					X		12.00		VÍA EN FORMA DE Y
2 + 120	9.00							12.00		VÍA EN FORMA DE Y
2 + 140	6.40			X	X					
2 + 160	6.40			X	X					
2 + 180	6.40			X	X					
2 + 200	6.40			X	X					
2 + 220	6.40			X	X					
2 + 240	6.40			X	X					
2 + 260	6.40			X	X					
2 + 280	6.40			X	X					
2 + 300	6.40			X	X					
2 + 320	6.40			X	X					
2 + 340	6.40			X	X					
2 + 360	6.40			X	X					
2 + 380	6.40			X	X					
2 + 400	6.40			X	X					
2 + 420	6.40			X	X	X				
2 + 440	7.20			X	X					
2 + 460	7.20			X	X					
2 + 480	7.20			X	X					
2 + 500	7.20			X	X					
2 + 520	7.20			X	X					
2 + 540	7.20			X	X					
2 + 560	7.20			X	X					
2 + 580	7.20			X	X				8.40	VÍA A EL ROSAL CON PARTERRE TRIANGULAR
2 + 600	7.20			X	X					
2 + 620	7.20			X	X					
2 + 640	7.20			X	X					
2 + 660	8.50			X	X					
2 + 680	8.50			X	X					
2 + 700	5.40			X	X					
2 + 720	5.40			X	X					
2 + 740	5.40			X	X	X				
2 + 760	6.10			X	X					
2 + 780	6.80			X	X					
2 + 800	6.80			X	X					
2 + 820	6.80			X	X					
2 + 840	6.80			X	X					
2 + 860	6.80			X	X					
2 + 880	6.80			X	X					
2 + 900	6.80			X	X					
2 + 920	6.80			X	X					
2 + 940	6.80			X	X					
2 + 960	6.80			X	X					
2 + 980	6.80			X	X					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo A – 4. Características de la vía del Km 3 + 000 a Km 3 + 980

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ABSCISADO DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 0 + 000.00 A KM 5 + 000.00

ABSCISADO	ANCHO DE LA VÍA (m)	ACERA		CUNETA		POZO ALCANTARI-LLADO	PASOS DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha			Izquierda	Derecha	
3 + 000	6.80			X	X					
3 + 020	6.80			X	X	X				
3 + 040	6.80			X	X					
3 + 060	6.80			X	X					
3 + 080	6.80			X	X					
3 + 100	7.40			X	X					
3 + 120	7.60			X	X					
3 + 140	7.60			X	X					
3 + 160	7.60			X	X					
3 + 180	7.60			X	X					
3 + 200	7.60			X	X					
3 + 220	7.60			X	X					
3 + 240	7.60			X	X					
3 + 260	7.60			X	X					
3 + 280	7.60			X	X					
3 + 300	7.60			X	X					
3 + 320	7.60			X	X					
3 + 340	7.60			X	X					
3 + 360	7.60			X	X					
3 + 380	7.60			X	X					
3 + 400	7.60			X	X					
3 + 420	7.60			X	X	X				RIEL DE TREN
3 + 440	7.60			X	X					
3 + 460	7.60			X	X					
3 + 480	7.60			X	X					
3 + 500	7.60			X	X					
3 + 520	7.60			X	X					
3 + 540	7.60			X	X					
3 + 560	7.60			X	X					
3 + 580	7.60			X	X					
3 + 600	7.60			X	X					
3 + 620	7.60			X	X					
3 + 640	7.60			X	X					
3 + 660	7.60		X	X	X					
3 + 680	7.60		X	X						
3 + 700	7.60		X	X		X				
3 + 720	7.60	X	X	X				5.80		
3 + 740	7.60	X	X	X						
3 + 760	7.60	X	X	X						
3 + 780	7.60	X	X	X						
3 + 800	7.60	X	X							
3 + 820	7.60	X	X							
3 + 840	7.60	X	X							CEMENTERIO
3 + 860	7.60	X	X							CEMENTERIO
3 + 880	7.60	X	X					5.40		CEMENTERIO
3 + 900	7.60	X	X							CEMENTERIO
3 + 920	7.60	X	X							CEMENTERIO
3 + 940	17.30	X	X					7.40	7.40	VÍA AL BARRIO EL PROGRESO
3 + 960	17.30	X	X							ESCUELA
3 + 980	17.30	X	X							ESCUELA

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo A – 5. Características de la vía del Km 4 + 000 a Km 5 + 000

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ABSCISADO DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 0 + 000.00 A KM 5 + 000.00

ABSCISADO	ANCHO DE LA VÍA (m)	ACERA		CUNETA		POZO ALCANTARILLADO	PASOS DE AGUA	ENTRADA		OBSERVACIONES
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha			Izquierda	Derecha	
4 + 000	17.30	X	X			X			16.00	ÍA A EL ROSAL YANAHURCO CON PARTERR
4 + 020	16.00	X	X							PARQUE Y 2 m DE PARTERRE
4 + 040	15.60	X	X							PARQUE Y 2 m DE PARTERRE
4 + 060	15.40	X	X							PARQUE Y 2 m DE PARTERRE
4 + 080	15.10	X	X							PARQUE Y 2 m DE PARTERRE
4 + 100	14.00	X	X							IGLESIA
4 + 120	14.00	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 140	14.00	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 160	14.00	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 180	14.00	X	X					6.00	6.00	
4 + 200	16.40	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 220	15.70	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 240	15.70	X	X						3.80	
4 + 260	14.60	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 280	14.20	X	X			X				2 m DE PARTERRE
4 + 300	14.00	X	X					6.40		2 m DE PARTERRE
4 + 320	14.00	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 340	14.00	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 360	14.00	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 380	14.00	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 400	14.00	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 420	14.00	X	X							2 m DE PARTERRE
4 + 440	11.35							6.00		
4 + 460	7.50									
4 + 480	7.60									
4 + 500	7.60									
4 + 520	7.60									
4 + 540	7.60									
4 + 560	7.60									
4 + 580	7.60					X				
4 + 600	7.60									
4 + 620	7.60									
4 + 640	7.60									
4 + 660	7.60									
4 + 680	7.60									
4 + 700	7.60									
4 + 720	7.60									
4 + 740	7.60									
4 + 760	7.60									
4 + 780	7.60									
4 + 800	7.60									
4 + 820	7.60									
4 + 840	7.60									
4 + 860	7.60									
4 + 880	7.60									
4 + 900	7.60					X				
4 + 920	7.60									
4 + 940	7.60									
4 + 960	7.60									
4 + 980	7.60									
5 + 000	7.60									

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO B. CONTEO VEHICULAR

Anexo B - 1. Conteo vehicular lunes 27 de agosto del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 0 + 000 a Km 2 + 120		
FECHA:	Lunes, 27 de agosto de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca	**ESTACIÓN:**	N°1
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°1

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	90	7	5	0	1	0	103	
7h15-7h30	102	8	10	1	2	1	124	
7h30-7h45	100	8	8	0	0	0	116	
7h45-8h00	127	13	7	4	0	1	152	495
8h00-8h15	109	7	7	1	0	1	125	517
8h15-8h30	112	9	6	0	3	0	130	523
8h30-8h45	110	11	8	1	3	0	133	540
8h45-9h00	122	8	10	0	5	0	145	533
9h00-9h15	94	7	8	0	1	0	110	518
9h15-9h30	115	18	13	5	1	1	153	541
9h30-9h45	89	10	5	2	1	0	107	515
9h45-10h00	94	6	4	1	3	1	109	479
10h00-10h15	91	3	0	1	1	0	96	465
10h15-10h30	105	7	2	2	0	0	116	428
10h30-10h45	95	1	10	1	2	0	109	430
10h45-11h00	92	8	8	5	1	0	114	435
11h00-11h15	86	11	8	0	0	1	106	445
11h15-11h30	90	9	6	2	4	0	111	440
11h30-11h45	68	4	6	3	1	0	82	413
11h45-12h00	95	9	8	2	0	2	116	415
12h00-12h15	61	9	10	7	1	0	88	397
12h15-12h30	84	11	5	7	3	3	113	399
12h30-12h45	106	6	14	0	0	1	127	444
12h45-13h00	75	8	5	8	3	0	99	427
13h00-13h15	70	5	4	4	0	1	84	423
13h15-13h30	85	4	3	3	0	1	96	406
13h30-13h45	97	12	9	5	1	2	126	405
13h45-14h00	69	5	5	7	0	1	87	393
14h00-14h15	81	7	0	3	4	0	95	404
14h15-14h30	57	4	3	2	0	0	66	374
14h30-14h45	77	4	4	3	2	0	90	338
14h45-15h00	78	6	3	4	2	1	94	345
15h00-15h15	77	5	2	3	0	0	87	337
15h15-15h30	76	7	1	4	0	0	88	359
15h30-15h45	83	5	3	2	1	0	94	363
15h45-16h00	84	6	7	8	3	1	109	378
16h00-16h15	75	6	1	3	2	0	87	378
16h15-16h30	104	10	10	3	1	0	128	418
16h30-16h45	70	6	4	4	0	0	84	408
16h45-17h00	69	10	6	7	1	0	93	392
17h00-17h15	83	5	2	2	1	0	93	398
17h15-17h30	72	0	4	1	1	0	78	348
17h30-17h45	81	1	2	2	1	0	87	351
17h45-18h00	71	6	2	2	0	1	82	340
18h00-18h15	79	4	5	3	1	1	93	340
18h15-18h30	67	2	2	2	0	0	73	335
18h30-18h45	75	11	2	3	1	0	92	340
18h45-19h00	69	4	2	2	1	0	78	336

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 2. Conteo vehicular martes 28 de agosto del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 0 + 000 a Km 2 + 120		
FECHA:	Martes, 28 de agosto de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca	**ESTACIÓN:**	N°1
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°2

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	75	9	6	0	1	0	91	
7h15-7h30	88	7	3	3	0	2	103	
7h30-7h45	63	8	5	1	0	0	77	
7h45-8h00	78	4	2	5	1	0	90	361
8h00-8h15	68	3	1	4	1	0	77	347
8h15-8h30	78	4	1	4	0	0	87	331
8h30-8h45	73	5	5	1	1	1	86	340
8h45-9h00	75	2	3	3	0	0	83	333
9h00-9h15	67	4	5	1	0	0	77	333
9h15-9h30	80	5	5	2	3	1	96	342
9h30-9h45	77	7	6	2	2	0	94	350
9h45-10h00	76	3	4	4	2	0	89	356
10h00-10h15	75	8	6	3	1	0	93	372
10h15-10h30	85	4	1	4	0	2	96	372
10h30-10h45	69	7	4	2	1	0	83	361
10h45-11h00	66	10	7	1	0	0	84	356
11h00-11h15	76	6	5	2	2	0	91	354
11h15-11h30	71	7	2	4	0	0	84	342
11h30-11h45	87	4	3	2	0	0	96	355
11h45-12h00	87	7	3	2	0	2	101	372
12h00-12h15	77	9	3	3	1	0	93	374
12h15-12h30	75	6	5	1	0	3	90	380
12h30-12h45	73	4	3	5	0	0	85	369
12h45-13h00	63	0	4	2	1	0	70	338
13h00-13h15	73	10	4	2	1	0	90	335
13h15-13h30	69	2	5	4	0	0	80	325
13h30-13h45	78	8	2	7	2	1	98	338
13h45-14h00	68	7	5	5	2	2	89	357
14h00-14h15	82	3	5	3	1	0	94	361
14h15-14h30	76	7	7	3	0	0	93	374
14h30-14h45	77	5	4	3	2	0	91	367
14h45-15h00	83	9	3	5	1	2	103	381
15h00-15h15	82	5	3	1	1	1	93	380
15h15-15h30	78	6	4	3	2	0	93	380
15h30-15h45	84	6	4	4	1	1	100	389
15h45-16h00	71	10	5	5	3	0	94	380
16h00-16h15	79	9	2	3	1	1	95	382
16h15-16h30	74	4	2	5	0	0	85	374
16h30-16h45	67	7	3	1	0	0	78	352
16h45-17h00	74	5	4	3	1	0	87	345
17h00-17h15	63	5	6	3	0	1	78	328
17h15-17h30	71	8	5	4	1	0	89	332
17h30-17h45	71	5	4	5	4	0	89	343
17h45-18h00	60	9	7	1	1	0	78	334
18h00-18h15	65	9	3	2	1	0	80	336
18h15-18h30	61	8	5	4	0	0	78	325
18h30-18h45	66	12	3	5	2	0	88	324
18h45-19h00	70	4	2	3	0	2	81	327

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 3. Conteo vehicular miércoles 29 de agosto del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 0 + 000 a Km 2 + 120		
FECHA:	Miércoles, 29 de agosto de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca	**ESTACIÓN:**	N°1
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°3

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	73	5	3	1	2	1	85	
7h15-7h30	77	6	3	2	2	0	90	
7h30-7h45	71	8	2	3	0	0	84	
7h45-8h00	80	7	5	0	0	2	94	353
8h00-8h15	72	10	1	1	0	0	84	352
8h15-8h30	70	7	4	5	1	0	87	349
8h30-8h45	80	6	5	5	0	1	97	362
8h45-9h00	74	7	5	6	3	1	96	364
9h00-9h15	76	9	1	2	1	1	90	370
9h15-9h30	74	5	4	3	1	1	88	371
9h30-9h45	74	7	3	2	1	0	87	361
9h45-10h00	79	4	3	5	1	2	94	359
10h00-10h15	76	6	2	6	1	0	91	360
10h15-10h30	73	7	3	6	1	0	90	362
10h30-10h45	75	9	5	2	1	0	92	367
10h45-11h00	74	8	7	3	1	1	94	367
11h00-11h15	69	5	5	1	0	0	80	356
11h15-11h30	84	8	11	4	0	0	107	373
11h30-11h45	70	6	3	0	1	0	80	361
11h45-12h00	62	3	8	8	2	1	84	351
12h00-12h15	73	11	7	9	0	1	101	372
12h15-12h30	66	4	7	7	3	4	91	356
12h30-12h45	89	8	7	2	0	0	106	382
12h45-13h00	97	0	0	0	0	0	97	395
13h00-13h15	75	1	12	2	1	1	92	386
13h15-13h30	74	13	2	2	1	0	92	387
13h30-13h45	70	10	4	7	2	1	94	375
13h45-14h00	75	6	2	1	0	2	86	364
14h00-14h15	76	4	5	6	1	0	92	364
14h15-14h30	72	6	4	4	0	0	86	358
14h30-14h45	66	4	5	5	0	0	80	344
14h45-15h00	77	6	1	3	1	0	88	346
15h00-15h15	72	6	5	5	1	0	89	343
15h15-15h30	70	11	3	4	2	0	90	347
15h30-15h45	69	4	5	3	1	0	82	349
15h45-16h00	77	4	5	6	2	0	94	355
16h00-16h15	72	4	5	5	0	0	86	352
16h15-16h30	72	7	5	5	2	0	91	353
16h30-16h45	71	10	2	3	1	0	87	358
16h45-17h00	79	4	3	3	0	0	89	353
17h00-17h15	76	7	4	0	1	0	88	355
17h15-17h30	73	4	4	5	1	0	87	351
17h30-17h45	70	7	1	4	2	0	84	348
17h45-18h00	85	6	2	3	3	0	99	358
18h00-18h15	68	7	5	4	0	1	85	355
18h15-18h30	69	4	2	3	1	0	79	347
18h30-18h45	65	8	4	2	1	0	80	343
18h45-19h00	76	4	5	6	2	0	93	337

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 4. Conteo vehicular jueves 30 de agosto del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 0 + 000 a Km 2 + 120		
FECHA:	Jueves, 30 de agosto de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca	**ESTACIÓN:**	N°1
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°4

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHICU-LOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	85	8	8	0	1	1	103	
7h15-7h30	92	8	6	2	1	1	110	
7h30-7h45	86	7	7	4	1	0	105	
7h45-8h00	70	3	7	2	1	0	83	401
8h00-8h15	70	11	6	5	2	2	96	394
8h15-8h30	79	11	7	3	0	0	100	384
8h30-8h45	81	7	3	3	1	0	95	374
8h45-9h00	78	9	5	5	0	1	98	389
9h00-9h15	81	2	5	1	2	0	91	384
9h15-9h30	90	6	5	1	0	0	102	386
9h30-9h45	86	8	12	5	0	1	112	403
9h45-10h00	71	8	6	1	3	0	89	394
10h00-10h15	81	7	5	0	1	0	94	397
10h15-10h30	65	11	7	4	1	1	89	384
10h30-10h45	81	4	3	3	0	1	92	364
10h45-11h00	74	6	2	3	1	0	86	361
11h00-11h15	79	5	5	3	1	1	94	361
11h15-11h30	81	7	7	10	2	0	107	379
11h30-11h45	71	3	1	3	0	0	78	365
11h45-12h00	78	3	5	1	2	1	90	369
12h00-12h15	83	4	8	2	0	1	98	373
12h15-12h30	74	6	5	3	2	0	90	356
12h30-12h45	70	8	6	7	0	2	93	371
12h45-13h00	73	11	7	5	3	0	99	380
13h00-13h15	70	8	2	2	0	0	82	364
13h15-13h30	73	7	3	2	0	0	85	359
13h30-13h45	80	8	5	1	0	0	94	360
13h45-14h00	74	1	4	1	1	0	81	342
14h00-14h15	72	6	1	4	0	0	83	343
14h15-14h30	72	5	2	4	1	0	84	342
14h30-14h45	77	5	4	0	1	0	87	335
14h45-15h00	66	4	2	2	0	0	74	328
15h00-15h15	76	4	1	4	0	0	85	330
15h15-15h30	80	5	5	6	2	1	99	345
15h30-15h45	56	7	2	1	2	0	68	326
15h45-16h00	69	6	3	4	0	0	82	334
16h00-16h15	72	6	3	0	1	1	83	332
16h15-16h30	68	7	4	4	1	0	84	317
16h30-16h45	75	5	6	5	2	0	93	342
16h45-17h00	68	6	2	4	1	0	81	341
17h00-17h15	61	3	5	3	0	1	73	331
17h15-17h30	76	9	4	4	2	1	96	343
17h30-17h45	71	9	5	6	2	1	94	344
17h45-18h00	71	4	7	8	3	0	93	356
18h00-18h15	69	8	3	2	0	0	82	365
18h15-18h30	72	2	4	1	1	0	80	349
18h30-18h45	62	6	3	4	2	1	78	333
18h45-19h00	65	8	2	3	2	1	81	321

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 5. Conteo vehicular viernes 31 de agosto del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 0 + 000 a Km 2 + 120		
FECHA:	Viernes, 31 de agosto de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca	**ESTACIÓN:**	N°1
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°5

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	75	5	4	4	2	0	90	
7h15-7h30	72	8	5	0	0	4	89	
7h30-7h45	80	4	4	2	0	0	90	
7h45-8h00	78	6	4	0	1	0	89	358
8h00-8h15	71	2	4	2	0	0	79	347
8h15-8h30	86	4	5	2	0	0	97	355
8h30-8h45	70	7	6	2	2	0	87	352
8h45-9h00	80	7	2	6	2	0	97	360
9h00-9h15	70	4	6	2	0	0	82	363
9h15-9h30	70	7	6	5	3	2	93	359
9h30-9h45	68	5	2	4	3	0	82	354
9h45-10h00	70	3	4	4	2	2	85	342
10h00-10h15	86	7	6	2	1	0	102	362
10h15-10h30	73	8	5	5	0	0	91	360
10h30-10h45	71	3	3	2	1	0	80	358
10h45-11h00	71	9	5	6	2	0	93	366
11h00-11h15	63	4	4	2	0	2	75	339
11h15-11h30	66	10	5	5	1	0	87	335
11h30-11h45	76	5	5	4	1	0	91	346
11h45-12h00	68	6	2	2	0	2	80	333
12h00-12h15	82	0	4	6	3	0	95	353
12h15-12h30	61	8	5	0	0	2	76	342
12h30-12h45	70	4	2	6	1	0	83	334
12h45-13h00	78	5	7	5	0	0	95	349
13h00-13h15	67	6	3	2	0	0	78	332
13h15-13h30	73	4	4	0	0	0	81	337
13h30-13h45	73	6	6	4	1	0	90	344
13h45-14h00	63	4	0	2	0	0	69	318
14h00-14h15	68	4	5	2	1	0	80	320
14h15-14h30	75	4	8	4	0	0	91	330
14h30-14h45	70	8	0	5	1	0	84	324
14h45-15h00	77	6	5	4	0	2	94	349
15h00-15h15	71	5	2	2	0	2	82	351
15h15-15h30	73	6	6	7	2	0	94	354
15h30-15h45	61	6	3	4	0	0	74	344
15h45-16h00	82	3	6	4	1	0	96	346
16h00-16h15	73	4	4	5	0	2	88	352
16h15-16h30	61	7	4	7	2	0	81	339
16h30-16h45	68	3	5	2	3	0	81	346
16h45-17h00	65	5	5	2	0	0	77	327
17h00-17h15	67	7	4	4	1	0	83	322
17h15-17h30	73	4	3	4	3	2	89	330
17h30-17h45	68	8	5	3	2	0	86	335
17h45-18h00	64	7	2	6	0	0	79	337
18h00-18h15	69	10	4	5	1	0	89	343
18h15-18h30	63	8	6	6	0	0	83	337
18h30-18h45	62	7	3	4	1	0	77	328
18h45-19h00	62	6	4	6	3	2	83	332

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 6. Conteo vehicular sábado 01 de septiembre del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 0 + 000 a Km 2 + 120		
FECHA:	Sábado, 01 de septiembre de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca	**ESTACIÓN:**	N°1
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°6

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	74	4	4	2	1	0	85	
7h15-7h30	85	5	5	0	0	2	97	
7h30-7h45	85	1	2	5	0	0	93	
7h45-8h00	78	5	1	0	1	0	85	360
8h00-8h15	78	2	4	4	1	0	89	364
8h15-8h30	79	8	5	2	1	0	95	362
8h30-8h45	71	4	3	6	1	0	85	354
8h45-9h00	77	3	3	2	1	0	86	355
9h00-9h15	80	1	4	0	0	0	85	351
9h15-9h30	77	6	6	3	3	1	96	352
9h30-9h45	80	6	1	4	1	0	92	359
9h45-10h00	72	3	2	2	2	1	82	355
10h00-10h15	81	6	4	4	1	0	96	366
10h15-10h30	83	5	4	4	1	0	97	367
10h30-10h45	76	6	4	1	2	0	89	364
10h45-11h00	71	3	2	4	1	0	81	363
11h00-11h15	66	8	3	4	1	1	83	350
11h15-11h30	65	6	4	4	2	0	81	334
11h30-11h45	66	13	3	2	1	0	85	330
11h45-12h00	84	3	2	6	0	1	96	345
12h00-12h15	55	9	3	2	2	1	72	334
12h15-12h30	80	9	3	5	1	1	99	352
12h30-12h45	74	9	6	3	0	0	92	359
12h45-13h00	78	2	4	5	0	0	89	352
13h00-13h15	74	8	5	4	1	1	93	373
13h15-13h30	79	3	4	4	0	1	91	365
13h30-13h45	65	6	2	2	2	0	77	350
13h45-14h00	72	4	3	4	0	1	84	345
14h00-14h15	73	7	4	0	1	0	85	337
14h15-14h30	79	5	5	3	0	0	92	338
14h30-14h45	71	3	4	4	3	0	85	346
14h45-15h00	75	4	1	4	1	1	86	348
15h00-15h15	78	6	5	5	1	1	96	359
15h15-15h30	70	7	3	2	0	0	82	349
15h30-15h45	67	5	3	4	1	0	80	344
15h45-16h00	71	3	4	4	1	0	83	341
16h00-16h15	72	2	3	3	2	2	84	329
16h15-16h30	78	7	4	5	2	0	96	343
16h30-16h45	74	7	4	4	1	0	90	353
16h45-17h00	78	3	3	2	0	0	86	356
17h00-17h15	62	4	3	4	2	1	76	348
17h15-17h30	77	6	1	5	0	1	90	342
17h30-17h45	70	6	3	2	1	0	82	334
17h45-18h00	76	4	5	4	4	0	93	341
18h00-18h15	65	7	4	3	1	1	81	346
18h15-18h30	77	7	4	1	1	1	91	347
18h30-18h45	83	6	1	3	0	0	93	358
18h45-19h00	65	5	4	3	3	1	81	346

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 7. Conteo vehicular Domingo 02 de septiembre del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 0 + 000 a Km 2 + 120		
FECHA:	Domingo, 02 de septiembre de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca	**ESTACIÓN:**	N°1
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°7

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	101	4	12	6	3	1	127	
7h15-7h30	96	5	8	3	0	0	112	
7h30-7h45	103	7	4	2	1	0	117	
7h45-8h00	123	9	12	2	0	1	147	503
8h00-8h15	80	8	6	3	0	0	97	473
8h15-8h30	88	8	4	3	1	1	105	466
8h30-8h45	80	10	9	7	1	0	107	456
8h45-9h00	83	5	3	7	2	0	100	409
9h00-9h15	78	7	5	7	0	2	99	411
9h15-9h30	82	9	3	5	1	0	100	406
9h30-9h45	76	8	9	5	1	0	99	398
9h45-10h00	73	5	4	4	1	0	87	385
10h00-10h15	80	3	6	4	1	0	94	380
10h15-10h30	79	10	6	1	1	0	97	377
10h30-10h45	74	3	0	1	0	0	78	356
10h45-11h00	78	8	6	4	0	0	96	365
11h00-11h15	76	10	5	7	3	1	102	373
11h15-11h30	80	6	4	5	3	0	98	374
11h30-11h45	71	6	5	3	1	1	87	383
11h45-12h00	82	5	5	4	0	0	96	383
12h00-12h15	69	11	5	5	0	1	91	372
12h15-12h30	89	5	1	5	0	0	100	374
12h30-12h45	81	7	6	3	0	0	97	384
12h45-13h00	78	6	2	4	1	1	92	380
13h00-13h15	84	10	4	6	0	2	106	395
13h15-13h30	73	2	2	3	1	0	81	376
13h30-13h45	74	3	3	3	0	0	83	362
13h45-14h00	84	8	2	3	3	0	100	370
14h00-14h15	74	8	5	3	0	0	90	354
14h15-14h30	67	9	5	3	0	1	85	358
14h30-14h45	68	5	2	3	1	0	79	354
14h45-15h00	75	6	3	5	0	0	89	343
15h00-15h15	74	10	5	5	2	3	99	352
15h15-15h30	80	8	3	5	2	1	99	366
15h30-15h45	75	6	2	4	1	0	88	375
15h45-16h00	77	8	4	3	0	0	92	378
16h00-16h15	84	4	4	2	2	0	96	375
16h15-16h30	81	5	1	4	0	0	91	367
16h30-16h45	74	9	5	2	0	0	90	369
16h45-17h00	67	7	0	1	0	0	75	352
17h00-17h15	70	7	5	4	1	0	87	343
17h15-17h30	68	10	6	2	1	1	88	340
17h30-17h45	74	5	5	2	2	1	89	339
17h45-18h00	69	5	1	2	0	0	77	341
18h00-18h15	81	4	4	3	0	1	93	347
18h15-18h30	71	6	6	1	2	0	86	345
18h30-18h45	78	7	2	5	0	0	92	348
18h45-19h00	77	4	3	2	1	1	88	359

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 8. Conteo vehicular lunes 03 de septiembre del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 2 + 120 a Km 5 + 000		
FECHA:	Lunes, 03 de septiembre de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Iglesia de Pinguilí	**ESTACIÓN:**	N°2
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°1

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	37	1	4	2	1	0	45	
7h15-7h30	43	3	6	0	0	2	54	
7h30-7h45	40	0	4	0	0	0	44	
7h45-8h00	41	2	1	0	0	0	44	187
8h00-8h15	31	0	4	1	0	0	36	178
8h15-8h30	49	2	4	1	0	0	56	180
8h30-8h45	49	2	8	1	1	0	61	197
8h45-9h00	32	1	3	2	1	0	39	192
9h00-9h15	27	0	6	0	0	0	33	189
9h15-9h30	35	3	5	5	1	1	50	183
9h30-9h45	34	1	1	1	1	0	38	160
9h45-10h00	29	1	1	2	1	1	35	156
10h00-10h15	30	2	7	1	0	0	40	163
10h15-10h30	34	3	4	2	0	0	43	156
10h30-10h45	22	0	4	1	1	0	28	146
10h45-11h00	37	3	2	4	1	0	47	158
11h00-11h15	40	2	3	2	0	1	48	166
11h15-11h30	43	2	4	2	1	0	52	175
11h30-11h45	32	0	3	1	1	0	37	184
11h45-12h00	37	3	4	2	0	1	47	184
12h00-12h15	34	0	3	5	1	0	43	179
12h15-12h30	31	6	3	0	0	2	42	169
12h30-12h45	27	3	2	0	1	0	33	165
12h45-13h00	35	2	6	4	0	0	47	165
13h00-13h15	41	3	7	1	0	0	52	174
13h15-13h30	32	2	4	3	0	0	41	173
13h30-13h45	36	1	1	3	0	0	41	181
13h45-14h00	44	1	0	5	1	0	51	185
14h00-14h15	35	2	5	0	0	0	42	175
14h15-14h30	35	3	3	5	0	0	46	180
14h30-14h45	34	3	3	1	0	0	41	180
14h45-15h00	33	4	1	4	0	2	44	173
15h00-15h15	37	1	2	1	0	1	42	173
15h15-15h30	33	0	1	4	0	0	38	165
15h30-15h45	29	3	2	5	0	0	39	163
15h45-16h00	42	0	5	4	0	0	51	170
16h00-16h15	37	2	4	5	0	2	50	178
16h15-16h30	34	1	4	3	1	0	43	183
16h30-16h45	40	0	4	1	1	0	46	190
16h45-17h00	42	1	3	2	0	0	48	187
17h00-17h15	36	1	4	4	0	0	45	182
17h15-17h30	38	2	3	3	0	1	47	186
17h30-17h45	40	1	1	1	0	0	43	183
17h45-18h00	45	2	3	3	0	0	53	188
18h00-18h15	39	3	4	4	0	0	50	193
18h15-18h30	35	4	5	0	0	0	44	190
18h30-18h45	33	1	1	3	0	0	38	185
18h45-19h00	39	1	1	5	1	1	48	180

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 9. Conteo vehicular martes 04 de septiembre del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 2 + 120 a Km 5 + 000		
FECHA:	Martes, 04 de septiembre de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Iglesia de Pinguilí	**ESTACIÓN:**	N°2
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°2

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	38	2	3	2	0	1	46	
7h15-7h30	40	3	6	2	0	0	51	
7h30-7h45	32	1	3	4	0	0	40	
7h45-8h00	38	2	3	4	0	2	49	186
8h00-8h15	34	4	4	2	1	2	47	187
8h15-8h30	33	0	1	3	0	0	37	173
8h30-8h45	37	2	1	8	0	0	48	181
8h45-9h00	44	1	6	2	0	0	53	185
9h00-9h15	38	4	4	0	0	0	46	184
9h15-9h30	34	2	4	2	1	0	43	190
9h30-9h45	26	2	1	1	2	0	32	174
9h45-10h00	38	2	2	5	0	0	47	168
10h00-10h15	34	0	2	2	0	0	38	160
10h15-10h30	32	3	4	2	0	0	41	158
10h30-10h45	21	1	3	1	2	0	28	154
10h45-11h00	33	1	1	2	0	0	37	144
11h00-11h15	34	2	3	2	0	1	42	148
11h15-11h30	38	1	2	2	1	0	44	151
11h30-11h45	29	0	3	1	1	0	34	157
11h45-12h00	26	3	3	1	0	1	34	154
12h00-12h15	30	0	3	4	0	0	37	149
12h15-12h30	32	6	3	0	0	1	42	147
12h30-12h45	25	2	1	0	1	1	30	143
12h45-13h00	28	2	3	3	0	0	36	145
13h00-13h15	37	3	1	1	0	0	42	150
13h15-13h30	32	2	4	3	0	1	42	150
13h30-13h45	33	1	1	3	0	1	39	159
13h45-14h00	26	2	0	5	0	0	33	156
14h00-14h15	31	2	3	0	0	0	36	150
14h15-14h30	24	3	1	2	1	0	31	139
14h30-14h45	35	2	1	1	1	0	40	140
14h45-15h00	29	4	1	4	0	1	39	146
15h00-15h15	36	1	2	1	0	1	41	151
15h15-15h30	30	0	2	2	0	0	34	154
15h30-15h45	22	3	2	2	0	0	29	143
15h45-16h00	34	0	3	4	0	0	41	145
16h00-16h15	33	2	2	1	0	1	39	143
16h15-16h30	34	1	4	3	0	0	42	151
16h30-16h45	28	0	2	1	2	1	34	156
16h45-17h00	26	1	2	1	0	0	30	145
17h00-17h15	30	1	2	3	0	0	36	142
17h15-17h30	29	1	1	3	1	1	36	136
17h30-17h45	29	2	1	1	0	0	33	135
17h45-18h00	21	2	3	1	0	1	28	133
18h00-18h15	29	2	2	2	0	0	35	132
18h15-18h30	30	3	2	0	0	0	35	131
18h30-18h45	26	0	1	2	0	0	29	127
18h45-19h00	29	2	1	1	1	0	34	133

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 10. Conteo vehicular miércoles 05 de septiembre del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 2 + 120 a Km 5 + 000		
FECHA:	Miércoles, 05 de septiembre de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Iglesia de Pinguilí	**ESTACIÓN:**	N°2
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°3

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	35	2	4	2	1	0	44	
7h15-7h30	33	2	7	0	0	2	44	
7h30-7h45	32	1	2	0	0	0	35	
7h45-8h00	35	2	1	0	0	0	38	161
8h00-8h15	27	0	4	1	0	0	32	149
8h15-8h30	43	2	4	1	0	0	50	155
8h30-8h45	40	2	4	1	1	0	48	168
8h45-9h00	26	1	3	2	1	0	33	163
9h00-9h15	23	0	4	0	0	0	27	158
9h15-9h30	28	3	4	3	1	1	40	148
9h30-9h45	34	1	1	1	0	0	37	137
9h45-10h00	26	1	1	2	0	1	31	135
10h00-10h15	32	2	1	1	0	0	36	144
10h15-10h30	24	2	4	2	0	0	32	136
10h30-10h45	19	0	2	1	1	0	23	122
10h45-11h00	22	3	2	4	1	0	32	123
11h00-11h15	35	2	3	1	0	1	42	129
11h15-11h30	42	2	3	0	1	0	48	145
11h30-11h45	27	0	3	1	1	0	32	154
11h45-12h00	28	3	2	2	0	1	36	158
12h00-12h15	32	0	2	4	1	1	40	156
12h15-12h30	34	6	1	0	0	1	42	150
12h30-12h45	20	2	2	0	1	0	25	143
12h45-13h00	26	2	4	3	0	0	35	142
13h00-13h15	32	3	2	1	0	0	38	140
13h15-13h30	36	2	4	2	0	1	45	143
13h30-13h45	24	1	1	2	0	0	28	146
13h45-14h00	36	1	0	3	0	1	41	152
14h00-14h15	28	2	4	0	0	0	34	148
14h15-14h30	32	3	2	4	0	0	41	144
14h30-14h45	32	3	2	1	0	0	38	154
14h45-15h00	20	4	1	4	0	1	30	143
15h00-15h15	38	1	2	1	0	1	43	152
15h15-15h30	23	0	1	3	0	0	27	138
15h30-15h45	33	3	2	4	0	0	42	142
15h45-16h00	30	0	4	3	0	0	37	149
16h00-16h15	32	2	3	3	0	2	42	148
16h15-16h30	42	1	4	2	1	0	50	171
16h30-16h45	36	0	4	1	1	0	42	171
16h45-17h00	35	1	3	2	0	0	41	175
17h00-17h15	32	4	3	1	0	1	41	174
17h15-17h30	32	3	1	3	0	1	40	164
17h30-17h45	27	3	3	0	0	0	33	155
17h45-18h00	43	4	2	1	0	0	50	164
18h00-18h15	34	3	4	2	1	1	45	168
18h15-18h30	33	3	4	2	0	0	42	170
18h30-18h45	32	1	1	3	0	0	37	174
18h45-19h00	21	1	1	3	1	1	28	152

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 11. Conteo vehicular jueves 06 de septiembre del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 2 + 120 a Km 5 + 000		
FECHA:	Jueves, 06 de septiembre de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Iglesia de Pinguilí	**ESTACIÓN:**	N°2
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°4

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCU-LOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	29	1	2	2	1	0	35	
7h15-7h30	36	3	4	0	0	1	44	
7h30-7h45	36	1	3	0	0	0	40	
7h45-8h00	36	2	1	0	0	0	39	158
8h00-8h15	32	0	2	1	0	0	35	158
8h15-8h30	42	1	2	1	0	1	47	161
8h30-8h45	35	2	6	1	0	0	44	165
8h45-9h00	33	1	2	2	1	0	39	165
9h00-9h15	26	0	4	0	1	1	32	162
9h15-9h30	32	3	3	3	1	0	42	157
9h30-9h45	30	1	1	1	0	0	33	146
9h45-10h00	33	1	1	2	1	0	38	145
10h00-10h15	32	2	8	1	1	0	44	157
10h15-10h30	30	2	2	1	0	1	36	151
10h30-10h45	19	0	3	1	1	1	25	143
10h45-11h00	41	3	2	3	0	0	49	154
11h00-11h15	32	0	1	1	2	1	37	147
11h15-11h30	30	2	2	2	0	0	36	147
11h30-11h45	39	1	3	2	0	0	45	167
11h45-12h00	36	1	4	3	0	0	44	162
12h00-12h15	36	0	2	1	0	0	39	164
12h15-12h30	32	1	0	2	1	0	36	164
12h30-12h45	31	2	3	1	1	0	38	157
12h45-13h00	34	2	4	1	0	0	41	154
13h00-13h15	32	3	5	1	0	1	42	157
13h15-13h30	31	2	2	0	0	0	35	156
13h30-13h45	33	1	1	2	0	2	39	157
13h45-14h00	29	1	0	4	2	0	36	152
14h00-14h15	32	2	3	0	0	0	37	147
14h15-14h30	36	2	2	3	0	1	44	156
14h30-14h45	32	2	2	1	0	0	37	154
14h45-15h00	35	3	1	2	0	1	42	160
15h00-15h15	31	1	1	1	0	0	34	157
15h15-15h30	32	0	1	3	1	0	37	150
15h30-15h45	31	3	1	3	1	1	40	153
15h45-16h00	34	0	3	3	0	0	40	151
16h00-16h15	32	2	3	4	0	1	42	159
16h15-16h30	32	1	2	2	1	1	39	161
16h30-16h45	30	0	2	1	1	0	34	155
16h45-17h00	29	1	2	2	0	0	34	149
17h00-17h15	37	1	3	2	0	0	43	150
17h15-17h30	31	1	2	2	0	1	37	148
17h30-17h45	31	1	1	1	1	0	35	149
17h45-18h00	31	2	2	2	0	0	37	152
18h00-18h15	31	2	2	3	0	0	38	147
18h15-18h30	32	4	4	0	0	0	40	150
18h30-18h45	32	1	1	2	0	0	36	151
18h45-19h00	41	1	1	4	0	0	47	161

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 12. Conteo vehicular viernes 07 de septiembre del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 2 + 120 a Km 5 + 000		
FECHA:	Viernes, 07 de septiembre de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Iglesia de Pinguilí	**ESTACIÓN:**	N°2
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°5

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMULADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	29	1	2	2	1	0	35	
7h15-7h30	36	4	3	0	0	2	45	
7h30-7h45	35	1	2	1	0	0	39	
7h45-8h00	33	1	2	0	0	0	36	155
8h00-8h15	26	0	2	1	0	0	29	149
8h15-8h30	37	1	3	1	0	0	42	146
8h30-8h45	44	2	4	1	1	0	52	159
8h45-9h00	30	1	1	4	1	0	37	160
9h00-9h15	22	0	4	1	0	0	27	158
9h15-9h30	26	3	4	3	1	1	38	154
9h30-9h45	28	1	1	2	0	0	32	134
9h45-10h00	24	1	2	2	0	0	29	126
10h00-10h15	30	2	4	1	0	0	37	136
10h15-10h30	29	3	3	1	0	0	36	134
10h30-10h45	17	0	2	1	1	0	21	123
10h45-11h00	30	3	3	4	1	0	41	135
11h00-11h15	38	2	2	1	0	1	44	142
11h15-11h30	35	2	2	3	0	0	42	148
11h30-11h45	24	0	3	2	1	0	30	157
11h45-12h00	35	3	1	1	0	1	41	157
12h00-12h15	34	0	2	4	1	0	41	154
12h15-12h30	28	3	2	0	0	1	34	146
12h30-12h45	21	2	1	0	1	0	25	141
12h45-13h00	27	1	3	3	0	0	34	134
13h00-13h15	32	3	2	1	0	0	38	131
13h15-13h30	32	2	2	0	0	0	36	133
13h30-13h45	34	1	4	2	0	0	41	149
13h45-14h00	33	1	0	1	0	0	35	150
14h00-14h15	28	2	4	1	0	0	35	147
14h15-14h30	35	2	6	3	0	0	46	157
14h30-14h45	26	2	0	3	0	0	31	147
14h45-15h00	28	3	1	2	0	1	35	147
15h00-15h15	33	1	1	1	0	1	37	149
15h15-15h30	24	0	2	5	0	0	31	134
15h30-15h45	34	3	2	2	0	0	41	144
15h45-16h00	35	0	4	2	0	0	41	150
16h00-16h15	37	2	3	3	0	1	46	159
16h15-16h30	34	1	2	5	1	0	43	171
16h30-16h45	37	0	3	1	2	0	43	173
16h45-17h00	32	1	2	1	0	0	36	168
17h00-17h15	31	1	2	2	0	0	36	158
17h15-17h30	39	1	1	2	1	1	45	160
17h30-17h45	37	1	3	2	1	0	44	161
17h45-18h00	36	2	1	4	0	0	43	168
18h00-18h15	33	2	2	3	0	0	40	172
18h15-18h30	30	4	3	0	0	0	37	164
18h30-18h45	39	1	2	2	0	0	44	164
18h45-19h00	33	1	2	4	1	1	42	163

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 13. Conteo vehicular sábado 08 de septiembre del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 2 + 120 a Km 5 + 000		
FECHA:	Sábado, 08 de septiembre de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Iglesia de Pinguilí	**ESTACIÓN:**	N°2
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°6

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	34	1	2	2	0	0	39	
7h15-7h30	33	4	2	0	0	2	41	
7h30-7h45	39	0	2	2	1	0	44	
7h45-8h00	34	1	1	0	0	0	36	160
8h00-8h15	32	0	2	1	0	0	35	156
8h15-8h30	37	2	3	2	0	0	44	159
8h30-8h45	32	2	3	1	1	0	39	154
8h45-9h00	24	1	1	2	0	0	28	146
9h00-9h15	41	0	2	1	1	0	45	156
9h15-9h30	27	4	5	2	1	1	40	152
9h30-9h45	32	1	1	1	1	0	36	149
9h45-10h00	29	1	2	2	0	2	36	157
10h00-10h15	36	1	1	1	0	0	39	151
10h15-10h30	30	10	2	2	1	0	45	156
10h30-10h45	34	0	1	3	1	0	39	159
10h45-11h00	29	3	3	3	0	0	38	161
11h00-11h15	32	2	5	1	0	1	41	163
11h15-11h30	39	2	2	3	0	0	46	164
11h30-11h45	35	0	2	4	1	0	42	167
11h45-12h00	31	3	2	1	1	1	39	168
12h00-12h15	31	0	2	3	0	0	36	163
12h15-12h30	35	3	1	2	0	1	42	159
12h30-12h45	31	2	4	0	0	0	37	154
12h45-13h00	32	1	1	2	0	0	36	151
13h00-13h15	35	3	2	1	0	0	41	156
13h15-13h30	29	2	1	4	0	0	36	150
13h30-13h45	30	1	3	3	2	0	39	152
13h45-14h00	30	1	0	2	0	0	33	149
14h00-14h15	33	2	2	0	0	0	37	145
14h15-14h30	34	2	1	3	0	0	40	149
14h30-14h45	34	2	5	1	1	0	43	153
14h45-15h00	22	3	1	3	0	1	30	150
15h00-15h15	31	1	1	1	0	1	35	148
15h15-15h30	37	0	3	3	0	0	43	151
15h30-15h45	32	3	3	2	1	0	41	149
15h45-16h00	42	0	3	1	0	0	46	165
16h00-16h15	32	2	2	2	0	1	39	169
16h15-16h30	39	1	4	3	1	0	48	174
16h30-16h45	28	0	2	1	1	0	32	165
16h45-17h00	37	1	2	3	0	0	43	162
17h00-17h15	32	1	3	0	0	0	36	159
17h15-17h30	32	1	2	2	0	1	38	149
17h30-17h45	29	1	4	3	0	0	37	154
17h45-18h00	28	2	2	1	0	0	33	144
18h00-18h15	27	2	2	2	1	0	34	142
18h15-18h30	34	4	2	1	0	0	41	145
18h30-18h45	34	1	2	2	0	0	39	147
18h45-19h00	32	1	3	3	1	1	41	155

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo B - 14. Conteo vehicular domingo 09 de septiembre del 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO

PROYECTO:	Vía Cevallos - Mocha Km 2 + 120 a Km 5 + 000		
FECHA:	Domingo, 09 de septiembre de 2018	**TIEMPO:**	Soleado
UBICACIÓN:	Iglesia de Pinguilí	**ESTACIÓN:**	N°2
REALIZADO POR:	Denisse Alejandra Álvarez Tapia	**HOJA**	N°7

CONTEO VEHICULAR EN AMBOS SENTIDOS (AÑO 2018)

HORA	LIVIA-NOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS / 15min	TOTAL ACUMU-LADO
			C-2 P	C-2 G	C-3	C-4		
7h00-7h15	30	2	4	2	1	0	39	
7h15-7h30	34	2	6	0	0	2	44	
7h30-7h45	24	1	4	0	0	0	29	
7h45-8h00	30	1	1	0	0	0	32	144
8h00-8h15	33	0	4	1	0	0	38	143
8h15-8h30	42	2	2	1	0	0	47	146
8h30-8h45	39	2	4	1	1	1	48	165
8h45-9h00	30	1	3	2	1	0	37	170
9h00-9h15	31	0	4	0	0	0	35	167
9h15-9h30	30	3	5	4	1	2	45	165
9h30-9h45	27	1	1	1	1	0	31	148
9h45-10h00	29	1	1	1	0	0	32	143
10h00-10h15	26	2	4	1	0	0	33	141
10h15-10h30	27	3	4	2	0	0	36	132
10h30-10h45	20	0	0	1	1	0	22	123
10h45-11h00	35	3	2	4	1	0	45	136
11h00-11h15	38	2	3	2	0	0	45	148
11h15-11h30	30	2	4	2	0	0	38	150
11h30-11h45	32	0	3	1	1	1	38	166
11h45-12h00	32	3	4	2	1	2	44	165
12h00-12h15	32	0	3	3	1	0	39	159
12h15-12h30	34	6	4	0	0	0	44	165
12h30-12h45	28	3	2	0	1	0	34	161
12h45-13h00	30	2	5	4	0	0	41	158
13h00-13h15	39	3	3	1	0	0	46	165
13h15-13h30	35	2	3	2	0	0	42	163
13h30-13h45	29	1	1	3	0	1	35	164
13h45-14h00	35	1	2	2	0	1	41	164
14h00-14h15	30	2	3	0	0	0	35	153
14h15-14h30	35	3	3	3	0	0	44	155
14h30-14h45	34	3	3	1	0	0	41	161
14h45-15h00	35	4	3	4	0	1	47	167
15h00-15h15	30	1	2	1	0	1	35	167
15h15-15h30	28	0	1	2	0	0	31	154
15h30-15h45	28	3	2	4	0	1	38	151
15h45-16h00	37	0	5	4	0	0	46	150
16h00-16h15	35	2	2	3	0	1	43	158
16h15-16h30	30	1	4	1	1	0	37	164
16h30-16h45	33	0	2	1	1	1	38	164
16h45-17h00	37	1	2	2	0	0	42	160
17h00-17h15	29	1	4	4	0	0	38	155
17h15-17h30	29	2	3	3	0	0	37	155
17h30-17h45	35	1	1	1	0	0	38	155
17h45-18h00	35	2	2	1	0	0	40	153
18h00-18h15	37	3	4	4	0	0	48	163
18h15-18h30	34	4	2	0	0	1	41	167
18h30-18h45	31	1	1	3	0	0	36	165
18h45-19h00	37	1	1	3	1	1	44	169

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO A. GRANULOMETRÍA Y LÍMITES

ANEXO C – 1. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
GRANULOMETRÍA				
ABSCISA	**KM 0 + 140**			
REFERENCIAS	**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**			
TAMIZ	**ABERTURA (mm)**	**PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)**	**% RETENIDO**	**% QUE PASA**
2”	50,80	0,00	0,00 %	**100,00 %**
1”	25,40	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/4”	19,10	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/8”	9,52	0,00	0,00 %	**100,00 %**
Fuente	-	0,00	0,00 %	**100,00 %**
#4	4,76	27,90	2,79 %	**97,21 %**
#10	1,65	52,30	5,23 %	**94,77 %**
#40	0,83	170,90	17,09 %	**82,91 %**
#100	0,14	393,60	39,36 %	**60,64 %**
#200	0,07	696,40	69,64 %	**30,36 %**
Fuente	-	**1000,00**	100,00 %	**0,00 %**
Total (gr)		**1000,00**		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 2. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
GRANULOMETRÍA				
ABSCISA	**KM 1 + 140**			
REFERENCIAS	**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**			
TAMIZ	**ABERTURA (mm)**	**PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)**	**% RETENIDO**	**% QUE PASA**
2”	50,80	0,00	0,00 %	**100,00 %**
1”	25,40	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/4”	19,10	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/8”	9,52	0,00	0,00 %	**100,00 %**
Fuente	-	0,00	0,00 %	**100,00 %**
#4	4,76	28,60	2,86 %	**97,14 %**
#10	1,65	81,90	8,19 %	**91,81 %**
#40	0,83	285,40	28,54 %	**71,46 %**
#100	0,14	525,60	52,56 %	**47,44 %**
#200	0,07	726,10	72,61 %	**27,39 %**
Fuente	-	**1000,00**	100,00 %	**0,00 %**
Total (gr)		**1000,00**		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 3. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO ACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
GRANULOMETRÍA				
ABSCISA	**KM 2 + 070**			
REFERENCIAS	**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**			
TAMIZ	**ABERTURA (mm)**	**PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)**	**% RETENIDO**	**% QUE PASA**
2”	50,80	0,00	0,00 %	**100,00 %**
1”	25,40	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/4”	19,10	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/8”	9,52	0,00	0,00 %	**100,00 %**
Fuente	-	0,00	0,00 %	**100,00 %**
#4	4,76	21,00	2,10 %	**97,90 %**
#10	1,65	65,70	6,57 %	**93,43 %**
#40	0,83	314,60	31,46 %	**68,54 %**
#100	0,14	593,00	59,30 %	**40,70 %**
#200	0,07	805,00	80,50 %	**19,50 %**
Fuente	-	**1000,00**	100,00%	**0,00 %**
Total (gr)		**1000,00**		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 4. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
GRANULOMETRÍA				
ABSCISA	**KM 3 + 070**			
REFERENCIAS	**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**			
TAMIZ	**ABERTURA (mm)**	**PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)**	**% RETENIDO**	**% QUE PASA**
2”	50,80	0,00	0,00 %	**100,00 %**
1”	25,40	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/4”	19,10	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/8”	9,52	0,00	0,00 %	**100,00 %**
Fuente	-	0,00	0,00 %	**100,00 %**
#4	4,76	5,00	0,50 %	**99,50 %**
#10	1,65	14,00	1,40 %	**98,60 %**
#40	0,83	118,30	11,83 %	**88,17 %**
#100	0,14	455,40	45,54 %	**56,46 %**
#200	0,07	843,40	84,34 %	**15,66 %**
Fuente	-	**1000,00**	100,00%	**0,00 %**
Total (gr)		**1000,00**		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 5. Granulometría del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
GRANULOMETRÍA				
ABSCISA		**KM 4 + 460**		
REFERENCIAS		**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**		
TAMIZ	**ABERTURA (mm)**	**PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)**	**% RETENIDO**	**% QUE PASA**
2”	50,80	0,00	0,00 %	**100,00 %**
1”	25,40	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/4”	19,10	0,00	0,00 %	**100,00 %**
3/8”	9,52	0,00	0,00 %	**100,00 %**
Fuente	-	0,00	0,00 %	**100,00 %**
#4	4,76	3,30	0,33 %	**99,67 %**
#10	1,65	13,00	1,30 %	**98,70 %**
#40	0,83	132,50	13,25 %	**86,75 %**
#100	0,14	475,50	47,55 %	**52,45 %**
#200	0,07	795,10	79,51 %	**20,49 %**
Fuente	-	**1000,00**	100,00%	**0,00 %**
Total (gr)		**1000,00**		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 6. Granulometría del suelo de la base en el Km 0 + 140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
GRANULOMETRÍA				
ABSCISA		**KM 0 + 140**		
REFERENCIAS		**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**		
TAMIZ	**ABERTURA (mm)**	**PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)**	**% RETENIDO**	**% QUE PASA**
2”	50,80	0,00	0,00%	100,00%
1”	25,40	383,20	5,11%	94,89%
3/4”	19,10	839,40	11,19%	88,81%
3/8”	9,520	2475,90	33,01%	66,99%
#4	4,76	3818,80	50,92%	49,08%
Fuente	-	3681,20	49,08%	-
#10	1,65	475,30	15,16%	33,92%
#40	0,83	923,60	29,46%	19,62%
#100	0,14	1254,80	40,03%	9,05%
#200	0,07	1426,10	45,49%	3,59%
Fuente	-	112,50	3,59%	
Total (gr)		**7500,00**		
Peso cuarteo		**1538,90**		
PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA				
Tamaño Nominal Máximo (T.N.M.)		0,095		
Diámetro Efectivo (D10)		0,175		
Diámetro Equiparable (D30)		1,460		
Diámetro Dimensional (D60)		7,650		
Coeficiente de Uniformidad (Cu)		43,710		
Coeficiente de Curvatura (Cc)		1,592		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 7. Granulometría del suelo de la base en el Km 1 + 140

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

GRANULOMETRÍA				
ABSCISA	**KM 1 + 140**			
REFERENCIAS	**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**			
TAMIZ	**ABERTURA (mm)**	**PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)**	**% RETENIDO**	**% QUE PASA**
2”	50,80	0,00	0,00%	100,00%
1”	25,40	431,60	5,75%	94,25%
3/4”	19,10	891,70	11,89%	88,11%
3/8”	9,520	2346,20	31,28%	68,72%
#4	4,76	3961,40	52,82%	**47,18%**
Fuente	-	**3538,60**	**47,18%**	-
#10	1,65	588,70	18,43%	28,75%
#40	0,83	998,60	31,27%	15,91%
#100	0,14	1285,30	40,25%	6,94%
#200	0,07	1408,40	44,10%	**3,08%**
Fuente	-	**98,40**	**3,08%**	
Total (gr)		**7500,00**		
Peso cuarteo		**1506,8**		

PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA	
Tamaño Nominal Máximo (T.N.M.)	0,077
Diámetro Efectivo (D10)	0,270
Diámetro Equiparable (D30)	1,800
Diámetro Dimensional (D60)	7,410
Coeficiente de Uniformidad (Cu)	27,440
Coeficiente de Curvatura (Cc)	1,619

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 8. Granulometría del suelo de la base en el Km 2 + 070

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

GRANULOMETRÍA				
ABSCISA	**KM 2 + 070**			
REFERENCIAS	**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**			
TAMIZ	**ABERTURA (mm)**	**PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)**	**% RETENIDO**	**% QUE PASA**
2”	50,80	0,00	0,00%	100,00%
1”	25,40	525,30	7,00%	93,00%
3/4”	19,10	1104,40	14,73%	85,27%
3/8”	9,520	2245,30	29,94%	70,06%
#4	4,76	3771,20	50,28%	**49,72%**
Fuente	-	3728,80	**49,72%**	-
#10	1,65	607,00	15,19%	34,53%
#40	0,83	1320,50	33,05%	16,67%
#100	0,14	1687,40	42,23%	7,49%
#200	0,07	1874,10	46,90%	**2,82%**
Fuente	-	112,50	**2,82%**	
Total (gr)		**7500,00**		
Peso cuarteo		**1986,6**		

PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA	
Tamaño Nominal Máximo (T.N.M.)	0,105
Diámetro Efectivo (D10)	0,250
Diámetro Equiparable (D30)	1,480
Diámetro Dimensional (D60)	7,000
Coeficiente de Uniformidad (Cu)	28,000
Coeficiente de Curvatura (Cc)	1,252

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 9. Granulometría del suelo de la base en el Km 4 + 460

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

GRANULOMETRÍA

ABSCISA	**KM 4 + 460**
REFERENCIAS	**AASHTO: T–87-70 ASTM: D–421-58**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESOS RETENIDOS ACUMULADOS (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
2”	50,80	0,00	0,00%	100,00%
1”	25,40	413,50	5,51%	94,49%
3/4”	19,10	1155,90	15,41%	84,59%
3/8”	9,520	2345,60	31,27%	68,73%
#4	4,76	3776,00	50,35%	**49,65%**
Fuente	-	3724,00	**49,65%**	-
#10	1,65	486,30	15,68%	33,97%
#40	0,83	934,10	30,12%	19,53%
#100	0,14	1345,30	43,38%	6,27%
#200	0,07	1452,30	46,83%	**2,82%**
Fuente	-	87,50	**2,82%**	
Total (gr)		**7500**		
Peso cuarteo		**1539,8**		

PARÁMETROS DE LA GRANULOMETRÍA

Tamaño Nominal Máximo (T.N.M.)	0,130
Diámetro Efectivo (D10)	0,250
Diámetro Equiparable (D30)	1,480
Diámetro Dimensional (D60)	7,100
Coeficiente de Uniformidad (Cu)	28,400
Coeficiente de Curvatura (Cc)	1,234

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 10. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140

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

LÍMITE LÍQUIDO

ABSCISA	KM 0 + 140							
REFERENCIAS	AASHTO: T – 90 – 70		ASTM: D – 424 – 71		INEN: 691			
Recipiente número	**19**	**6**	**15**	**18**	**38**	**11**	**36**	**67**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	28,30	25,20	27,00	30,40	25,00	27,40	30,10	28,70
Peso muestra seca + rec (gr)	24,00	21,60	23,30	25,60	21,80	23,50	26,10	25,00
Peso recipiente (gr)	11,70	11,40	11,20	11,30	11,60	10,80	11,40	11,50
Peso agua (gr) Ww	**4,30**	**3,60**	**3,70**	**4,80**	**3,20**	**3,90**	**4,00**	**3,70**
Peso de los sólidos (gr) Ws	**12,30**	**10,20**	**12,10**	**14,30**	**10,20**	**12,70**	**14,70**	**13,50**
Contenido de humedad (w%)	**34,96**	**35,29**	**30,58**	**33,57**	**31,37**	**30,71**	**27,21**	**27,41**
PROMEDIO (w%)	**35,13**		**32,07**		**31,04**		**27,31**	
Número de golpes	6		17		24		38	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 11. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140

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

LÍMITE LÍQUIDO

ABSCISA	**KM 1 + 140**							
REFERENCIAS	**AASHTO: T – 90 – 70**		**ASTM: D – 424 – 71**				**INEN: 691**	
Recipiente número	**32**	**40**	**23**	**37**	**20**	**21**	**72**	**9**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	32,20	28,50	26,80	23,70	30,30	31,80	28,10	31,20
Peso muestra seca + rec (gr)	27,30	24,20	23,10	20,80	26,30	27,30	24,50	27,00
Peso recipiente (gr)	12,10	11,00	11,10	11,00	11,30	11,10	11,10	11,30
Peso agua (gr) Ww	**4,90**	**4,30**	**3,70**	**2,90**	**4,00**	**4,50**	**3,60**	**4,20**
Peso de los sólidos (gr) Ws	**15,20**	**13,20**	**12,00**	**9,80**	**15,00**	**16,20**	**13,40**	**15,70**
Contenido de humedad (w%)	**32,24**	**32,58**	**30,83**	**29,59**	**26,67**	**27,78**	**26,87**	**26,75**
PROMEDIO (w%)	**32,41**		**30,21**		**27,22**		**26,81**	
Número de golpes	4		15		28		33	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 12. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070

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

LÍMITE LÍQUIDO

ABSCISA	**KM 2 + 070**							
REFERENCIAS	AASHTO: T – 90 – 70		ASTM: D – 424 – 71				INEN: 691	
Recipiente número	**25**	**2**	**21**	**66**	**7**	**77**	**70**	**13**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	23,20	29,10	26,20	24,30	25,90	26,50	30,00	28,80
Peso muestra seca + rec (gr)	20,30	24,70	23,20	21,50	23,00	23,40	26,40	25,40
Peso recipiente (gr)	10,80	10,90	10,80	11,00	11,40	11,30	10,90	10,90
Peso agua (gr) Ww	**2,90**	**4,40**	**3,00**	**2,80**	**2,90**	**3,10**	**3,60**	**3,40**
Peso de los sólidos (gr) Ws	**9,50**	**13,80**	**12,40**	**10,50**	**11,60**	**12,10**	**15,50**	**14,50**
Contenido de humedad (w%)	**30,53**	**31,88**	**24,19**	**26,67**	**25,00**	**25,62**	**23,23**	**23,45**
PROMEDIO (w%)	**31,21**		**25,43**		**25,31**		**23,34**	
Número de golpes	5		18		23		35	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 13. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070

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

LÍMITE LÍQUIDO

ABSCISA	**KM 3 + 070**							
REFERENCIAS	**AASHTO: T – 90 – 70**		**ASTM: D – 424 – 71**			**INEN: 691**		
Recipiente número	**10**	**43**	**78**	**35**	**27**	**26**	**42**	**41**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	27,00	25,00	29,90	27,10	24,00	24,10	30,80	28,40
Peso muestra seca + rec (gr)	23,10	21,50	25,40	23,40	21,00	21,20	26,50	24,40
Peso recipiente (gr)	11,60	10,90	11,50	11,20	11,30	11,00	11,50	11,20
Peso agua (gr) Ww	**3,90**	**3,50**	**4,50**	**3,70**	**3,00**	**2,90**	**4,30**	**4,00**
Peso de los sólidos (gr) Ws	**11,50**	**10,60**	**13,90**	**12,20**	**9,70**	**10,20**	**15,00**	**13,20**
Contenido de humedad (w%)	**33,91**	**33,02**	**32,37**	**30,33**	**30,93**	**28,43**	**28,67**	**30,30**
PROMEDIO (w%)	**33,47**		**31,35**		**29,68**		**29,48**	
Número de golpes	4		18		27		33	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 14. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460

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

LÍMITE LÍQUIDO

ABSCISA	**KM 4 + 460**							
REFERENCIAS	AASHTO: T – 90 – 70		ASTM: D – 424 – 71			INEN: 691		
Recipiente número	**19**	**6**	**15**	**18**	**38**	**11**	**36**	**67**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	27,50	28,10	26,50	25,30	29,40	27,60	27,20	29,20
Peso muestra seca + rec (gr)	23,40	24,10	23,40	22,10	25,10	24,80	24,00	25,70
Peso recipiente (gr)	11,70	11,40	11,60	10,80	11,40	11,50	11,20	11,30
Peso agua (gr) Ww	**4,10**	**4,00**	**3,10**	**3,20**	**4,30**	**2,80**	**3,20**	**3,50**
Peso de los sólidos (gr) Ws	**11,70**	**12,70**	**11,80**	**11,30**	**13,70**	**13,30**	**12,80**	**14,40**
Contenido de humedad (w%)	**35,04**	**31,50**	**26,27**	**28,32**	**31,39**	**21,05**	**25,00**	**24,31**
PROMEDIO (w%)	**33,27**		**27,29**		**26,22**		**24,65**	
Número de golpes	5		13		26		42	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 15. Límite líquido del suelo de la base en el Km 0 + 140

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

LÍMITE LÍQUIDO

ABSCISA	KM 0 + 140							
REFERENCIAS	AASHTO: T – 90 – 70		ASTM: D – 424 – 71			INEN: 691		
Recipiente número	**19**	**6**	**15**	**18**	**38**	**11**	**36**	**67**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	26,20	23,10	24,90	28,20	22,90	25,20	28,00	26,50
Peso muestra seca + rec (gr)	22,90	20,40	22,00	24,50	20,70	22,30	25,00	23,80
Peso recipiente (gr)	11,70	11,40	11,20	11,30	11,60	10,80	11,40	11,50
Peso agua (gr) Ww	**3,30**	**2,70**	**2,90**	**3,70**	**2,20**	**2,90**	**3,00**	**2,70**
Peso de los sólidos (gr) Ws	**11,20**	**9,00**	**10,80**	**13,20**	**9,10**	**11,50**	**13,60**	**12,30**
Contenido de humedad (w%)	**29,46**	**30,00**	**26,85**	**28,03**	**24,18**	**25,22**	**22,06**	**21,95**
PROMEDIO (w%)	**29,73**		**27,44**		**24,70**		**22,01**	
Número de golpes	6		14		26		38	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 16. Límite líquido del suelo de la base en el Km 1 + 140

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

LÍMITE LÍQUIDO

ABSCISA	**KM 1 + 140**							
REFERENCIAS	**AASHTO: T – 90 – 70**		**ASTM: D – 424 – 71**			**INEN: 691**		
Recipiente número	**32**	**40**	**23**	**37**	**20**	**21**	**72**	**9**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	33,00	29,40	27,50	24,40	31,20	32,60	28,80	32,10
Peso muestra seca + rec (gr)	28,10	25,20	24,00	21,60	27,40	28,30	25,60	28,20
Peso recipiente (gr)	12,10	11,00	11,10	11,00	11,30	11,10	11,10	11,30
Peso agua (gr) Ww	4,90	4,20	3,50	2,80	3,80	4,30	3,20	3,90
Peso de los sólidos (gr) Ws	16,00	14,20	12,90	10,60	16,10	17,20	14,50	16,90
Contenido de humedad (w%)	30,63	29,58	27,13	26,42	23,60	25,00	22,07	23,08
PROMEDIO (w%)	30,10		26,77		24,30		22,57	
Número de golpes	5		14		29		33	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 17. Límite líquido del suelo de la base en el Km 2 + 070

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

LÍMITE LÍQUIDO

ABSCISA	**KM 2 + 070**							
REFERENCIAS	AASHTO: T – 90 – 70		ASTM: D – 424 – 71		INEN: 691			
Recipiente número	**25**	**2**	**21**	**66**	**7**	**77**	**70**	**13**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	23,90	29,60	27,20	26,70	26,60	24,70	29,30	30,40
Peso muestra seca + rec (gr)	20,90	25,20	23,80	23,30	23,50	22,10	25,70	26,70
Peso recipiente (gr)	10,80	10,90	10,80	11,00	11,40	11,30	10,90	10,90
Peso agua (gr) Ww	**3,00**	**4,40**	**3,40**	**3,40**	**3,10**	**2,60**	**3,60**	**3,70**
Peso de los sólidos (gr) Ws	**10,10**	**14,30**	**13,00**	**12,30**	**12,10**	**10,80**	**14,80**	**15,80**
Contenido de humedad (w%)	**29,70**	**30,77**	**26,15**	**27,64**	**25,62**	**24,07**	**24,32**	**23,42**
PROMEDIO (w%)	**30,24**		**26,90**		**24,85**		**23,87**	
Número de golpes	5		17		23		34	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 18. Límite líquido del suelo de la base en el Km 4 + 460

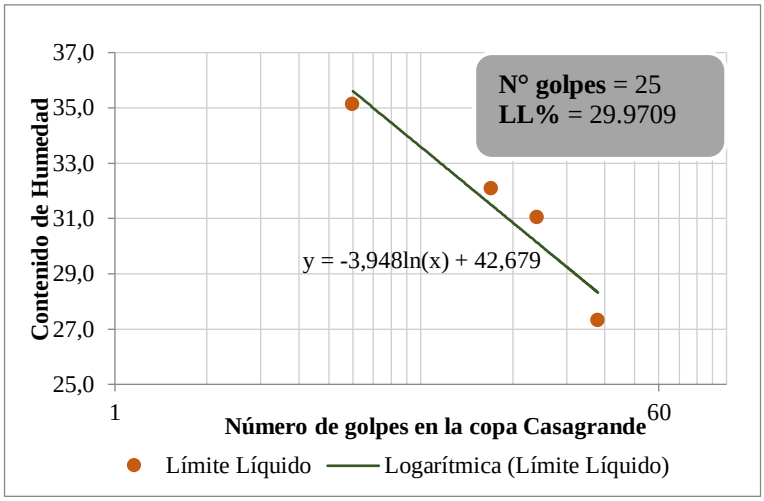
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LÍMITE LÍQUIDO

ABSCISA	**KM 4 + 460**							
REFERENCIAS	AASHTO: T – 90 – 70		ASTM: D – 424 – 71		INEN: 691			
Recipiente número	10	43	78	35	27	26	42	41
Peso muestra húmeda + rec (gr)	29,00	26,50	31,40	28,50	25,50	25,50	32,30	29,80
Peso muestra seca + rec (gr)	25,00	23,20	26,90	24,90	22,60	22,70	28,20	26,30
Peso recipiente (gr)	11,60	10,90	11,50	11,20	11,30	11,00	11,50	11,20
Peso agua (gr) Ww	4,00	3,30	4,50	3,60	2,90	2,80	4,10	3,50
Peso de los sólidos (gr) Ws	13,40	12,30	15,40	13,70	11,30	11,70	16,70	15,10
Contenido de humedad (w%)	**29,85**	**26,83**	**29,22**	**26,28**	**25,66**	**23,93**	**24,55**	**23,18**
PROMEDIO (w%)	**28,34**		**27,75**		**24,80**		**23,86**	
Número de golpes	7		12		28		33	

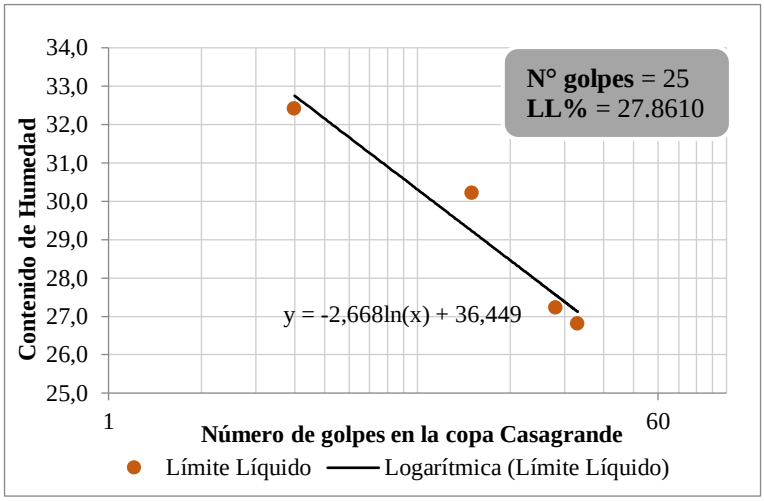
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 19. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140



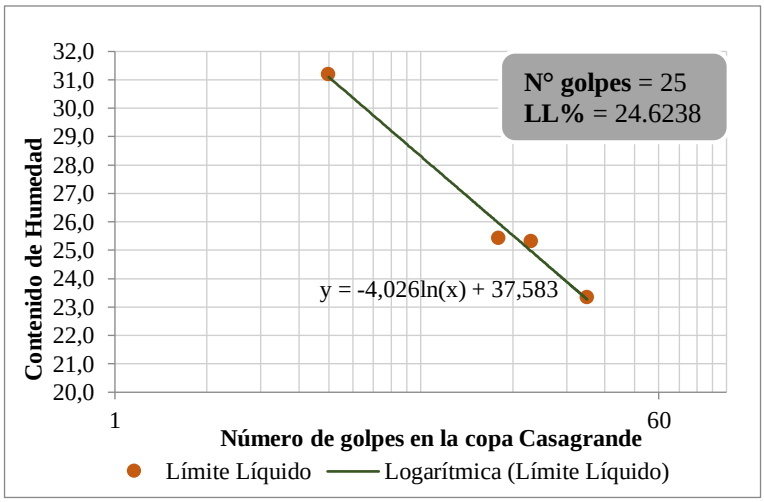
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 20. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140



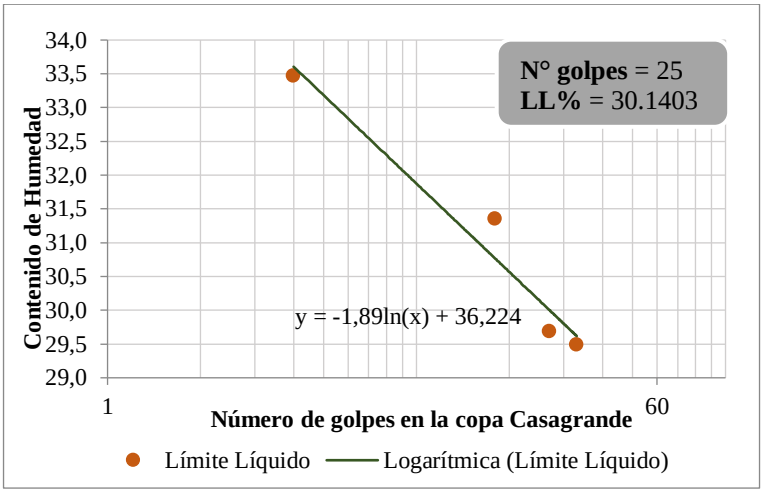
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 21. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070



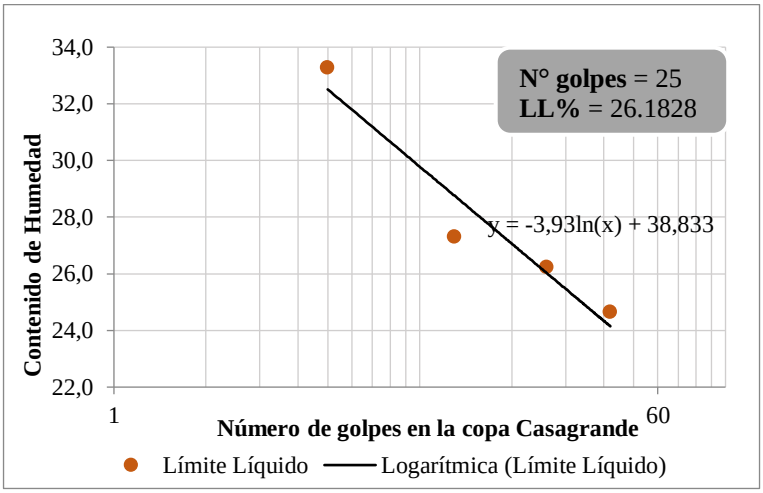
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 22. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070



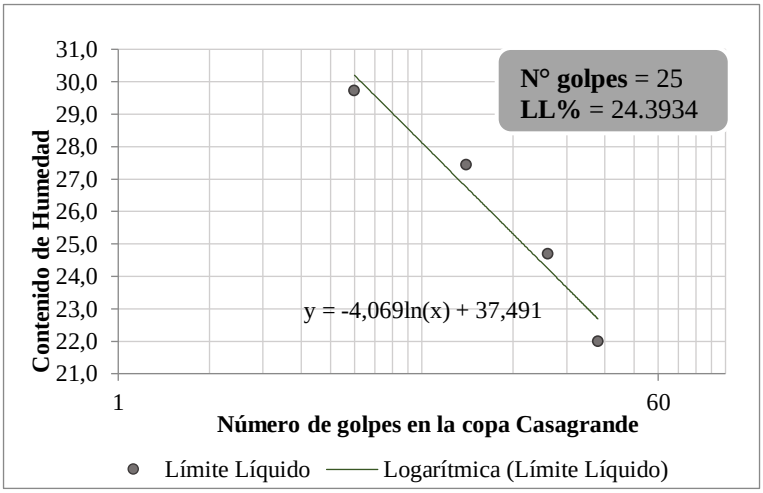
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 23. Límite líquido del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460



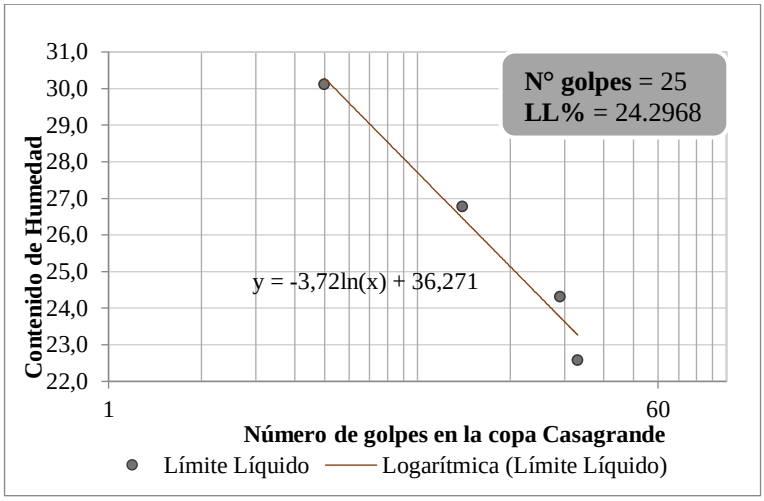
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 24. Límite líquido del suelo de la base en el Km 0 + 140



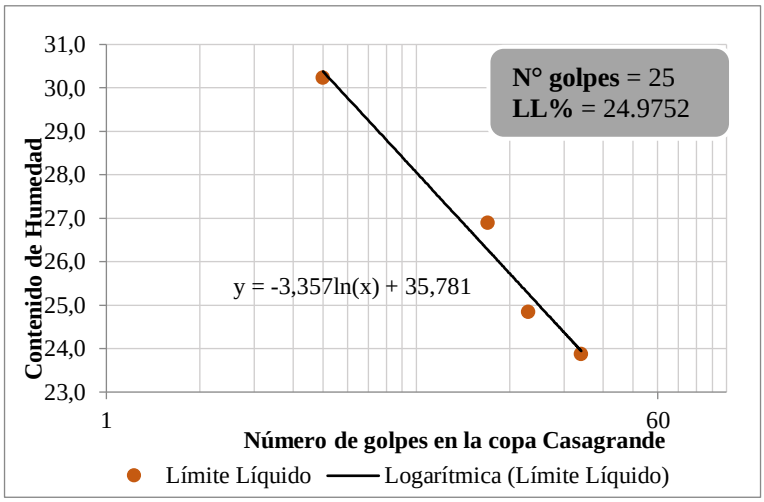
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 25. Límite líquido del suelo de la base en el Km 1 + 140



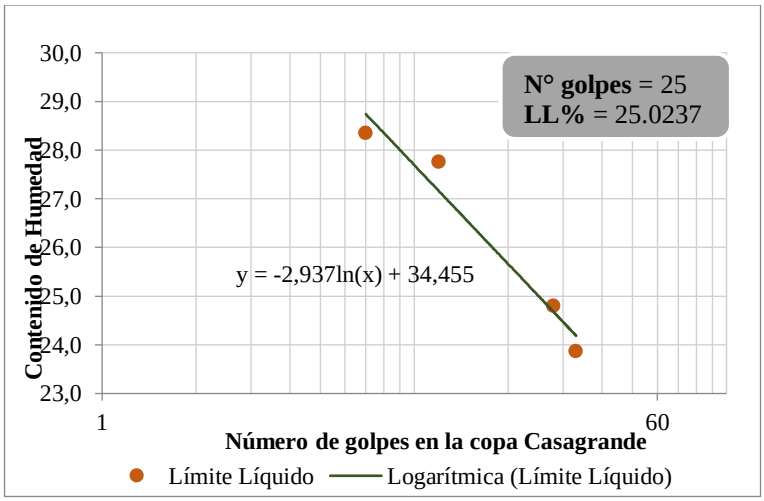
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 26. Límite líquido del suelo de la base el Km 2 + 070



Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 27. Límite líquido del suelo de la base en el Km 4 + 460



Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 28. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 0 + 140**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	**44**	**3**	**1**	**16**	**4**	**2**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	7,90	12,60	12,50	11,80	11,60	12,00
Peso muestra seca + rec (gr)	7,50	12,30	12,20	11,60	11,40	11,70
Peso recipiente (gr)	6,20	10,60	10,70	10,70	10,50	10,50
Peso muestra húmeda (gr)	**1,70**	**2,00**	**1,80**	**1,10**	**1,10**	**1,50**
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	**0,40**	**0,30**	**0,30**	**0,20**	**0,20**	**0,30**
Peso de los sólidos (gr)	**1,30**	**1,70**	**1,50**	**0,90**	**0,90**	**1,20**
Contenido de humedad (w%)	**30,77**	**17,65**	**20,00**	**22,22**	**22,22**	**25,00**
PROMEDIO (w%)	**21,42**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite Líquido (LL) %	29,97					
Límite Plástico (LP) %	21,42					
Índice Plástico (Ip) %	**8,55**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 29. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 1 + 140**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	**62**	**28**	**12**	**7**	**63**	**83**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	7,10	8,40	11,60	7,20	7,40	7,20
Peso muestra seca + rec (gr)	6,90	8,20	11,40	7,00	7,10	7,10
Peso recipiente (gr)	6,00	7,40	10,60	6,10	6,10	6,30
Peso muestra húmeda (gr)	**1,10**	**1,00**	**1,00**	**1,10**	**1,30**	**0,90**
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	**0,20**	**0,20**	**0,20**	**0,20**	**0,30**	**0,10**
Peso de los sólidos (gr)	**0,90**	**0,80**	**0,80**	**0,90**	**1,00**	**0,80**
Contenido de humedad (w%)	**22,22**	**25,00**	**25,00**	**22,22**	**30,00**	**12,50**
PROMEDIO (w%)	**23,61**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite líquido (LL) %	27,86					
Límite plástico (LP) %	23,61					
Índice plástico (Ip) %	**4,25**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C –30. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 2 + 070**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	**8**	**10**	**15**	**7**	**64**	**37**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	11,80	12,30	12,10	12,10	7,00	7,50
Peso muestra seca + rec (gr)	11,60	12,00	11,90	11,90	6,80	7,30
Peso recipiente (gr)	10,60	10,60	10,60	10,70	6,10	6,10
Peso muestra húmeda (gr)	**1,20**	**1,70**	**1,50**	**1,40**	**0,90**	**1,40**
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	**0,20**	**0,30**	**0,20**	**0,20**	**0,20**	**0,20**
Peso de los sólidos (gr)	**1,00**	**1,40**	**1,30**	**1,20**	**0,70**	**1,20**
Contenido de humedad (w%)	**20,00**	**21,43**	**15,38**	**16,67**	**28,57**	**16,67**
PROMEDIO (w%)	**18,03**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite líquido (LL) %	24,62					
Límite plástico (LP) %	18,03					
Índice plástico (Ip) %	**6,59**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 31. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 3 + 070**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	**A3**	**7**	**77**	**11**	**5**	**24**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	5,50	9,90	8,70	7,20	8,30	8,90
Peso muestra seca + rec (gr)	5,20	9,30	8,40	7,00	8,10	8,70
Peso recipiente (gr)	4,40	7,50	7,30	6,10	7,30	7,30
Peso muestra húmeda (gr)	**1,10**	**2,40**	**1,40**	**1,10**	**1,00**	**1,60**
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	**0,30**	**0,60**	**0,30**	**0,20**	**0,20**	**0,20**
Peso de los sólidos (gr)	**0,80**	**1,80**	**1,10**	**0,90**	**0,80**	**1,40**
Contenido de humedad (w%)	**37,50**	**33,33**	**27,27**	**22,22**	**25,00**	**14,29**
PROMEDIO (w%)	**24,83**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite líquido (LL) %	30,14					
Límite plástico (LP) %	24,83					
Índice plástico (Ip) %	**5,31**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 31. Límite plástico del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460

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

LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 4 + 460**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	**35**	**44**	**3**	**14**	**23**	**4**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	11,50	12,00	11,90	12,00	7,10	7,40
Peso muestra seca + rec (gr)	11,40	11,70	11,70	11,70	6,90	7,20
Peso recipiente (gr)	10,70	10,60	10,70	10,60	6,10	6,10
Peso muestra húmeda (gr)	**0,80**	**1,40**	**1,20**	**1,40**	**1,00**	**1,30**
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	**0,10**	**0,30**	**0,20**	**0,30**	**0,20**	**0,20**
Peso de los sólidos (gr)	**0,70**	**1,10**	**1,00**	**1,10**	**0,80**	**1,10**
Contenido de humedad (w%)	**14,29**	**27,27**	**20,00**	**27,27**	**25,00**	**18,18**
PROMEDIO (w%)	**19,37**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite Líquido (LL) %	26,18					
Límite Plástico (LP) %	19,37					
Índice Plástico (Ip) %	**6,82**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 32. Límite plástico del suelo de la base en el Km 0 + 140

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

LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 0 + 140**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	44	3	1	16	4	2
Peso muestra húmeda + rec (gr)	7,60	9,10	11,90	7,80	8,20	7,40
Peso muestra seca + rec (gr)	7,30	8,80	11,70	7,60	7,80	7,10
Peso recipiente (gr)	6,00	7,40	10,60	6,10	6,10	6,30
Peso muestra húmeda (gr)	1,60	1,70	1,30	1,70	2,10	1,10
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	0,30	0,30	0,20	0,20	0,40	0,30
Peso de los sólidos (gr)	1,30	1,40	1,10	1,50	1,70	0,80
Contenido de humedad (w%)	**23,08**	**21,43**	**18,18**	**13,33**	**23,53**	**37,50**
PROMEDIO (w%)	**21,55**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite Líquido (LL) %	24,30					
Límite Plástico (LP) %	21,55					
Índice Plástico (Ip) %	**2,74**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 33. Límite plástico del suelo de la base en el Km 1 + 140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 1 + 140**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	**62**	**28**	**12**	**7**	**63**	**83**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	7,60	9,10	11,90	7,80	8,20	7,40
Peso muestra seca + rec (gr)	7,30	8,80	11,70	7,60	7,80	7,10
Peso recipiente (gr)	6,00	7,40	10,60	6,10	6,10	6,30
Peso muestra húmeda (gr)	1,60	1,70	1,30	1,70	2,10	1,10
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	0,30	0,30	0,20	0,20	0,40	0,30
Peso de los sólidos (gr)	1,30	1,40	1,10	1,50	1,70	0,80
Contenido de humedad (w%)	**23,08**	**21,43**	**18,18**	**13,33**	**23,53**	**37,50**
PROMEDIO (w%)	**21,55**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite líquido (LL) %	24,30					
Límite plástico (LP) %	21,55					
Índice plástico (Ip) %	**2,74**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 34. Límite plástico del suelo de la base en el Km 2 + 070

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 2 + 070**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	**8**	**10**	**15**	**7**	**64**	**37**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	11,80	11,30	11,60	11,70	7,40	7,50
Peso muestra seca + rec (gr)	11,60	11,10	11,50	11,50	7,20	7,20
Peso recipiente (gr)	10,60	10,60	10,60	10,70	6,10	6,10
Peso muestra húmeda (gr)	**1,20**	**0,70**	**1,00**	**1,00**	**1,30**	**1,40**
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	**0,20**	**0,20**	**0,10**	**0,20**	**0,20**	**0,30**
Peso de los sólidos (gr)	**1,00**	**0,50**	**0,90**	**0,80**	**1,10**	**1,10**
Contenido de humedad (w%)	**20,00**	**40,00**	**11,11**	**25,00**	**18,18**	**27,27**
PROMEDIO (w%)	**22,61**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite líquido (LL) %	24,98					
Límite plástico (LP) %	22,61					
Índice plástico (Ip) %	**2,36**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO C – 35. Límite plástico del suelo de la base en el Km 4 + 460

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
LÍMITE PLÁSTICO						
ABSCISA	**KM 4 + 460**					
REFERENCIA	**AASHTO: T – 90 – 70**			**ASTM: D – 424 – 59 – 74**		
1. Determinación del suelo extraído						
Recipiente número	**A3**	**7**	**77**	**11**	**5**	**24**
Peso muestra húmeda + rec (gr)	6,00	9,30	8,90	7,10	8,40	9,40
Peso muestra seca + rec (gr)	5,70	9,00	8,70	6,90	8,20	9,20
Peso recipiente (gr)	4,40	7,50	7,30	6,10	7,30	7,30
Peso muestra húmeda (gr)	**1,60**	**1,80**	**1,60**	**1,00**	**1,10**	**2,10**
2. Determinación del contenido de humedad (w%)						
Peso agua (gr)	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20
Peso de los sólidos (gr)	1,30	1,50	1,40	0,80	0,90	1,90
Contenido de humedad (w%)	**23,08**	**20,00**	**14,29**	**25,00**	**22,22**	**10,53**
PROMEDIO (w%)	**22,57**					
3. Determinación del índice plástico						
Límite Líquido (LL) %	25,02					
Límite Plástico (LP) %	22,57					
Índice Plástico (Ip) %	**2,45**					

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO B. PROCTOR MODIFICADO Y CBR

ANEXO D – 1. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140

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

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

Número de golpes	56	**Altura de caída**	18"	**Abscisa**	KM 0 + 140
Número de capas	5	**Peso del martillo**	10 lb	**Muestra**	Subrasante
		Normas:	Aashto T-180	**Método**	B
Peso inicial deseado (gr)		5000	5000	5000	5000

1. Determinación del peso del suelo extraído

N° molde	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Humedad inicial	**3,00%**	**6,00%**	**9,00%**	**12,00%**
Peso suelo + recipiente (gr)	20183,00	19773,00	21293,00	20439,00
Peso del recipiente (gr)	16000,00	15250,00	16500,00	15600,00
Peso de la masa de suelo wm (gr)	4183,00	4523,00	4793,00	4839,00

2. Determinación del volumen del suelo

Longitud de la muestra (cm)	12,70	12,60	12,60	12,45
Diámetro de la muestra (cm)	15,22	15,20	15,23	15,20
Volumen de la muestra vm (cm^3)	2310,59	2286,38	2295,41	2259,16

3. Determinación del contenido de humedad

N° muestra	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
N° recipiente	20	27	20	4	29	6	39	13
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr) (gr)	113,70	114,50	114,60	130,50	121,10	131,80	125,90	138,10
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	109,60	111,80	107,90	123,30	109,90	118,60	112,20	120,10
Peso del recipiente Wr (gr)	24,70	25,10	24,70	25,70	26,50	24,70	25,80	22,70
Peso agua (Ww) (gr)	4,10	2,70	6,70	7,20	11,20	13,20	13,70	18,00
Peso de la muestra seca (ws)	84,90	86,70	83,20	97,60	83,40	93,90	86,40	97,40
Contenido de humedad w%	**4,830**	**3,11**	**8,05**	**7,38**	**13,43**	**14,06**	**15,86**	**18,48**
Contenido de humedad promedio	**3,97**		**7,71**		**13,74**		**17,17**	

4. Determinación del peso volumétrico de la masa

γ_m=wm/vm (gr/cm^3)	1,810	1,978	2,088	2,142

5. Determinación del peso volumétrico seco

γ_d=γm/(1+w) (gr/cm^3)	1,741	1,837	1,836	1,828

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 2. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140

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

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

Número de Golpes	56	**Altura de Caída**	18"	**Abscisa**	KM 1 + 140
Número de Capas	5	**Peso del Martillo**	10 lb	**Muestra**	Subrasante
		Normas:	AASHTO T-180	**Método**	B
Peso inicial deseado		5000	5000	5000	5000

1. Determinación del peso del suelo extraído

N° molde	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Humedad inicial	**3,00%**	**6,00%**	**9,00%**	**12,00%**
Peso suelo + recipiente (gr)	20321,00	20346,00	21414,00	20208,00
Peso del recipiente (gr)	16000,00	15600,00	16500,00	15250,00
Peso de la masa de suelo Wm (gr)	4321,00	4746,00	4914,00	4958,00

2. Determinación del volumen del suelo

Longitud de la muestra (cm)	12,70	12,45	12,60	12,60
Diámetro de la muestra (cm)	15,22	15,20	15,23	15,20
Volumen de la muestra Vm (cm^3)	2310,59	2259,16	2295,41	2286,38

3. Determinación del contenido de humedad

N° muestra	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
N° recipiente	27	19	20	9	26	43	32	5
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)(gr)	139,90	122,10	118,50	116,20	112,70	116,60	123,20	110,00
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	135,60	118,90	111,60	109,70	101,80	105,50	108,60	98,20
Peso del recipiente Wr (gr)	25,10	26,40	24,70	25,70	23,00	24,40	26,30	24,10
Peso agua (Ww) (gr)	4,30	3,20	6,90	6,50	10,90	11,10	14,60	11,80
Peso de la muestra seca (ws)	110,50	92,50	86,90	84,00	78,80	81,10	82,30	74,10
Contenido de humedad w%	**3,89**	**3,46**	**7,94**	**7,74**	**13,83**	**13,69**	**17,74**	**15,92**
Contenido de humedad promedio	**3,68**		**7,84**		**13,76**		**16,83**	

4. Determinación del peso volumétrico de la masa

γ_m=Wm/Vm (gr/cm^3)	1,870	2,101	2,141	2,168

5. Determinación del peso volumétrico seco

γ_d=γm/(1+w) (gr/cm^3)	1,804	1,948	1,882	1,856

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 3. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070

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

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

Número de golpes	56	**Altura de caída**	18"	**Abscisa**	KM 2 + 070
Número de capas	5	**Peso del martillo**	10 lb	**Muestra**	Subrasante
		Normas:	Aashto T-180	**Método**	B
Peso inicial deseado		5000	5000	5000	5000

1. Determinación del peso del suelo extraído

N° molde	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Humedad inicial	**3,00%**	**6,00%**	**9,00%**	**12,00%**
Peso suelo + recipiente (gr)	19987,00	19801,00	20859,00	19723,00
Peso del recipiente (gr)	16000,00	15600,00	16500,00	15250,00
Peso de la masa de suelo wm (gr)	3987,00	4201,00	4359,00	4473,00

2. Determinación del volumen del suelo

Longitud de la muestra (cm)	12,70	12,45	12,60	12,60
Diámetro de la muestra (cm)	15,22	15,20	15,23	15,20
Volumen de la muestra vm (cm^3)	2310,59	2259,16	2295,41	2286,38

3. Determinación del contenido de humedad

N° muestra	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
N° recipiente	20	9	8	23	41	1	10	37
Peso húmedo + recipiente (wm+wr)(gr)	114,30	125,10	114,30	137,30	123,90	128,70	129,60	119,90
Peso seco + recipiente (ws+wr) (gr)	111,60	120,80	108,00	128,00	112,80	118,90	113,80	106,80
Peso del recipiente wr (gr)	24,70	25,70	26,70	25,30	24,00	23,80	23,60	26,10
Peso agua (ww) (gr)	2,70	4,30	6,30	9,30	11,10	9,80	15,80	13,10
Peso de la muestra seca (ws)	86,90	95,10	81,30	102,70	88,80	95,10	90,20	80,70
Contenido de humedad w%	**3,11**	**4,52**	**7,75**	**9,06**	**12,50**	**10,30**	**17,52**	**16,23**
Contenido de humedad promedio	**3,81**		**8,40**		**11,40**		**16,87**	

4. Determinación del peso volumétrico de la masa

γ_m=wm/vm (gr/cm^3)	1,726	1,860	1,899	1,956

5. Determinación del peso volumétrico seco

γ_d=γm/(1+w) (gr/cm^3)	1,662	1,715	1,705	1,674

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 4. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070

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

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

Número de golpes	56	**Altura de caída**	18"	**Abscisa**	KM 3 + 070
Número de capas	5	**Peso del martillo**	10 lb	**Muestra**	Subrasante
		Normas:	Aashto T-180	**Método**	B
Peso inicial deseado		5000	5000	5000	5000

1. Determinación del peso del suelo extraído

N° molde	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Humedad inicial	**3%**	**6%**	**9%**	**12%**
Peso suelo + recipiente (gr)	20015	19817	20892	19738
Peso del recipiente (gr)	16000	15600	16500	15250
Peso de la masa de suelo wm (gr)	4015	4217	4392	4488

2. Determinación del volumen del suelo

Longitud de la muestra (cm)	12,70	12,45	12,60	12,60
Diámetro de la muestra (cm)	15,22	15,20	15,23	15,20
Volumen de la muestra vm (cm^3)	2310,59	2259,16	2295,41	2286,38

3. Determinación del contenido de humedad

N° muestra	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
N° recipiente	27	19	26	43	32	5	6	29
Peso húmedo + recipiente (wm+wr)(gr)	151,2	136,1	163,2	137,4	108,1	114,4	119,9	132
Peso seco + recipiente (ws+wr) (gr)	146,8	131,8	153,8	130,2	99,7	105,6	107,1	117
Peso del recipiente wr (gr)	25,1	26,4	23	24,4	26,3	24,1	24,7	26,5
Peso agua (ww) (gr)	4,4	4,3	9,4	7,2	8,4	8,8	12,84	15
Peso de la muestra seca (ws)	121,7	105,4	130,8	105,8	73,4	81,5	82,4	90,5
Contenido de humedad w%	**3,62**	**4,08**	**7,19**	**6,81**	**11,44**	**10,80**	**15,58**	**16,57**
Contenido de humedad promedio	**3,85**		**7,00**		**11,12**		**16,08**	

4. Determinación del peso volumétrico de la masa

γ_m=wm/vm (gr/cm^3)	1,738	1,867	1,913	1,963

5. Determinación del peso volumétrico seco

γ_d=ɣm/(1+w) (gr/cm^3)	1,673	1,745	1,722	1,691

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 5. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460

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

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

Número de golpes	56	**Altura de caída**	18"	**Abscisa**	KM 4 + 460
Número de capas	5	**Peso del martillo**	10 lb	**Muestra**	Subrasante
		Normas:	Aashto T-180	**Método**	B
Peso inicial deseado		5000	5000	5000	5000

1. Determinación del peso del suelo extraído

N° molde	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Humedad inicial	**3,00%**	**6,00%**	**9,00%**	**12,00%**
Peso suelo + recipiente (gr)	20081,00	19922,00	20987,00	19838,00
Peso del recipiente (gr)	16000,00	15600,00	16500,00	15250,00
Peso de la masa de suelo wm (gr)	4081,00	4322,00	4487,00	4588,00

2. Determinación del volumen del suelo

Longitud de la muestra (cm)	12,70	12,45	12,60	12,60
Diámetro de la muestra (cm)	15,22	15,20	15,23	15,20
Volumen de la muestra vm (cm^3)	2310,59	2259,16	2295,41	2286,38

3. Determinación del contenido de humedad

N° muestra	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
N° recipiente	8	23	41	1	10	37	20	4
Peso húmedo + recipiente (wm+wr)(gr)	125,30	135,70	127,10	133,70	139,60	142,40	182,80	133,50
Peso seco + recipiente (ws+wr) (gr)	121,90	131,70	120,10	125,50	126,90	128,60	153,40	123,90
Peso del recipiente wr (gr)	26,70	25,30	24,00	23,80	23,60	26,10	24,70	25,70
Peso agua (ww) (gr)	3,40	4,00	7,00	8,20	12,70	13,80	29,40	9,60
Peso de la muestra seca (ws)	95,20	106,40	96,10	101,70	103,30	102,50	128,70	98,20
Contenido de humedad w%	**3,570**	**3,76**	**7,28**	**8,06**	**12,29**	**13,46**	**22,84**	**9,78**
Contenido de humedad promedio	**3,67**		**7,67**		**12,88**		**16,31**	

4. Determinación del peso volumétrico de la masa

γ_m=wm/vm (gr/cm^3)	1,766	1,913	1,955	2,007

5. Determinación del peso volumétrico seco

γ_d=γm/(1+w) (gr/cm^3)	1,704	1,777	1,732	1,725

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 6. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140

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

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

Número de golpes	56	**Altura de caída**	18"	**Abscisa**	KM 0 + 140
Número de capas	5	**Peso del martillo**	10 lb	**Muestra**	Base
		Normas:	Aashto T-180	**Método**	B
Peso inicial deseado (gr)		5000	5000	5000	5000

1. Determinación del peso del suelo extraído

N° molde	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Humedad inicial	**3,00%**	**6,00%**	**9,00%**	**12,00%**
Peso suelo + recipiente (gr)	20122,00	20370,00	20521,00	20620,00
Peso del recipiente (gr)	16000,00	16000,00	16000,00	16000,00
Peso de la masa de suelo wm (gr)	4122,00	4370,00	4521,00	4620,00

2. Determinación del volumen del suelo

Longitud de la muestra (cm)	12,70	12,60	12,60	12,45
Diámetro de la muestra (cm)	15,22	15,20	15,23	15,20
Volumen de la muestra vm (cm^3)	2310,59	2286,38	2295,41	2259,16

3. Determinación del contenido de humedad

N° muestra	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
N° recipiente	20	27	22	4	29	6	39	13
Peso húmedo + recipiente (wm+wr)(gr)	116,00	118,00	117,00	132,00	121,00	131,00	126,00	137,00
Peso seco + recipiente (ws+wr) (gr)	114,00	115,00	111,00	126,00	121,00	131,00	126,00	137,00
Peso del recipiente wr (gr)	24,70	25,10	24,70	25,70	26,50	24,70	25,80	22,70
Peso agua (ww) (gr)	2,30	3,30	5,40	5,90	7,50	9,30	11,40	13,60
Peso de la muestra seca (ws)	89,10	89,80	86,40	101,00	86,50	97,10	88,60	101,00
Contenido de humedad w%	**2,60**	**3,70**	**6,30**	**5,90**	**8,70**	**9,60**	**12,90**	**13,50**
Contenido de humedad promedio	**3,13**		**6,05**		**9,12**		**13,17**	

4. Determinación del peso volumétrico de la masa

γ_m=wm/vm (gr/cm^3)	1,784	1,891	1,957	1,999

5. Determinación del peso volumétrico seco

γ_d=γm/(1+w) (gr/cm^3)	1,730	1,783	1,793	1,767

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 7. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140

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

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

Número de Golpes	56	**Altura de Caída**	18"	**Abscisa**	KM 1 + 140
Número de Capas	5	**Peso del Martillo**	10 lb	**Muestra**	Base
		Normas:	AASHTO T-180	**Método**	B
Peso inicial deseado		5000	5000	5000	5000

1. Determinación del peso del suelo extraído

N° molde	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Humedad inicial	**3,00%**	**6,00%**	**9,00%**	**12,00%**
Peso suelo + recipiente (gr)	20085,00	19957,00	21005,00	19865,00
Peso del recipiente (gr)	16000,00	15600,00	16500,00	15250,00
Peso de la masa de suelo Wm (gr)	4085,00	4357,00	4505,00	4615,00

2. Determinación del volumen del suelo

Longitud de la muestra (cm)	12,70	12,45	12,60	12,60
Diámetro de la muestra (cm)	15,22	15,20	15,23	15,20
Volumen de la muestra Vm (cm^3)	2310,59	2259,16	2295,41	2286,38

3. Determinación del contenido de humedad

N° muestra	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
N° recipiente	19	27	20	43	26	32	9	5
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)(gr)	124,60	142,60	120,00	114,40	111,80	121,30	123,30	115,30
Peso seco + recipiente (Ws+Wr) (gr)	122,10	138,70	114,80	108,60	104,90	112,30	112,80	105,30
Peso del recipiente Wr (gr)	26,40	25,10	24,70	24,40	23,00	26,30	25,70	24,10
Peso agua (Ww) (gr)	2,50	3,90	5,20	5,80	6,90	9,00	10,50	10,00
Peso de la muestra seca (ws)	95,70	113,60	90,10	84,20	81,90	86,00	87,10	81,20
Contenido de humedad w%	**2,60**	**3,40**	**5,80**	**6,90**	**8,40**	**10,50**	**12,10**	**12,30**
Contenido de humedad promedio	**3,02**		**6,33**		**9,45**		**12,19**	

4. Determinación del peso volumétrico de la masa

γ_m=Wm/Vm (gr/cm^3)	1,768	1,929	1,963	12,19

5. Determinación del peso volumétrico seco

γ_d=ɣm/(1+w) (gr/cm^3)	1,716	1,814	1,793	1,799

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 8. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070

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

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

Número de golpes	56	**Altura de caída**	18"	**Abscisa**	KM 2 + 070
Número de capas	5	**Peso del martillo**	10 lb	**Muestra**	Base
		Normas:	Aashto T-180	**Método**	B
Peso inicial deseado		5000	5000	5000	5000

1. Determinación del peso del suelo extraído

N° molde	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Humedad inicial	**3,00%**	**6,00%**	**9,00%**	**12,00%**
Peso suelo + recipiente (gr)	20120,00	19963,00	21021,00	19868,00
Peso del recipiente (gr)	16000,00	15600,00	16500,00	15250,00
Peso de la masa de suelo wm (gr)	4120,00	4363,00	4521,00	4618,00

2. Determinación del volumen del suelo

Longitud de la muestra (cm)	12,70	12,45	12,60	12,60
Diámetro de la muestra (cm)	15,22	15,20	15,23	15,20
Volumen de la muestra vm (cm^3)	2310,59	2259,16	2295,41	2286,38

3. Determinación del contenido de humedad

N° muestra	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
N° recipiente	20	9	8	23	41	1	10	37
Peso húmedo + recipiente (wm+wr)(gr)	110,20	112,30	120,70	125,20	108,30	120,80	134,80	125,80
Peso seco + recipiente (ws+wr) (gr)	107,00	110,10	115,20	119,80	101,00	112,90	121,70	113,80
Peso del recipiente wr (gr)	24,70	25,70	26,70	25,30	24,00	23,80	23,60	26,10
Peso agua (ww) (gr)	3,20	2,20	5,50	5,40	7,30	7,90	13,10	12,00
Peso de la muestra seca (ws)	82,30	84,40	88,50	94,50	77,00	89,10	98,10	87,70
Contenido de humedad w%	**3,89**	**2,61**	**6,21**	**5,71**	**9,48**	**8,87**	**13,35**	**13,68**
Contenido de humedad promedio	**3,81**		**8,40**		**11,40**		**16,87**	

4. Determinación del peso volumétrico de la masa

γ_m=wm/vm (gr/cm^3)	1,783	1,931	1,970	2,020

5. Determinación del peso volumétrico seco

γ_d=γm/(1+w) (gr/cm^3)	1,727	1,823	1,804	1,779

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 9. Contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460

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

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

Número de golpes	56	**Altura de caída**	18"	**Abscisa**	KM 4 + 460
Número de capas	5	**Peso del martillo**	10 lb	**Muestra**	Base
		Normas:	Aashto T-180	**Método**	B
Peso inicial deseado		5000	5000	5000	5000

1. Determinación del peso del suelo extraído

N° molde	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**
Humedad inicial	**3,00%**	**6,00%**	**9,00%**	**12,00%**
Peso suelo + recipiente (gr)	20352,00	20191,00	21234,00	20089,00
Peso del recipiente (gr)	16000,00	15600,00	16500,00	15250,00
Peso de la masa de suelo wm (gr)	4352,00	4591,00	4734,00	4839,00

2. Determinación del volumen del suelo

Longitud de la muestra (cm)	12,70	12,45	12,60	12,60
Diámetro de la muestra (cm)	15,22	15,20	15,23	15,20
Volumen de la muestra vm (cm^3)	2310,59	2259,16	2295,41	2286,38

3. Determinación del contenido de humedad

N° muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
N° recipiente	8	23	41	1	10	37	20	4
Peso húmedo + recipiente (wm+wr) (gr)	118,20	103,80	125,40	118,60	124,90	119,20	109,30	112,40
Peso seco + recipiente (ws+wr) (gr)	115,00	101,60	119,10	113,30	116,20	111,80	99,80	102,60
Peso del recipiente wr (gr)	26,70	25,30	24,00	23,80	23,60	26,10	24,70	25,70
Peso agua (ww) (gr)	3,20	2,20	6,30	5,30	8,70	7,40	9,50	9,80
Peso de la muestra seca (ws)	88,30	76,30	95,10	89,50	92,60	85,70	75,10	76,90
Contenido de humedad w%	**3,60**	**2,90**	**6,60**	**5,90**	**9,40**	**8,60**	**12,70**	**12,70**
Contenido de humedad promedio	**3,25**		**6,27**		**9,02**		**12,70**	

4. Determinación del peso volumétrico de la masa

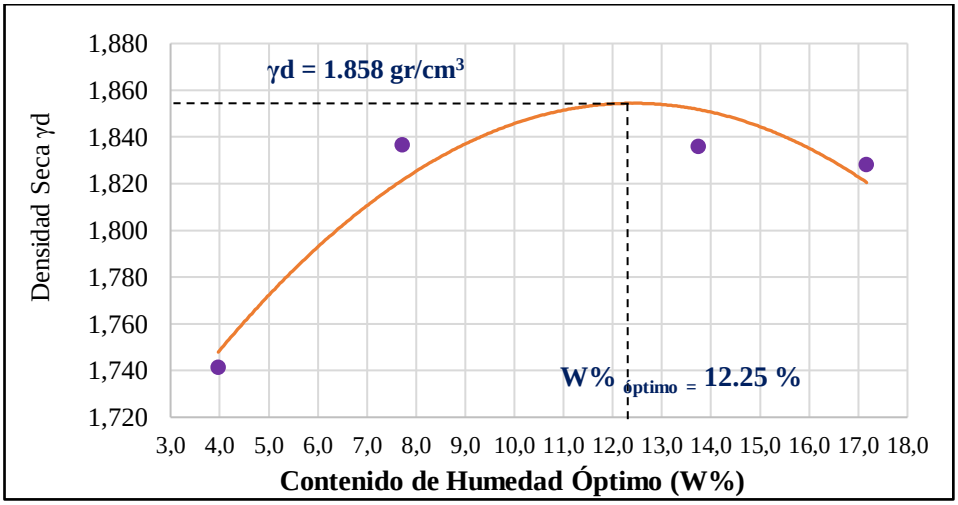
γ_m=wm/vm (gr/cm^3)	1,884	2,032	2,062	2,116

5. Determinación del peso volumétrico seco

γ_d=γm/(1+w) (gr/cm^3)	1,824	1,912	1,892	1,878

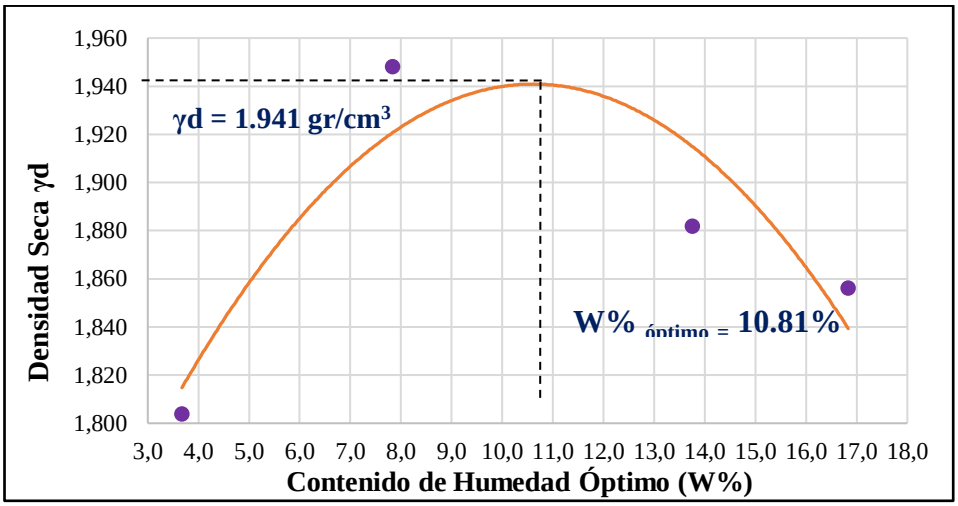
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 10. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140



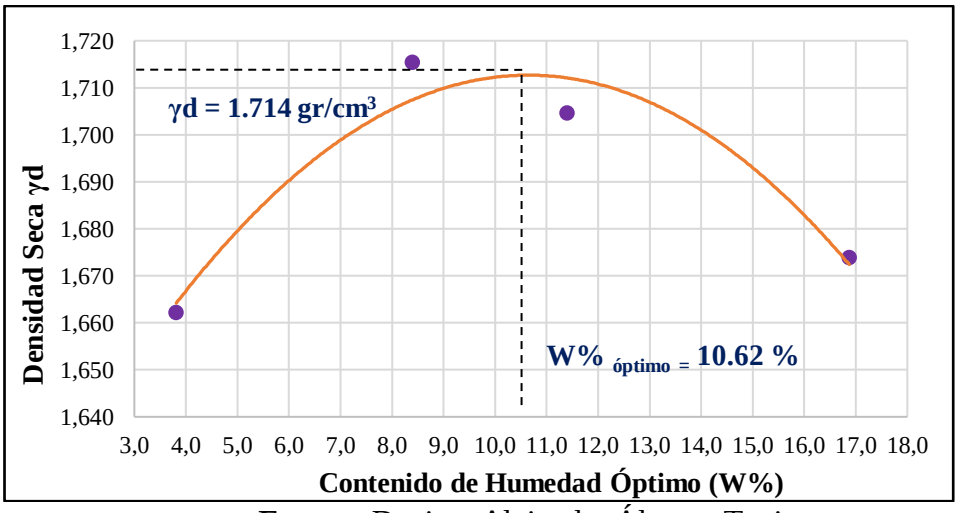
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 11. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140



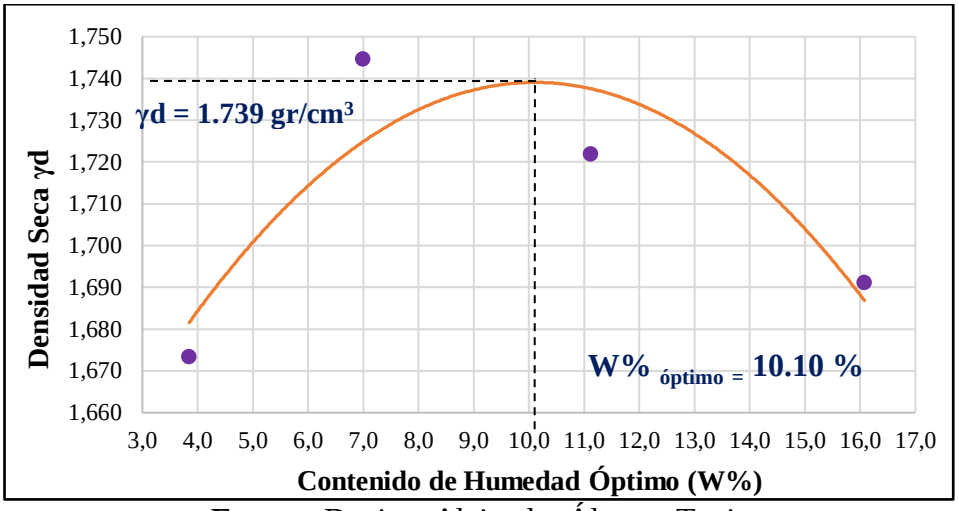
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 12. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070



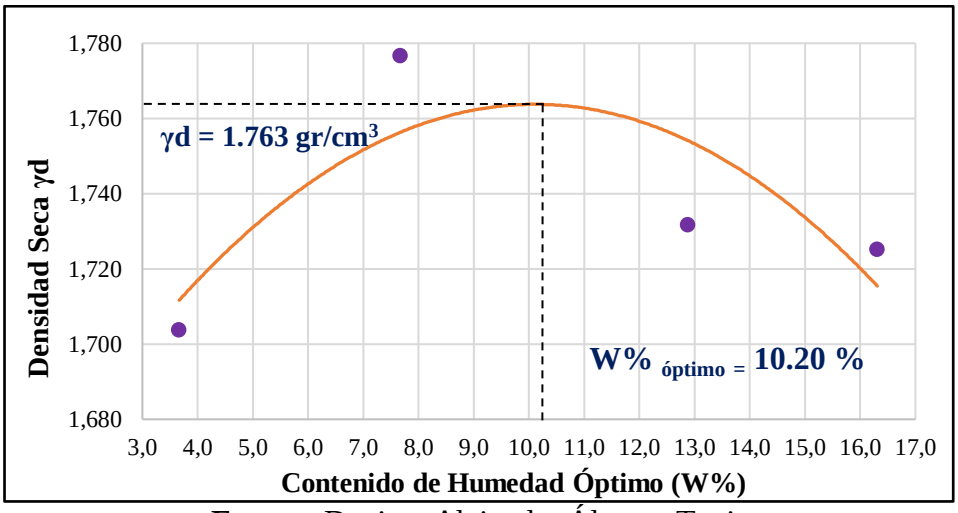
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 13. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070



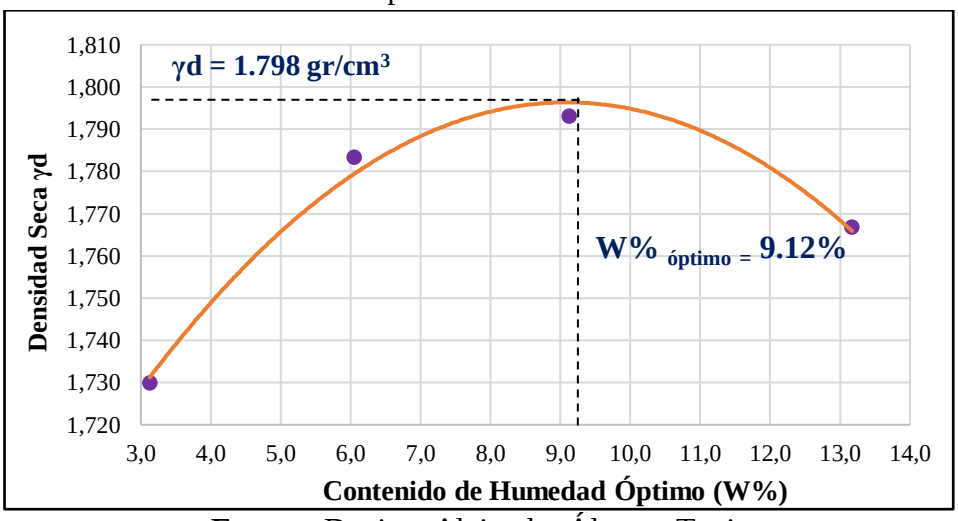
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 14. Humedad óptima del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460



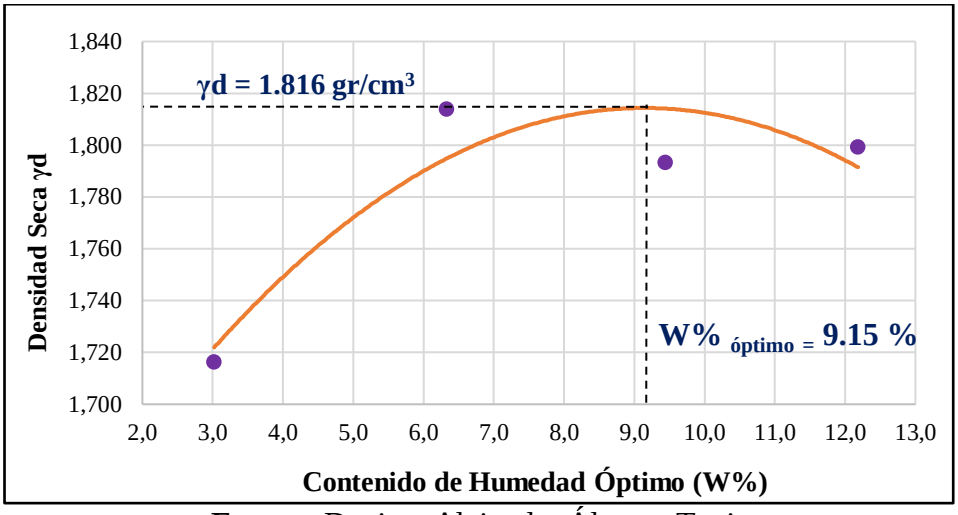
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 15. Humedad óptima del suelo de la base en el Km 0 + 140



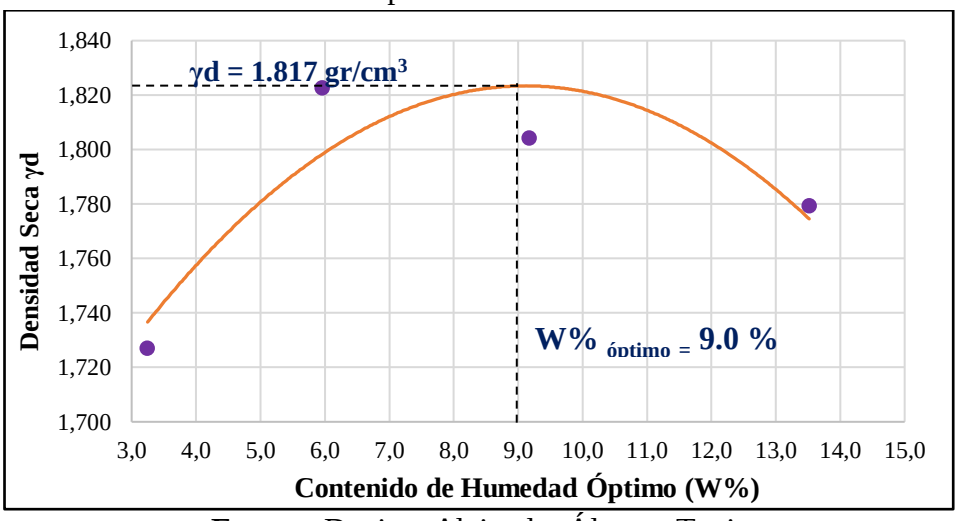
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 16. Humedad óptima del suelo de la base en el Km 1 + 140



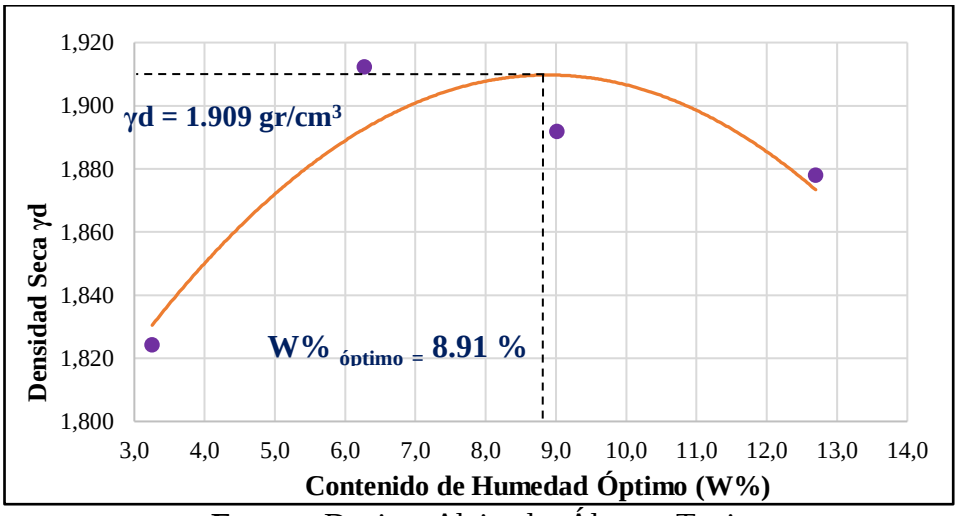
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 17. Humedad óptima del suelo de la base en el Km 2 + 070



Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 18. Humedad óptima del suelo de la base en el Km 4 + 460



Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 19. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 0 + 140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ABSCISA	**KM 0 + 140**					
N° molde	1		2		3	
N° capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		27		11	
Antes del remojo						
Wm+ Molde (gr)	21256,00		20117,00		19216,00	
Peso molde (gr)	16500,00		15600,00		15250,00	
Peso muestra húmeda (gr)	4756,00		4517,00		3966,00	
Volumen de la muestra (cm^3)	2295,42		2259,16		2286,38	
Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,072		1,999		1,735	
Densidad seca (gr/cm^3)	1,857		1,792		1,555	
Determinación del contenido de humedad C.B.R.						
TARRO #	66	61	60	59	63	56
Wm +Tarro (gr)	138,40	122,10	125,70	111,60	124,70	131,30
Peso muestra seca+tarro (gr)	124,40	109,50	112,80	100,90	111,80	118,70
Peso agua (gr)	14,00	12,60	12,90	10,70	12,90	12,60
Peso tarro (gr)	30,70	30,00	30,60	30,70	31,00	30,40
Peso muestra seca (gr)	110,40	96,90	99,90	90,20	98,90	106,10
Contenido de humedad %	**12,68%**	**13,00%**	**12,91%**	**11,86%**	**13,04%**	**11,88%**
Contenido de humedad promedio%	**12,84%**		**12,39%**		**12,46%**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 20. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 1 + 140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ABSCISA	**KM 1 + 140**					
N° molde	1		2		3	
N° capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		27		11	
Antes del remojo						
Wm+ molde (gr)	20578,00		21410,00		19888,00	
Peso molde (gr)	15600,00		16500,00		15250,00	
Peso muestra húmeda (gr)	4978,00		4910,00		4638,00	
Volumen de la muestra (cm^3)	2259,16		2295,42		2286,38	
Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,203		2,139		2,029	
Densidad seca (gr/cm^3)	1,975		1,918		1,818	
Determinación del contenido de humedad C.B.R.						
Tarro #	67	21	7	65	69	64
Wm +tarro (gr)	130,10	125,90	128,00	116,10	132,10	135,90
Peso muestra seca+tarro (gr)	118,70	114,80	116,60	106,30	120,50	123,60
Peso agua (gr)	11,40	11,10	11,40	9,80	11,60	12,30
Peso tarro (gr)	30,20	31,10	28,10	27,40	30,50	30,60
Peso muestra seca (gr)	107,30	103,70	105,20	96,50	108,90	111,30
Contenido de humedad %	10,62%	10,70%	10,84%	10,16%	10,65%	11,05%
Contenido de humedad promedio %	**10,66%**		**10,50%**		**10,85%**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 21. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 2 + 070

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ABSCISA	**Km 2 + 070**					
N° molde	1		2		3	
N° capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		27		11	
Antes del remojo						
Wm+ molde (gr)	20051,00		20871,00		19243,00	
Peso molde (gr)	15600,00		16500,00		15250,00	
Peso muestra húmeda (gr)	4451,00		4371,00		3993,00	
Volumen de la muestra (cm^3)	2259,16		2295,42		2286,38	
Densidad húmeda (gr/cm^3)	1,970		1,904		1,746	
Densidad seca (gr/cm^3)	1,766		1,707		1,566	
Determinación del contenido de humedad C.B.R.						
Tarro #	20	9	8	23	41	1
Wm +tarro (gr)	120,90	124,30	144,80	134,00	133,00	136,10
Peso muestra seca+tarro (gr)	110,80	113,10	131,30	122,60	121,60	124,10
Peso agua (gr)	10,10	11,20	13,50	11,40	11,40	12,00
Peso tarro (gr)	24,70	25,70	26,70	25,30	24,00	23,80
Peso muestra seca (gr)	100,70	101,90	117,80	111,20	110,20	112,10
Contenido de humedad %	10,03%	10,99%	11,46%	10,25%	10,34%	10,70%
Contenido de humedad promedio %	**10,51%**		**10,86%**		**10,52%**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 22. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 3 + 070

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ABSCISA	**KM 3 + 070**					
N° molde	1		2		3	
N° capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		27		11	
Antes del remojo						
Wm+ Molde (gr)	19997,00		20635,00		19220,00	
Peso molde (gr)	15600,00		16500,00		15250,00	
Peso muestra húmeda (gr)	4397,00		4135,00		3970,00	
Volumen de la muestra (cm^3)	2259,16		2295,42		2286,38	
Densidad húmeda (gr/cm^3)	1,946		1,801		1,736	
Densidad seca (gr/cm^3)	1,745		1,615		1,557	
Determinación del contenido de humedad C.B.R.						
Tarro #	10	37	27	19	26	43
Wm +Tarro (gr)	136,30	138,00	136,30	117,70	135,60	133,40
Peso muestra seca+tarro (gr)	125,40	125,70	124,50	107,90	123,90	122,40
Peso agua (gr)	10,90	12,30	11,80	9,80	11,70	11,00
Peso tarro (gr)	23,60	26,10	25,10	26,40	23,00	24,40
Peso muestra seca (gr)	114,50	113,40	112,70	98,10	112,20	111,40
Contenido de humedad %	9,52%	10,85%	10,47%	9,99%	10,43%	9,87%
Contenido de humedad promedio %	**10,18%**		**10,23%**		**10,15%**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 23. Contenido de humedad del CBR del suelo de la subrasante en el Km 4 + 460

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

ABSCISA	**KM 4 + 460**					
N° molde	1		2		3	
N° capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		27		11	
Antes del remojo						
Wm+ Molde (gr)	20112,00		20848,00		19333,00	
Peso molde (gr)	15600,00		16500,00		15250,00	
Peso muestra húmeda (gr)	4512,00		4348,00		4083,00	
Volumen de la muestra (cm^3)	2259,16		2295,42		2286,38	
Densidad húmeda (gr/cm^3)	1,997		1,894		1,786	
Densidad seca (gr/cm^3)	1,790		1,698		1,601	
Determinación del contenido de humedad C.B.R.						
Tarro #	29	6	39	32	5	4
Wm +Tarro (gr)	142,00	125,60	142,50	129,50	138,50	160,70
Peso muestra seca+tarro (gr)	130,00	114,70	130,30	118,00	126,50	146,40
Peso agua (gr)	12,00	10,90	12,20	11,50	12,00	14,30
Peso tarro (gr)	26,50	24,70	25,80	26,30	24,10	25,70
Peso muestra seca (gr)	118,00	103,80	118,10	106,50	114,50	132,10
Contenido de humedad %	10,17%	10,50%	10,33%	10,80%	10,48%	10,83%
Contenido de humedad promedio %	**10,34%**		**10,56%**		**10,65%**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 24. Contenido de humedad del CBR del suelo de la base en el Km 0 + 140

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

ABSCISA	**KM 0 + 140**					
N° molde	1		2		3	
N° capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		27		11	
Antes del remojo						
Wm+ Molde (gr)	20998,00		19858,00		19206,00	
Peso molde (gr)	16500,00		15600,00		15250,00	
Peso muestra húmeda (gr)	4498,00		4258,00		3956,00	
Volumen de la muestra (cm^3)	2295,42		2259,16		2286,38	
Densidad húmeda (gr/cm^3)	1,960		1,885		1,730	
Densidad seca (gr/cm^3)	1,757		1,690		1,551	
Determinación del contenido de humedad C.B.R.						
TARRO #	66	61	60	59	63	56
Wm +Tarro (gr)	134,30	118,10	123,10	110,30	125,30	117,80
Peso muestra seca+tarro (gr)	124,60	108,10	113,40	101,80	115,60	108,20
Peso agua (gr)	9,70	9,70	9,70	8,50	9,70	9,60
Peso tarro (gr)	30,70	30,00	30,60	30,70	31,00	30,40
Peso muestra seca (gr)	114,90	98,70	103,70	93,30	105,90	98,60
Contenido de humedad %	8,40%	9,80%	9,40%	9,10%	9,20%	9,70%
Contenido de humedad promedio%	**9,13%**		**9,23%**		**9,45%**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 25. Contenido de humedad del CBR del suelo de la base en el Km 1 + 140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ABSCISA	**KM 1 + 140**					
N° molde	1		2		3	
N° capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		27		11	
Antes del remojo						
Wm+ molde (gr)	20150,00		20817,00		19278,00	
Peso molde (gr)	15600,00		16500,00		15250,00	
Peso muestra húmeda (gr)	4550,00		4317,00		4028,00	
Volumen de la muestra (cm^3)	2259,16		2295,42		2286,38	
Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,014		1,881		1,762	
Densidad seca (gr/cm^3)	1,805		1,686		1,579	
Determinación del contenido de humedad C.B.R.						
Tarro #	67	21	7	65	69	64
Wm +tarro (gr)	121,40	118,40	134,20	126,50	114,60	122,40
Peso muestra seca+tarro (gr)	112,10	108,60	124,20	116,30	105,00	113,30
Peso agua (gr)	9,30	9,80	10,00	10,20	9,60	9,10
Peso tarro (gr)	30,20	31,10	28,10	27,40	30,50	30,60
Peso muestra seca (gr)	102,80	98,80	114,20	106,10	95,40	104,20
Contenido de humedad %	**9,05%**	**9,92%**	**8,76%**	**9,61%**	**10,06%**	**8,73%**
Contenido de humedad promedio %	**9,48%**		**9,19%**		**9,40%**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 26. Contenido de humedad del CBR del suelo de la base en el Km 2 + 070

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ABSCISA	**Km 2 + 070**					
N° molde	1		2		3	
N° capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		27		11	
Antes del remojo						
Wm+ molde (gr)	20113,00		20773,00		19226,00	
Peso molde (gr)	15600,00		16500,00		15250,00	
Peso muestra húmeda (gr)	4513,00		4273,00		3976,00	
Volumen de la muestra (cm^3)	2259,16		2295,42		2286,38	
Densidad húmeda (gr/cm^3)	1,998		1,862		1,739	
Densidad seca (gr/cm^3)	1,791		1,669		1,559	
Determinación del contenido de humedad C.B.R.						
Tarro #	124,80	122,70	105,30	120,40	120,20	118,60
Wm +tarro (gr)	115,00	113,60	96,70	111,70	110,90	109,20
Peso muestra seca+tarro (gr)	9,80	9,10	8,60	8,70	9,30	9,40
Peso agua (gr)	24,70	25,70	26,70	25,30	24,00	23,80
Peso tarro (gr)	105,20	104,50	88,10	103,00	101,60	99,80
Peso muestra seca (gr)	124,8	122,70	105,30	120,40	120,20	118,60
Contenido de humedad %	9,32%	8,71%	9,76%	8,45%	9,15%	9,42%
Contenido de humedad promedio %	**9,01%**		**9,10%**		**9,29%**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 27. Contenido de humedad del CBR del suelo de la base en el Km 4 + 460

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

ABSCISA	KM 4 + 460		
N° molde	1	2	3
N° capas	5	5	5
N° de golpes por capa	56	27	11
Antes del remojo			
Wm+ Molde (gr)	20248,00	20059,00	19432,00
Peso molde (gr)	15600,00	15600,00	15250,00
Peso muestra húmeda (gr)	4648,00	4459,00	4182,00
Volumen de la muestra (cm^3)	2259,16	2259,16	2286,38
Densidad húmeda (gr/cm^3)	2,057	1,974	1,829
Densidad seca (gr/cm^3)	1,844	1,769	1,640

Determinación del contenido de humedad C.B.R.						
Tarro #	29	6	39	32	5	4
Wm + Tarro (gr)	125,60	119,80	116,70	118,20	119,60	122,70
Peso muestra seca+tarro (gr)	115,90	110,70	108,00	108,60	110,30	113,50
Peso agua (gr)	9,70	9,10	8,70	9,60	9,30	9,20
Peso tarro (gr)	26,50	24,70	25,80	26,30	24,10	25,70
Peso muestra seca (gr)	106,20	101,60	99,30	99,00	101,00	104,30
Contenido de humedad %	9,13%	8,96%	8,76%	9,70%	9,21%	8,82%
Contenido de humedad promedio %	**9,05%**		**9,23%**		**9,01%**	

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 28. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 0 + 140

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

C.B.R. y Penetración

ABSCISA			KM 0 + 140											
ANILLO 1-A MAIER ÁREA DEL PISTÓN: 3.04pl2														
MOLDE NÚMERO			M1				M2				J2			
			56 golpes				27 golpes				11 golpes			
TIEMPO		PENET	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
			LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	110	36,18			70	23,03			20	6,58		
1	0	50	250	82,24			180	59,21			60	19,74		
1	0	75	430	141,45			310	101,97			130	42,76		
2	0	100	650	213,82	**213,8**	**21,4**	450	148,03	**148,0**	**14,8**	200	65,79	**65,8**	**6,6**
3	0	150	930	305,92			690	226,97			430	141,45		
4	0	200	1140	375,00			860	282,89			570	187,50		
5	0	250	1300	427,63			1020	335,53			700	230,26		
6	0	300	1450	476,97			1150	378,29			800	263,16		
7	0	350	1570	516,45			1260	414,47			880	289,47		
8	0	400	1680	552,63			1350	444,08			960	315,79		
9	0	450	1770	582,24			1420	467,11			1000	328,95		
10	0	500	1910	628,29			1500	493,42			1030	338,82		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 29. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 1 + 140

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

C.B.R. y Penetración

ABSCISA			**KM 1 + 140**											
ANILLO 1-A MAIER ÁREA DEL PISTÓN: 3.04pl2														
MOLDE NÚMERO			**M1**				**M2**				**J2**			
			56 golpes				**27 golpes**				**11 golpes**			
TIEMPO		**PENET**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**
			LECT	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**	
MIN	**SEG**	**" 10-3**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	190	62,50			130	42,76			140	46,05		
1	0	50	380	125,00			260	85,53			210	69,08		
1	0	75	600	197,37			430	141,45			330	108,55		
2	0	100	760	250,00	**250,0**	**25,0**	510	167,76	**167,8**	**16,8**	410	134,87	**134,9**	**13,5**
3	0	150	1100	361,84			780	256,58			610	200,66		
4	0	200	1450	476,97			1020	335,53			750	246,71		
5	0	250	1890	621,71			1350	444,08			910	299,34		
6	0	300	2250	740,13			1750	575,66			1060	348,68		
7	0	350	2640	868,42			2050	674,34			1190	391,45		
8	0	400	3140	1032,89			2350	773,03			1360	447,37		
9	0	450	3460	1138,16			2600	855,26			1500	493,42		
10	0	500	3740	1230,26			2840	934,21			1640	539,47		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 30. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 2 + 070

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

C.B.R. y Penetración

ABSCISA			**KM 2 + 270**											
ANILLO 1-A MAIER ÁREA DEL PISTÓN: 3.04pl2														
MOLDE NÚMERO			**M1**				**M2**				**J2**			
			56 golpes				**27 golpes**				**11 golpes**			
TIEMPO		**PENET**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**
			LECT	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**	
MIN	**SEG**	**" 10-3**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	130	42,76			80	26,32			70	23,03		
1	0	50	320	105,26			200	65,79			170	55,92		
1	0	75	530	174,34			340	111,84			240	78,95		
2	0	100	740	243,42	**243,4**	**24,3**	480	157,89	**157,9**	**15,8**	350	115,13	**115,1**	**11,5**
3	0	150	1110	365,13			820	269,74			530	174,34		
4	0	200	1560	513,16			1090	358,55			770	253,29		
5	0	250	1990	654,61			1430	470,39			950	312,50		
6	0	300	2370	779,61			1700	559,21			1120	368,42		
7	0	350	2710	891,45			1980	651,32			1350	444,08		
8	0	400	2980	980,26			2210	726,97			1520	500,00		
9	0	450	3290	1082,24			2440	802,63			1650	542,76		
10	0	500	3550	1167,76			2660	875,00			1790	588,82		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 31. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 3 + 070

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

C.B.R. y Penetración

ABSCISA			**KM 3 + 070**											
ANILLO 1-A MAIER ÁREA DEL PISTÓN: 3.04pl2														
MOLDE NÚMERO			**M1**				**M2**				**J2**			
			56 golpes				**27 golpes**				**11 golpes**			
TIEMPO		**PENET**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**
			LECT	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**	
MIN	**SEG**	**" 10-3**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	140	46,05			120	39,47			100	32,89		
1	0	50	310	101,97			240	78,95			140	46,05		
1	0	75	490	161,18			360	118,42			220	72,37		
2	0	100	710	233,55	**233,6**	**23,4**	500	164,47	**164,5**	**16,4**	290	95,39	**95,4**	**9,5**
3	0	150	1120	368,42			820	269,74			420	138,16		
4	0	200	1660	546,05			1130	371,71			600	197,37		
5	0	250	2120	697,37			1430	470,39			770	253,29		
6	0	300	2560	842,11			1760	578,95			870	286,18		
7	0	350	2960	973,68			2020	664,47			990	325,66		
8	0	400	3350	1101,97			2300	756,58			1120	368,42		
9	0	450	3680	1210,53			2450	805,92			1230	404,61		
10	0	500	4030	1325,66			2610	858,55			1350	444,08		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 32. CBR y Penetración del suelo de la subrasante Km 4 + 460

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

C.B.R.y Penetración

ABSCISA			**KM 4 + 460**											
ANILLO 1-A MAIER ÁREA DEL PISTÓN: 3.04pl2														
MOLDE NÚMERO			**M1**				**M2**				**J2**			
			56 golpes				**27 golpes**				**11 golpes**			
TIEMPO		**PENET**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**
			LECT	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**	
MIN	**SEG**	**" 10-3**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	210	69,08			130	42,76			80	26,32		
1	0	50	400	131,58			240	78,95			110	36,18		
1	0	75	590	194,08			350	115,13			200	65,79		
2	0	100	780	256,58	**256,6**	**25,7**	490	161,18	**161,2**	**16,1**	280	92,11	**92,1**	**9,2**
3	0	150	1090	358,55			650	213,82			410	134,87		
4	0	200	1390	457,24			860	282,89			470	154,61		
5	0	250	1730	569,08			1040	342,11			540	177,63		
6	0	300	2010	661,18			1280	421,05			620	203,95		
7	0	350	2350	773,03			1560	513,16			730	240,13		
8	0	400	2700	888,16			1790	588,82			840	276,32		
9	0	450	3030	996,71			2040	671,05			980	322,37		
10	0	500	3390	1115,13			2290	753,29			1150	378,29		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 33. CBR y Penetración del suelo de la base Km 0 + 140

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

ABSCISA			KM 0 + 140											
ANILLO 1-A MAIER			ÁREA DEL PISTÓN: 3.04pl2											
MOLDE NÚMERO			M1				M2				J2			
			56 golpes				27 golpes				11 golpes			
TIEMPO		PENET	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
			LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	240	78,95			110	36,18			50	16,45		
1	0	50	510	167,76			250	82,24			120	39,47		
1	0	75	820	269,74			460	151,32			200	65,79		
2	0	100	1100	361,84	**361,8**	**36,2**	760	250,00	**250,0**	**25,0**	360	118,42	**118,4**	**11,8**
3	0	150	1800	592,11			1260	414,47			620	203,95		
4	0	200	2672	878,95			1810	595,39			810	266,45		
5	0	250	3430	1128,29			2310	759,87			980	322,37		
6	0	300	4220	1388,16			2760	907,89			1320	434,21		
7	0	350	5160	1697,37			3140	1032,89			1520	500,00		
8	0	400	6010	1976,97			3590	1180,92			1680	552,63		
9	0	450	6750	2220,39			3980	1309,21			1780	585,53		
10	0	500	7250	2384,87			4250	1398,03			1980	651,32		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 34. CBR y Penetración del suelo de la base Km 1 + 140

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

C.B.R.y Penetración

ABSCISA			KM 1 + 140											
ANILLO 1-A MAIER			ÁREA DEL PISTÓN: 3.04pl2											
MOLDE NÚMERO			M1				M2				J2			
			56 golpes				27 golpes				11 golpes			
TIEMPO		PENET	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
			LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	230	75,66			120	39,47			80	26,32		
1	0	50	520	171,05			260	85,53			130	42,76		
1	0	75	800	263,16			460	151,32			220	72,37		
2	0	100	1130	371,71	**371,7**	**37,2**	610	200,66	**200,7**	**20,1**	360	118,42	**118,4**	**11,8**
3	0	150	1760	578,95			1110	365,13			590	194,08		
4	0	200	2430	799,34			1640	539,47			790	259,87		
5	0	250	3290	1082,24			2090	687,50			980	322,37		
6	0	300	4130	1358,55			2560	842,11			1280	421,05		
7	0	350	4860	1598,68			2940	967,11			1460	480,26		
8	0	400	5640	1855,26			3350	1101,97			1570	516,45		
9	0	450	6420	2111,84			3790	1246,71			1670	549,34		
10	0	500	7030	2312,50			4120	1355,26			1840	605,26		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 35. CBR y Penetración del suelo de la base Km 2 + 070

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

C.B.R.y Penetración

ABSCISA			**KM 2 + 070**											
ANILLO 1-A MAIER			**ÁREA DEL PISTÓN: 3.04pl2**											
MOLDE NÚMERO			**M1**				**M2**				**J2**			
			56 golpes				**27 golpes**				**11 golpes**			
TIEMPO		**PENET**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**
			LECT	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**	
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	210	69,08			80	26,32			40	13,16		
1	0	50	460	151,32			230	75,66			110	36,18		
1	0	75	680	223,68			410	134,87			200	65,79		
2	0	100	910	299,34	**299,3**	**29,9**	580	190,79	**190,8**	**19,1**	400	131,58	**131,6**	**13,2**
3	0	150	1410	463,82			960	315,79			680	223,68		
4	0	200	1910	628,29			1330	437,50			930	305,92		
5	0	250	2550	838,82			1790	588,82			1200	394,74		
6	0	300	3100	1019,74			2190	720,39			1460	480,26		
7	0	350	3520	1157,89			2570	845,39			1750	575,66		
8	0	400	3980	1309,21			2900	953,95			1970	648,03		
9	0	450	4500	1480,26			3200	1052,63			2090	687,50		
10	0	500	5010	1648,03			3450	1134,87			2300	756,58		

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 36. CBR y Penetración del suelo de la base Km 4 + 460

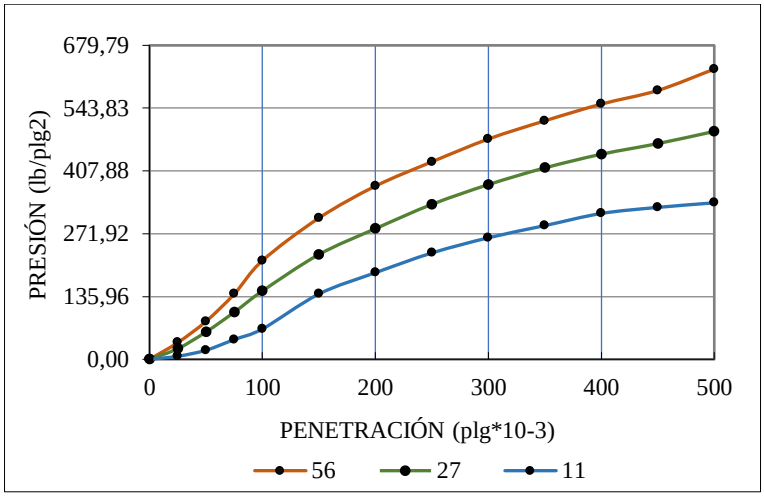
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

C.B.R.y Penetración

ABSCISA			**KM 4 + 460**											
ANILLO 1-A MAIER			**ÁREA DEL PISTÓN: 3.04pl2**											
MOLDE NÚMERO			**M1**				**M2**				**J2**			
			56 golpes				**27 golpes**				**11 golpes**			
TIEMPO		**PENET**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**
			LECT	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORG**	
MIN	**SEG**	**" 10-3**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**
		0	0,0	0,00			0,0	0,00			0,0	0,00		
0	0	25	310	101,97			190	62,50			70	23,03		
1	0	50	490	161,18			300	98,68			140	46,05		
1	0	75	730	240,13			440	144,74			250	82,24		
2	0	100	980	322,37	**322,4**	**32,2**	620	203,95	**203,9**	**20,4**	340	111,84	**111,8**	**11,2**
3	0	150	1510	496,71			1020	335,53			560	184,21		
4	0	200	2050	674,34			1390	457,24			770	253,29		
5	0	250	2470	812,50			1740	572,37			1020	335,53		
6	0	300	2930	963,82			2130	700,66			1310	430,92		
7	0	350	3300	1085,53			2430	799,34			1510	496,71		
8	0	400	3660	1203,95			2720	894,74			1700	559,21		
9	0	450	4050	1332,24			3040	1000,00			1920	631,58		
10	0	500	4380	1440,79			3300	1085,53			2080	684,21		

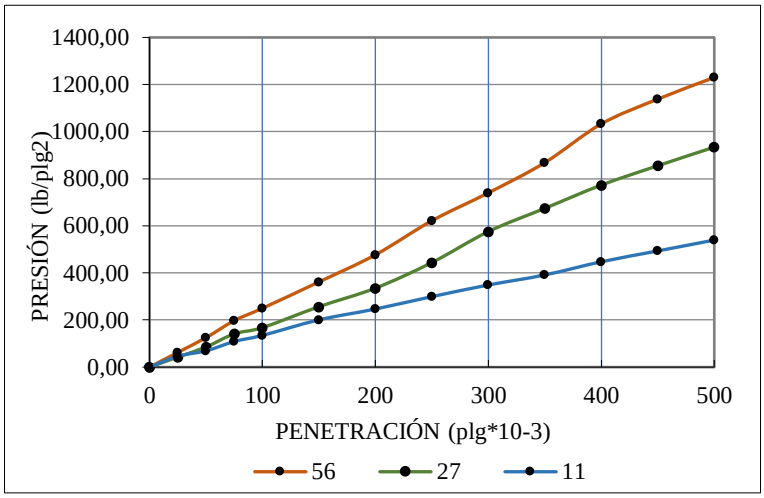
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 37. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 0 + 140



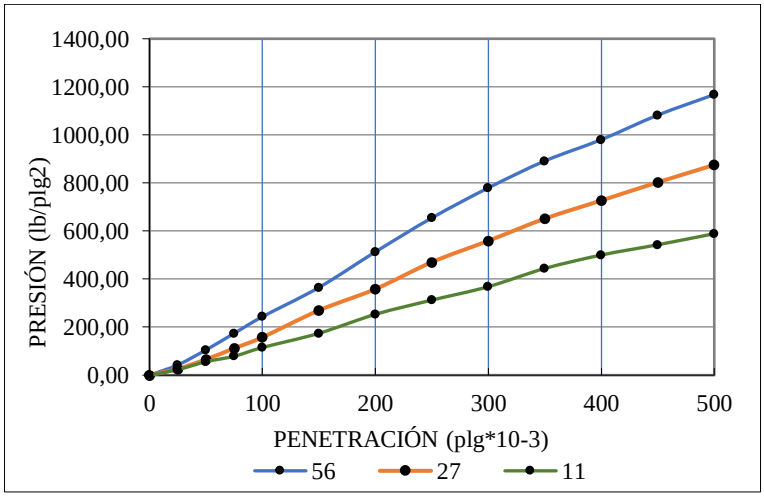
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 38. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 1 + 140



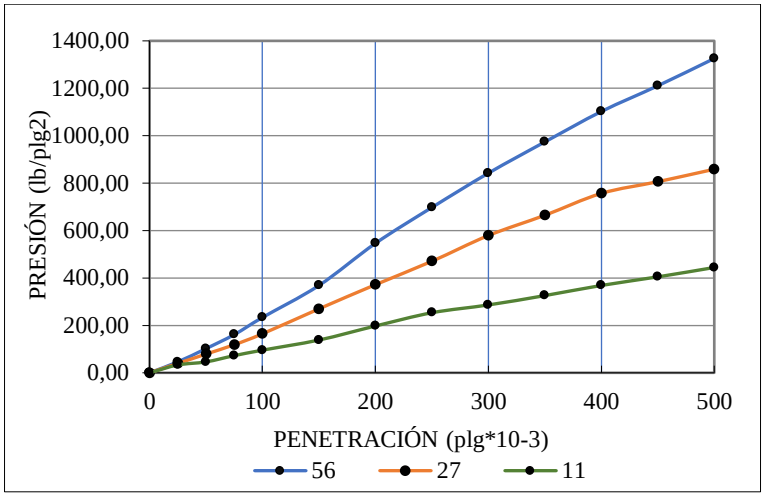
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 39. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 2 + 070



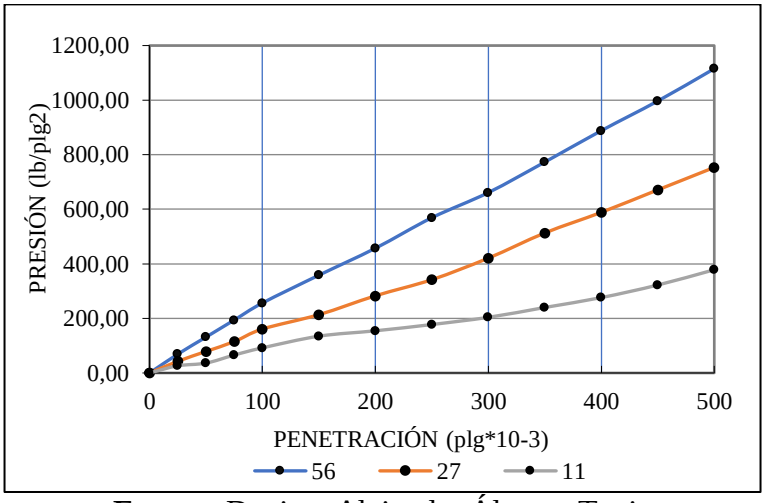
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 40. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 3 + 070



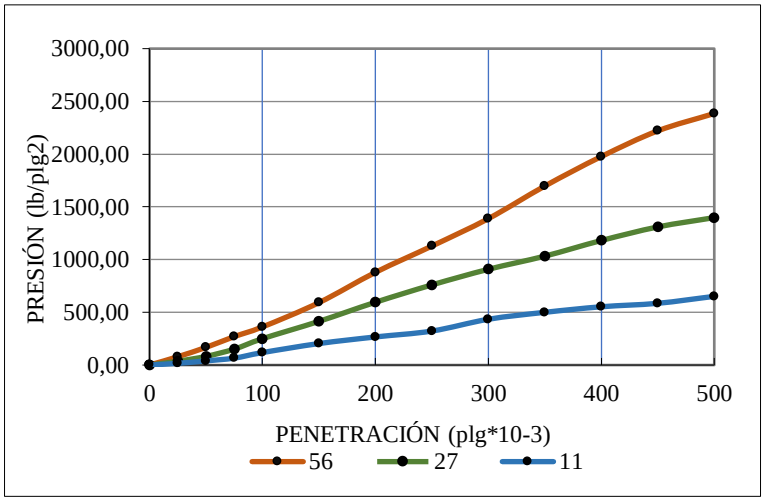
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 41. Presión vs Penetración del suelo de la subrasante Km 4 + 460



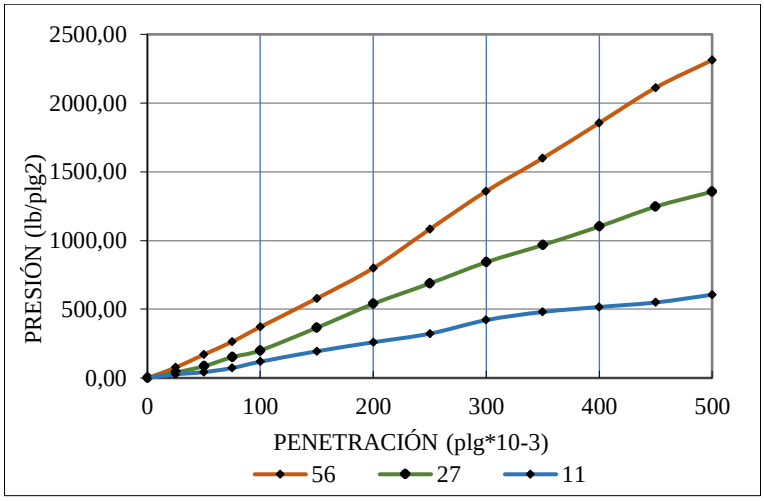
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 42. Presión vs Penetración del suelo de la base Km 0 + 140



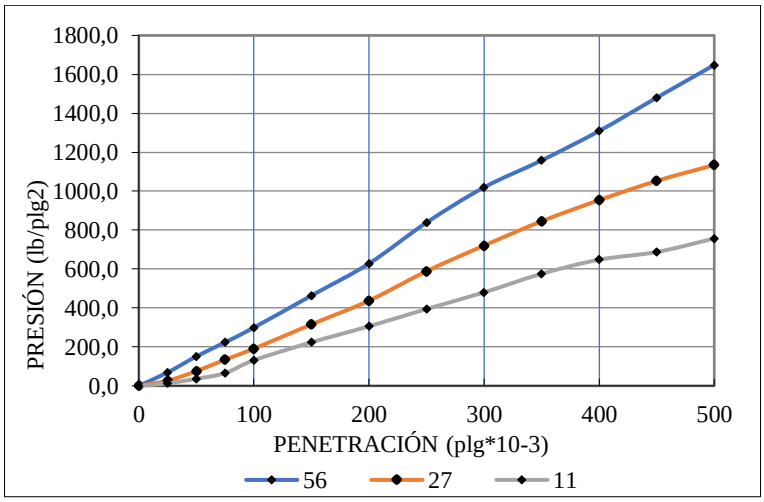
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 43 Presión vs Penetración del suelo de la base Km 1 + 140



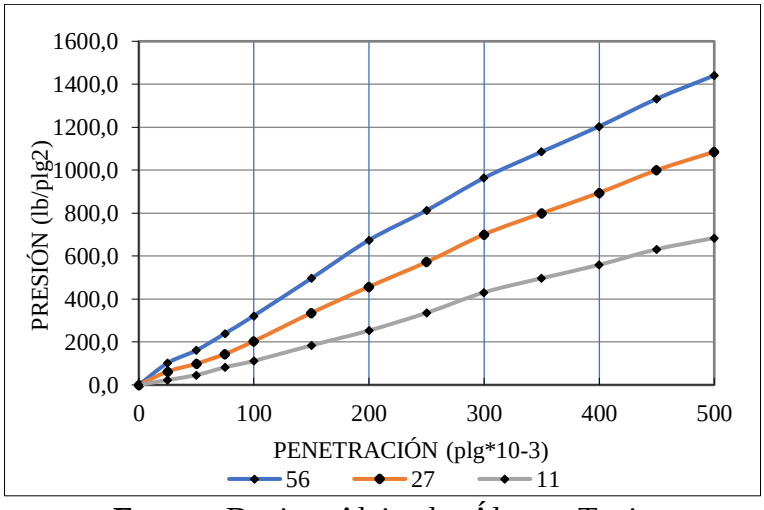
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 44. Presión vs Penetración del suelo de la base Km 2 + 070



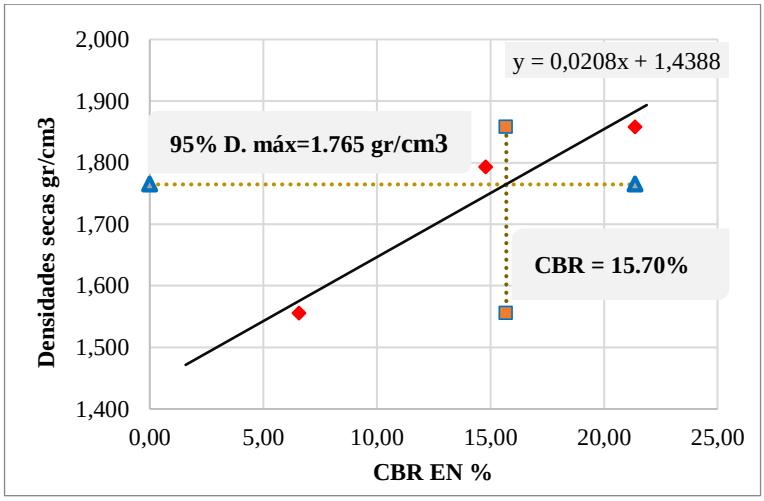
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 45. Presión vs Penetración del suelo de la base Km 4 + 460



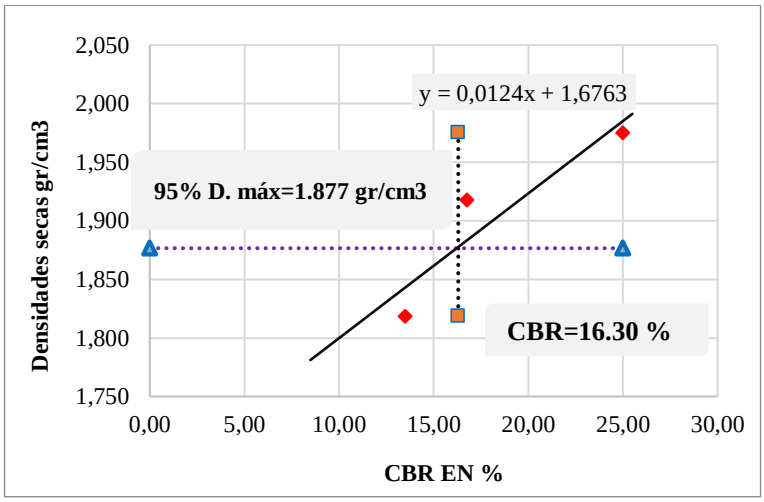
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 46. CBR del suelo de la subrasante Km 0 + 140



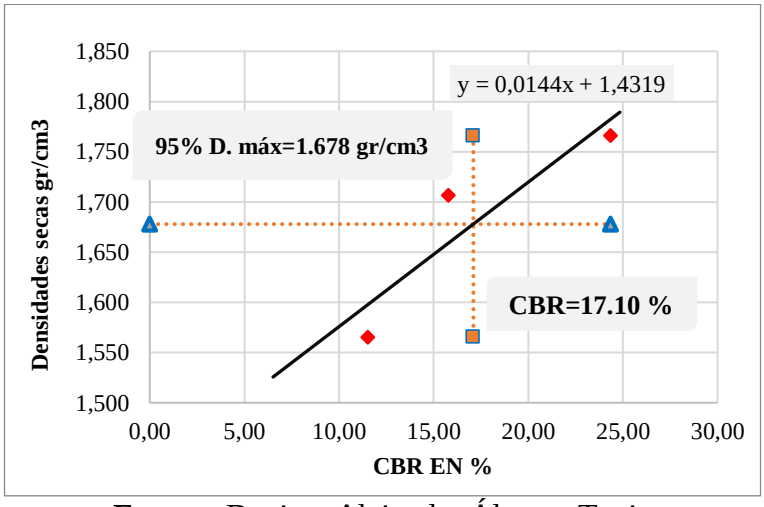
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 47. CBR del suelo de la subrasante Km 1 + 140



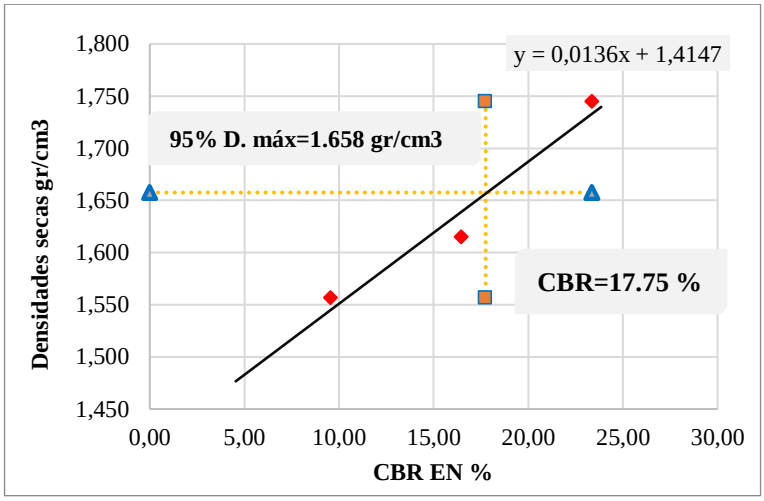
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 48. CBR del suelo de la subrasante Km 2 + 070



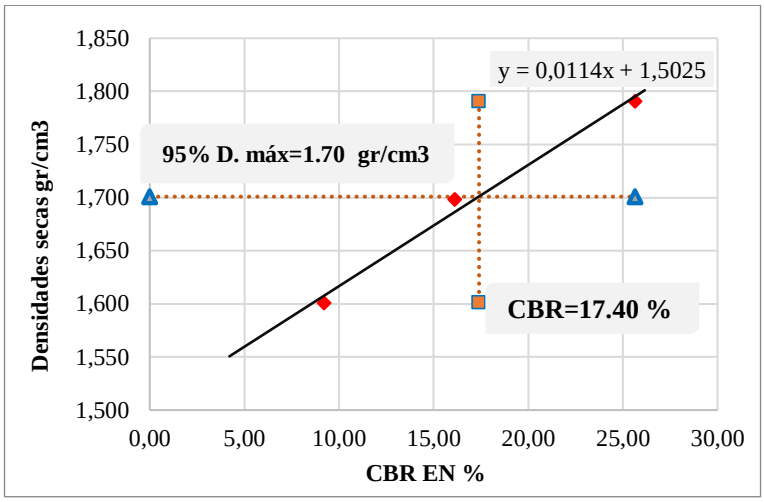
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 49. CBR del suelo de la subrasante Km 3 + 070



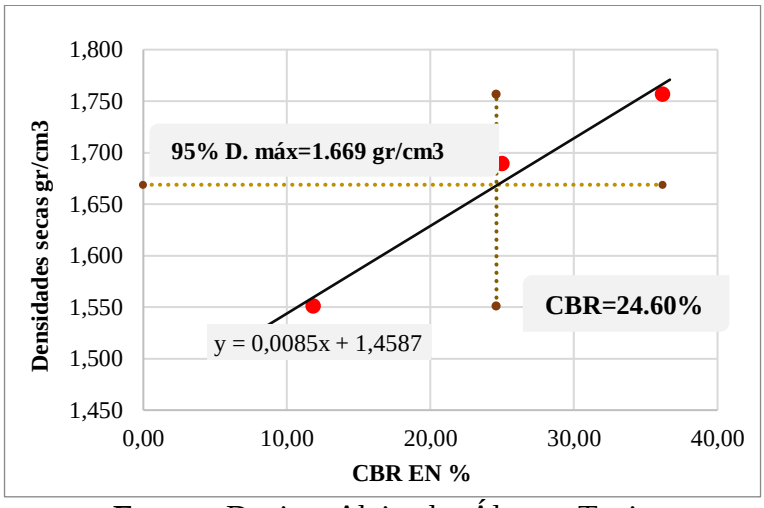
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 50. CBR del suelo de la subrasante Km 4 + 460



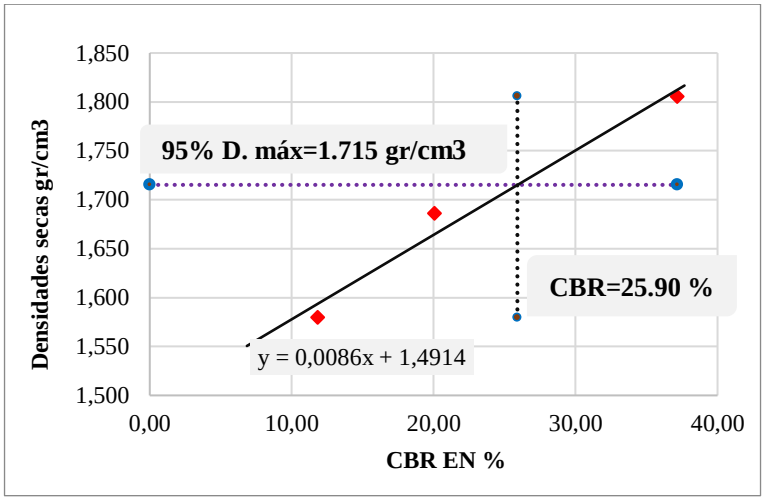
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 51. CBR del suelo de la base Km 0 + 140



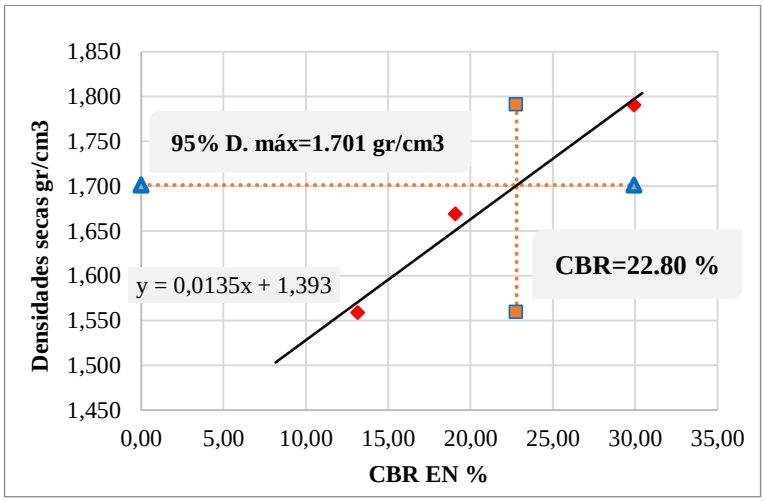
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 52 CBR del suelo de la base Km 1 + 140



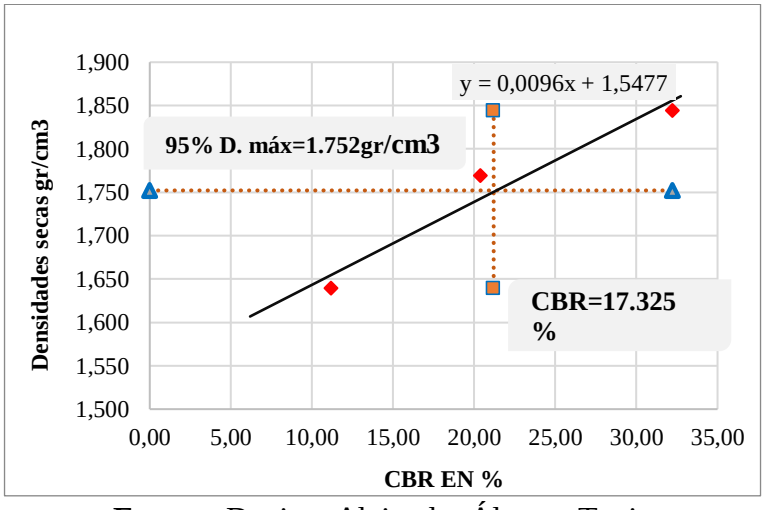
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 53. CBR del suelo de la base Km 2 + 070



Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO D – 54. CBR del suelo de la base Km 4 + 460



Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

ANEXO E. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

Anexo E – 1. Daño 1 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			
ABSCISA INICIAL	0 + 220.5	**UNIDAD DE MUESTREO**	7
ABSCISA FINAL	0 + 252.0	**ÁREA MUESTREO (m2)**	237.8
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia	

ESQUEMA



N°	COD	DAÑO	U
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
FL	Baja	7.90					7.90	3.32	2.50

Fisura Longitudinal sin desprendimiento, 2mm de espesor

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo E – 2. Daño 2 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1

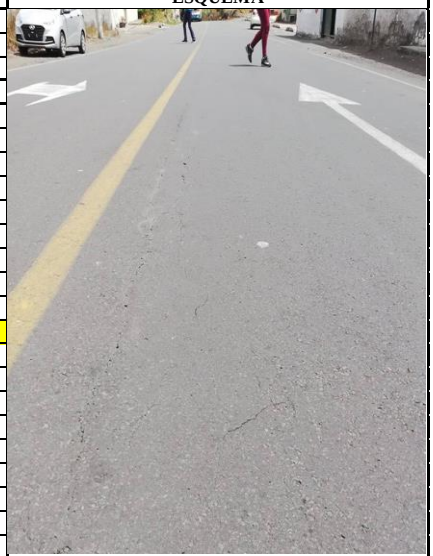
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			
ABSCISA INICIAL	0 + 283.5	**UNIDAD DE MUESTREO**	9
ABSCISA FINAL	0 + 315.0	**ÁREA MUESTREO (m2)**	277.0
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia	

ESQUEMA



N°	COD	DAÑO	U
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
FL	Baja	15.00					15.00	5.42	5.00

Fisura Longitudinal sin desprendimiento, 2mm de espesor.

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo E – 3. Daño 3 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				**ESQUEMA**
ABSCISA INICIAL	0 + 504.0	**UNIDAD DE MUESTREO**	16	
ABSCISA FINAL	0 + 535.5	**ÁREA MUESTREO (m2)**	277.0	
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia		

N°	**COD**	**DAÑO**	**U**
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
PC	Baja	1.05	0.97				1.02	0.37	5.00

Piel de cocodrilo, 2mm de espesor.

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo E – 4. Daño 4 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				**ESQUEMA**
ABSCISA INICIAL	0 + 976.5	**UNIDAD DE MUESTREO**	31	
ABSCISA FINAL	1 + 008.0	**ÁREA MUESTREO (m2)**	277.00	
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia		

N°	**COD**	**DAÑO**	**U**
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
PC	Baja	1.63	0.52				0.85	0.31	5.00

Piel de cocodrilo, 2mm de espesor.

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo E – 5. Daño 5 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					**ESQUEMA**
ABSCISA INICIAL	1 + 291.5	**UNIDAD DE MUESTREO**	41		
ABSCISA FINAL	1 + 323.0	**ÁREA MUESTREO (m2)**	277.0		
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia			

N°	**COD**	**DAÑO**	**U**
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
FL	Baja	1.79	0.86	0.65			3.30	1.19	0.50

Fisura Longitudinal sin desprendimiento, 2mm de espesor.

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo E – 6. Daño 6 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					**ESQUEMA**
ABSCISA INICIAL	1 + 323.0	**UNIDAD DE MUESTREO**	42		
ABSCISA FINAL	1 + 354.5	**ÁREA MUESTREO (m2)**	277.0		
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia			

N°	**COD**	**DAÑO**	**U**
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
FP	Baja	6.80	4.40				29.92	10.80	32.00

Grieta parabólica, 2mm de espesor.

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo E – 7. Daño 7 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 1

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				**ESQUEMA**
ABSCISA INICIAL	1 + 512.0	**UNIDAD DE MUESTREO**	49	
ABSCISA FINAL	1 + 543.5	**ÁREA MUESTREO (m2)**	276.5	
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia		

N°	**COD**	**DAÑO**	**U**
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
PC	Baja	4.40	9.90				43.56	15.75	38.00

Piel de cocodrilo, 2mm de espesor.

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo E – 8. Daño 1 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 2

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				**ESQUEMA**
ABSCISA INICIAL	3 + 276.0	**UNIDAD DE MUESTREO**	48	
ABSCISA FINAL	3 + 307.5	**ÁREA MUESTREO (m2)**	239.18	
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia		

N°	**COD**	**DAÑO**	**U**
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
A	Alta	0.80	1.20				0.96	0.40	19.00

Presenta una profundidad de 7cm.

Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo E – 9. Daño 2 para el Índice de Condición del Pavimento para el tramo 2

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA
ABSCISA INICIAL	3 + 685.5	UNIDAD DE MUESTREO	51	
ABSCISA FINAL	3 + 717.0	ÁREA MUESTREO (m2)	243.96	
INSPECCIONADA POR:		Denisse Alejandra Álvarez Tapia		

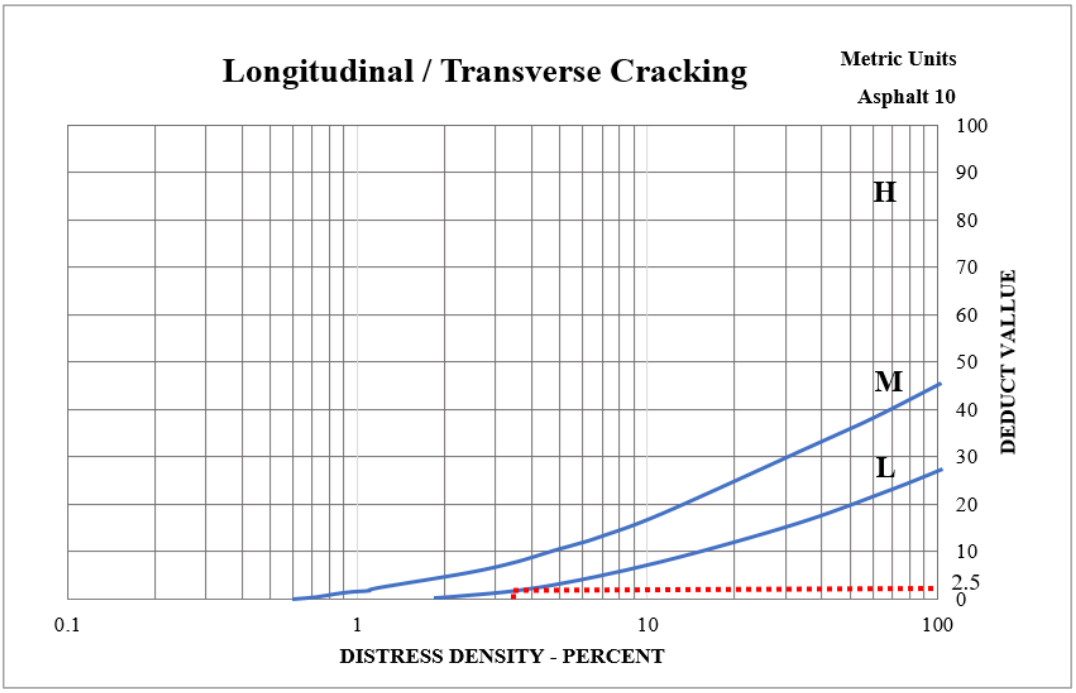
N°	COD	DAÑO	U
1	PC	Piel de cocodrilo	m2
2	EX	Exudación	m2
3	AG	Fisuras en bloque	m2
4	AB	Abultamientos y Hundimientos	m
5	CR	Corrugación	m2
6	DE	Depresión	m2
7	FB	Fisura de borde	m
8	FR	Fisura de reflexión de junta	m
9	DC	Desnivel carril / Berma	m
10	FL	Fisuras long. Y transversal	m
11	P	Parcheo	m2
12	AP	Pulimiento de agregados	m2
13	H	Huecos / Baches (cantidad)	mm
14	VF	Área no asfaltada / vía férrea	m2
15	A	Ahuellamiento	m2
16	D	Desplazamiento	m2
17	FP	Grieta parabóloca	m2
18	HI	Hinchamiento	m2
19	DA	Desprendimiento de agregados	m2

Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
H	Media	0.25					0.25	0.10	7.00

Presenta una profundidad de 20 cm.

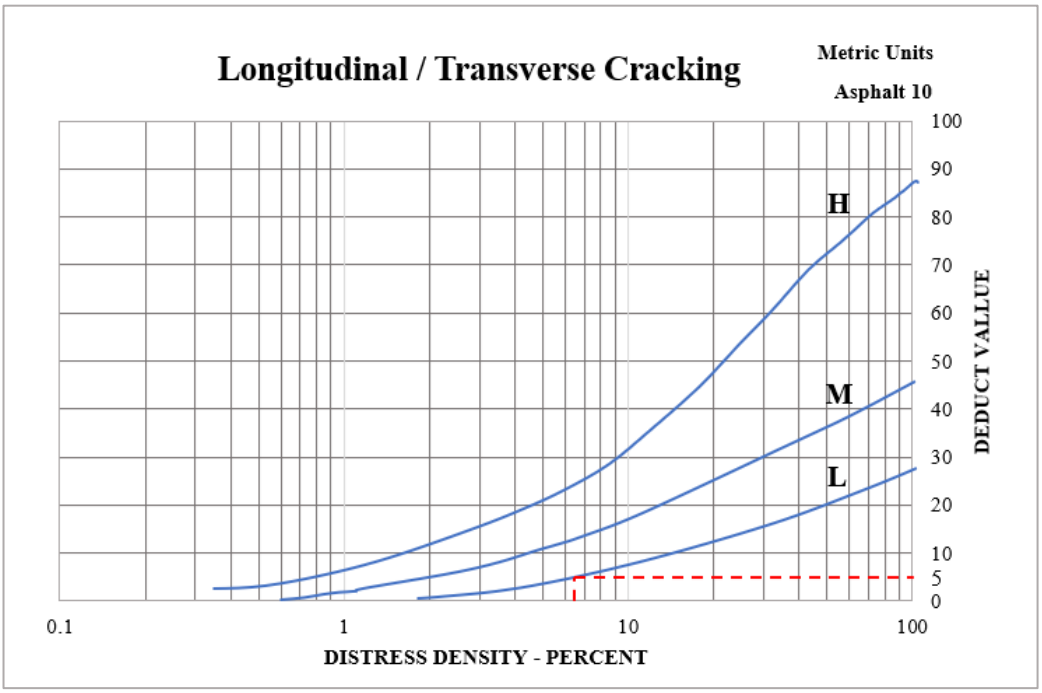
Fuente: Denisse Alejandra Álvarez Tapia

Anexo E – 10. Ábaco de fisura longitudinal y transversal para el daño 1 del tramo 1



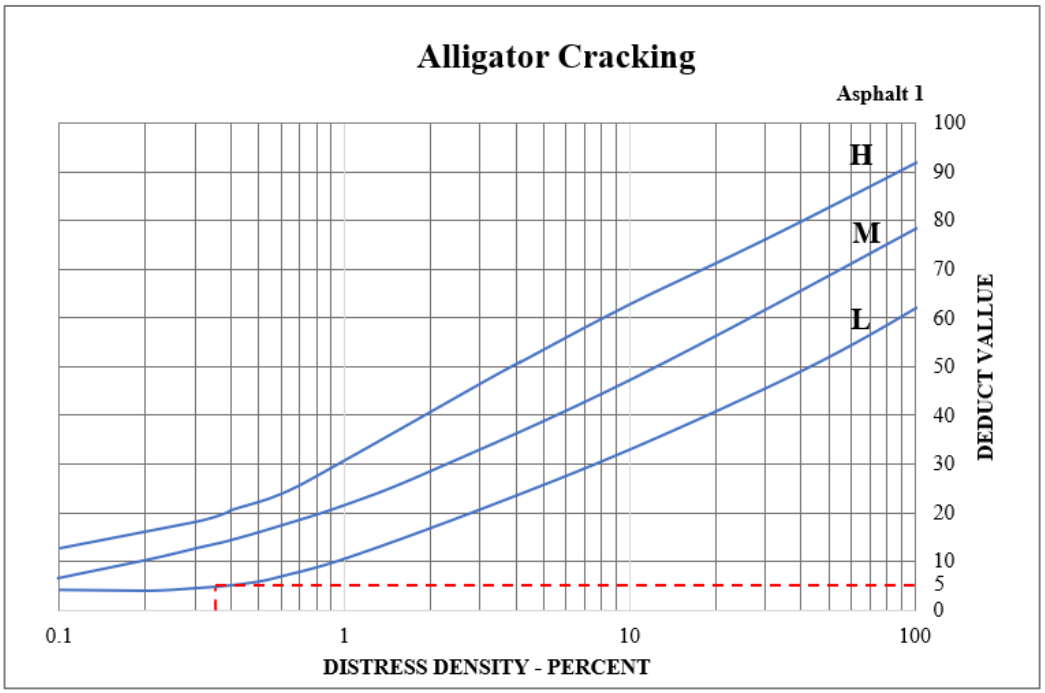
Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 11. Ábaco de fisura longitudinal y transversal para el daño 2 del tramo 1



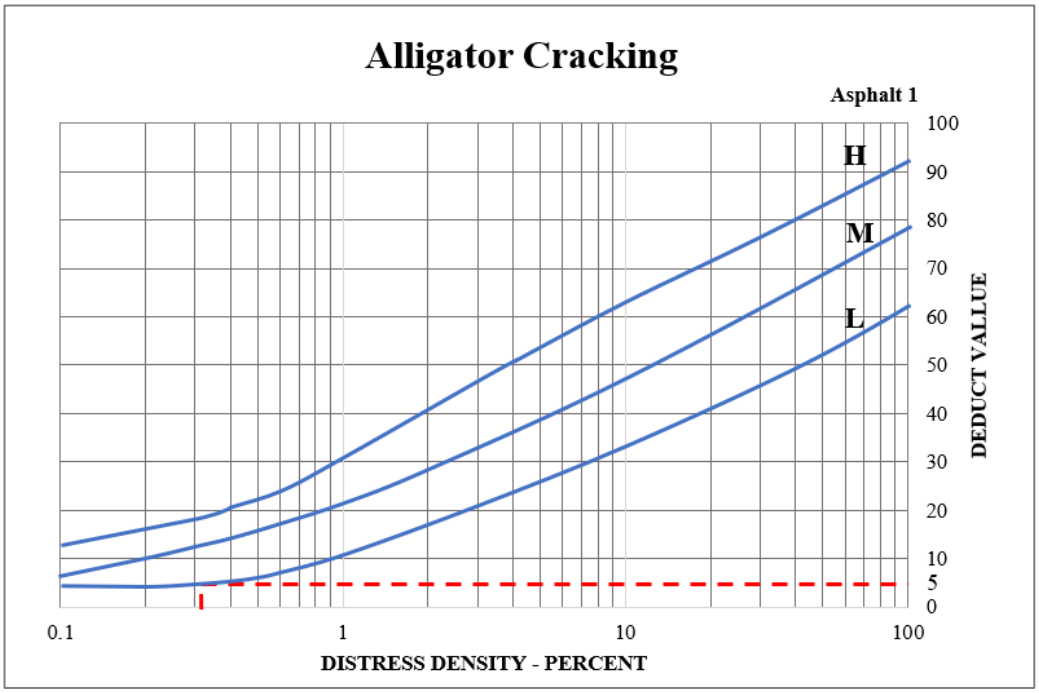
Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 12. Ábaco de piel de cocodrilo para el daño 3 del tramo 1



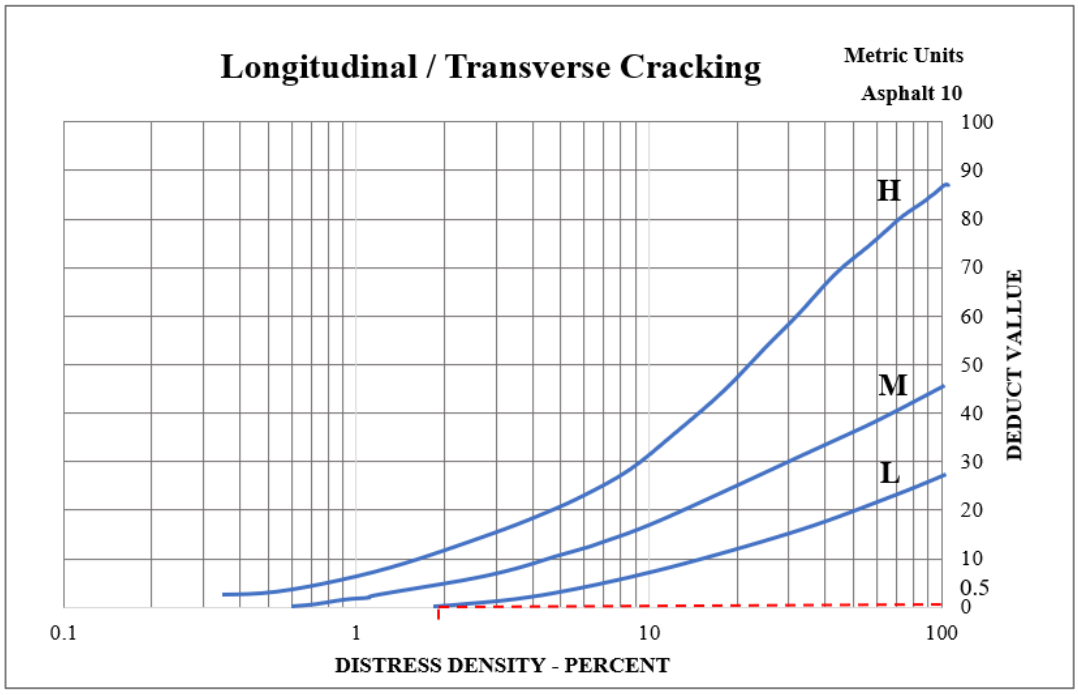
Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 13. Ábaco de piel de cocodrilo para el daño 4 del tramo 1



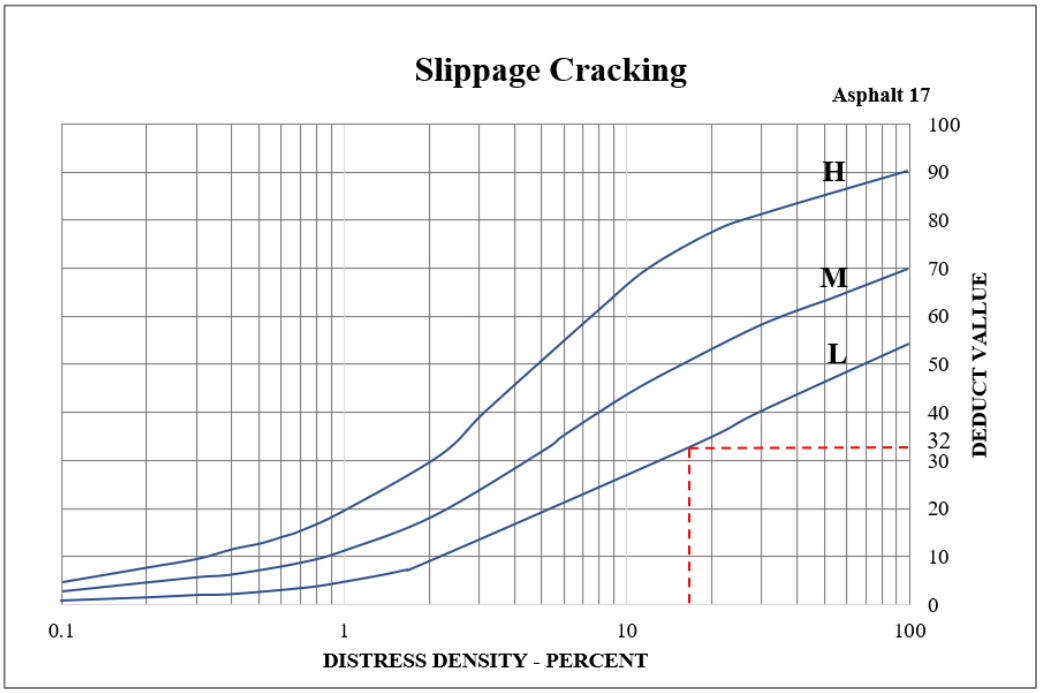
Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 14. Ábaco de fisura longitudinal y transversal para el daño 5 del tramo 1



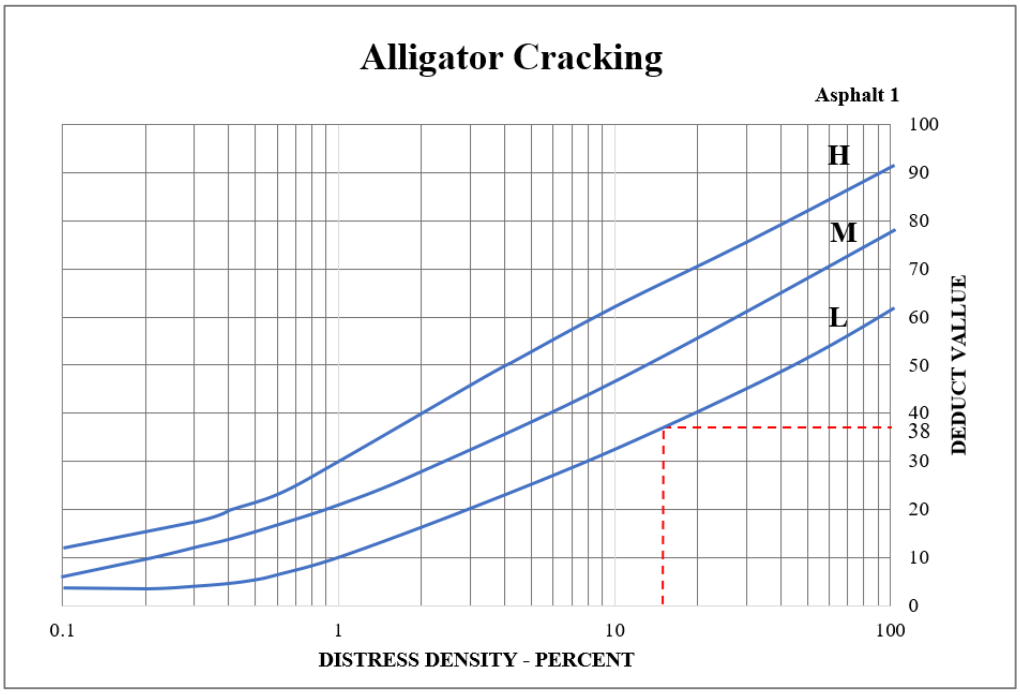
Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 15. Ábaco de grieta parabólica para el daño 6 del tramo 1



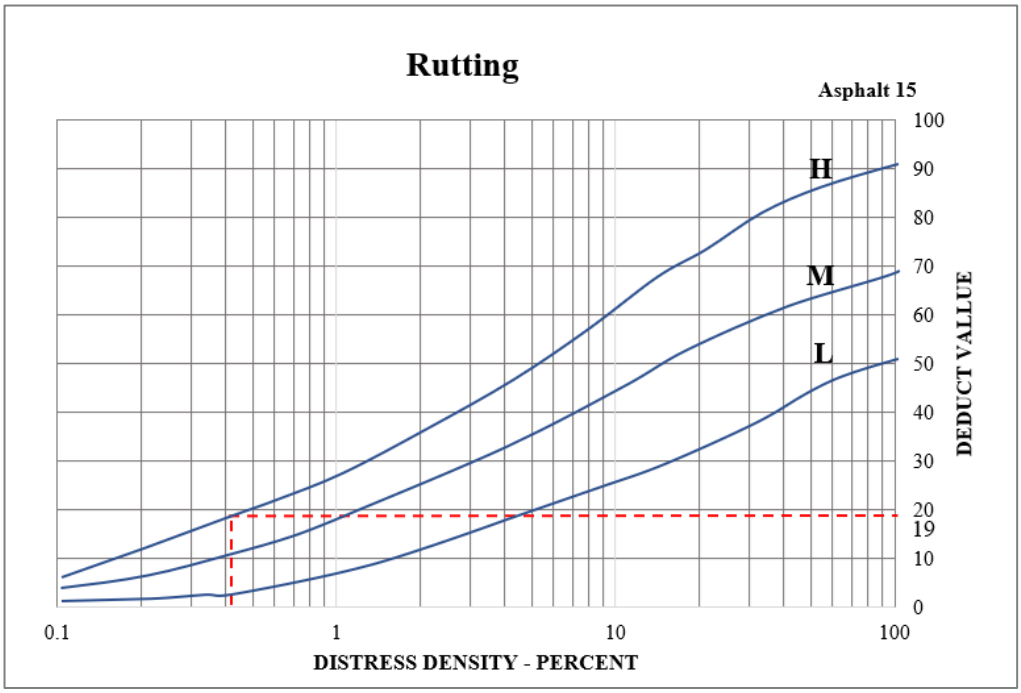
Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 16. Ábaco de piel de cocodrilo para el daño 7 del tramo 1



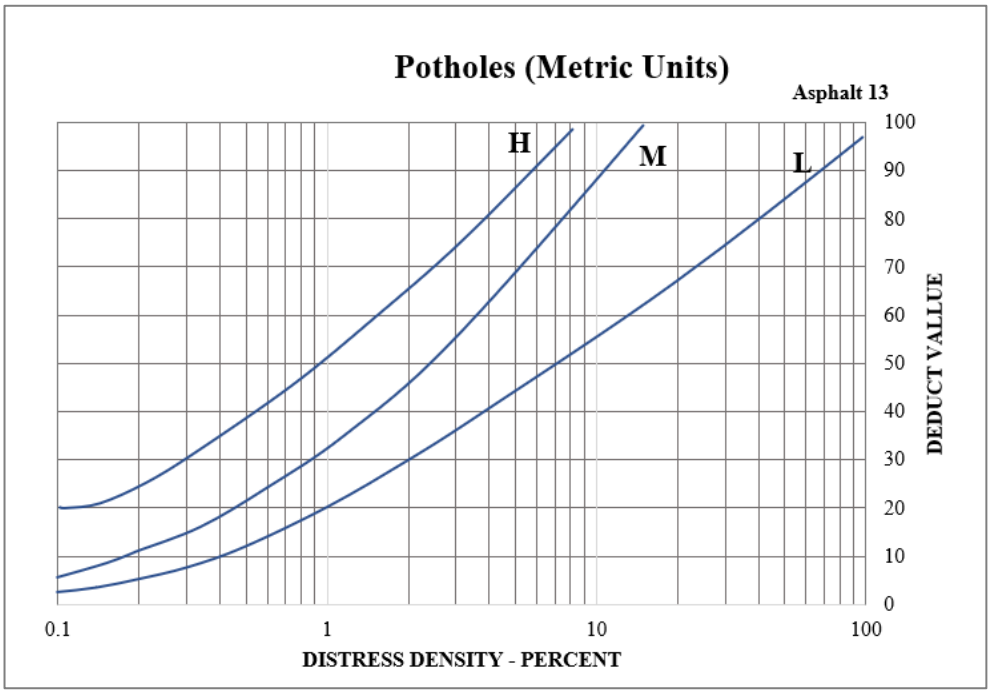
Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 17. Ábaco de ahuellamiento para el daño 1 del tramo 2



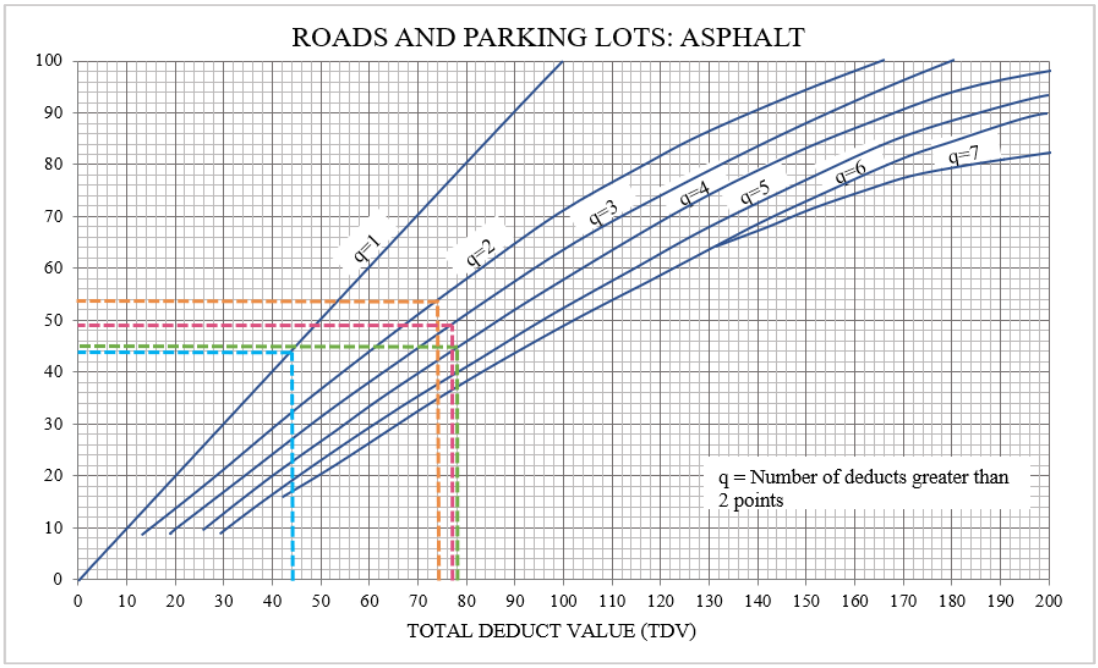
Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 18. Ábaco de huecos / baches para el daño 2 del tramo 2



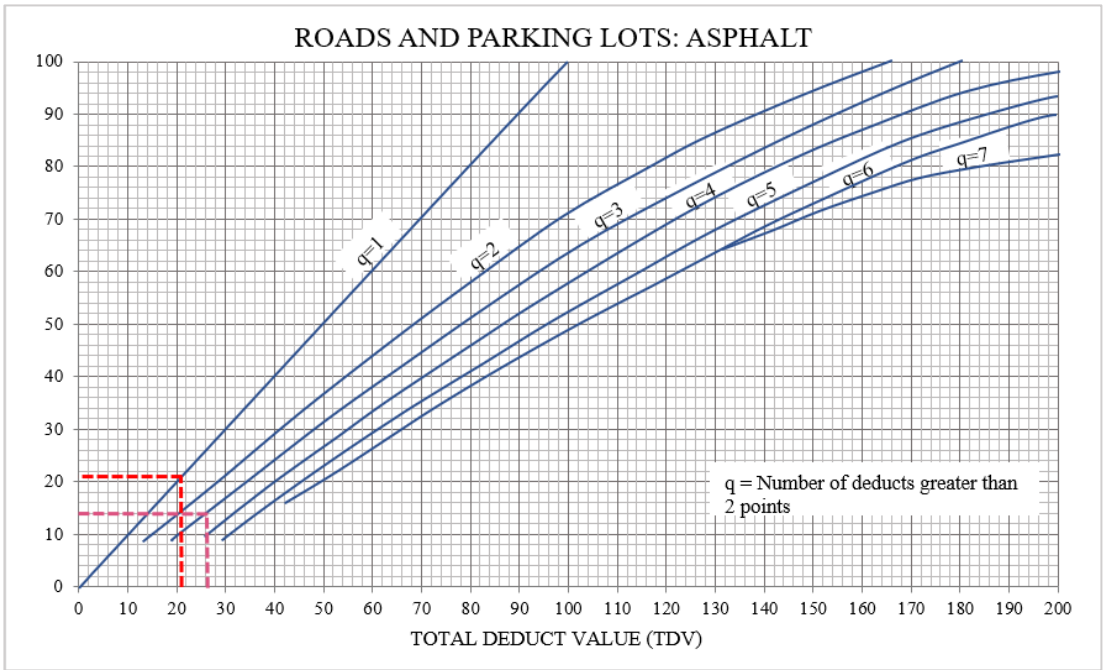
Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 19. Gráfico de iteraciones para PCI



Fuente: Paviment Condition Index

Anexo E – 20. Gráfico de iteraciones para PCI



Fuente: Paviment Condition Index

ANEXO F. ANEXO FOTOGRÁFICO

Anexo F – 1. Abscisado de la vía.



Anexo F – 2. Elaboración de calicatas y extracción de muestras.



Anexo F – 3. Toma del peso de las muestras.



Anexo F – 4. Muestras y recipientes para compactar.



Anexo F – 5. Compactación con próctor.



Anexo F – 6. Tamizado de las muestras.



Anexo F – 7. Tamizado de las muestras.



Anexo F – 8. Tamizado de las muestras.



Anexo F – 9. Ensayo en la copa Casagrande



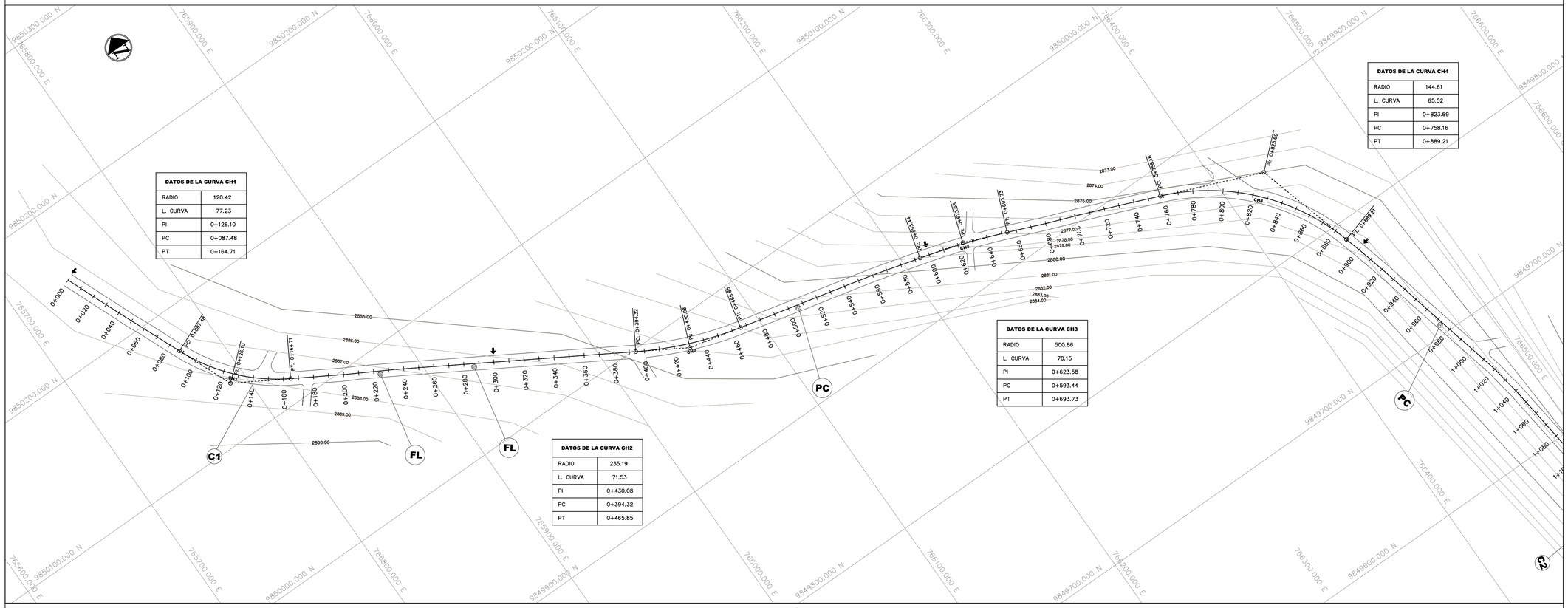
Anexo F – 10. Registro del daño de la vía.



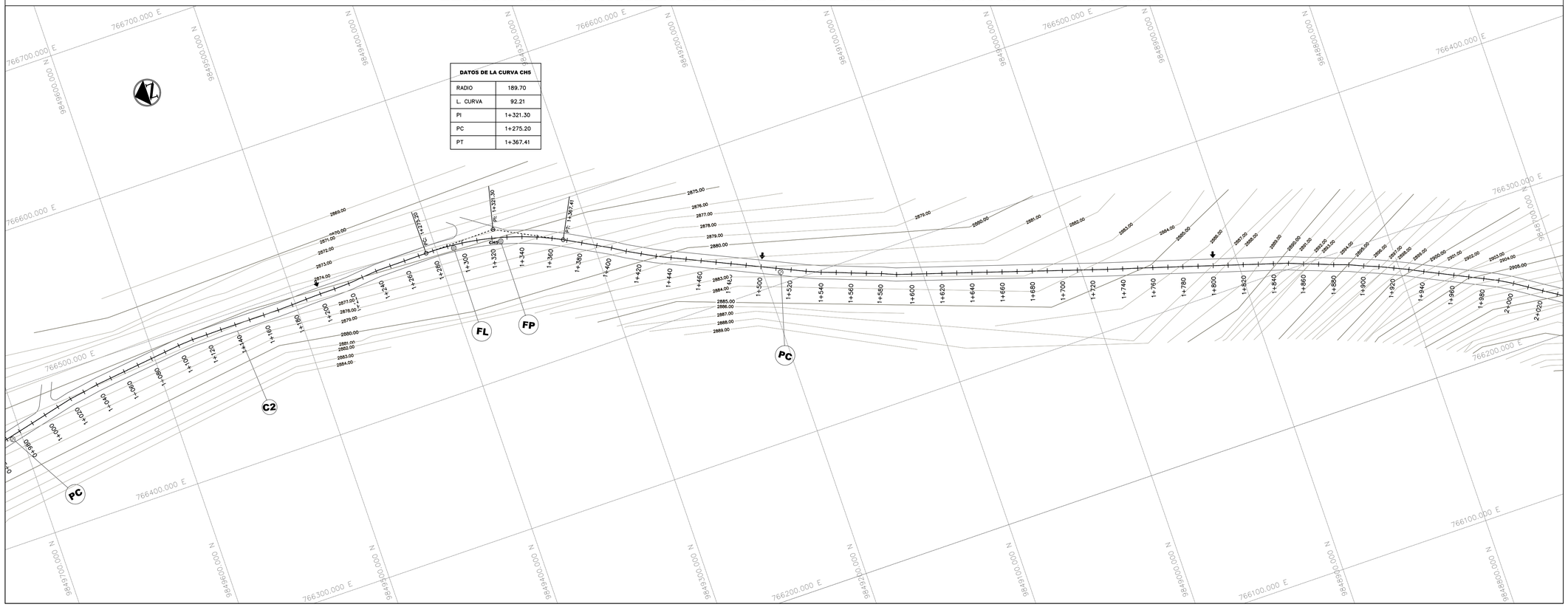
Anexo F – 11. Ensayo con la viga Benkelman.



LEVANTAMIENTO HORIZONTAL DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 0 + 000 A KM 1 + 000



LEVANTAMIENTO HORIZONTAL DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 1 + 000 A KM 2 + 000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA EXPERIMENTAL:

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CEVALLOS – MOCHA EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 4+960 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

UBICACIÓN

PROVINCIA	TUNGURAHUA
CANTÓN	CEVALLOS – MOCHA

CONTENIDO

DIBUJO EN PLANTA DE LA VÍA CEVALLOS – MOCHA.

ABSCISA INICIAL	KM 0+000.00
ABSCISA FINAL	KM 1+000.00
ABSCISA INICIAL	KM 1+000.00
ABSCISA FINAL	KM 2+000.00

NOMENCLATURA

FL	FALLA LONGITUDINAL / TRANSVERSAL
PC	PIEL DE COCODRILO
FP	GRIETA PARABÓLICA
A	AHUELLAMIENTO
H	HUECO / BACHE
PC	PUNTO DE INICIO DE CURVA
PI	PUNTO DONDE SE CORTAN LOS ALINEAMIENTOS
PT	PUNTO FINAL DE LA CURVA

SEÑALÉTICA

C	CALICATA
	RIEL DE TREN
	VÍA CON CUNETA
	ENSAYO VIGA BENKELMAN

LONGITUD DEL PROYECTO

5.00 Km

FECHA:

Febrero 2019

DIBUJADO POR:

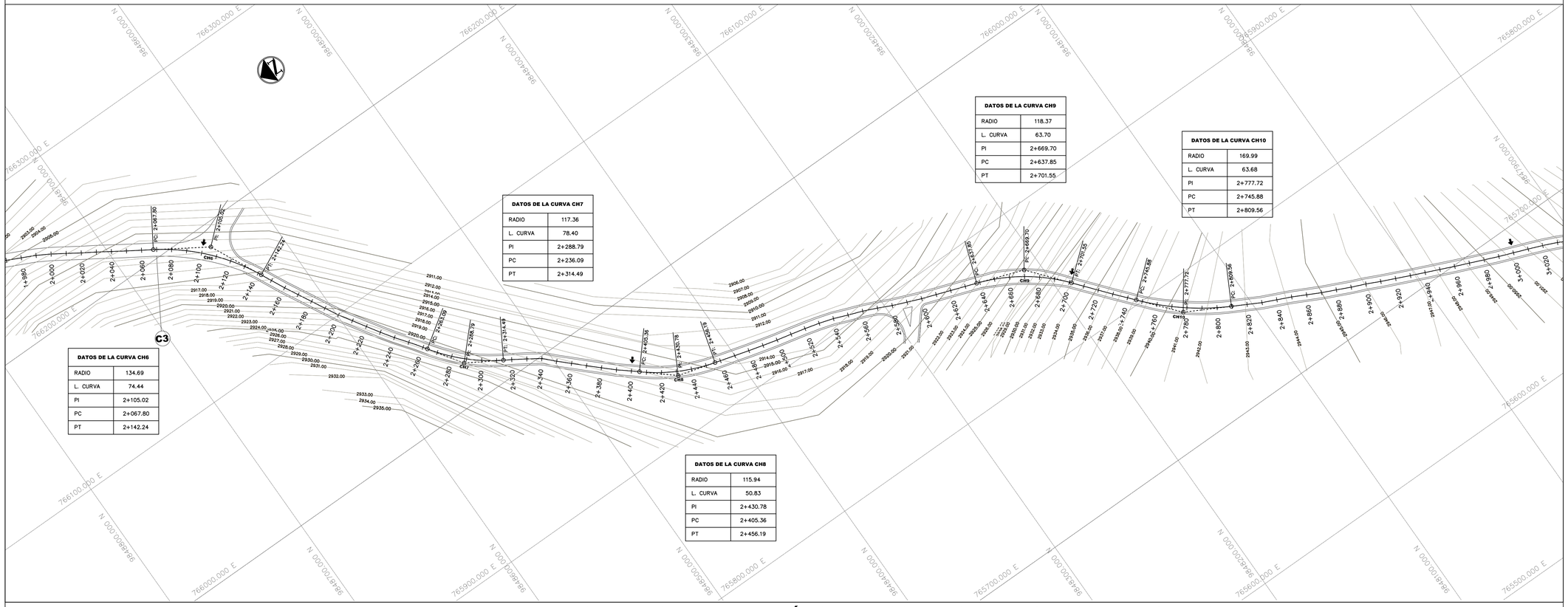
Denisse Alejandra Álvarez Tapia

REVISADO POR:

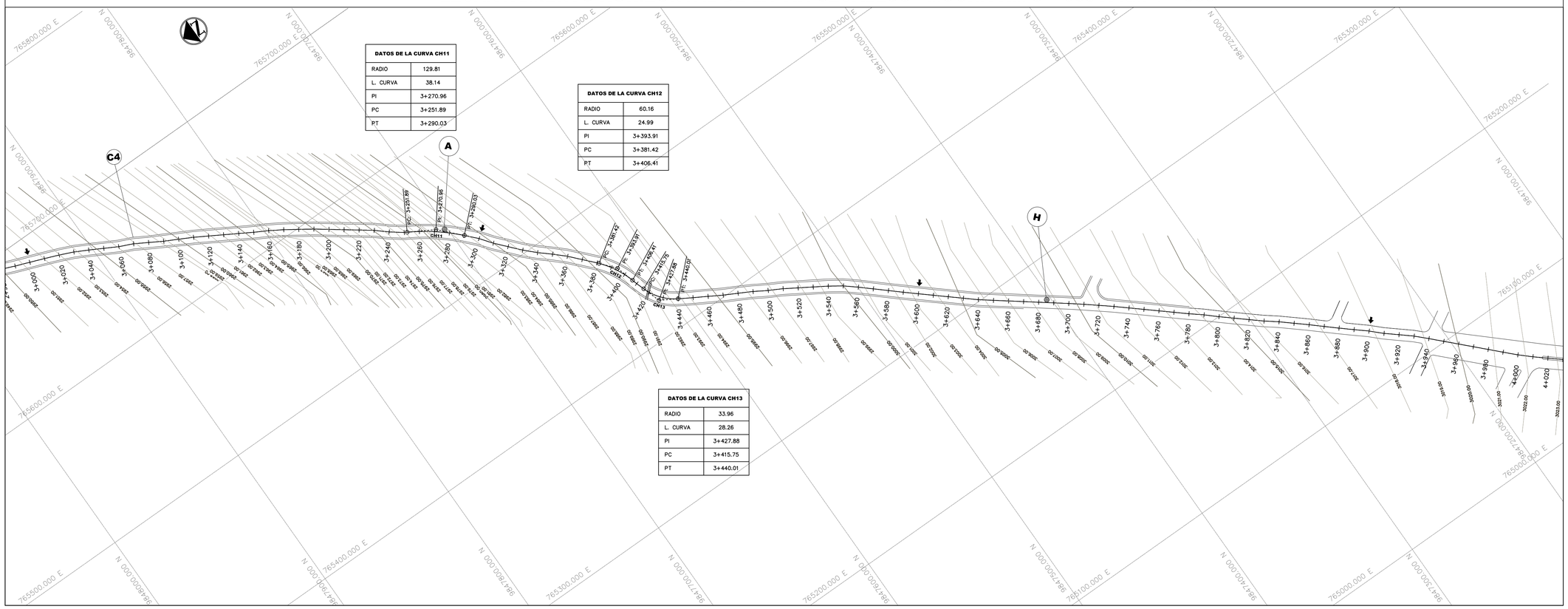
Ing. Mg. Milton Aldás Ph.D.

ESCALAS:	LÁMINA:
1 : 1500	1 de 3

LEVANTAMIENTO HORIZONTAL DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 2 + 000 A KM 3 + 000



LEVANTAMIENTO HORIZONTAL DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 3 + 000 A KM 4 + 000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA EXPERIMENTAL:

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CEVALLOS – MOCHA EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 4+960 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

UBICACIÓN

PROVINCIA	TUNGURAHUA
CANTÓN	CEVALLOS – MOCHA

CONTENIDO

DIBUJO EN PLANTA DE LA VÍA CEVALLOS – MOCHA.

ABSCISA INICIAL	KM 2+000.00
ABSCISA FINAL	KM 3+000.00
ABSCISA INICIAL	KM 3+000.00
ABSCISA FINAL	KM 4+000.00

NOMENCLATURA

FL	FALLA LONGITUDINAL / TRANSVERSAL
PC	PIEL DE COCODRILO
FP	GRIETA PARABÓLICA
A	AHUELLAMIENTO
H	HUECO / BACHE
PC	PUNTO DE INICIO DE CURVA
PI	PUNTO DONDE SE CORTAN LOS ALINEAMIENTOS
PT	PUNTO FINAL DE LA CURVA

SEÑALÉTICA

C	CALICATA
	RIEL DE TREN
	VÍA CON CUNETA
	ENSAYO VIGA BENKELMAN

LONGITUD DEL PROYECTO

5.00 Km

FECHA:

Febrero 2019

DIBUJADO POR:

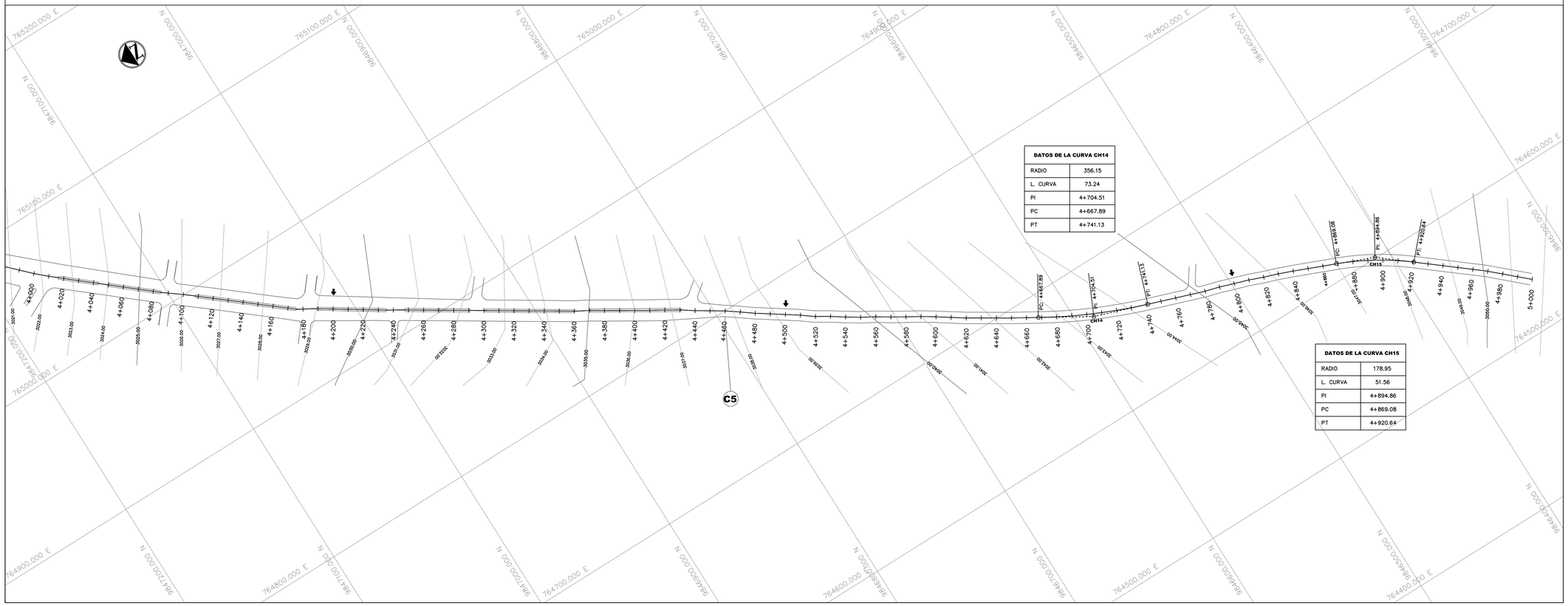
Denisse Alejandra Álvarez Tapia

REVISADO POR:

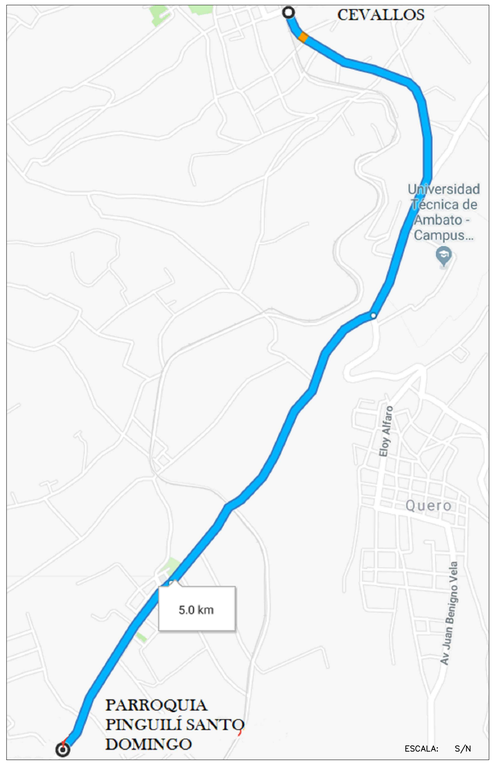
Ing. Mg. Milton Aldás Ph.D.

ESCALAS:	LÁMINA:
1 : 1500	2 de 3

LEVANTAMIENTO HORIZONTAL DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 4 + 000 A KM 5 + 000



CROQUIS DE LA VÍA CEVALLOS - MOCHA KM 0 + 000 A KM 5 + 000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA EXPERIMENTAL:

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA CEVALLOS – MOCHA EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 4+960 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

UBICACIÓN

PROVINCIA	TUNGURAHUA
CANTÓN	CEVALLOS – MOCHA

CONTENIDO

DIBUJO EN PLANTA DE LA VÍA CEVALLOS – MOCHA.

ABSCISA INICIAL	KM 4+000.00
ABSCISA FINAL	KM 5+000.00

NOMENCLATURA

FL	FALLA LONGITUDINAL / TRANSVERSAL
PC	PIEL DE COCODRILO
FP	GRIETA PARABÓLICA
A	AHUELLAMIENTO
H	HUECO / BACHE
PC	PUNTO DE INICIO DE CURVA
PI	PUNTO DONDE SE CORTAN LOS ALINEAMIENTOS
PT	PUNTO FINAL DE LA CURVA

SEÑALÉTICA

C	CALICATA
	RIEL DE TREN
	VÍA CON CUNETA
	ENSAYO VIGA BENKELMAN

LONGITUD DEL PROYECTO

5.00 Km

FECHA:

Febrero 2019

DIBUJADO POR:

Denisse Alejandra Álvarez Tapia

REVISADO POR:

Ing. Mg. Milton Aldás Ph.D.

ESCALAS:	LÁMINA:
1 : 1500	3 de 3