

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO-
PATATE EN EL TRAMO Km 4+170 – Km 8+260 DE LA PROVINCIA DE
TUNGURAHUA”**

AUTOR: Carlos Andrés Santamaría Chicaiza

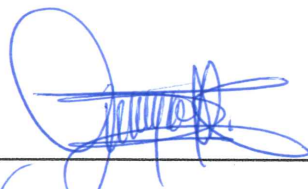
TUTOR: Ing. Mg. Dilón Moya

AMBATO – ECUADOR 2019

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Mg. Dilón Moya en calidad de tutor, certifico que el presente trabajo experimental realizado por el Sr. Carlos Andrés Santamaría Chicaiza de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil se desarrolló bajo mi tutoría, siendo un trabajo personal e inédito, desarrollado bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO-PATATE EN EL TRAMO Km 4+170 – Km 8+260 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, el cual reúne todos los requisitos para ser sometido a evaluación y que se ha concluido de manera satisfactoria.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



Ing. Mg. Dilón Moya
TUTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, Carlos Andrés Santamaría Chicaiza, declaro que los criterios emitidos en el trabajo experimental estructurado de manera independiente bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO-PATATE EN EL TRAMO Km 4+170 – Km 8+260 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, fue realizado responsablemente bajo mi estricta autoría.

Ambato, julio del 2019



Egdo. Carlos Andrés Santamaría Chicaiza

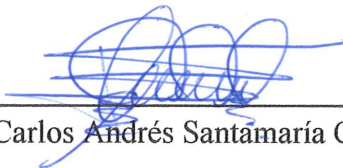
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas estipuladas por la institución.

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

Ambato, julio del 2019



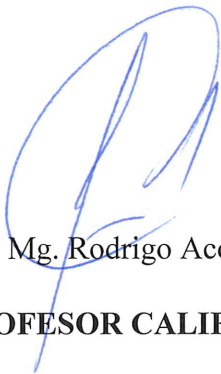
Egdo. Carlos Andrés Santamaría Chicaiza

AUTOR

APROBACIÓN DE PROFESORES CALIFICADORES

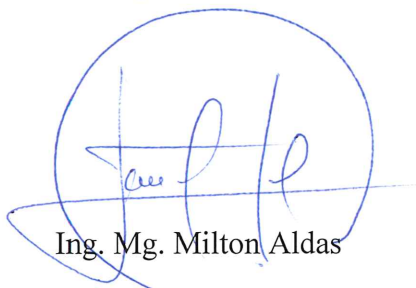
Los miembros del tribunal examinador aprueban el proyecto de investigación, bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO-PATATE EN EL TRAMO Km 4+170 – Km 8+260 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, del Sr. Carlos Andrés Santamaría Chicaiza, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el centro de estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, julio del 2019



Ing. Mg. Rodrigo Acosta

PROFESOR CALIFICADOR



Ing. Mg. Milton Aldas

PROFESOR CALIFICADOR



DEDICATORIA

El presente trabajo experimental realizado se lo dedicó primeramente a Dios, por darme la sabiduría y fortaleza para alcanzar una meta más en mi vida. A mis padres Fabián y Tereza, por ser el pilar fundamental y haberme apoyado en todo momento, hermanos John, Jenny y a mi esposa Aracely que siempre estuvieron pendientes de mí, demostrándome su cariño y brindándome su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por protegerme durante todo el transcurso de esta etapa de mi vida, dándome fuerza para superar los momentos difíciles. A mis padres que con su apoyo, ejemplo y consejos me han demostrado que cada sacrificio tiene su recompensa. Agradezco a cada uno de los docentes que me impartieron sus conocimientos y me ayudaron a crecer profesionalmente en especial al Ing. Mg. Dilón Moya por haberme brindado su tiempo y conocimiento, además de ser un guía fundamental para la culminación del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PÁGINAS PRELIMINARES	
CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DE PROFESORES CALIFICADORES	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
CONTENIDO PÁGINAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
CONTENIDO PÁGINAS	XV
RESUMEN EJECUTIVO	XX
ABSTRACT	XXI
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES	1
1.1. Tema de trabajo experimental.....	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II.....	7
2.1. Fundamentación Teórica.....	7
2.1.1. Funciones de un pavimento:	7

2.1.2.	Tipos de Pavimentos:.....	7
2.1.3.	Estructura del pavimento:	8
2.1.4.	Ciclo de vida de Pavimentos.....	9
2.1.5.	Tránsito.....	11
2.1.6.	Volumen de tránsito.	12
2.1.7.	Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR).....	12
2.1.8.	Índice de condición del pavimento (PCI).	13
2.1.8.1.	Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.....	15
2.1.9.	Fallas, niveles de severidad y unidad de medida	18
2.1.10.	Índice de serviciabilidad (PSI).....	45
2.1.11.	La viga Benkelman.....	46
2.2.	Hipótesis	48
2.3.	Señalamiento de las Variables de la Hipótesis.....	48
2.3.1.	Variable Independiente.....	48
2.3.2.	Variable Dependiente	48
CAPITULO III		49
METODOLOGÍA.....		49
3.1.	Nivel o tipo de Investigación	49
3.1.1.	Investigación Exploratoria:	49
3.1.2.	Investigación de Laboratorio:	49
3.1.3.	Investigación Descriptiva.....	49
3.2.	Población y muestra.....	50
3.2.1	Población.....	50
3.2.2	Muestra	50
3.3.	Operacionalización de variables.....	50
3.3.1.	Variable Independiente	50

3.3.2. Variable Dependiente	51
3.4. Recolección de Información	52
3.5. Procesamiento y análisis	53
3.5.1. Plan de Procesamiento de Información	53
3.5.2. Plan de Análisis de la Información.....	53
CAPÍTULO IV	54
ANALISIS E INTERPRESTACIÓN DE RESULTADOS	54
4.1. Recolección de datos.....	54
4.1.2. Información recolectada en el tramo de estudio.	55
4.1.2.1. Levantamiento planimétrico de la vía.	55
4.1.2.3 Conteo vehicular.	56
4.1.2.4. Análisis visual de las fallas del pavimento método del PCI.	59
4.1.2.4.1 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.	59
4.1.2.4.2 Unidades de muestreo.....	60
4.1.2.4.3 Procedimiento de exploración visual del pavimento.....	63
4.1.2.5 Medición de las deflexiones del pavimento.....	65
4.1.2.6 Características de la vía.	67
4.2. Análisis de resultados.....	69
4.2.1. Conteo Vehicular.	69
4.2.2. Resultado de los ensayos de suelos.	75
4.2.2.1 Proctor modificado tipo D	75
4.2.2.2 Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)	83
4.2.3. Análisis de los datos del PCI.	98
2.2.4. Ensayo viga Benkelman.	104
4.3. Verificación de la Hipótesis.....	112

CAPÍTULO V	113
5. Conclusiones y Recomendaciones:	113
5.1 Conclusiones.....	113
5.2. Recomendaciones.....	114
Bibliografía	115
Anexos:	117

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINAS
Tabla 1. Rangos de Calificación del PCI	14
Tabla 2. Intervención en base al rango de PCI.....	15
Tabla 3. Longitud de unidades de muestreo asfálticas.....	16
Tabla 4. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica	18
Tabla 5. Niveles de severidad para baches de diámetro menor a 750 mm	38
Tabla 6. Calificación del Índice de Serviciabilidad	46
Tabla 7. Operacionalización de la Variable Independiente.....	50
Tabla 8. Operacionalización de la Variable Dependiente	52
Tabla 9. Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información	52
Tabla 10. Formato para el registro de vehículos.....	57
Tabla 11 Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica	59
Tabla 12. Longitud de unidades de muestreo asfáltica	60
Tabla 13. Número de muestras evaluadas	63
Tabla 14. Deflexiones del tramo estudiado	67
Tabla 15. Formato de características de la vía.....	68
Tabla 16. Número total de vehículos en ambos sentidos	69
Tabla 17. Tráfico de la hora pico	70
Tabla 18. TPDA actual calculado.	72
Tabla 19. Tasa de crecimiento anual del tráfico (%)	72
Tabla 20. Cálculo del TPDA actual	73

Tabla 21. TPDA total actual.....	73
Tabla 22. Cálculo de tráfico futuro.....	74
Tabla 23. Cuadro de resumen de los parámetros de compactación de la subrasante	78
Tabla 24. Cuadro de resumen de los parámetros de compactación de la sub-base. ..	80
Tabla 25. Cuadro de resumen de los parámetros de compactación de la base.	83
Tabla 26. Clasificación general Cbr subrasante	88
Tabla 27. Clasificación general del CBR% Sub-Base	92
Tabla 28. Clasificación general CBR% base.....	97
Tabla 29. Fallas de pavimentos asfálticos	98
Tabla 30. Cuadro de resumen del PCI	99
Tabla 31. Valores Deducidos de la unidad.....	100
Tabla 32. Cuadro de Iteraciones	101
Tabla 33. Valores máximos deducidos (CDV).....	102
Tabla 34. Cuadro de resumen del PCI	103
Tabla 35. Deflexiones obtenidas.....	104
Tabla 36. Factores de corrección por estabilidad	106
Tabla 37. Factores corregidos por estabilidad y temperatura.....	106
Tabla 38. Factores de daño por tipo de vehículo	108
Tabla 39. Ejes equivalentes	108
Tabla 40. Resumen de las deflexiones y radio de curvatura calculados	109
Tabla 41. Análisis de la calidad de la subrasante	110
Tabla 42. Análisis de la calidad de la estructural	111

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINAS
Figura 1. Sección típica de un pavimento.	9
Figura 2. Ciclo de vida de un pavimento.	11
Figura 3. Piel de cocodrilo de nivel de severidad bajo	19
Figura 4. Piel de cocodrilo de nivel de severidad medio	20
Figura 5. Piel de cocodrilo de nivel de severidad alto	20
Figura 6. Exudación de nivel de severidad bajo.....	21
Figura 7. Exudación de nivel de severidad medio	22

Figura 8. Exudación de nivel de severidad alto.....	22
Figura 9. Exudación de nivel de severidad bajo.....	23
Figura 10. Exudación de nivel de severidad media.....	23
Figura 11. Exudación de nivel de severidad alta.....	24
Figura 12. Abultamientos y hundimientos de nivel de severidad baja.....	25
Figura 13. Abultamientos y hundimientos de nivel de severidad media.....	25
Figura 14. Abultamientos y hundimientos de nivel de severidad alta.....	26
Figura 15. Corrugación de nivel de severidad baja.....	27
Figura 16. Corrugación de nivel de severidad media.....	27
Figura 17. Corrugación de nivel de severidad alta.....	28
Figura 18. Depresión de nivel de severidad baja.....	28
Figura 19. Depresión de nivel de severidad media.....	29
Figura 20. Depresión de nivel de severidad media.....	29
Figura 21. Fisuras de borde de nivel de severidad baja.....	30
Figura 22. Fisuras de borde de nivel de severidad media.....	30
Figura 23. Fisuras de borde de nivel de severidad alto.....	31
Figura 24. Desnivel carril-berma de nivel de severidad bajo.....	31
Figura 25. Desnivel carril-berma de nivel de severidad medio.....	32
Figura 26. Desnivel carril-berma de nivel de severidad alto.....	32
Figura 27. Fisuras longitudinales y transversales de nivel de severidad bajo.....	33
Figura 28. Fisuras longitudinales y transversales de nivel de severidad medio.....	34
Figura 29. Fisuras longitudinales y transversales de nivel de severidad alta.....	34
Figura 30. Parches y parches de cortes unitarios de nivel de severidad baja.....	35
Figura 31. Parches y parches de cortes unitarios de nivel de severidad media.....	36
Figura 32. Parches y parches de cortes unitarios de nivel de severidad alta.....	36
Figura 33. Agregado pulido.....	37
Figura 34. Baches.....	38
Figura 35. Ahuellamiento de nivel de severidad bajo.....	39
Figura 36. Ahuellamiento de nivel de severidad medio.....	39
Figura 37. Ahuellamiento de nivel de severidad alto.....	40
Figura 38. Desplazamiento de nivel de severidad baja.....	40
Figura 39. Desplazamiento de nivel de severidad media.....	41
Figura 40. Desplazamiento de nivel de severidad alta.....	41

Figura 41. Fisura parabólica o por deslizamiento de nivel de severidad baja.....	42
Figura 42. Fisura parabólica o por deslizamiento de nivel de severidad media.....	42
Figura 43. Fisura parabólica o por deslizamiento de nivel de severidad alta	43
Figura 44. Hinchamiento de nivel de severidad alta.....	44
Figura 45. Hinchamiento de nivel de severidad media.....	44
Figura 46. Hinchamiento de nivel de severidad alta.....	45
Figura 47. Esquema y principio de operación de la viga Benkelman.....	48
Figura 48. Tramo II El Obraje-Patate	54
Figura 49. Levantamiento planimétrico de la vía con RTK-10.....	55
Figura 50. Estación de conteo vehicular	56
Figura 51. Ensayo viga Benkelman	66
Figura 52. Porcentaje de la trigésima hora.....	71
Figura 53. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....	75
Figura 54. Parámetros de compactación subrasante Abscisa 1+400.	76
Figura 55. Parámetros de compactación subrasante Abscisa 2+100.	76
Figura 56. Parámetros de compactación subrasante Abscisa 3+160.	77
Figura 57. Parámetros de compactación subrasante Abscisa 3+640.	77
Figura 58. Parámetros de compactación sub-base Abscisa 1+400.....	78
Figura 59. Parámetros de compactación sub-base Abscisa 2+100.....	79
Figura 60. Parámetros de compactación sub-base Abscisa 3+160.....	79
Figura 61. Parámetros de compactación sub-base Abscisa 3+640.....	80
Figura 62. Parámetros de compactación base Abscisa 1+140.	81
Figura 63. Parámetros de compactación base Abscisa 2+100.	81
Figura 64. Parámetros de compactación base Abscisa 3+160.	82
Figura 65. Parámetros de compactación base Abscisa 3+640.	82
Figura 66. Presión vs Penetración de la Abscisa 1+400	83
Figura 67. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 1+400	84
Figura 68. Presión vs Penetración de la Abscisa 2+100	84
Figura 69. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 2+100	85
Figura 70. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+160	85
Figura 71. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+160	86
Figura 72. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+640	86
Figura 73. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+640	87

Figura 74. Clasificación general del CBR %	87
Figura 75. Presión vs Penetración de la Abscisa 1+400	88
Figura 76. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 1+400	89
Figura 77. Presión vs Penetración de la Abscisa 2+100	89
Figura 78. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 2+100	90
Figura 79. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+160	90
Figura 80. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+160	91
Figura 81. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+640	91
Figura 82. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+640	92
Figura 83. Presión vs Penetración de la Abscisa 1+400	93
Figura 84. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 1+400	93
Figura 85. Presión vs Penetración de la Abscisa 2+100	94
Figura 86. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 2+100	94
Figura 87. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+160	95
Figura 88. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+160	95
Figura 89. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+640	96
Figura 90. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+640	96
Figura 91. Curvas para el cálculo del CDV (máximo valor deducido)	101
Figura 92. Deflectograma.....	110

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO

ANEXO A- 1: Conteo vehicular del lunes 04 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-Patate, en el tramo El Obraje-Patate.	118
ANEXO A- 2: Conteo vehicular del martes 05 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-Patate, en el tramo El Obraje-Patate.	119
ANEXO A- 3: Conteo vehicular del miércoles 06 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-Patate, en el tramo El Obraje-Patate.	120
ANEXO A- 4: Conteo vehicular del jueves 07 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-Patate, en el tramo El Obraje-Patate.	121
ANEXO A- 5: Conteo vehicular del viernes 08 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-Patate, en el tramo El Obraje-Patate.	122

ANEXO A- 6: Conteo vehicular del domingo 10 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-Patate, en el tramo El Obraje-Patate.	123
ANEXO B- 1: Abscisado de la vía Pelileo-Patate en el tramo II, El Obraje-Patate.	125
ANEXO C- 1: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante de la abscisa 1+400 del tramo II.	130
ANEXO C- 2: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subbase de la abscisa 1+400 del tramo II.	131
ANEXO C- 4: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la base de la abscisa 1+400 del tramo II.	132
ANEXO C- 5: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante de la abscisa 2+100 del tramo II.	133
ANEXO C- 6: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subbase de la abscisa 2+100 del tramo II.	134
ANEXO C- 7: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la base de la abscisa 2+100 del tramo II.	135
ANEXO C- 8: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante de la abscisa 3+160 del tramo II.	136
ANEXO C- 9: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subbase de la abscisa 3+160 del tramo II.	137
ANEXO C- 10: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la base de la abscisa 3+160 del tramo II.	138
ANEXO C- 11: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante de la abscisa 3+640 del tramo II.	139
ANEXO C- 12: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subbase de la abscisa 3+640 del tramo II.	140
ANEXO C- 13: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la base de la abscisa 3+640 del tramo II.	141
ANEXO C- 14: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la subrasante de la abscisa 1+400 del tramo II.	142
ANEXO C- 15: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante	

del suelo (CBR) de la sub-base de la abscisa 1+400 del tramo II.	143
ANEXO C- 16: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la base de la abscisa 1+400 del tramo II.	144
ANEXO C- 17: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la subrasante de la abscisa 2+100 del tramo II.	145
ANEXO C- 18: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la sub-base de la abscisa 2+100 del tramo II.	146
ANEXO C- 19: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la base de la abscisa 2+100 del tramo II.	147
ANEXO C- 20: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la subrasante de la abscisa 3+160 del tramo II.	148
ANEXO C- 21: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la sub-base de la abscisa 3+160 del tramo II.	149
ANEXO C- 22: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la base de la abscisa 3+160 del tramo II.	150
ANEXO C- 23: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la subrasante de la abscisa 3+640 del tramo II.	151
ANEXO C- 24: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la sub-base de la abscisa 3+640 del tramo II.	152
ANEXO C- 25: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la base de la abscisa 3+640 del tramo II.	153
ANEXO C- 26: Ensayo de carga vs Penetración de la subrasante de la abscisa 1+400 del tramo II.	154
ANEXO C- 27: Ensayo de carga vs Penetración de la sub-base de la abscisa 1+400 del tramo II.	155
ANEXO C- 28: Ensayo de carga vs Penetración de la base de la abscisa 1+400 del tramo II.	156
ANEXO C- 29: Ensayo de carga vs Penetración de la subrasante de la abscisa 2+100 del tramo II.	157
ANEXO C- 30: Ensayo de carga vs Penetración de la sub-base de la abscisa 2+100 del tramo II.	158
ANEXO C- 31: Ensayo de carga vs Penetración de la base de la abscisa 2+100 del tramo II.	159

ANEXO C- 32: Ensayo de carga vs Penetración de la subrasante de la abscisa 3+160 del tramo II.	160
ANEXO C- 33: Ensayo de carga vs Penetración de la sub-base de la abscisa 3+160 del tramo II.	161
ANEXO C- 34: Ensayo de carga vs Penetración de la base de la abscisa 3+160 del tramo II.	162
ANEXO C- 35: Ensayo de carga vs Penetración de la subrasante de la abscisa 3+640 del tramo II.	163
ANEXO C- 36: Ensayo de carga vs Penetración de la sub-base de la abscisa 3+640 del tramo II.	164
ANEXO C- 37: Ensayo de carga vs Penetración de la base de la abscisa 3+640 del tramo II.	165
ANEXO D- 1: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 15:	167
ANEXO D- 2: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 26:	168
ANEXO D- 3: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 37:	169
ANEXO D- 4: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 48:	170
ANEXO D- 5: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 59:	171
ANEXO D- 6: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 70:	172
ANEXO D- 7: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 81:	173
ANEXO D- 8: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 92:	174
ANEXO D- 9: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 103:	175
ANEXO D- 10: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 114:	176
ANEXO D- 11: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 125:	177
ANEXO D- 12: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 125:	178
ANEXO D- 13: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 147:	179
ANEXO D- 14: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 157:	180
ANEXO D- 15: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 4:	181
ANEXO D- 16: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 15:	182
ANEXO D- 17: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 26:	182
ANEXO D- 18: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 37:	183
ANEXO D- 19: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 48:	184
ANEXO D- 20: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 59:	184
ANEXO D- 21: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 70:	185

ANEXO D- 22:	Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 81:.....	186
ANEXO D- 23:	Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 92:.....	186
ANEXO D- 24:	Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 103:...	187
ANEXO D- 25:	Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 114:...	188

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO-PATATE EN EL TRAMO Km 4+170 – Km 8+260 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

El presente trabajo experimental tiene como propósito implementar un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo-Patate en el tramo Km 4+170 hasta el Km 8+260 de la provincia de Tungurahua, con el motivo de obtener datos reales del estado actual de la vía en estudio.

Inicialmente se realizó un levantamiento georeferenciado con un equipo de precisión (RTK-10), en donde se detalla ancho de calzada, cunetas, pasos de agua y secciones de la vía actual.

Para determinar la cantidad de tránsito vehicular se realizó un conteo manual de cada tipo de vehículos, durante una semana (12 horas seguidas de lunes a domingo) para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

Se realizó un análisis del suelo mediante calicatas a cada kilómetro para poder realizar los ensayos del suelo alterado en laboratorio como granulometría, compactación y el ensayo índice de soporte California (CBR).

Posteriormente se realizó la evaluación del Índice de Condición de Pavimento (PCI) donde identificamos la cantidad y severidad de fallas localizadas en la capa de rodadura.

Finalmente se elaboró el ensayo con la viga Benkelman para determinar la deflectometría del pavimento, además se realizaron tablas, gráficas y planos que permitieron un análisis detallado de los resultados.

ABSTRACT

TOPIC:” IMPLEMENTATION OF THE PROCESS OF CONSERVATION OF THE STRUCTURE OF THE ROAD LAYER OF THE PELILEO-PATATE ROAD IN THE SECTION Km 4 + 170 - Km 8 + 260 OF THE PROVINCE OF TUNGURAHUA”

The present experimental work has as purpose to implement a process of conservation of the structure of the rolling layer of the Pelileo-Patate road in the section Km 4 + 170 to the Km 8 + 260 of the province of Tungurahua, with the purpose of obtaining real data of the current state of the road under study.

Initially, a georeferenced survey with precision equipment (RTK-10) was carried out, detailing the width of the road, ditches, water passages and sections of the current road.

To determine the amount of vehicular traffic, a manual count of each type of vehicle was carried out, for a week (12 consecutive hours from Monday to Sunday) to obtain the Annual Average Daily Traffic (ADPT).

An analysis of the soil was carried out using test pits at each kilometer in order to carry out the tests of the altered soil in the laboratory, such as granulometry, compaction and the California support index test (CBR).

Subsequently the evaluation of the Pavement Condition Index (PCI) was performed, where we identified the quantity and severity of faults located in the road surface.

Finally, the test with the Benkelman beam was developed to determine the pavement deflectometry, tables, graphs and plans were also made that allowed a detailed analysis of the results.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. Tema de trabajo experimental

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO-PATATE EN EL TRAMO KM 4+170 – KM 8+260 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

1.2. Antecedentes

La historia de las modernas técnicas de construcción de caminos y puentes tiene sus inicios alrededor de 1850, con Tressaguet en Francia y John Metcalfe en el Reino Unido, quienes desarrollaron un método de construcción con base en la colocación de piedras largas, limitadas por piedras de tamaño progresivamente más pequeño. Este tipo de caminos, junto con otros realizados con piedras, grava y arena, fueron diseñados para los bajos volúmenes y velocidades de los primeros vehículos, hasta que la industria automotriz, al ir creciendo a pasos agigantados, fue demandando mejores carreteras y caminos urbanos. El reto, entonces, era buscar un material que resistiera pesadas cargas de manera eficiente y duradera: la solución se tradujo en lo que ahora llamamos construcción de caminos pavimentados. [1]

Los pavimentos flexibles se vienen construyendo desde finales del siglo XIX, su primera aplicación tuvo lugar en algunas calles de las ciudades de Europa, pasando después a los Estados Unidos, desarrollándose en estos países rápidamente la tecnología para la construcción de pavimentos. En el continente americano, Chile y Argentina acumulan igualmente gran experiencia y muchas obras de pavimentaciones durante el siglo XX, teniendo un magnífico comportamiento durante muchísimos años. [2]

La red vial en la República del Ecuador en los últimos cinco años ha mejorado sustancialmente en sus niveles de serviciabilidad, lamentablemente se ha conservado la idea errónea de que la capa de rodadura no necesita un mantenimiento constante ni precisa de una gestión política adecuada de intervención. La concepción de una correcta y oportuna intervención conlleva al ahorro de grandes sumas en materia de mantenimiento, así como en el costo operacional de sus usuarios. Nuestro país expresa que la construcción de vías ha sido importante en el avance de las distintas sociedades, llegando a la actualidad, en un mundo globalizado, pero con marcadas diferencias entre países desarrollados y países en vías de desarrollo, siendo los primeros quienes están a la vanguardia en tecnología, métodos constructivos, programas de conservación, seguridad vial y otras innovaciones en el desarrollo. [3]

El mantenimiento de la infraestructura vial demanda gran inversión de tiempo y dinero, grandes sumas de dinero son invertidas anualmente en el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos a fin de asegurar el flujo continuo de transporte y productos. Sin embargo, el deterioro progresivo de la condición del pavimento, incremento de cargas de tráfico, y la reducción de fondos para programas de mantenimiento y rehabilitación representan un complejo reto para una gestión de pavimentos eficiente. [4]

La Norma Ecuatoriana Vial NEVI 12, nos da a conocer que la rehabilitación del pavimento se basa, primero que todo, en el conocimiento de los diferentes tipos de los deterioros que se pueden dar en los pavimentos flexibles, así también en la comprensión de las causas de ellos. Para mayor comprensión de los tipos de deterioro que se pueden encontrar en pavimentos asfáltico nos da a conocer un inventario de deterioros que permite la determinación de un “Índice de deterioro superficial”. [5]

La provincia de Tungurahua dispone de una importante red de vías de transporte de primero, segundo y tercer orden; siendo el eje principal la vía llamada Panamericana y la gran red vial intercantonal y parroquial que permiten el intercambio comercial entre la totalidad de cantones y parroquias, gracias a los esfuerzos del Gobierno Provincial de Tungurahua actualmente se han ejecutado grandes proyectos de vialidad en la provincia, pero es necesario conservar la gestión realizada, mediante el adecuado

y oportuno mantenimiento vial. En la que se habla sobre la red vial en la provincia de Tungurahua y se detalla que nuestra provincia cuenta con alrededor de mil kilómetros de vías asfaltadas, las mismas que incorporan a caseríos y poblados pequeños al desarrollo socioeconómico provincial. [6]

1.3. Justificación

A nivel internacional los problemas del deterioro de la infraestructura vial tendrán sobrecostos de operación vehicular en un rango que se puede ubicar entre 1 y 3% de su producto interno bruto nacional. [7]

Los principales problemas que causa la falta de movilidad en un país: desde llegar tarde al trabajo, hasta la escasez de abastecimiento al lugar de origen. [8] El proceso de mantenimiento de pavimentos consta de la recolección de datos para mantener un registro de la condición actual de las vías de manera precisa y objetiva. [8] El modelo tradicional para la gestión de pavimentos, hoy se reestructura por medio de iniciativas nuevas que han desembocado en programas sistemáticos. Dichos programas están bajo revisión constantemente y se actualizan vía la adquisición de experiencia e información cuantitativa del desempeño de los pavimentos. [9]

Se ha comprobado que la vida útil de los pavimentos se puede prolongar a menor costo cuando se implementa un sistema de conservación a intervalos estratégicamente planeados. Se establece que los tratamientos de pavimentos no deben realizarse al azar, sino que se deben aplicar estratégicamente y de acuerdo a un programa que fomente la administración efectiva de la red vial. [9]

A través del sistema vial intercantonal no solo se mueven mercancías y personas, sino que, más allá de ello, la infraestructura carretera constituye el mecanismo de transmisión que permite la circulación del capital a escala nacional. [10]

Los pavimentos que experimentan un deterioro relativamente acelerado son los que requieren la mayor inversión, por lo que, con el desarrollo masivo de las carreteras pavimentadas, las entidades responsables de la conservación debieron plantearse las

interrogantes de cuándo intervenir y de cómo medir el nivel de deterioro. El Índice de Rugosidad Internacional IRI es un indicador estadístico de la irregularidad del pavimento; y representa la diferencia entre los perfiles longitudinales. Este indicador es ampliamente aceptado y utilizado en todo el mundo en investigaciones y por agencias viales debido a que influye directamente en la percepción que el usuario tiene del estado de la vía, lo cual se condice con la actual visión de la Ingeniería Vial de ver al usuario del camino como un cliente que requiere un servicio adecuado. [11]

Los modelos de comportamiento son base fundamental de la gestión de caminos ya que permiten pronosticar el deterioro del pavimento, establecer la programación de las intervenciones, además de brindar herramientas para la recomendación de la técnica de mantenimiento. Todo con el fin de garantizar que el pavimento mantenga los indicadores de serviciabilidad exigidos por la agencia administradora y para que la infraestructura perdure el tiempo que se estimó en el diseño. [12]

La vialidad del Cantón Patate tiene un aspecto importante tanto para la planificación de los sistemas como para el establecimiento de la zona. La zona de estudio tiene vías definidas, en algunos casos con pendientes superiores al 18%, sin que se pueda mejorar estas pendientes debido a que los sitios por donde se encuentran trazadas estas vías están consolidados. Las principales vías de acceso para el cantón Patate es la panamericana y la vía pillarlo las dos permiten también el acceso a la parroquia Patate. [13]

El sistema de carreteras que conforma el Cantón Patate permanece en constante evolución, lo que hace imprescindible introducir en la municipalidad un departamento regulador que se encargue que éste se realice de manera técnica y ordenada, para el desarrollo óptimo y funcionamiento adecuado. [14]

El mal estado de la capa de rodadura y las insuficientes vías a más de provocar daños mecánicos en los vehículos impiden su fluidez, conllevando a un peligro inminente en el transporte de los moradores y pérdidas económicas por la dificultad de sacar sus productos agrícolas. Para salvaguardar la vida y salud de los habitantes es necesario mejorar el diseño geométrico, la capa de rodadura e incorporar drenajes cumpliendo

las normas técnicas en procura de garantizar el normal funcionamiento. [14]

La población del cantón Patate es de 13.497 personas (el 5% son indígenas, el 1.27% son afro ecuatorianos, el resto son mestizos); la tasa de crecimiento poblacional es del 1.52%; el índice de dependencia es del 67.69%; la población económicamente activa es del 48.3%. [15]

Los datos del último censo de población vivienda en el año 2010 realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas Censos (INEC) arrojaron como información oficial que el cantón Pelileo posee 27657 habitantes; (19% Urbana y 81% Rural) cuyas principales actividades son:

- Agricultura ganadería (40%)
- Manufactura (25%)
- Comercio (9%)
- Transporte (4%)
- Construcción (4%)
- Enseñanza (3%)
- Otras (15%)

La ciudad el cantón Pelileo, al igual que las demás localidades ecuatorianas, se rige por una municipalidad según lo estipulado en la Constitución Política Nacional. [16]

El propósito de la presente investigación es identificar, obtener y evaluar la información referida: al estado actual de la vía mediante una georeferenciación, estudio de tráfico, evaluación superficial, medición de deflexiones en la vial y verificación de la calidad de materiales en la estructura del pavimento. La calidad de la información de campo dependerá entonces de la asignación y priorización de recursos para mantenimiento, así como de la confiabilidad de las decisiones que se tomen en materia de intervención.

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 Pelileo-Patate tramo Km 4+170 - Km 8+260.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Disponer de una georeferencia de la vía Pelileo-Patate tramo Km 4+170 - Km 8+260.
- b) Conocer la movilidad vehicular en la vía Pelileo-Patate tramo Km 4+170 - Km 8+260.
- c) Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Pelileo-Patate tramo Km 4+170 - Km 8+260.

CAPÍTULO II

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. Funciones de un pavimento:

Un pavimento de una estructura, asentado sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. Hay una gran diversidad de tipos de pavimento, dependiendo del tipo de vehículos que transitaran y del volumen de tráfico. [17]

2.1.2. Tipos de Pavimentos

a) Pavimentos flexibles

Son aquellos que tienen un revestimiento asfáltico sobre una capa base granular. La distribución de tensiones y deformaciones generadas en la estructura por las cargas de rueda del tráfico, se da de tal forma que las capas de revestimiento y base absorben las tensiones verticales de compresión del suelo de fundación por medio de la absorción de tensiones cizallantes. En este proceso ocurren tensiones de deformación y tracción en la fibra inferior del revestimiento asfáltico, que provocará su fisuración por fatiga por la repetición de las cargas de tráfico. Al mismo tiempo la repetición de las tensiones y deformaciones verticales de compresión que actúan en todas las capas del pavimento producirán la formación de hundimientos en la trilla de rueda, cuando el tráfico tiende a ser canalizado, y la ondulación longitudinal de la superficie cuando la heterogeneidad del pavimento fuera significativa. [17]

b) Pavimentos rígidos

Son aquellos en los que la losa de concreto de cemento Portland (C.C.P.) es el principal componente estructural, que alivia las tensiones en las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión, cuando se generan tensiones y deformaciones de

tracción de bajo la losa producen su fisuración por fatiga, después de un cierto número de repeticiones de carga. La capa inmediatamente inferior a las losas de C.C.P. denominada sub-base, por esta razón, puede ser constituida por materiales cuya capacidad de soporte sea inferior a la requerida por los materiales de la capa base de los pavimentos flexibles. [17]

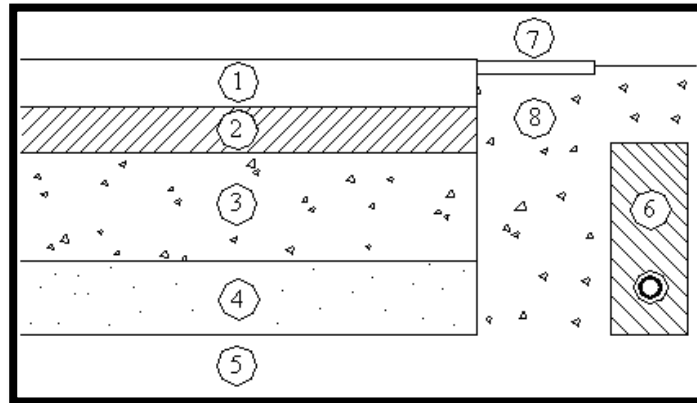
c) Pavimentos semirígidos

En términos amplios, un pavimento semirígido o compuesto es aquel en el que se combinan tipos de pavimentos diferentes, es decir, pavimentos “flexibles” y pavimentos “rígidos”, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima. Es usual que un pavimento compuesto comprenda una capa de base de concreto o tratada con cemento Portland junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico. La estabilidad de suelos por medio de ligantes hidráulicos (cemento Portland) permite que se obtengan materiales con capacidad de soporte suficiente para construir capas para base en pavimentos sujetos a cargas pesadas como ser camiones o aeronaves. [17]

2.1.3. Estructura del pavimento

Se puede considerar que la estructura de un pavimento está formada por una superestructura encima de una fundación, esta última debe ser tomada de acuerdo a los estudios geotécnicos adecuados. En los pavimentos camineros la superestructura estará constituida por la capa de revestimiento y la capa base; y la fundación está conformada por las capas de sub-base y el suelo compactados, como lo muestra la siguiente figura 1: [17]

Figura 1. Sección típica de un pavimento.



Fuente: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil, 2000

1. Capa de rodadura
2. Capa base
3. Capa Sub-base
4. Suelo compactado
5. Subrasante
6. Sub-drenaje longitudinal.
7. Revestimiento de hombreras
8. Sub-base de hombreras

2.1.4. Ciclo de vida de Pavimentos

Cualquier proyecto de construcción de carretera es de producir pavimentos perdurables que puedan comportarse satisfactoriamente a lo largo de su vida útil de diseño proyectada, entonces para que de alguna manera puedan llegar al objetivo es necesario realizar un mantenimiento. [4]

Durante muchos años se asignó a organismos estatales para la construcción de nuevos caminos haciendo la labor también de conservación; por un mal manejo de los recursos o conceptos erróneos como una vez cumplido su ciclo de vida, volvían a reconstruirlos dejando la idea de conservación de los mismos. [4]

En la actualidad ha aumentado la necesidad de conservar los caminos en buen estado para su adecuado funcionamiento.

El deterioro de un pavimento se da desde una etapa inicial, con un deterioro casi imperceptible hasta el deterioro total. Es por ello que los pavimentos se proyectan para que sirvan un determinado número de años, esta proyección es denominada ciclo de vida útil. [4]

El ciclo de vida del pavimento puede clasificarse en cuatro etapas, estas son:

a) Construcción

En esta etapa, el estado del pavimento es excelente y cumple con los estándares de calidad necesarios para satisfacer a los usuarios. El costo en el que se ha incurrido hasta esta etapa es la construcción del paquete estructural. [4]

b) Deterioro imperceptible

El pavimento ha sufrido un desgaste progresivo en el transcurso del tiempo, el deterioro en esta etapa ya existe, pero es poco visible y no es apreciable por los usuarios, igual existe transpirabilidad. Generalmente el mayor daño se produce en la superficie de rodadura debido al tránsito y clima. [4]

Para disminuir el deterioro o desgaste se hace necesario aplicar una serie de medidas de mantenimiento y conservación, si no se efectúan la vida útil del pavimento se reduce drásticamente. El camino sigue estando en buenas condiciones y sirviendo adecuadamente a los usuarios, el costo del mantenimiento anual este alrededor del 0.4 a 0.6% del costo de construcción. El estado del camino varía desde excelente a regular. [4]

c) Deterioro acelerado

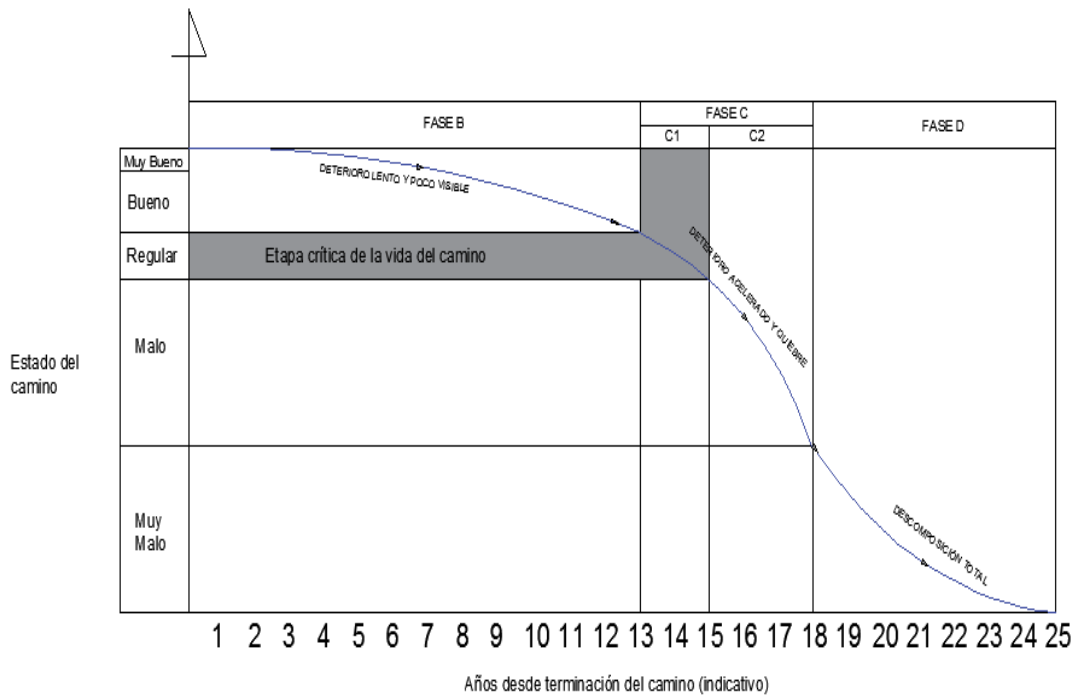
Después de varios años, los elementos del pavimento están cada vez más deteriorados,

la resistencia al tránsito se ve reducida. La estructura básica del pavimento está dañada, esto lo podemos constatar por las fallas visibles en la superficie de rodadura. Esta etapa es corta, ya que la destrucción es bastante acelerada. El estado del camino varía desde regular hasta muy pobre. [4]

d) Deterioro total

Esta última etapa puede durar varios años y constituye el desgaste completo del pavimento. La transitabilidad se ve seriamente reducida y los vehículos empiezan a experimentar daños en sus neumáticos, ejes, etc. Los costos de operación de los vehículos aumentan y la vía se hace intransitable para autos. [4]

Figura 2. Ciclo de vida de un pavimento



Fuente: Ex Internacional de Infraestructura vial Lima, 1994

2.1.5. Tránsito

El diseño de una carretera o de cualquiera de sus partes se debe basar en datos reales del tránsito, o sea, del conjunto de vehículos y los usuarios que circulan o circularán

por ella. No es racional el diseño de una carretera sin información suficiente sobre el tránsito; la información sobre el tránsito permite establecer las cargas para el diseño geométrico, lo mismo que para el diseño de su estructura o afirmado. [5]

Los datos del tránsito deben incluir las cantidades de vehículos o volúmenes por días del año y por horas del día, como también la distribución de los vehículos por tipos y por pesos, es decir, su composición. Datos estadísticos de accidentes de tránsito, así como diagramas de colisión servirán también para mejorar las condiciones geométricas de una intersección, etc. [5]

2.1.6. Volumen de tránsito

En el estudio del volumen de tránsito se deben tener en cuenta varios conceptos, a saber:

a) Tránsito promedio diario. - Se abrevia con las letras TPDA y representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es el volumen de tránsito promedio por día. Este valor es importante para determinar el uso anual como justificación de costos en el análisis económico y para dimensionar los elementos estructurales y funcionales de la carretera. [5]

b) Volumen de la hora pico. - Es el volumen de tránsito que circula por una carretera en la hora de tránsito más intenso. [5]

c) Volumen horario de diseño. - Se representa como VHD y es el volumen horario que se utiliza para diseñar, es decir, para comparar con la capacidad de la carretera en estudio. [5]

2.1.7. Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)

El CBR es un ensayo que permite determinar la capacidad soportante del suelo para evaluar la calidad de la sub rasante, base y sub base de los pavimentos. El CBR se puede obtener a través de ensayos en laboratorio y en campo. Las ventajas de obtener

un CBR en campo es que se generan resultados más rápidos con menores costos y tiempos; en cambio el CBR en laboratorio presenta un procedimiento más elaborado que prolonga el tiempo de entrega de resultados a pesar que el valor obtenido es muy confiable. [18]

La expresión que define al CBR, es la siguiente:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria del patrón}} * 100 \% \quad \text{Ecuación (1)}$$

De la ecuación se puede ver que el número CBR, es un porcentaje de la carga unitaria patrón. En la práctica el símbolo de (%) se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero. [18]

2.1.8. Índice de condición del pavimento (PCI)

El método PCI (Pavement Condition Index) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta. [19]

Fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles. [19]

Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias como por ejemplo: el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el APWA (American Public Work Association) y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03). [19]

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual del estado del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada falla presente. Dada la gran cantidad de combinaciones posibles, el método introduce un factor de ponderación, llamado “valor deducido”, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad (cantidad). Este método no pretende solucionar aspectos de seguridad si alguno estuviera asociado con su práctica. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, un valor que cuantifique el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. [19]

El PCI califica a la superficie del pavimento de acuerdo con una escala de valores:

Tabla 1. Rangos de Calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 – 71	Muy Bueno
70 – 56	Bueno
55 – 41	Regular
40 - 26	Malo
25 - 11	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: ASTM D6433-07, 2007

El PCI 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 PCI no puede medir la capacidad estructural, ni proporciona la medición directa de la resistencia de rodadura o rugosidad. Proporciona una objetiva y racional base para determinar las necesidades de mantenimiento y reparación y cuáles son las prioridades. [19]

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. [19]

En base al valor de PCI obtenido de la evaluación de campo se podría determinar cuál es el nivel de intervención como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Intervención en base al rango de PCI

Rango	Clasificación	Intervención
100 - 71	Bueno	Mantenimiento
31 - 70	Regular	Rehabilitación
0 - 30	Malo	Construcción

Fuente: ASTM D6433-07, 2007

2.1.8.1. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.

a) Cálculo total de número de tramos

Para analizar el número total de tramos de la vía, se dividirá entre la longitud total de la vía por el ancho de la misma con respecto al área a inspeccionar.

$$N = \frac{\text{Longitud total de la vía (m)} * \text{ancho de la vía (m)}}{\text{área adoptada}(230 \pm 93\text{m}^2)} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Dónde:

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

b) Unidades de Muestreo

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. En el Tabla 3 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada. [19]

Tabla 3. Longitud de unidades de muestreo asfálticas

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

Fuente: Manual PCI, Vásquez Valera, 2017

Para cada pavimento inspeccionado se elaborará de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá como referencia futura.

c) Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. [19]

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección (e= 5%).

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Para la desviación estándar se asume de Pci de 10 tratándose de la primera inspección y en las siguientes se debe utilizar la desviación real tomada de la anterior inspección.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deberán evaluarse.

d) Selección de las unidades de muestreo para la inspección

De una forma aleatoria y a intervalos definidos se deben escoger las unidades de muestreo que van a ser representativas para la inspección mediante la siguiente ecuación: [19]

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Dónde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número total de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, redondeado al número inferior en todo caso.

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento. [19]

e) Selección de muestreo adicionales

Debido a que la metodología de muestreo es de una forma aleatoria puede existir la posibilidad que se omitan unidades en mal estado o con patologías especiales tal como cruce de línea férrea que ocurren de manera puntual, es por esto que se adopta la unidad adicional para que estas no influyan de manera inapropiada a la unidad que se tomó de forma aleatoria. [19]

f) Evaluación de la condición del pavimento

En los trabajos de campo se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin, como se ilustra en el formato para la inspección.

Tabla 4. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica

NOMBRE DE LA VÍA:		Vía Pelileo- Patate		ESQUEMA:				
TRAMO:		INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría						
SECCIÓN DEL TRAMO:		ABCISA INICIAL:		ABCISA FINAL:				
UNIDAD DE MUESTRA:								
ÁREA DE LA MUESTRA:								
TIPOS DE DAÑOS								
1.Piel de cocodrilo (m2)	6.Depresión (m2)	11.Parqueo (m2)	16.Desplazamiento (m2)					
2.Exudación (m2)	7. Fisuras de borde (m)	12.Pulimentos de agregados (m2)	17.Grietas parabólicas (m2)					
3.Fisuras en bloque (m2)	8.Fisuras de reflexión de junta(m)	13.Huecos (cantidad)	18.Hinchamiento (m2)					
4.Abultamientos y Hundimientos (m)	9.Desnivel/carril/berma (m)	14.Cruce de vía ferrea (m2)	19.Desprendimientos de agregados (m2)					
5.Corrugación (m)	10.Fisuras longitudinales y transv. (m)	15.Ahuellamiento (m2)						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Valor Total de Dedución (VDT)								

Fuente: Apuntes, Ing. Fricson Moreira, 2017

2.1.9. Fallas, niveles de severidad y unidad de medida

A continuación, se describen los tres niveles de severidad: Bajo (L), Medio (M) y Alto (H); correspondiente a cada tipo de falla y que representan los efectos que éstas tienen sobre la calidad del tránsito. [20]

Además, se indica la unidad de medida con la que las fallas deben ser evaluadas

durante la inspección visual.

a) Piel de cocodrilo

L – Finas fisuras longitudinales del espesor de un cabello, con recorrido paralelo entre ellas y con algunas o ninguna fisura de interconexión. Las fisuras no están desintegradas. [20]

Figura 3. Piel de cocodrilo de nivel de severidad bajo



Realizado por: Autor

M – Continuación del desarrollo de las fisuras de piel de cocodrilo, finas, en un patrón o red de fisuras que podrían estar ligeramente desintegradas. [20]

Figura 4. Piel de cocodrilo de nivel de severidad medio



Realizado por: Autor

H – Red de fisuras muestra un progreso tal que las piezas que conforman la piel de cocodrilo están bien definidas y descascaradas en los bordes. Algunas de las piezas podrían oscilar o moverse bajo tráfico. [20]

Figura 5. Piel de cocodrilo de nivel de severidad alto



Realizado por: Autor

Unidad de medida – La piel de cocodrilo es medida en metros cuadrados. Si hay presencia de dos o tres niveles de severidad en una misma área de falla estas porciones deben ser medidas y registradas por separado; sin embargo, si los diferentes niveles de severidad no pueden ser divididos fácilmente, la totalidad del área debe ser calificada con el mayor nivel de severidad presente. [20]

b) Exudación

L –La exudación sólo ha ocurrido a un nivel muy ligero y es percibida sólo durante algunos días al año. El asfalto no se pega a los zapatos o llantas de los vehículos. [20]

Figura 6. Exudación de nivel de severidad bajo



Realizado por: Autor

M – La exudación ha ocurrido llegando al punto en que el asfalto se pega a los zapatos o a las llantas de los vehículos sólo durante algunas semanas en el año. [20]

Figura 7. Exudación de nivel de severidad medio



Realizado por: Autor

H – La exudación ha ocurrido en forma extensiva y una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y llantas de los vehículos al menos durante varias semanas al año. [20]

Figura 8. Exudación de nivel de severidad alto



Realizado por: Autor

Unidad de medida – La exudación es medida en metros cuadrados.

c) Fisuras en bloques

L – Los bloques están definidos por fisuras de baja severidad.

Figura 9. Fisuras en bloque de nivel de severidad bajo



Realizado por: Autor

M – Los bloques están definidos por fisuras de mediana severidad.

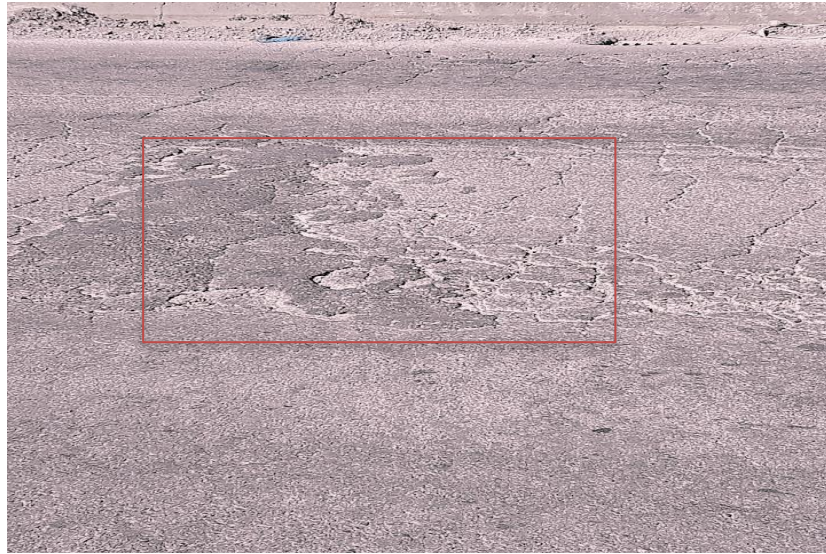
Figura 10. Fisuras en bloque de nivel de severidad media



Realizado por: Autor

H – Los bloques están definidos por fisuras de alta severidad.

Figura 11. Fisuras en bloque de nivel de severidad alta



Realizado por: Autor

Unidad de medida – Las fisuras en bloque son medidas en metros cuadrados. Esta falla generalmente ocurre en un sólo nivel de severidad por sección de pavimento; sin embargo, si áreas con distintos niveles de severidad pueden ser distinguidas fácilmente, entonces dichas áreas deben ser medidas y registradas en forma separada. [20]

d) Abultamientos y hundimientos.

L – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de baja severidad, es decir, que se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo al pasar sobre el área fallada, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote ligeramente, pero causa poca incomodidad. [20]

Figura 12. Abultamientos y hundimientos de nivel de severidad baja



Realizado por: Autor

M – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, que se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo al pasar sobre la zona afectada y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad. Los abultamientos hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote significativamente, creando algo de incomodidad. [20]

Figura 13. Abultamientos y hundimientos de nivel de severidad media



Realizado por: Autor

H – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de alta severidad. Las vibraciones del vehículo son tan excesivas que es necesario reducir la velocidad considerablemente por seguridad y comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote excesivamente, creando mucha incomodidad, peligrando la seguridad o un alto potencial de daño severo en el vehículo. [20]

Figura 14. Abultamientos y hundimientos de nivel de severidad alta



Realizado por: Autor

Unidad de medida – Los abultamientos y hundimientos son medidos en metros lineales.

Si un abultamiento ocurre en combinación con una fisura, la fisura también es registrada.

Si los abultamientos aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tráfico y se encuentran separados unos de otros a menos de 3.00 m, la falla es denominada corrugación.

e) Corrugación

L – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad, como ya se

vio en la falla anterior, se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo de inspección, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad. [20]

Figura 15. Corrugación de nivel de severidad baja



Realizado por: Vásquez Valera,2017

M – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad. [20]

Figura 16. Corrugación de nivel de severidad media.



Realizado por: Vásquez Valera,2017

H – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad. Se perciben vibraciones excesivas dentro del vehículo, por lo que es necesario reducir la velocidad

considerablemente por seguridad y comodidad. [20]

Figura 17. Corrugación de nivel de severidad alta



Realizado por: Vásquez Valera, 2017

Unidad de medida – La corrugación es medida en metros cuadrados.

f) Depresión

L – La depresión tiene una altura que varía de 13 a 25 mm.

Figura 18. Depresión de nivel de severidad baja.



Realizado por: Autor

M – La altura deprimida tiene un rango de 25 a 50 mm.

Figura 19. Depresión de nivel de severidad media



Realizado por: Autor

H – La depresión tiene más de 50 mm.

Figura 20. Depresión de nivel de severidad media



Realizado por: Autor

Unidad de medida – Las depresiones son medidas en metros cuadrados.

g) Fisuras de borde

L – Se da un bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento.

Figura 21. Fisuras de borde de nivel de severidad baja



Realizado por: Autor

M–Se aprecia un mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento.

Figura 22. Fisuras de borde de nivel de severidad media



Realizado por: Autor

H – Existe una desintegración considerable a lo largo del borde.

Figura 23. Fisuras de borde de nivel de severidad alto



Realizado por: Autor

Unidad de medida – Las fisuras de borde son medidas en metros lineales.

h) Desnivel carril – berma

L – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 25mm y menor a 50 mm. [20]

Figura 24. Desnivel carril-berma de nivel de severidad bajo



Realizado por: Autor

M – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 50mm y menor a 100 mm.

Figura 25. Desnivel carril-berma de nivel de severidad medio



Realizado por: Autor

H – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 100 mm.

Figura 26. Desnivel carril-berma de nivel de severidad alto



Realizado por: Autor

Unidad de medida – El desnivel carril-berma es medido en metros lineales.

i) Fisuras longitudinales y transversales

L – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm; b) fisura con relleno de cualquier ancho (el material de relleno está en buenas condiciones). [20]

Figura 27. Fisuras longitudinales y transversales de nivel de severidad bajo



Realizado por: Autor

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75 mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras en forma aleatoria, de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad y en forma aleatoria. [20]

Figura 28. Fisuras longitudinales y transversales de nivel de severidad medio



Realizado por: Autor

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras en forma aleatoria, de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está severamente fracturado. [20]

Figura 29. Fisuras longitudinales y transversales de nivel de severidad alta



Realizado por: Autor

Unidad de medida – Las fisuras longitudinales y transversales con medidas en metros lineales. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su longitud, cada porción de la fisura con distinto nivel de severidad debe ser registrada por separado. [20]

j) Parches y parches de cortes utilitarios

L – El parche se encuentra en buenas condiciones y la calidad de tránsito es de baja severidad.

Figura 30. Parches y parches de cortes unitarios de nivel de severidad baja



Realizado por: Autor

M – El parche está deteriorado en forma moderada, la calidad de tránsito es calificada como de mediana severidad. [20]

Figura 31. Parches y parches de cortes unitarios de nivel de severidad media



Realizado por: Autor

H-El parche se encuentra muy deteriorado y la calidad de tránsito es de alta severidad.

Figura 32. Parches y parches de cortes unitarios de nivel de severidad alta



Realizado por: Autor

Unidad de medida – Los parches son medidos en metros cuadrados. Si un mismo parche tiene áreas con diferentes niveles de severidad, estas áreas deben ser medidas y registradas por separado. Cualquier tipo de falla encontrada en el parche no debe ser registrada; sin embargo, su efecto en el parche será considerado para determinar su nivel de severidad. [20]

k) Agregado pulido

No hay niveles de severidad definidos para este tipo de falla. El agregado pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra, y la superficie de agregado debe ser suave al tacto. [20]

Figura 33. Agregado pulido



Realizado por: Autor

Unidad de medida – El agregado pulido es medido en metros cuadrados. Si se registra exudación, entonces el agregado pulido ya no debe ser registrado. [20]

l) Baches

Los niveles de severidad para baches menores a 750 mm de diámetro están determinados de acuerdo a la tabla 5.

Tabla 5. Niveles de severidad para baches de diámetro menor a 750 mm

Máxima profundidad del bache	Diámetro promedio (mm)		
	100 a 200	200 a 450	450 a 750
≥ 13 y ≤ 25 mm	L	L	M
> 25 y ≤ 50 mm	L	M	H
> 50 mm	M	M	H

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03,2007

Si el bache tiene un diámetro mayor a 750 mm, el área debe ser determinada en metros cuadrados y dividida entre 0.5 m² para hallar el número equivalente de baches. Si la profundidad es menor o igual a 25 mm los baches son considerados de mediana severidad; en cambio, si la profundidad es mayor a 25 mm, los baches son de alta severidad. [20]

Figura 34. Baches



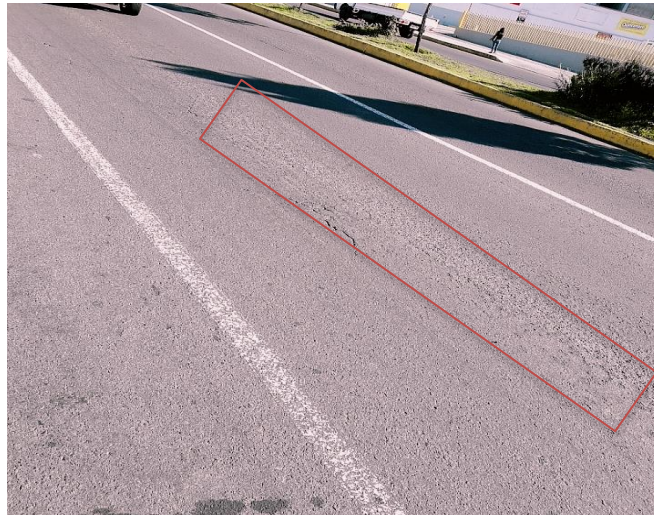
Realizado por: Autor

Unidad de medida – Los baches no son medidos sino contados y registrados por separado de acuerdo a su nivel de severidad bajo, mediano o alto. [20]

m) Ahuellamiento

L – La depresión superficial, causada por las ruedas de los vehículos, varía entre 6 y 13 mm.

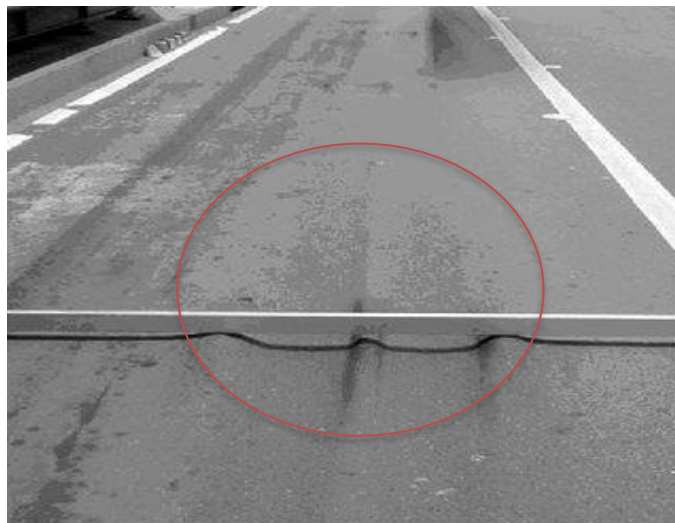
Figura 35. Ahuellamiento de nivel de severidad bajo



Realizado por: Autor

M – La depresión va entre 13 y 25 mm.

Figura 36. Ahuellamiento de nivel de severidad medio



Realizado por: Manual PCI, Valera Vásquez, 2017

H – La depresión es mayor a 25 mm.

Figura 37. Ahuellamiento de nivel de severidad alto



Realizado por: Manual PCI, Valera Vázquez ,2017

Unidad de medida – El ahuellamiento es medido en metros cuadrados.

n) Desplazamientos

L –El desplazamiento genera una calidad de tránsito de baja severidad.

Figura 38. Desplazamiento de nivel de severidad baja



Realizado por: Autor

M – El desplazamiento genera una calidad de tránsito de mediana severidad.

Figura 39. Desplazamiento de nivel de severidad media



Realizado por: Autor

H – El desplazamiento genera una calidad de tránsito de alta severidad.

Figura 40. Desplazamiento de nivel de severidad alta



Realizado por: Autor

Unidad de medida – Los desplazamientos son medidos en metros cuadrados. Los desplazamientos que ocurren en parches son considerados para calificar los mismos y no se toman en cuenta como fallas por separado. [20]

o) Fisura parabólica o por deslizamiento.

L – El ancho promedio de la fisura es menor a 10 mm.

Figura 41. Fisura parabólica o por deslizamiento de nivel de severidad baja



Realizado por: Autor

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) el ancho promedio de la fisura es ≥ 10 y < 40 mm; b) el área que rodea la fisura está descascarada en forma moderada, o rodeada de otras fisuras. [20]

Figura 42. Fisura parabólica o por deslizamiento de nivel de severidad media



Realizado por: Vázquez Valera ,2017

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) el ancho promedio de la fisura es

> 40 mm; b) el área que rodea la fisura está fracturada en pequeñas piezas removidas.
[20]

Figura 43. Fisura parabólica o por deslizamiento de nivel de severidad alta



Realizado por: Vázquez Valera ,2017

Unidad de medida – Las fisuras parabólicas o por deslizamiento son medidas en metros cuadrados y calificadas de acuerdo al mayor nivel de severidad presente en el área. [20]

p) Hinchamiento

L – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad baja.

Figura 44. Hinchamiento de nivel de severidad baja



Realizado por: Autor

M – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad mediana.

Figura 45. Hinchamiento de nivel de severidad media



Realizado por: Autor

H – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad alta.

Figura 46. Hinchamiento de nivel de severidad alta



Realizado por: Vázquez Valera ,2017

Unidad de medida –El área de hinchamiento es medido en metros cuadrados.

2.1.10. Índice de serviciabilidad (PSI)

Cuando un conductor circula por una carretera por una o en repetidas ocasiones, experimenta una sensación de seguridad o inseguridad, experimenta la sensación de seguridad o inseguridad dependiendo del grado de visibilidad o la dificultad de mantener el control del vehículo. El principal factor asociado a la seguridad y comodidad del usuario es la calidad de rodamiento que depende la regularidad o rugosidad superficial del pavimento. [21]

La serviciabilidad de una estructura de pavimento, es la capacidad que tiene éste de servir al tipo y volumen de tránsito para el cual fue diseñado. El índice de serviciabilidad se clasifica: [21]

Tabla 6. Calificación del Índice de Serviabilidad

Calificación	Estado del Pavimento
0-1	Muy malo
1-2	Malo
2-3	Regular
3-4	Bueno
4-5	Muy bueno

Fuente: Índice de serviabilidad, Evelin Fernández, 2017

2.1.11. La Viga Benkelman

Un aspecto gravitante en las metodologías de evaluación de pavimentos es el concerniente a los modelos teóricos usados para representar a la estructura real y su funcionamiento. De cuan adecuados sean éstos para reproducir, en forma satisfactoria, la compleja realidad de un pavimento y de la posibilidad de representarlos matemáticamente, a fin de implementar soluciones que brinden resultados de uso directo, depende el potencial de posibilidades prácticas que puede brindar una metodología. [22]

Un modelo adecuado y suficiente para usos de evaluación estructural de pavimentos debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) El modelo tiene que ser lo suficientemente simple como para ser usado por el Ingeniero de Campo sin problemas de interpretación y/o implementación.
- b) Las propiedades de los materiales usados en la caracterización del modelo deben poder evaluarse en el laboratorio o correlacionarse con las características más comunes definidas por la ingeniería vial.
- c) Las propiedades del pavimento existente, evaluadas mediante el modelo, deben ser tales que puedan usarse directamente en el "rediseño" del pavimento (diseño del refuerzo, evaluación de la vida útil, etc.)
- d) El número de variables usadas en la definición del modelo debe ser lo

suficientemente bajo que garantice la existencia de una solución única para cada caso estudiado.

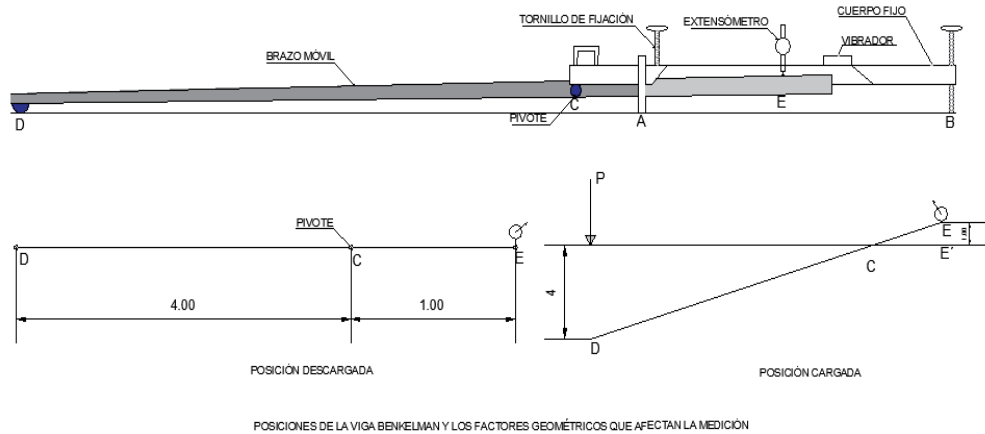
El deflectómetro Benkelman funciona según el principio de la palanca. Es un instrumento completamente mecánico y de diseño simple. Según se esquematiza en la figura 47, la viga consta esencialmente de dos partes: (1) Un cuerpo de sostén que se sitúa directamente sobre el terreno mediante tres apoyos (dos delanteros fijos "A" y uno trasero regulable "B") y (2) Un brazo móvil acoplado al cuerpo fijo mediante una articulación de giro o pivote "C", uno de cuyos extremos apoya sobre el terreno (punto "D") y el otro se encuentra en contacto sensible con el vástago de un extensómetro de movimiento vertical (punto "E"). Adicionalmente el equipo posee un vibrador incorporado que, al ser accionado durante la realización de los ensayos, evita que el indicador del dial se trabe y/o que cualquier interferencia exterior afecte las lecturas, como se verá más adelante. [22]

El extremo "D" o "punta de la viga" es de espesor tal que puede ser colocado entre una de las llantas dobles del eje trasero de un camión cargado. Por el peso aplicado se produce una deformación del pavimento, consecuencia de lo cual la punta baja una cierta cantidad, con respecto al nivel descargado de la superficie. Como efecto de dicha acción el brazo DE gira en torno al punto fijo "C", con respecto al cuerpo AB, determinando que el extremo "E" produzca un movimiento vertical en el vástago del extensómetro apoyado en él, generando así una lectura en el dial indicador. Si se retiran luego las llantas cargadas, el punto "D" se recupera en lo que a deformación elástica se refiere y por el mismo mecanismo anterior se genera otra lectura en el dial del extensómetro. [22]

La operación expuesta representa el "principio de medición" con la Viga Benkelman. Lo que se hace después son sólo cálculos en base a los datos recogidos. Así, con las dos lecturas obtenidas es posible determinar cuánto deflectó el pavimento en el lugar subyacente al punto "D" de la viga, durante el procedimiento descrito. Es de anotar que en realidad lo que se mide es la recuperación del punto "D" al remover la carga (rebote elástico) y no la deformación al colocar ésta. Para calcular la deflexión deberá considerarse la geometría de la viga, toda vez que los valores dados por el

extensómetro (EE') no están en escala real, sino que dependen de la relación de brazos existentes [22]

Figura 47. Esquema y principio de operación de la viga Benkelman.



Fuente: Metodología de Análisis de deflexiones, Meza H, 2017

2.2. Hipótesis

La implementación del proceso de conservación mejorará la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate en el tramo de la abscisa km 4+120 hasta km 8+000 de la provincia de Tungurahua.

2.3. Señalamiento de las Variables de la Hipótesis

2.3.1. Variable Independiente

Implementación del proceso de conservación.

2.3.2. Variable Dependiente

Estructura de la capa de rodadura.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Nivel o tipo de Investigación

En el presente trabajo se emplearán las siguientes modalidades de investigación:

- a. Investigación de Campo o Exploratoria.
- b. Investigación Laboratorio.
- c. Investigación Descriptiva.

3.1.1. Investigación Exploratoria:

También conocida como de campo que es esencial para desarrollar el presente proyecto, ya que se puede reconocer el estado de la vía Pelileo-Patate y los posibles inconvenientes que está generando al conductor, así determinar las posibles soluciones.

3.1.2. Investigación de Laboratorio:

Se tomaron muestras en el sitio para luego trasladarlas a un laboratorio para su respectivo análisis; los resultados obtenidos servirán para tomar decisiones sobre las características y condiciones de la vía.

3.1.3. Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva se realizará indicando las características del lugar, con las cuales se obtendrá un diagnóstico de la condición actual del pavimento y sus posibles soluciones según el nivel de daño.

3.2. Población y muestra

3.2.1 Población

Esta investigación corresponde a un proyecto experimental, por lo cual la población son los suelos que conforman la estructura de la vía Pelileo-Patate en el tramo de la abscisa km 4+170 hasta km 8+260 donde consta con 13.5 mil habitantes principalmente en el sector rural que corresponde al 84% de la población el cual está dirigido directamente para el uso de los habitantes. [16]

3.2.2 Muestra

Las muestras a trabajar en esta investigación serán las recolectadas en el tramo de la abscisa km 4+170 hasta km 8+260 de las diferentes capas que se compone la estructura del pavimento.

3.3. Operacionalización de variables

3.3.1. Variable Independiente

Implementación del proceso de conservación.

Tabla 7. Operacionalización de la Variable Independiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumento
La implementación de conservación de la capa de rodadura; es un proceso preventivo que nos permite ampliar el tiempo de vida útil	Funcionalidad estructural de la capa de rodadura	Aplicación del Ensayo con la viga Benkelman	¿Qué parámetros debemos tener en consideración para el ensayo?	Ensayos en situ. Investigación

para el que fue diseñado, manteniendo su funcionalidad, seguridad y comodidad en el estándar aceptable para los usuarios.				
	Evaluación de la condición del pavimento	Determinación del método índice de condición del pavimento (PCI)	¿Qué actividades se realizan para el análisis del PCI?	Observación Medición de las fallas Investigación
	Análisis del tránsito	Determinación del TPDA	¿Qué cantidad y tipo de vehículos transitan por la vía?	Conteo manual.

Fuente: Autor

3.3.2. Variable Dependiente

Estructura de la capa de rodadura.

Tabla 8. Operacionalización de la Variable Dependiente

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumento
La capa de rodadura es la de proveer una superficie de rodamiento al tránsito y distribuir las cargas aplicadas por el mismo, sin que se sobrepasen las tensiones admisibles de las distintas capas del pavimento y de los suelos de fundación la cual es proteger a la base impermeabilizándola para evitar filtraciones de agua.	Métodos Aproximados	Método del Índice de Condición del Pavimento	¿Cómo es la aplicación del método?	Investigación Observación
	Métodos de solución	Soluciones según tablas del método índice de condición del pavimento.	¿Cuáles son las características?	Investigación Observación Ensayos

Fuente: Autor

3.4. Recolección de Información

Tabla 9. Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	- Para evaluar la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo -Patate, mediante diferentes ensayos y así recomendar posibles soluciones según este su estado.
2. ¿De qué personas u objetos?	- Las diferentes categorías de fallas que se presentan en la capa asfáltica o capa de rodadura.

3. ¿Sobre qué aspectos?	- Condiciones de la estructura de la capa de rodadura.
4. ¿Quién?	- Carlos Andrés Santamaría Chicaiza
5. ¿Dónde?	- Tramo comprendido entre la abscisa del km 4+120 hasta el km 8+260 de la vía Pelileo - Patate - Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
6. ¿Cómo?	- Investigación Bibliográfica - Ensayos en situ - Ensayos de Laboratorio

Fuente: Autor

3.5. Procesamiento y análisis

3.5.1. Plan de Procesamiento de Información

- a) Realizar una investigación bibliográfica sobre los métodos utilizar en la investigación
- b) Recopilación y procesamiento de la información obtenida.
- c) Tabulación de los resultados adquiridos, manejo de la información.
- d) Representación gráfica, para la interpretación de los resultados.

3.5.2. Plan de Análisis de la Información

- a) Análisis comparativo de los resultados obtenidos con los objetivos y la hipótesis propuesta.
- b) Verificación de la hipótesis en base a los resultados adquiridos en la investigación.
- c) Planteamiento de las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Recolección de datos

En el presente estudio se realizó el estado actual que se encuentra la estructura del pavimento de la vía Pelileo-Patate para determinar una solución eficaz para su mejoramiento.

La vía Pelileo-Patate en el tramo El Obraje-Patate está ubicada en la Provincia de Tungurahua, con una longitud de 4+090 km. Esta vía esta con constante circulación vehicular, se encuentra limitada al norte con el cantón Pillaro, al sur con el cantón Pelileo, al este con el cantón Baños, al oeste con el cantón Pillaro y Pelileo.

Figura 48. Tramo II El Obraje-Patate



Fuente: Google Earth Pro, 2017.

En el desarrollo de este capítulo se mostrarán los datos obtenidos en los estudios de campo, laboratorio y descriptiva, para que en base a estos resultados se pueda proyectar un plan de mantenimiento vial.

4.1.2. Información recolectada en el tramo de estudio

El presente estudio se realizó en el tramo dos de la vía Pelileo-Patate del km 4+170 hasta el km 8+260

4.1.2.1. Levantamiento topográfico de la vía

Para realizar el levantamiento topográfico del tramo 2 desde K 4+170 al Km 8+260 de la vía Pelileo-Patate se utilizó el equipo GNSS Trimble RTK-10 para obtener puntos específicos del proyecto en estudio.

El trazado de la vía en estudio se lo realizó con la ayuda del software AutoCad Civil 3D.

Figura 49. Levantamiento topográfico de la vía con RTK-10



Realizado por: Autor

4.1.2.3 Conteo vehicular

Los estudios de tráfico vehicular se realizan con el propósito de obtener datos relacionados con el movimiento de vehículos, sobre puntos o secciones específicas dentro de la red vial.

El conteo manual es el método más efectivo que nos proporciona la información de manera confiable sobre la composición del tráfico en todos los sentidos y los giros de circulación en los dos sentidos de estudios, de forma clasificada según el tipo de vehículo.

El conteo vehicular se realizó con intervalos de 15 minutos en una estación representativa del lugar desde el día lunes 05 de marzo, hasta el día lunes 12 de marzo del año 2019 en horario desde las 07:00 – 19:00 con un periodo de 12 horas, para determinar la hora pico en donde se pudo determinar los siguientes números de vehículos.

Figura 50. Estación de conteo vehicular



Realizado por: Autor

Tabla 10. Formato para el registro de vehículos



**FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



CONTEO VOLUMETRICO DE LA VÍA PELILEO- PATATE KM 4+170 AL KM 8+260

ESTACIÓN:	1	ESTADO DEL TIEMPO:	DESPEJADO
ABSCISA:	1+220	REALIZADO POR:	CARLOS SANTAMARIA
SENTIDO:	AMBOS SENTIDOS	FECHA:	09/03/2019

DATOS DEL DIA CON MAYOR TRÁFICO EN AMBOS SENTIDOS

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6			
7:00-7:15	56	5	2	0	0	0	0	0	2	63	
7:15-7:30	68	6	6	1	3	0	0	0	10	84	
7:30-7:45	63	1	2	1	0	0	0	0	3	67	
7:45-8:00	102	6	5	0	0	0	0	0	5	113	327
8:00-8:15	103	2	6	1	0	0	0	0	7	112	376
8:15-8:30	79	5	5	0	1	0	0	0	6	90	382
8:30-8:45	51	5	4	0	0	0	0	0	4	60	375
8:45-9:00	110	7	4	1	2	0	0	0	7	124	386
9:00-9:15	90	6	4	0	1	0	0	0	5	101	375
9:15-9:30	82	4	7	0	1	0	0	1	9	95	380
9:30-9:45	88	4	8	0	2	0	0	0	10	102	422
9:45-10:00	96	4	5	0	1	0	0	0	6	106	404
10:00-10:15	81	3	3	0	4	0	1	1	9	93	396
10:15-10:30	78	4	5	1	2	0	0	0	8	90	391
10:30-10:45	80	3	2	0	1	0	0	2	5	88	377
10:45-11:00	82	6	3	0	3	0	0	0	6	94	365
11:00-11:15	76	3	9	0	1	0	0	0	10	89	361
11:15-11:30	96	4	4	0	0	0	0	0	4	104	375
11:30-11:45	66	2	3	0	1	0	0	2	6	74	361
11:45-12:00	96	6	3	0	2	0	0	0	5	107	374
12:00-12:15	79	3	5	0	2	0	0	0	7	89	374
12:15-12:30	74	6	4	0	2	0	0	0	6	86	356
12:30-12:45	89	3	1	0	0	0	0	2	3	95	377
12:45-13:00	84	5	3	0	0	0	0	1	4	93	363
13:00-13:15	60	3	3	0	1	0	0	1	5	68	342
13:15-13:30	92	6	2	0	1	0	0	0	3	101	357
13:30-13:45	105	3	2	0	1	0	0	0	3	111	373
13:45-14:00	98	5	1	0	1	0	0	0	2	105	385
14:00-14:15	75	4	3	0	0	0	0	1	4	83	400
14:15-14:30	77	5	4	0	1	0	0	0	5	87	386
14:30-14:45	85	5	3	0	1	0	0	1	5	95	370
14:45-15:00	77	4	4	0	0	0	0	1	5	86	351
15:00-15:15	83	5	7	0	0	0	0	0	7	95	363
15:15-15:30	68	4	3	0	0	0	0	0	3	75	351
15:30-15:45	65	4	5	0	0	0	0	2	7	76	332
15:45-16:00	83	4	3	0	0	0	0	0	3	90	336
16:00-16:15	85	4	1	0	0	0	0	0	1	90	331
16:15-16:30	75	7	0	0	0	0	0	1	1	83	339
16:30-16:45	103	5	3	0	0	0	0	0	3	111	374
16:45-17:00	88	5	3	0	0	0	0	0	3	96	380
17:00-17:15	87	4	2	0	1	0	0	0	3	94	384
17:15-17:30	78	5	2	0	1	0	0	0	3	86	387
17:30-17:45	66	4	3	0	0	0	0	0	3	73	349
17:45-18:00	65	6	2	0	0	0	0	0	2	73	326
18:00-18:15	71	6	3	0	1	0	0	0	4	81	313
18:15-18:30	74	5	3	0	0	0	0	0	3	82	309
18:30-18:45	59	4	3	0	0	0	0	0	3	66	302
18:45-19:00	46	3	0	0	0	0	0	0	0	49	278
TOTAL	3834	213	168	5	38	0	1	16	228	4275	



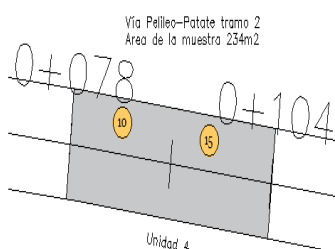
Fuente: Autor

4.1.2.4. Análisis visual de las fallas del pavimento método del PCI.

4.1.2.4.1 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.

El procedimiento para la evaluación comprende en un reconocimiento visual de las fallas en la capa de rodadura, donde se identifican los daños tomando en cuenta parámetros como severidad, clase y extensión de los mismos para lo cual detallamos el siguiente formato en la tabla 11.

Tabla 11. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica

			FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CERRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI								
NOMBRE DE LA VÍA: Vía Pelileo- Patate			ESQUEMA:								
TRAMO: 2			INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría								
SECCIÓN DEL TRAMO: 1											
UNIDAD DE MUESTRA: 4			ABCISA INICIAL: 0+078								
ÁREA DE LA MUESTRA: 234			ABCISA FINAL: 0+104								
TIPOS DE DAÑOS											
1. Piel de cocodrilo (m2)			6. Depresión (m2)			11. Parcheo (m2)			16. Desplazamiento (m2)		
2. Exudación (m2)			7. Fisuras de borde (m)			12. Pulimentos de agregados (m2)			17. Grietas parabólicas (m2)		
3. Fisuras en bloque (m2)			8. Fisuras de reflexión de junta (m)			13. Huecos (cantidad)			18. Hinchamiento (m2)		
4. Abultamientos y Hundimientos (m)			9. Desnivel/carril/berma (m)			14. Cruce de vía férrea (m2)			19. Desprendimientos de agregados (m2)		
5. Corrugación (m)			10. Fisuras longitudinales y transv. (m)			15. Ahuellamiento (m2)					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10	M	4					4	1.71	4		
15	L	1.44					1.44	0.62	6		
Valor Total de Deducción (VDT)									NO APLICA		

Fuente: Autor

4.1.2.4.2 Unidades de muestreo

Se divide la vía en secciones o unidades de muestro, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura.

- a) Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230 \pm 93 \text{ m}^2$. En el siguiente formato se presenta algunas relaciones longitud-ancho de calzada pavimentada.

Tabla 12. Longitud de unidades de muestreo asfáltica

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: ASTM D6433-07, 2007

El ancho de calzada del tramo en estudio es de 9 metros aproximadamente determinando que la longitud de la muestra debería ser de 28 metros para que se encuentre en el rango.

Con estos valores obtenemos el área de la unidad de muestra igual a:

$$A = a * L$$

Dónde:

A: Área de la unidad de la muestra

a: Ancho de la calzada

L: Longitud de la unidad de la muestra

$$A = 9 * 26$$

$$A = 234 \text{ m}$$

Entonces calculamos el número total de muestras. El tramo analizar va desde el Km 4+170 hasta el Km 8+260.

$$N = \frac{Lt}{L} \quad \text{Ecuación (5)}$$

Dónde:

N: Número de muestras.

Lt: Longitud total de la vía

L: Longitud de la unidad de la muestra

$$N = \frac{4071 \text{ m}}{26 \text{ m}}$$

$$N = 156.57 \text{ un} \approx 157 \text{ unidades}$$

b) Cálculo de las unidades de muestreo para la evaluación

En la evaluación de una red vial puede tener un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandara tiempo y recursos considerables, por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la evaluación de un proyecto se deben inspeccionar todas las unidades, sin embargo, de no ser posible el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la siguiente ecuación, la cual produce un estimado del $PCI \pm 5$ del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuacion (3)}$$

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección (e= 5%).

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico.

Debido a que el tramo en estudio tiene una longitud de 4.09 km y resulta extensa según el manual PCI debemos calcular el valor mínimo de unidades de muestreo.

$$n = \frac{157 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (157 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.60 \cong 15 \text{ unidades minimas}$$

c) Cálculo del intervalo de muestreo (i)

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación (4)}$$

$$i = \frac{157}{15}$$

$$i = 10.46 \cong 10$$

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), toda y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

El número calculado de muestras es de 15 lo que se indica en la Tabla 13.

Tabla 13. Número de muestras evaluadas

No.	UNIDAD	ABSCISA	
		INICIAL	FINAL
1	4	0+078	0+104
2	15	0+364	0+390
3	26	0+650	0+676
4	37	0+936	0+962
5	48	1+226	1+248
6	59	1+508	1+534
7	70	1+794	1+820
8	81	2+080	2+106
9	92	2+366	2+392
10	103	2+652	2+678
11	114	2+938	2+964
12	125	3+224	3+250
13	136	3+510	3+536
14	147	3+796	3+822
15	157	4+042	4+068

Fuente: Autor

4.1.2.4.3 Procedimiento de exploración visual del pavimento.

El procedimiento de la exploración de condición de un pavimento consiste en un trabajo de campo y de oficina

En el trabajo de campo recopilamos la información mediante una inspección visual los tipos de fallas que presenta según la clasificación de la tabla 11.

a) Selección de unidades de muestreo adicionales

Lo más perjudicial del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado.

También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que solo presenta una vez (Ej. Cruce de línea férrea) quedan incluidas de forma inapropiada.

Para evitar lo antes mencionado, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como la unidad adicional en lugar de una unidad representativa o aleatoria. Cuando se incluye las unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la exploración de las condiciones inusuales en toda la sección.

b) Para la evaluación de la condición del pavimento

Para realizar la evaluación de la condición del pavimento mediante el método del PCI se debe disponer de lo siguiente:

Saber sobre el manual de daños del PCI.

Formato para reunir la información de los daños existentes en el pavimento (tabla 11).

Regleta para medir las profundidades de las fallas en el caso de ahuellamiento, baches y depresiones.

Cinta métrica para medir las longitudes y áreas de las fallas localizadas.

Conos para la seguridad de los evaluadores de las fallas.

Luego de disponer de todo lo necesario para hacer la evaluación del pavimento se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los

daños y se registra la información en el formato antes mencionado, se debe conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos.

Se usa un formulario u hoja de información para cada unidad de muestreo y en los formatos cada región se usa para registrar un daño, su longitud y su nivel de severidad.

c) Cálculo del PCI para pavimentos con superficie asfáltica

Para el cálculo del PCI se debe seguir con los siguientes pasos

Cálculo del valor deducido

Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna de “Total” del formato. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo.

Calculamos la densidad dividiendo la cantidad total de cada daño, en cada nivel de severidad para el área de la muestra y exprese el resultado en porcentaje y de esa manera obtenemos la densidad de cada daño.

Determinamos el valor deducido para cada tipo de daño mediante las curvas o tablas denominadas valor deducido del daño, que se encuentra en los anexos.

4.1.2.5 Medición de las deflexiones del pavimento

El método para analizar las deflexiones que se producen en la superficie del pavimento provocado por la circulación de vehículos. Este método de estudio es para conocer el estado de la estructura del pavimento del tramo de vía El Obraje-Patate, para ello se realizó el respectivo ensayo de la viga Benkelman a cada 200 m.

Figura 51. Ensayo viga Benkelman



Realizado por: Autor

Los datos a tomarse se los harán en puntos específicos que nos indica la normativa para realizar el ensayo (partida, a 25 cm, 50 cm, 1 m, 5 y 8 metros, medidos a 90 cm de la línea exterior del carril) es muy importante tener en cuenta que la volqueta debe avanzar en línea recta y de manera alineada a la viga Benkelman, para la recolección de los datos obtenidos se utilizó la tabla 14:

Tabla 14. Deflexiones del tramo estudiado



FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL





"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO-PATATE EN EL TRAMO Km 4+170 – Km 8+260 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
DEFLEXIONES OBTENIDAS CON LA VIGA BENKELMAN								
No	ABSCISA	DEFLEXIONES (X-10-2)						TEMPERATURA °C
		d0	d25	d50	d100	d300	dFinal	
1	0+200	0	18	40	46	50	53	30
2	0+380	0	27	37	40	43	44	30
3	0+600	0	14	33	40	43	44	30
4	0+920	0	9	25	27	29	30	30
5	1+240	0	12	16	19	21	22	38
6	1+360	0	21	37	40	42	43	38
7	1+640	0	15	20	23	26	27	38
8	1+840	0	15	29	50	58	59	38
9	2+060	0	16	32	36	38	39	34
10	2+360	0	13	39	44	47	48	34
11	2+560	0	21	37	45	47	48	36
12	2+740	0	5	10	14	16	17	36
13	2+940	0	6	16	19	21	22	36
14	3+300	0	11	18	21	24	25	36
15	3+480	0	12	41	50	52	53	36
16	3+860	0	12	25	32	35	37	36
17	4+000	0	10	29	35	43	44	34

Fuente: Autor

4.1.2.6 Características de la vía

Se realizó un recorrido del tramo en estudio donde se llevó a cabo un registro de las características principales de la vía, así como de los distintos elementos que se encontraron en la misma tales como cunetas, aceras, pozos de alcantarillado, pasos de agua y entradas a otras vías, para ello se utilizó el siguiente formato de la tabla 15:

Tabla 15. Formato de características de la vía

				FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
				CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
				ABSCISADO DE LA VÍA PELILEO- PATATE KM 4+170 AL KM 8+260								
PROYECTO:		"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO-PATATE EN EL TRAMO Km 4+170 – Km 8+260 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"										
LEVANTADO:		Carlos Andrés Santamaría Chicaiza							SENTIDO:		NORTE-SUR	
ABSCISA	ANCHO DE VÍA (m)	ACERA DERECHA	ACERA IZQUIERDA	CUNETA DERECHA	CUNETA IZQUIERDA	POZO DE ALCANTARILLADO	SUMIDERO DE CUNETA	ENTRADA DERECHA (m)	ENTRADA IZQUIERDA (m)	OBSERVACIONES		
Tramo No 2 El Obraje - Redondel de Patate												
0+000	9.33			x	x						C.DERECHA CON MATERIAL	
0+020	9.20			x	x						C.DERECHA CON MATERIAL	
0+040	9.30			x	x						C.DERECHA CON MATERIAL	
0+060	9.10			x	x						C.DERECHA CON MATERIAL	
0+080	9.00			x	x						C.DERECHA CON MATERIAL	
0+100	9.20			x					x		C.IZQUIERDA CON MATERIAL	
0+120	9.20			x	x							
0+140	9.30			x	x	x	x					
0+160	9.20			x	x							
0+180	9.20			x	x							
0+200	9.10			x	x							
0+220	8.90			x	x							
0+240	9.00			x	x							
0+260	9.10			x	x		x					
0+280	9.10			x	x							
0+300	9.00			x	x							
0+320	8.90				x						C.DERECHA CON MATERIAL	
0+340	8.80			x	x							
0+360	9.30			x	x							
0+380	9.20			x	x		x					
0+400	9.20				x			x			C.DERECHA CON MATERIAL	
0+420	8.90			x	x							
0+440	9.20			x	x							
0+460	9.20			x	x							
0+480	9.20			x	x							
0+500	9.00			x	x		x					
0+520	9.20			x	x							
0+540	9.10			x	x							
0+560	9.20			x	x							
0+580	10.25			x	x			x			C.DERECHA CON MATERIAL	
0+600	10.20			x	x							

Fuente: Autor

4.2. Análisis de resultados

A continuación teniendo los diferentes resultados de campo se realizó la tabulación de las informaciones obtenidas, con la ayuda de tablas y gráficos los cuales simplifican el análisis e interpretación de las variables y de esta manera obtener los resultados requeridos, tales como: el tráfico promedio diario anual, la capacidad portante de las distintas capas las cuales conforman la estructura de la vía, las deflexiones existentes y el índice de condición del pavimento, por lo cual fue necesario la utilización de diferentes programas.

4.2.1. Conteo Vehicular

Para poder realizar el cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA), se realizó las siguientes lecturas de la manera que se detalló en el numeral 4.1.2.3, mediante el cual se obtuvo los valores detallados a continuación en la totalidad de cada día de conteo:

Tabla 16. Número total de vehículos en ambos sentidos

DÍA	NÚMERO TOTAL DE VEHÍCULOS AMBOS SENTIDOS
LUNES	3377
MARTES	3015
MIÉRCOLES	3398
JUEVES	3280
VIERNES	4138
SÁBADO	4275
DOMINGO	3293

Fuente: Autor

El día en el cual hubo mayor flujo vehicular es el **SABADO** ya que en ese día se realiza una feria en el cantón Pelileo, con este dato se obtuvo los valores de la hora pico los cuales detallamos en la tabla 17:

Tabla 17. Tráfico de la hora pico

TRÁFICO DE LA HORA PICO									
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						TOTAL
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6	
8:45-9:00	110	7	4	1	2	0	0	0	124
9:00-9:15	90	6	4	0	1	0	0	0	101
9:15-9:30	82	4	7	0	1	0	0	1	95
9:30-9:45	88	4	8	0	2	0	0	0	102
TOTALES	370	21	23	1	6	0	0	1	422
PORCENTAJE %	87.68	4.98	7.35						100.00

Fuente: Autor

Con la determinación de los valores de la hora pico, se procede a calcular el valor de hora pico:

$$FHP = \frac{Q}{4Q_{15máx}} \quad \text{Ecuación (6)}$$

Dónde:

Q= Volumen de tráfico durante la hora.

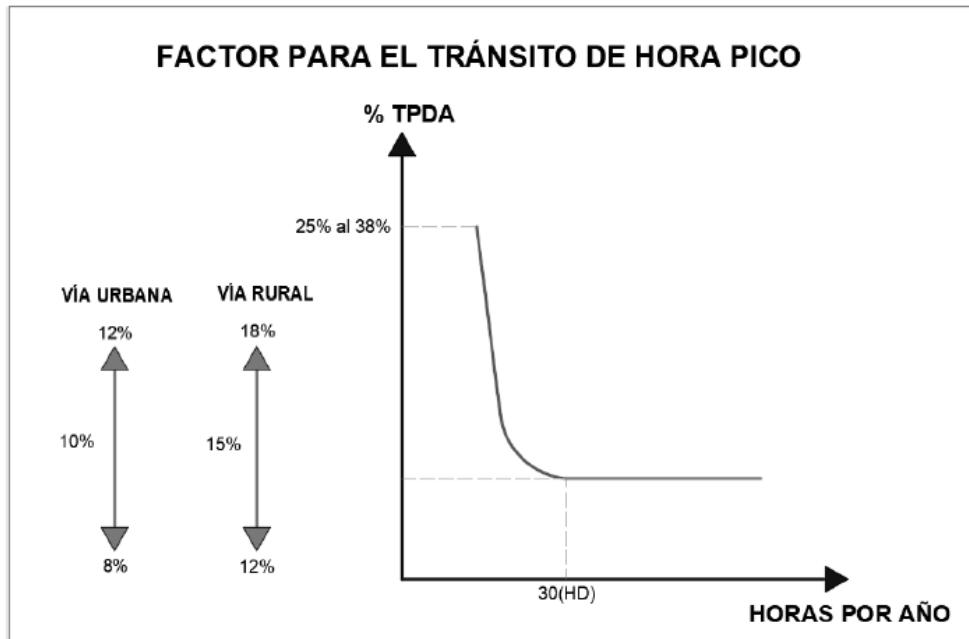
Q_{15max} = Volumen máximo registrado en el transcurso de 15 minutos durante la hora pico.

$$FHP = \frac{422}{4 \times 124_{15máx}}$$

$$FHP = 0.85$$

Cálculo del TPDA actual es con la ayuda del método de la 30va hora máxima o llamada también el porcentaje de la trigésima hora se puede obtener el valor del TPDA actual, como la zona del proyecto se encuentra en una zona rural se escoge el valor de %TH= 0.15 (vía rural) según lo específica en la figura 52:

Figura 52. Porcentaje de la trigésima hora.



Fuente: Estudio de tráfico vehicular MTOP, 2003

Para el cálculo de TPDA actual se utilizará la siguiente formula:

$$TPDA_{actual} = \frac{Qv * FHV}{\%TH} \quad \text{Ecuación (7)}$$

Dónde:

Qv = Volumen de un tipo de vehículo durante una hora.

$\%TH$ = Porcentaje de la Trigésima hora, según MTOP Figura 52.

Cálculo:

$$TPDA_{actual} livianos = \frac{370 * 0.85}{0.15} = 2097$$

$$TPDA_{actual} buses = \frac{21 * 0.85}{0.15} = 119$$

$$TPDA_{actual} camiones C - 2P = \frac{23 * 0.85}{0.15} = 131$$

$$TPDA_{actual} \text{ camiones } C - 2G = \frac{1 * 0.85}{0.15} = 6$$

$$TPDA_{actual} \text{ camiones } C - 3 = \frac{6 * 0.85}{0.15} = 34$$

$$TPDA_{actual} \text{ camiones } C - 6 = \frac{1 * 0.85}{0.15} = 6$$

Tabla 18. TPDA actual calculado.

VEHÍCULO	VOLUMEN DE HORA PICO	TPDA ACTUAL
LIVIANOS	370	2097
BUSES	21	119
CAMIONES PEQUEÑOS DE 2 EJES C-2	23	131
CAMIONES GRANDES DE 2 EJES C-2G	1	6
CAMIONES DE 3 EJES C-3	6	34
CAMIONES DE 6 EJES C-6	1	6

Fuente: Autor

Para el cálculo del TPDA actual se utilizará la siguiente tabla en donde se detalla la tasa de crecimiento anual del tráfico en porcentaje.

Tabla 19. Tasa de crecimiento anual del tráfico (%)

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010-2014	4.47	2.22	2.18
2016-2019	3.97	1.97	1.94
2020-2024	3.57	1.78	1.74
2024-2030	3.25	1.62	1.58

Fuente: Estudio de tráfico vehicular MTOP,2003

Cálculo del TPDA actual:

$$TPDA_{futuro} = TPDA_{actual}(1 + i)^n \quad \text{Ecuación (8)}$$

Dónde:

i= Índice de crecimiento (Tabla 19)

n= Número de años de proyecto

$$TPDA_{futuro} livianos = 2097(1 + 3.97\%)^1 = 2180.25 \cong 2181$$

$$TPDA_{futuro} buses = 119(1 + 1.97\%)^1 = 121.34 \cong 122$$

$$TPDA_{futuro} camiones C - 2 = 131(1 + 1.94\%)^1 = 133.54 \cong 134$$

$$TPDA_{futuro} camiones C - 2G = 6(1 + 1.94\%)^1 = 6.11 \cong 7$$

$$TPDA_{futuro} camiones C - 3 = 34(1 + 1.94\%)^1 = 34.65 \cong 35$$

$$TPDA_{futuro} camiones C - 6 = 6(1 + 1.94\%)^1 = 6.11 \cong 7$$

De acuerdo con las normas MTOP 2013, para el cálculo del tránsito generado se utilizará el 20% de TPDA actual, para el tráfico atraído el 10% del tráfico actual y para el tráfico desarrollado el 5% del tráfico actual, estos valores se los detalla en la tabla 20:

Tabla 20. Cálculo del TPDA actual

VEHÍCULOS	TPDA ACTUAL	INDICE DE CRECIMIENTO (i)	TPDA (1año)	Tg TPDA actual* 20%	Ta TPDA actual* 10%	Td TPDA actual* 5%	Tránsito actual "TPDA TOTAL" (TPDAactual+Tg+Ta+Td)
LIVIANOS	2097	3.97%	2181	420	210	105	2832
BUSES	119	1.97%	122	24	12	6	161
CAMIONES							
C-2P	131	1.94%	134	27	14	7	313
C-2G	6	1.94%	7	2	1	1	17
C-3	34	1.94%	35	7	4	2	82
C-4	0	1.94%	0	0	0	0	0
C-5	0	1.94%	0	0	0	0	0
C-6	6	1.94%	7	7	4	2	26
							438

Fuente: Autor

En la **Tabla 20** podemos observar que los valores para el TPDA actual para el primer año consta de la suma de los vehículos livianos, buses y camiones tipo C-2, C-2G, C-3 y C-6 teniendo de esta manera los valores siguientes:

Tabla 21. TPDA total actual

VEHÍCULOS	TRÁFICO ACTUAL
LIVIANOS	2832
BUSES	161
CAMIONES	438

Fuente: Autor

Cálculo del tráfico futuro

Tabla 22. Cálculo de tráfico futuro

AÑO	CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO ANUAL			
	LIVIANOS	BUSES	CAMIMONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TPDA ACTUAL
2019	3.97%	1.97%	1.94%	2832	161	438	3431
2020	3.57%	1.78%	1.74%	2933	164	446	3543
2021	3.57%	1.78%	1.74%	3038	167	454	3659
2022	3.57%	1.78%	1.74%	3146	170	462	3778
2023	3.57%	1.78%	1.74%	3258	173	470	3901
2024	3.57%	1.78%	1.74%	3374	176	478	4028
2025	3.25%	1.62%	1.58%	3484	179	486	4149
2026	3.25%	1.62%	1.58%	3597	182	494	4273
2027	3.25%	1.62%	1.58%	3714	185	502	4401
2028	3.25%	1.62%	1.58%	3835	188	510	4533
2029	3.25%	1.62%	1.58%	3960	191	518	4669
2030	3.25%	1.62%	1.58%	4089	194	526	4809
2031	3.25%	1.62%	1.58%	4222	197	534	4953
2032	3.25%	1.62%	1.58%	4359	200	542	5101
2033	3.25%	1.62%	1.58%	4501	203	551	5255
2034	3.25%	1.62%	1.58%	4647	206	560	5413
2035	3.25%	1.62%	1.58%	4798	209	569	5576
2036	3.25%	1.62%	1.58%	4954	212	578	5744
2037	3.25%	1.62%	1.58%	5115	215	587	5917
2038	3.25%	1.62%	1.58%	5281	218	596	6095
2039	3.25%	1.62%	1.58%	5453	222	605	6280

Fuente: Autor

De acuerdo con el cálculo del tráfico futuro, se obtuvo un TPDA proyectado para 20 años de 6280 vehículos/día:

Figura 53. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA _d			
Descripción	Clasificación funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) 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

TPDA=Tráfico Promedio Diario Anual.
 TPDA_d=TPDA correspondiente al año horizonte o de diseño.
 En esta clasificación considera un TPDA_d para el año horizonte se define como:
 TPDA_d= Año de inicio de estudios + Años de licitación, Construcción + Años de operación.
 C1= Equivalente a carretera de mediana capacidad.
 C2= Equivalente a carretera convencional básica y camino básico.
 C3=Camino agrícola/ forestal

Fuente: Nevi-12, 2013

Con los datos del TPDA obtenido y basándonos en el cuadro anterior se llegó a la conclusión que la vía pertenece a una vía C1 de 2 carriles, lo que significa que nuestra vía equivale a una de mediana capacidad.

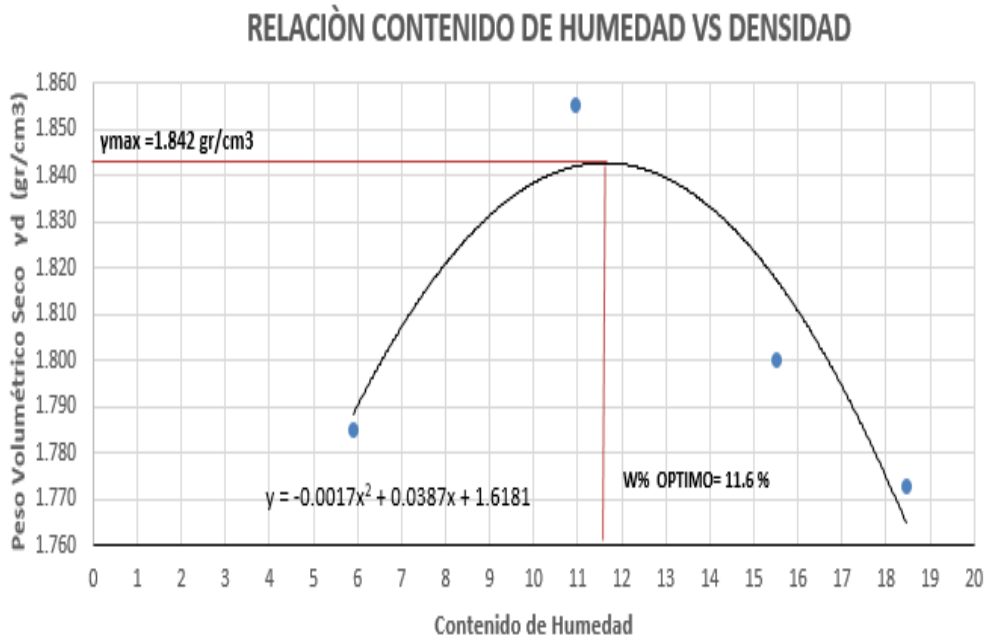
4.2.2. Resultado de los ensayos de suelos

4.2.2.1 Proctor modificado tipo D

El ensayo se lo realizó para 4 muestras tomadas una a cada kilómetro mediante calicatas o pozos a cielo abierto, el Proctor es de vital importancia ya que gracias a este ensayo se conocerá los valores de humedad óptima y densidad seca los cuales nos ayudaran posteriormente para el ensayo de CBR.

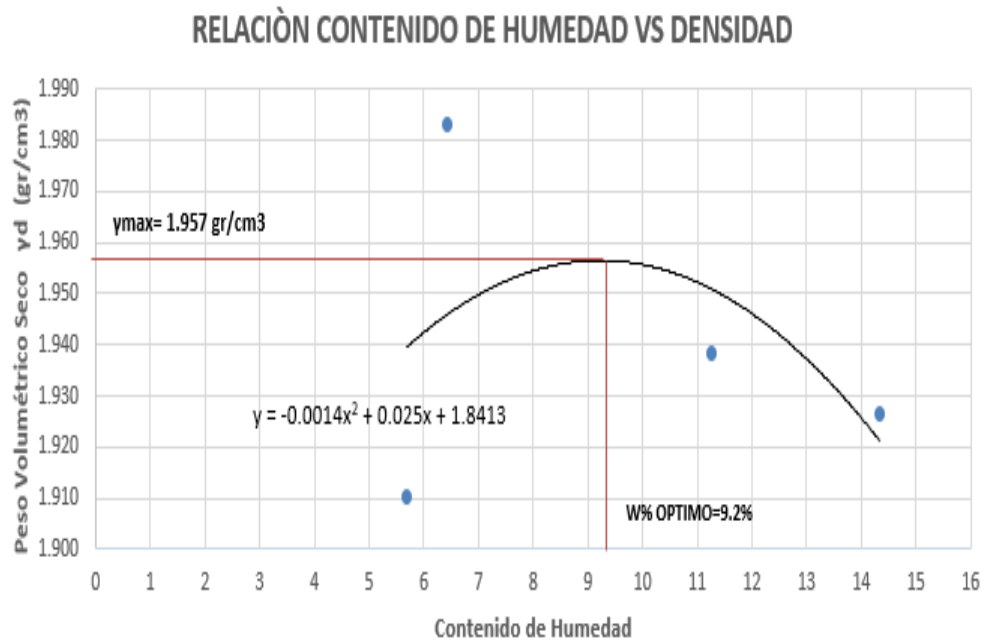
Subrasante. – Las siguientes gráficas indican los resultados obtenidos del ensayo Proctor modificado D que se efectuó en las subrasantes de las muestras tomadas:

Figura 54. Parámetros de compactación subrasante Abscisa 1+400.



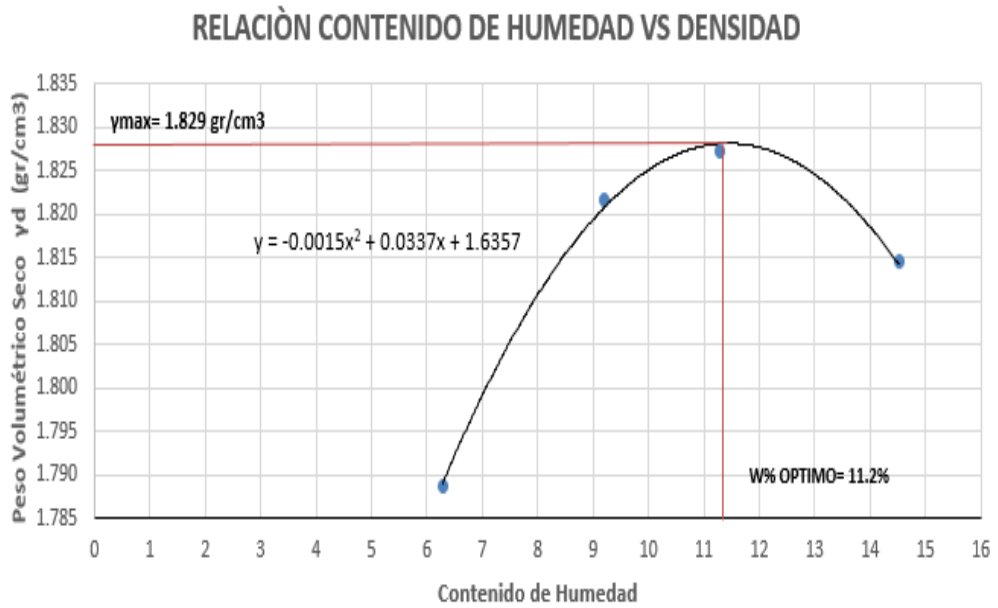
Fuente: Autor

Figura 55. Parámetros de compactación subrasante Abscisa 2+100.



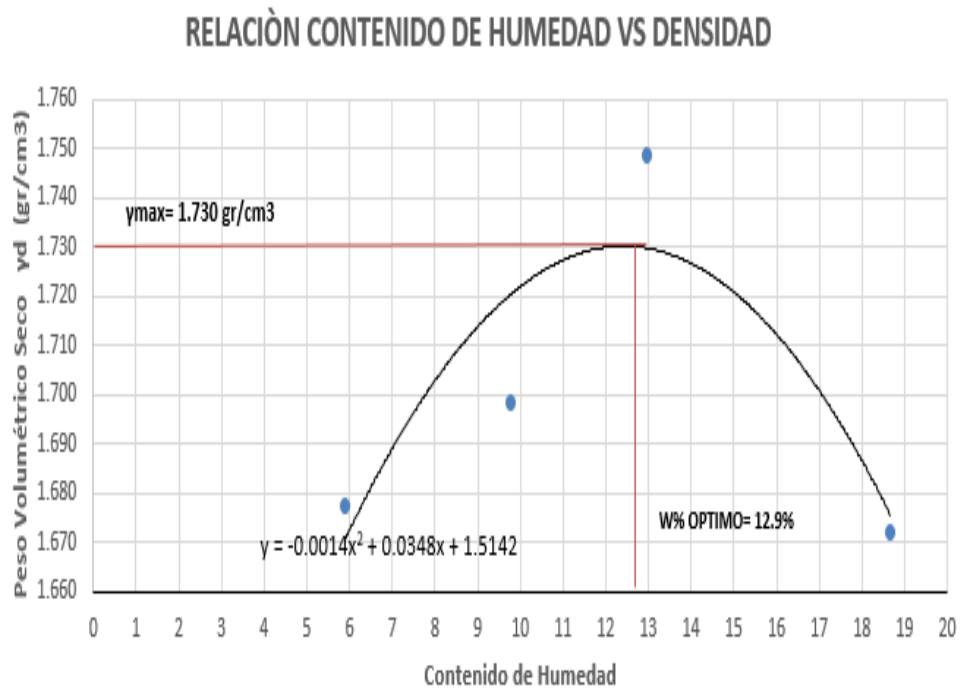
Fuente: Autor

Figura 56. Parámetros de compactación subrasante Abscisa 3+160.



Fuente: Autor

Figura 57. Parámetros de compactación subrasante Abscisa 3+640.



Fuente: Autor

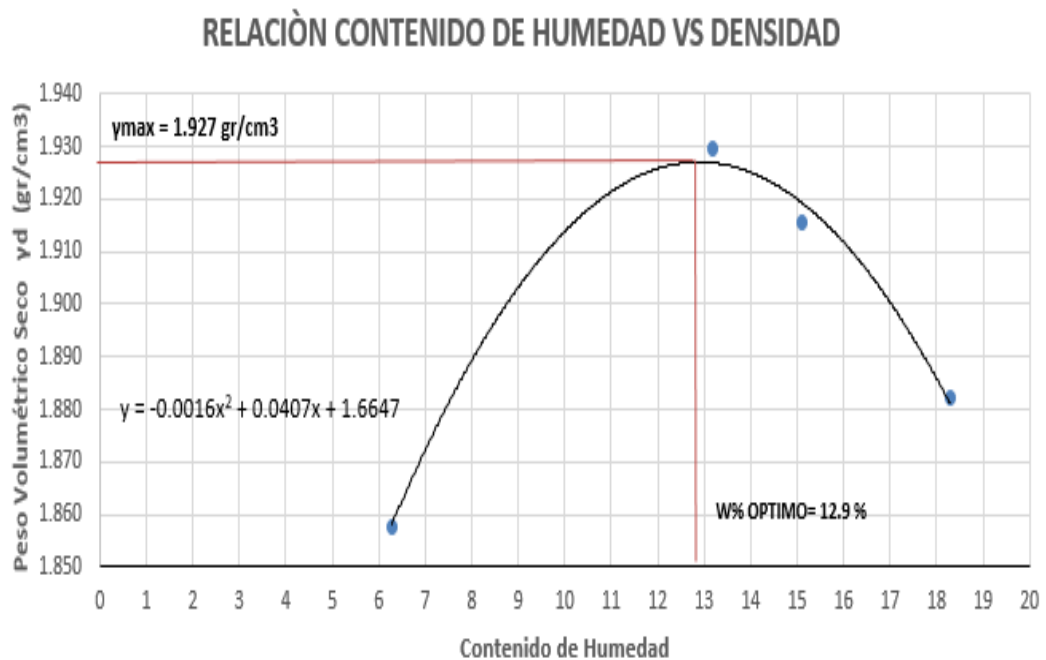
Tabla 23. Cuadro de resumen de los parámetros de compactación de la subrasante

PROCTOR MODIFICADO "D" SUBRASANTE		
ABSCISA	W% ÓPTIMO	DENSIDAD SECA (γ _d)
	%	(gr/cm ³)
1+400	11.6	1.842
2+100	9.2	1.957
3+160	11.2	1.829
3+640	12.9	1.730

Fuente: Autor

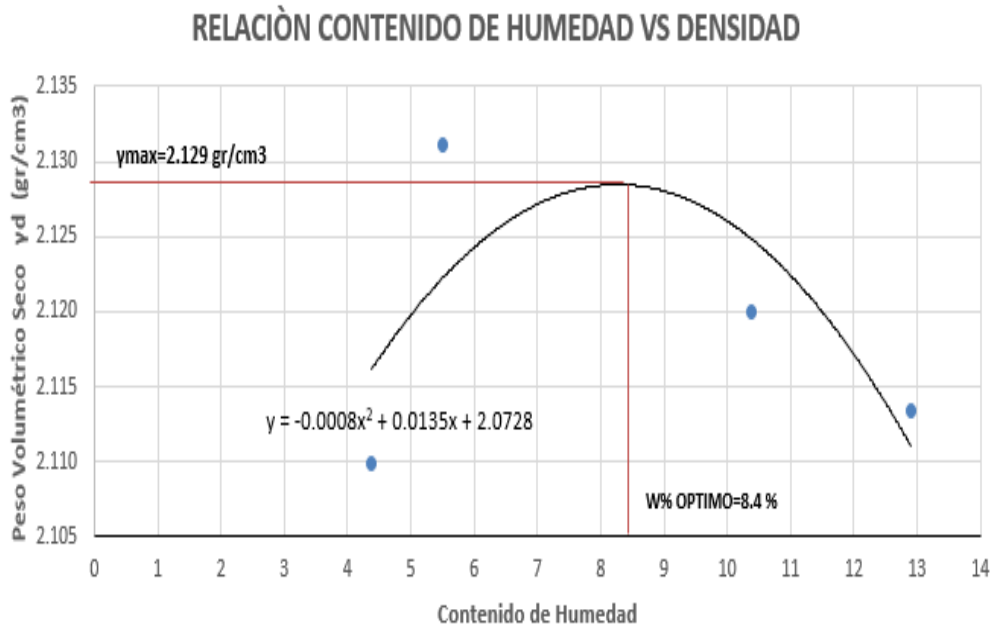
Sub-Base. – Las siguientes gráficas indican los resultados obtenidos del ensayo Proctor modificado D que se efectuó en las capas de la estructura del pavimento para de esta manera verificar la clasificación en donde se encuentran las mismas, los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes tablas:

Figura 58. Parámetros de compactación sub-base Abscisa 1+400.



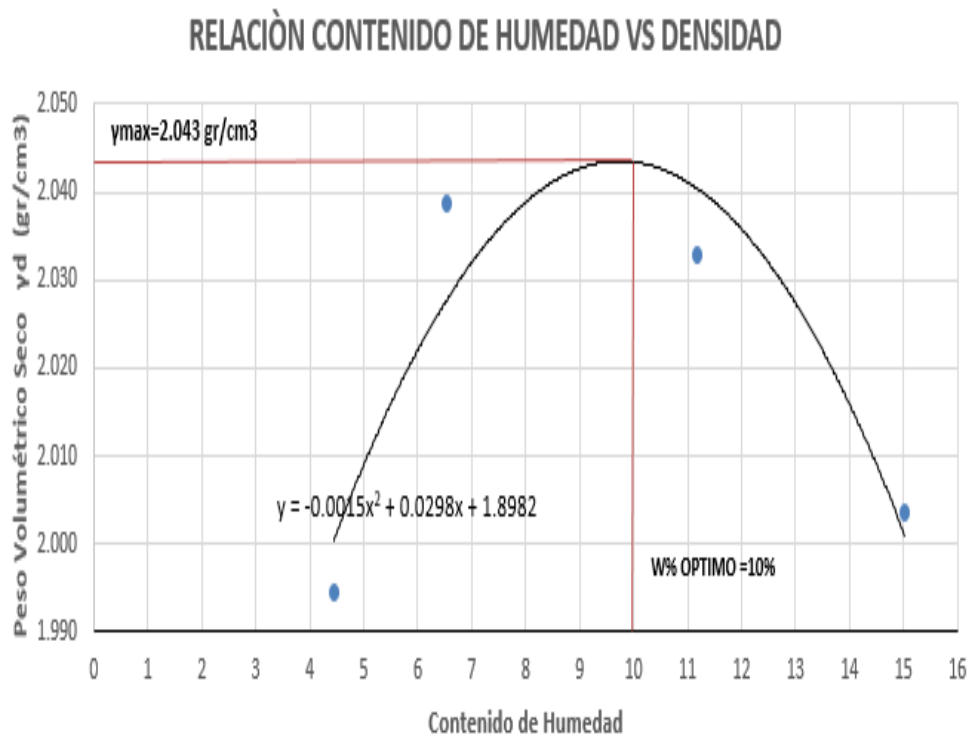
Fuente: Autor

Figura 59. Parámetros de compactación sub-base Abscisa 2+100.



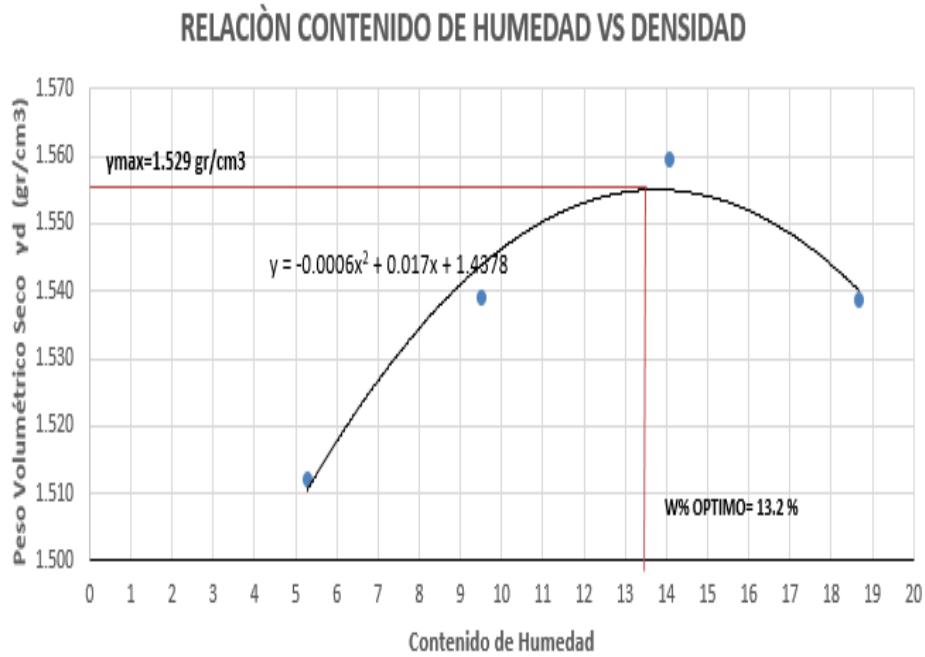
Fuente: Autor

Figura 60. Parámetros de compactación sub-base Abscisa 3+160.



Fuente: Autor

Figura 61. Parámetros de compactación sub-base Abscisa 3+640.



Fuente: Autor

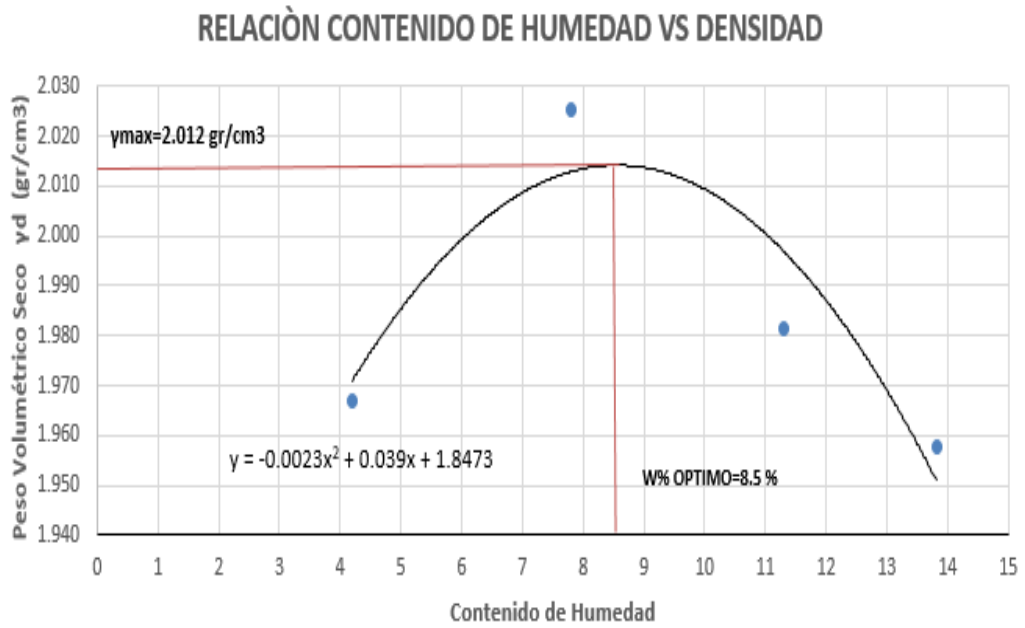
Tabla 24. Cuadro de resumen de los parámetros de compactación de la sub-base.

PROCTOR MODIFICADO "D" SUB-BASE		
ABSCISA	W% ÓPTIMO	DENSIDAD SECA (vd)
	%	(gr/cm ³)
1+400	12.9	1.927
2+100	8.4	2.129
3+160	10	2.043
3+640	13.2	1.529

Fuente: Autor

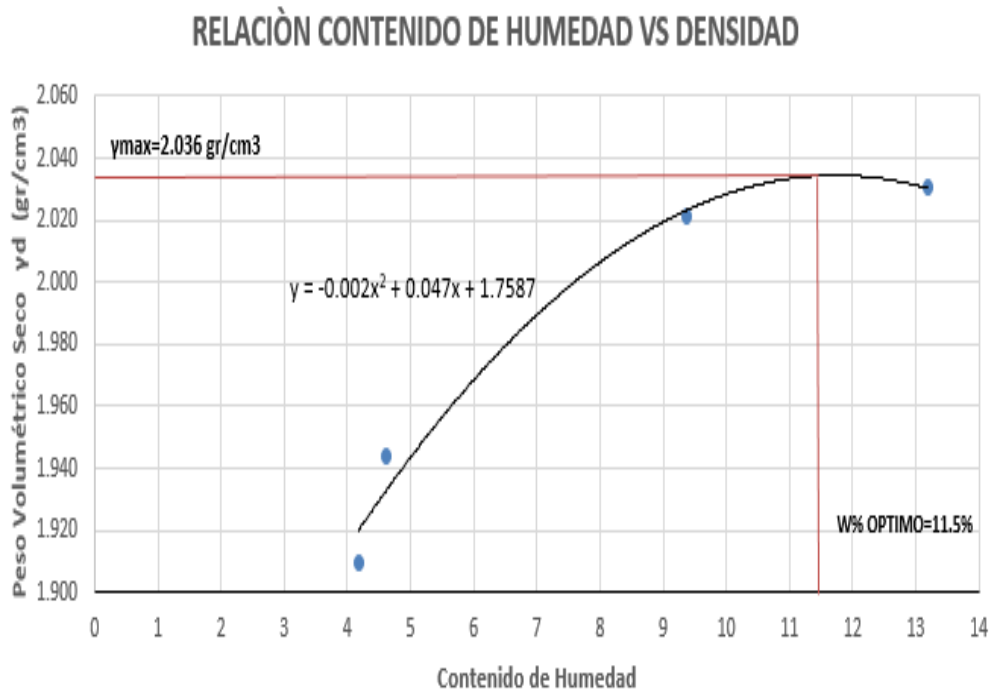
Base. – Las siguientes gráficas indican los resultados obtenidos del ensayo Proctor modificado D que se efectuó en las capas de la estructura del pavimento para de esta manera verificar la clasificación en donde se encuentran las mismas, los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes tablas:

Figura 62. Parámetros de compactación base Abscisa 1+140.



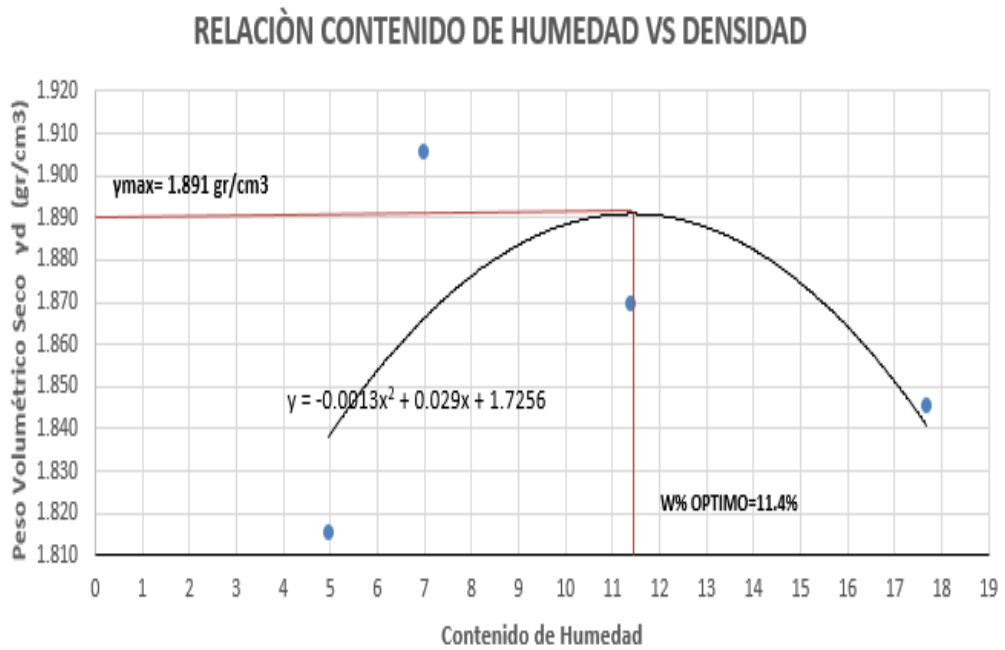
Fuente: Autor

Figura 63. Parámetros de compactación base Abscisa 2+100.



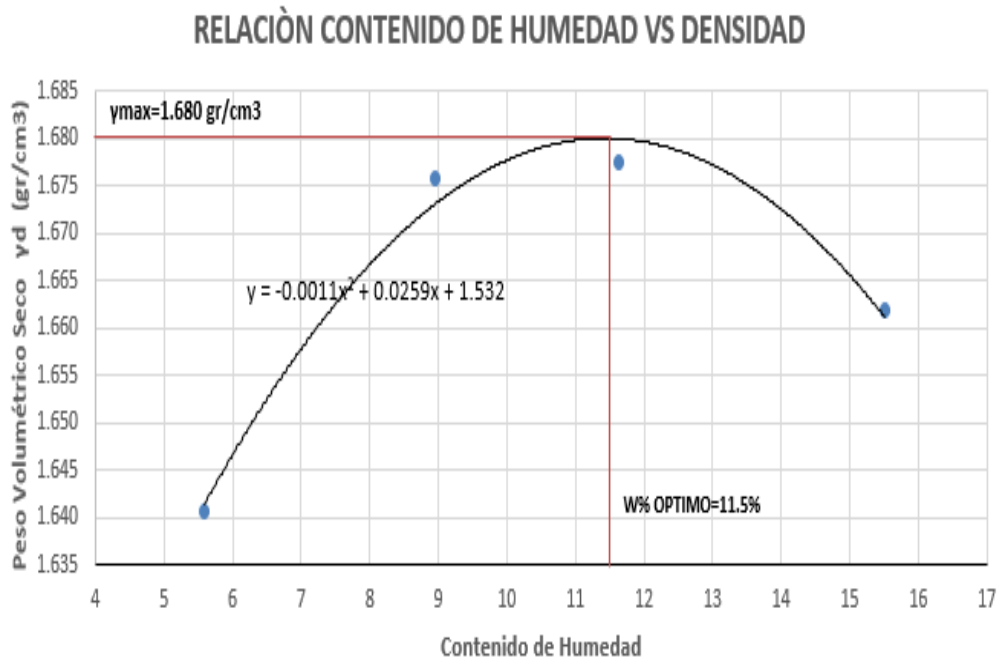
Fuente: Autor

Figura 64. Parámetros de compactación base Abscisa 3+160.



Fuente: Autor

Figura 65. Parámetros de compactación base Abscisa 3+640.



Fuente: Autor

Tabla 25. Cuadro de resumen de los parámetros de compactación de la base.

PROCTOR MODIFICADO "D" BASE		
ABSCISA	W%	DENSIDAD SECA (vd)
	ÓPTIMO %	(gr/cm ³)
1+400	8.5	2.012
2+100	11.5	2.036
3+160	11.4	1.891
3+640	11.5	1.68

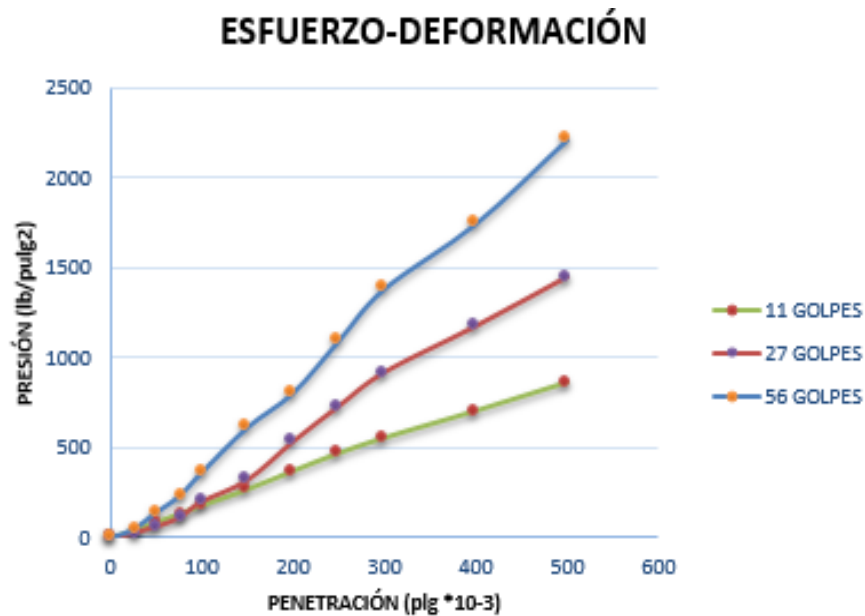
Fuente: Autor

4.2.2.2 Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR)

Una vez finalizado el ensayo Proctor modificado con la ayuda de los parámetros calculados como lo son la densidad seca y el contenido de humedad óptima especificada en las tablas anteriores, se procede a realizar el ensayo de CBR (California Bearing Ratio), como se muestra en las siguientes gráficas:

Subrasante. –

Figura 66. Presión vs Penetración de la Abscisa 1+400



Fuente: Autor

Figura 67. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 1+400

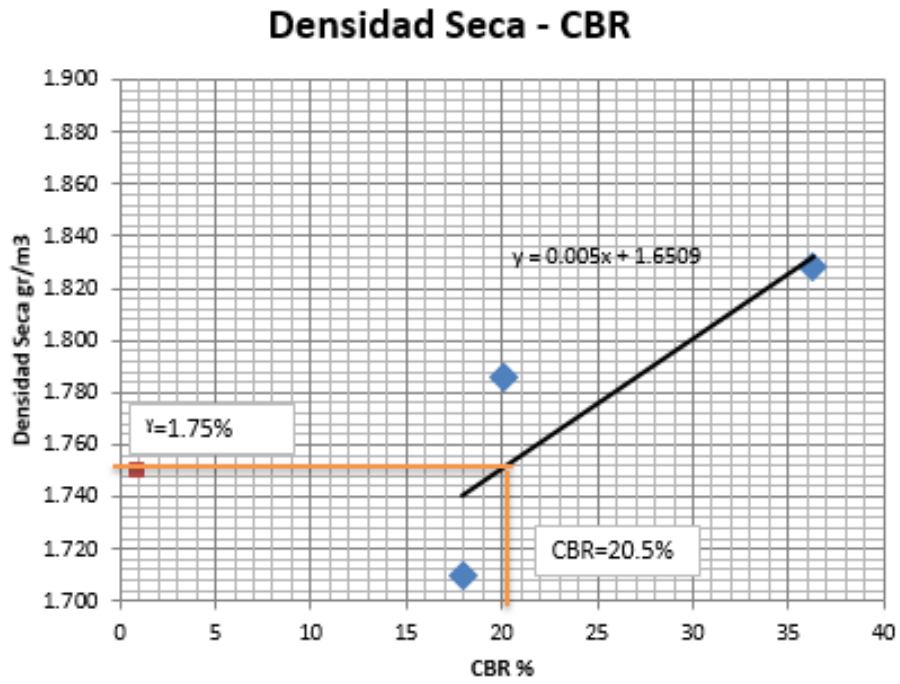


Figura 68. Presión vs Penetración de la Abscisa 2+100

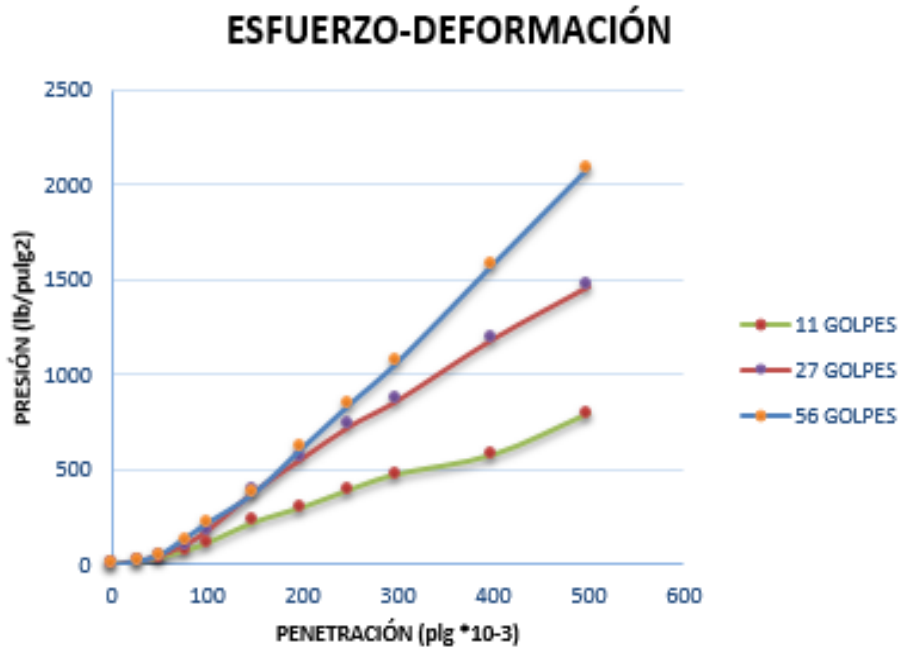
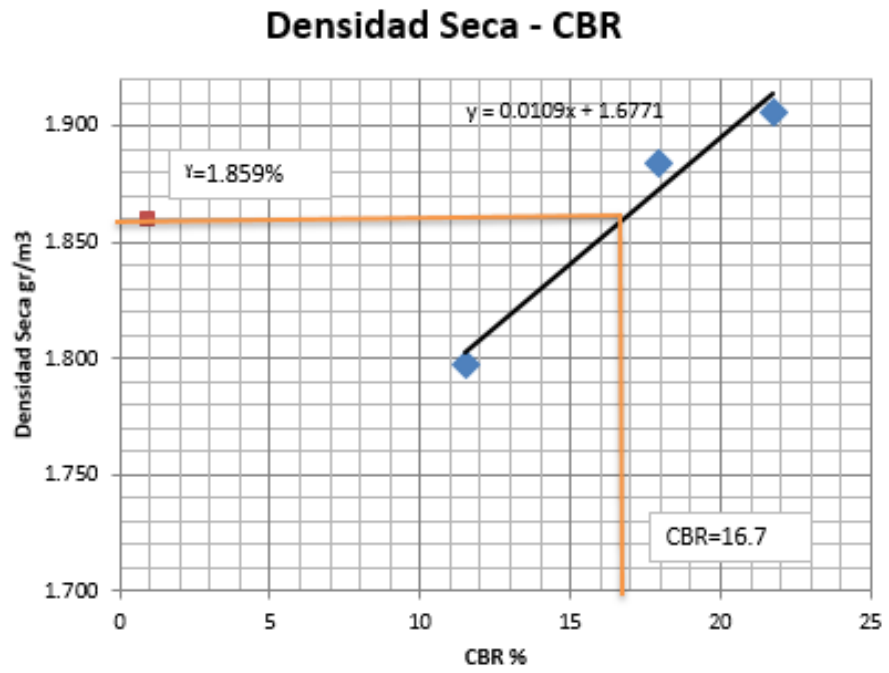
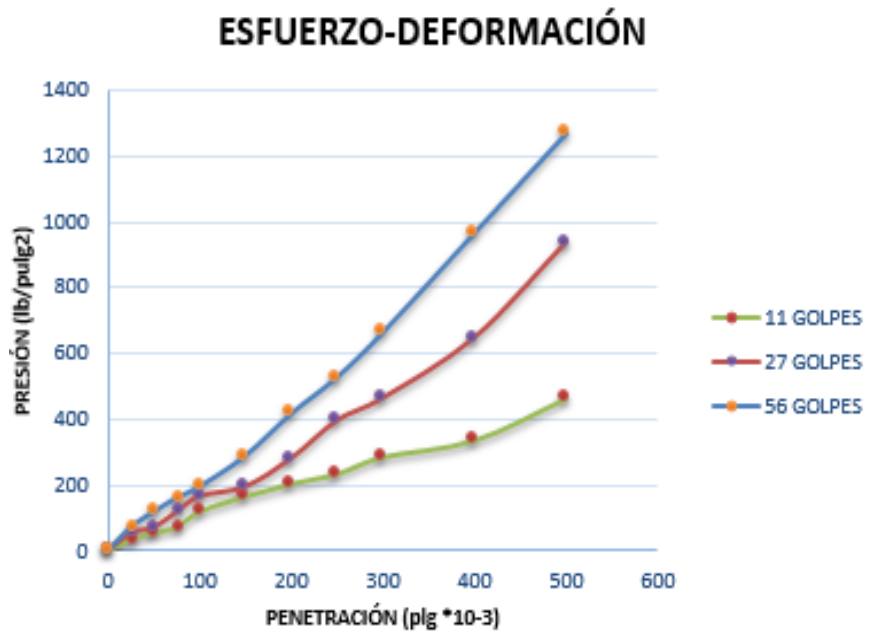


Figura 69. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 2+100



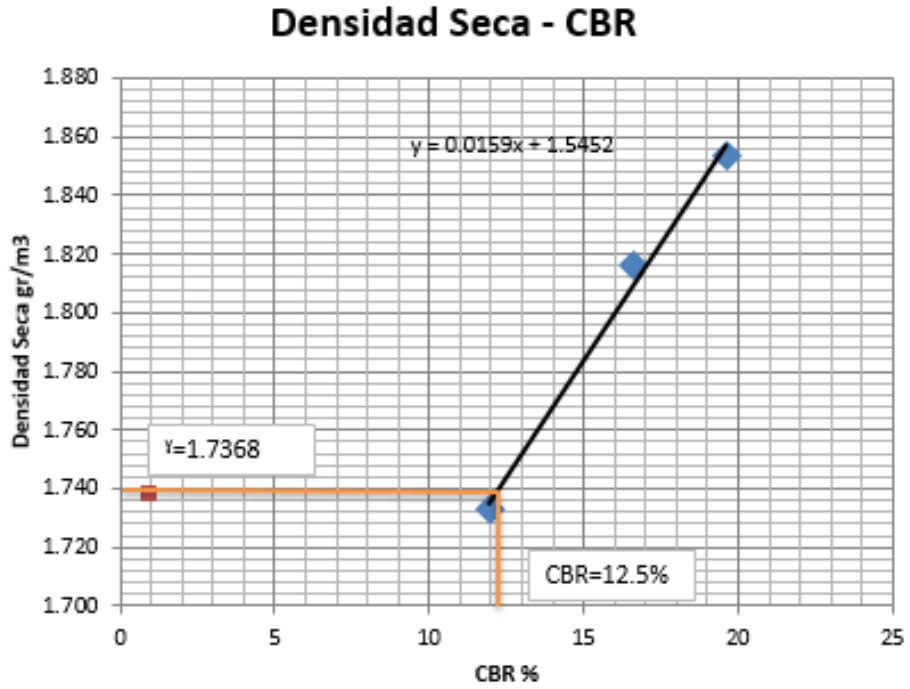
Fuente: Autor

Figura 70. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+160



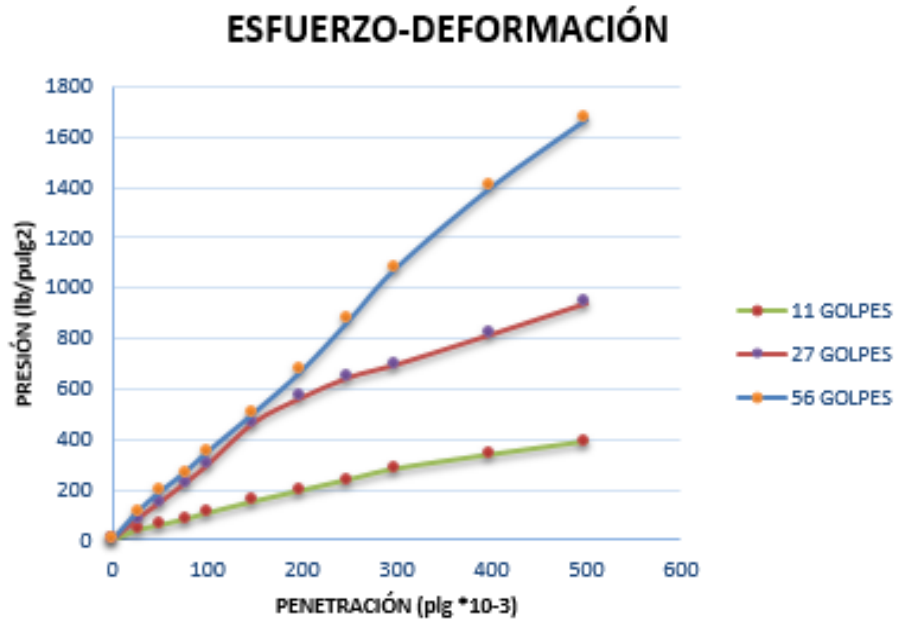
Fuente: Autor

Figura 71. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+160



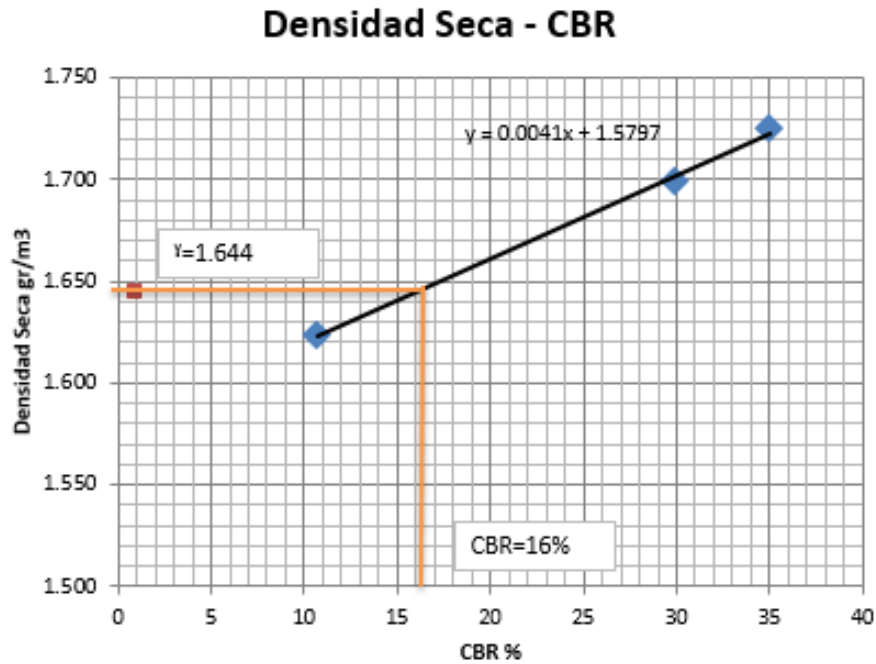
Fuente: Autor

Figura 72. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+640



Fuente: Autor

Figura 73. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+640



Fuente: Autor

Figura 74. Clasificación general del CBR %

CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	SISTEMA DE CALIFICACIÓN	
			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	A2, A4, A6, A7
			SM, SP	
20-50	bueno	base, sub-base	GM, GC, W, SM	A1b, A2-5, A3
			SP, GP	A2-6
>50	excelente	base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3

Fuente: Diseño de pavimentos, AASTHO-93,1993.

Teniendo en cuenta en la anterior figura realizamos la identificación de la clasificación del tipo de suelo según el CBR encontrado, obteniendo de esta manera los resultados mostrados en la tabla 26:

Tabla 26. Clasificación general Cbr subrasante

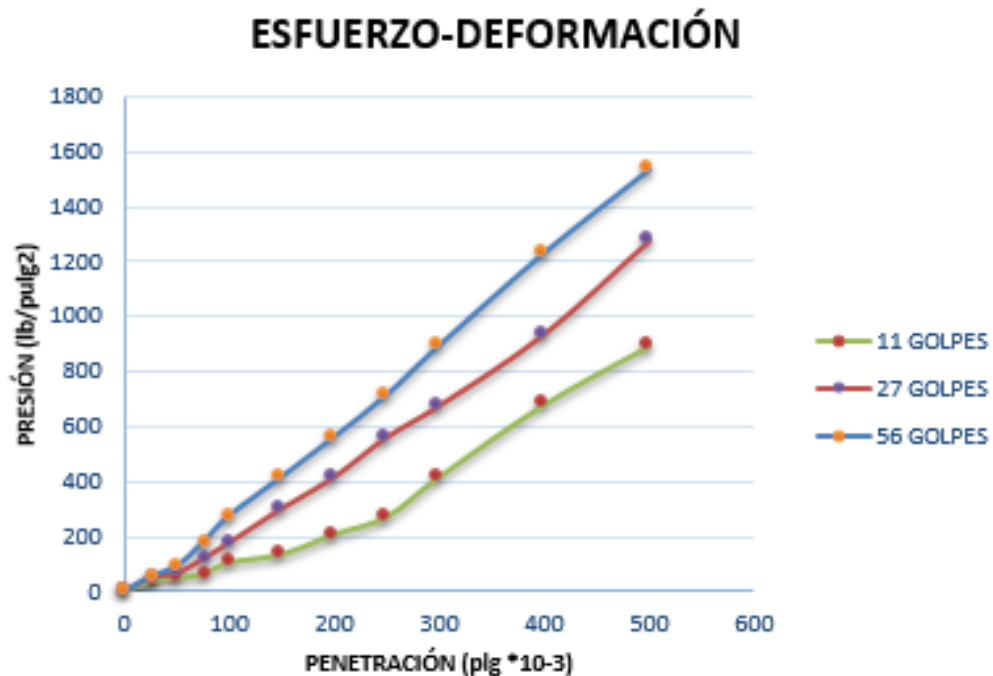
CLASIFICACIÓN GENERAL CBR SUBRASANTE			
ABSCISA	CBR%	CLASIFICACIÓN (ASSTHO-93)	USOS
1+400	20.5	BUENA	BASE, SUB-BASE
2+100	16.7	REGULAR	SUB-BASE
3+160	12.5	REGULAR	SUB-BASE
3+640	16	REGULAR	SUB-BASE

Fuente: Autor

Mediante el análisis realizado la subrasante posee un CBR o resistencia necesaria que cumple la función para ser utilizado como Subrasante cumpliendo con la norma AASTHO-93 para diseño de pavimentos incluso se puede utilizar como una sub-base moderada.

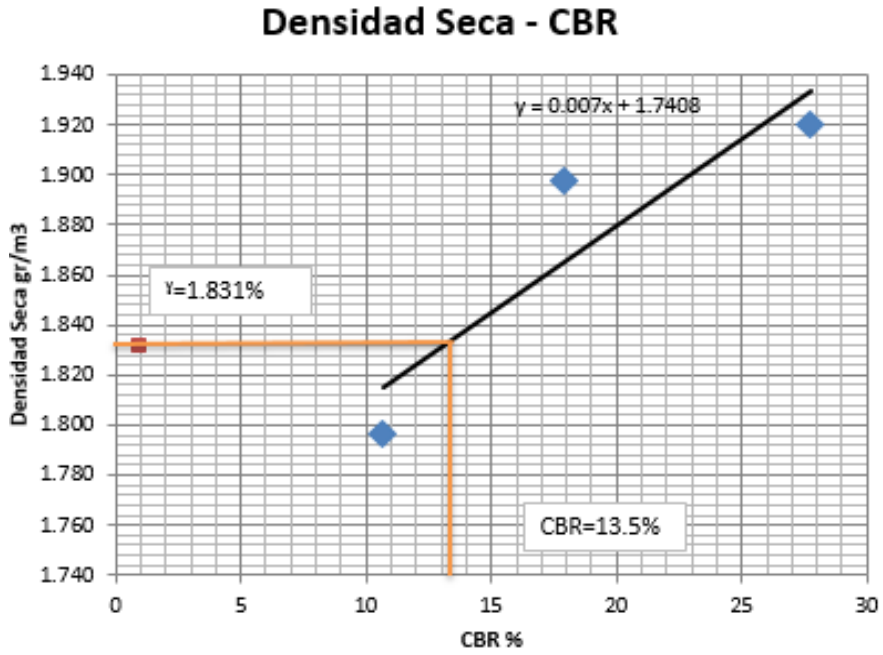
Sub-Base. -

Figura 75. Presión vs Penetración de la Abscisa 1+400



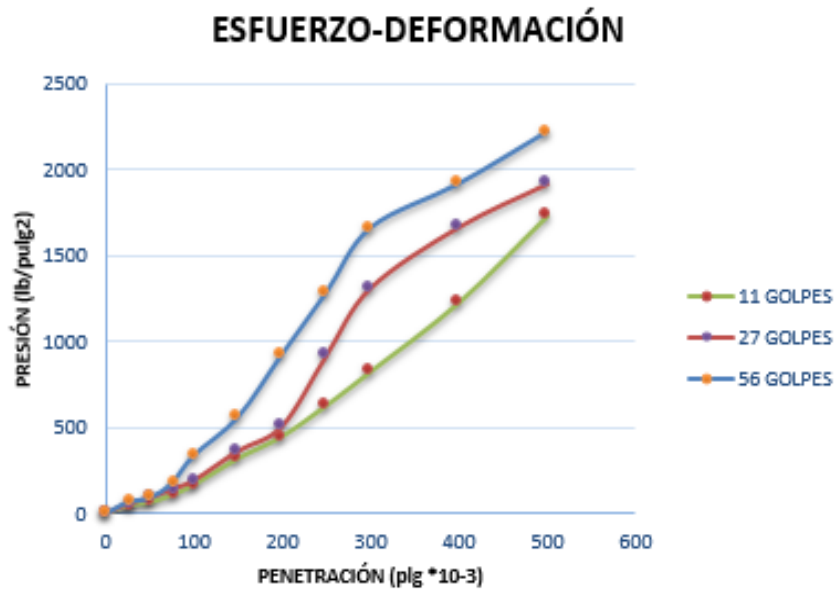
Fuente: Autor

Figura 76. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 1+400



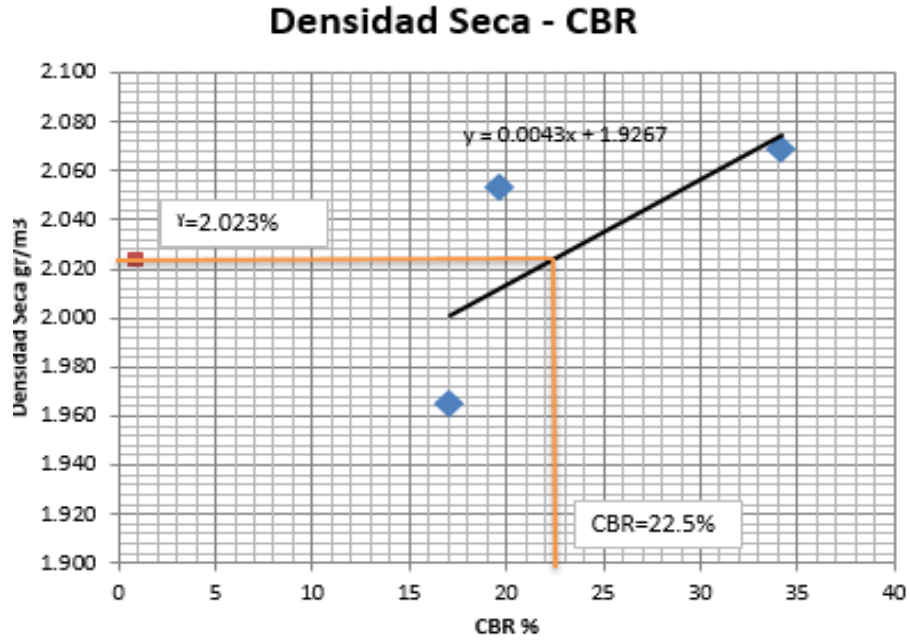
Fuente: Autor

Figura 77. Presión vs Penetración de la Abscisa 2+100



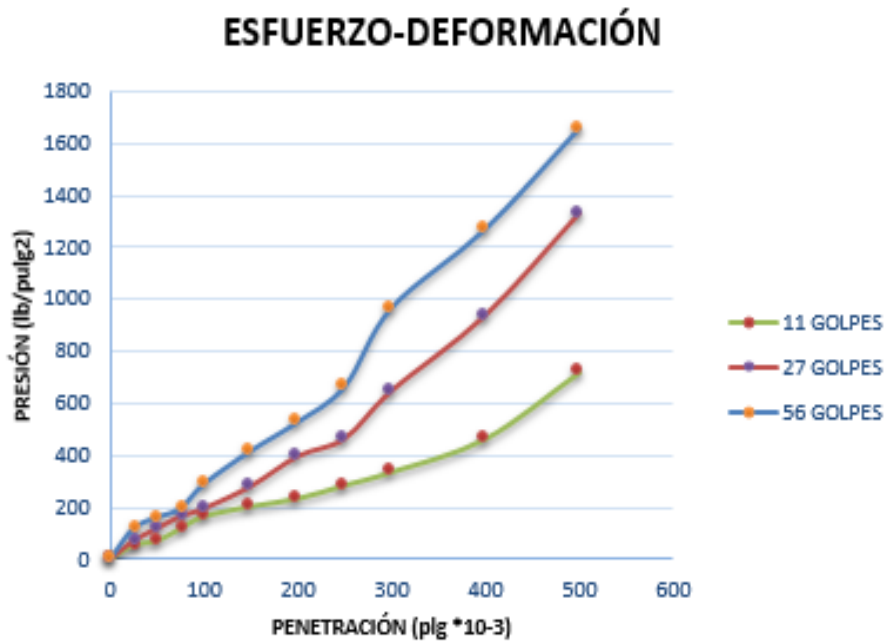
Fuente: Autor

Figura 78. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 2+100



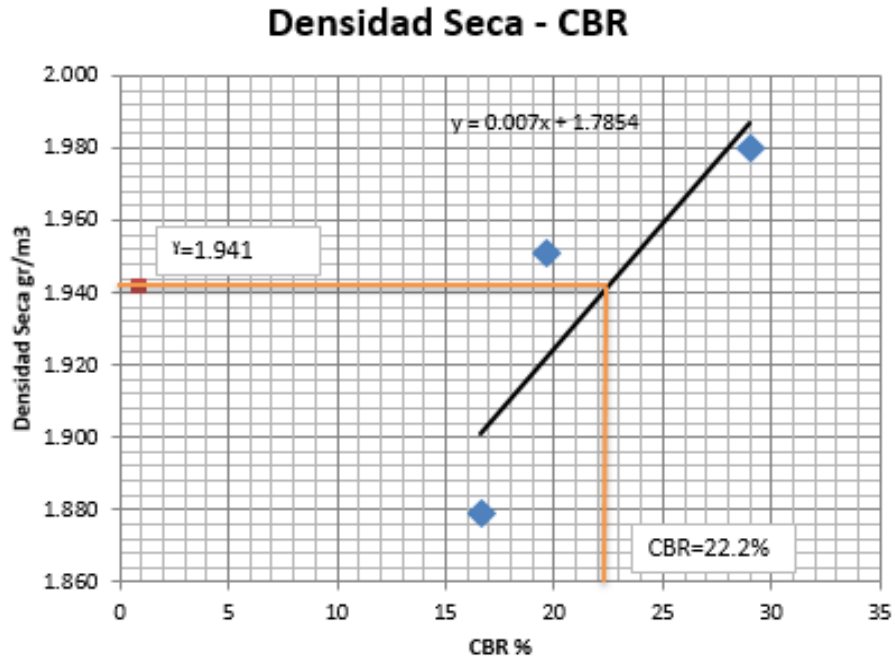
Fuente: Autor

Figura 79. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+160



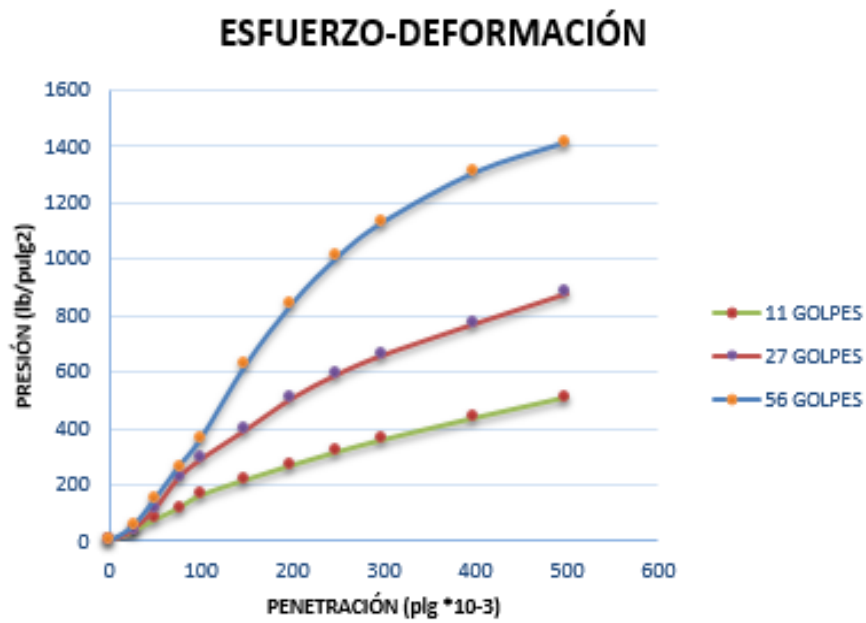
Fuente: Autor

Figura 80. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+160



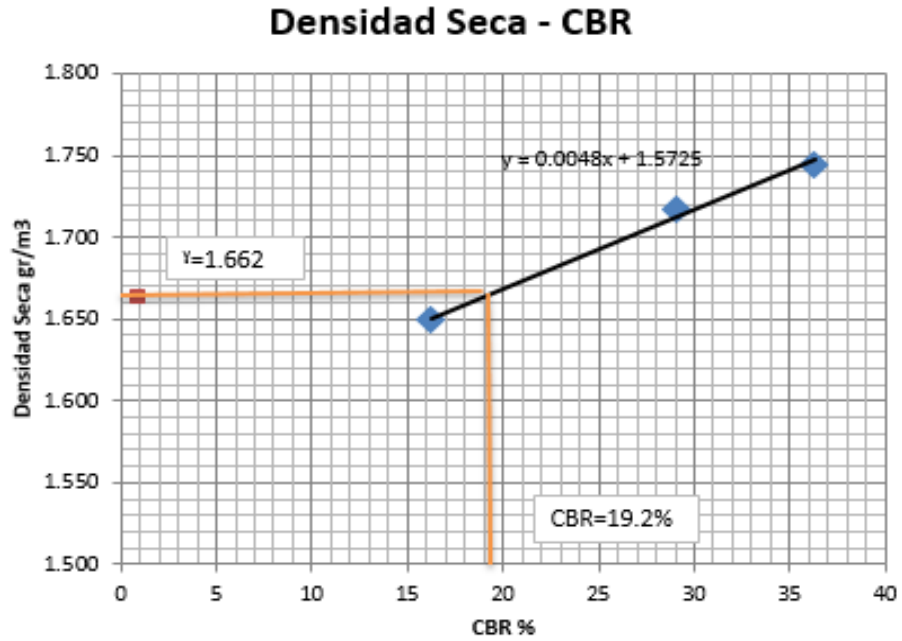
Fuente: Autor

Figura 81. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+640



Fuente: Autor

Figura 82. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+640



Fuente: Autor

Tabla 27. Clasificación general del CBR% Sub-Base

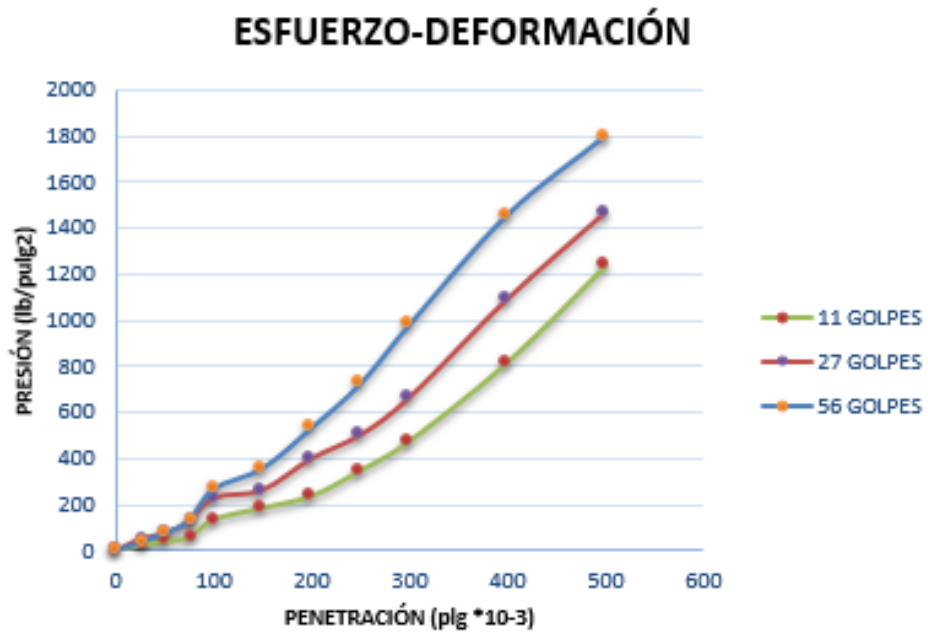
CLASIFICACIÓN GENERAL CBR SUB-BASE			
ABSCISA	CBR%	CLASIFICACIÓN (ASSTHO-93)	USOS
1+400	13.5	REGULAR	SUB-BASE
2+100	22.5	BUENA	BASE, SUB-BASE
3+160	22.2	BUENA	BASE, SUB-BASE
3+640	19.2	REGULAR	SUB-BASE

Fuente: Autor

Mediante la clasificación de los resultados de los ensayos de CBR realizados se comprobó que las sub-bases que se encontró en las distintas abscisas poseen la resistencia necesaria para ser considerados como sub-base de buena a regular.

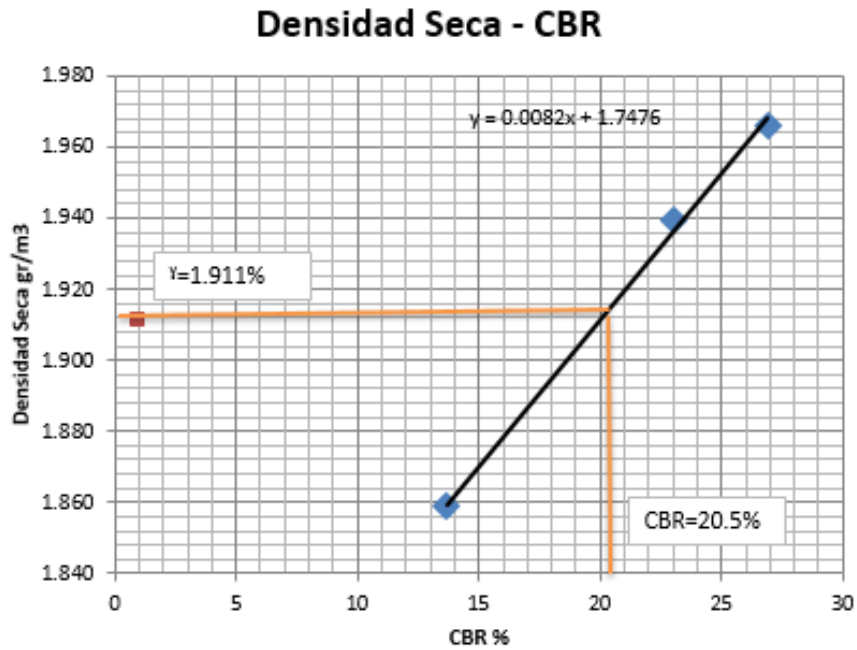
Base. -

Figura 83. Presión vs Penetración de la Abscisa 1+400



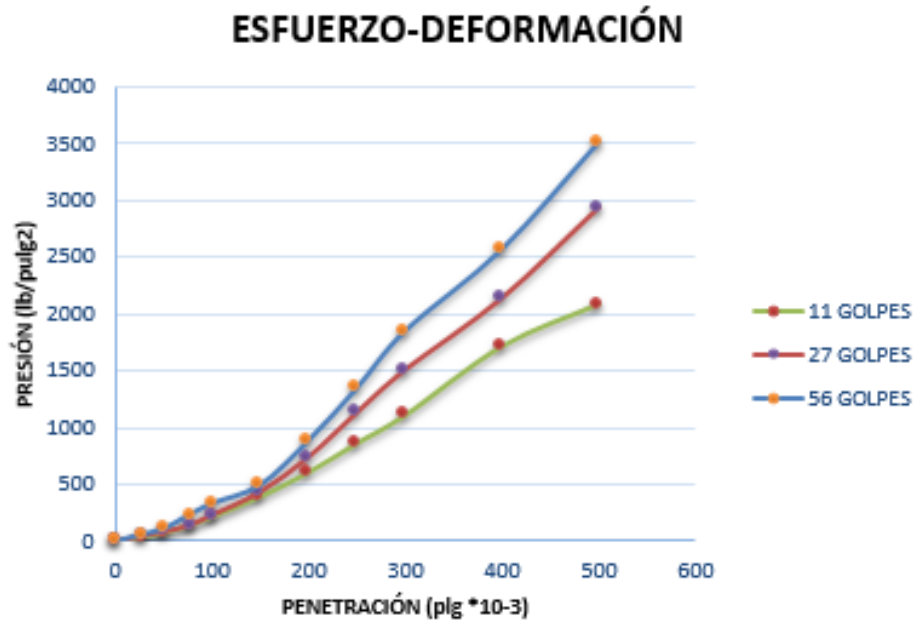
Fuente: Autor

Figura 84. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 1+400



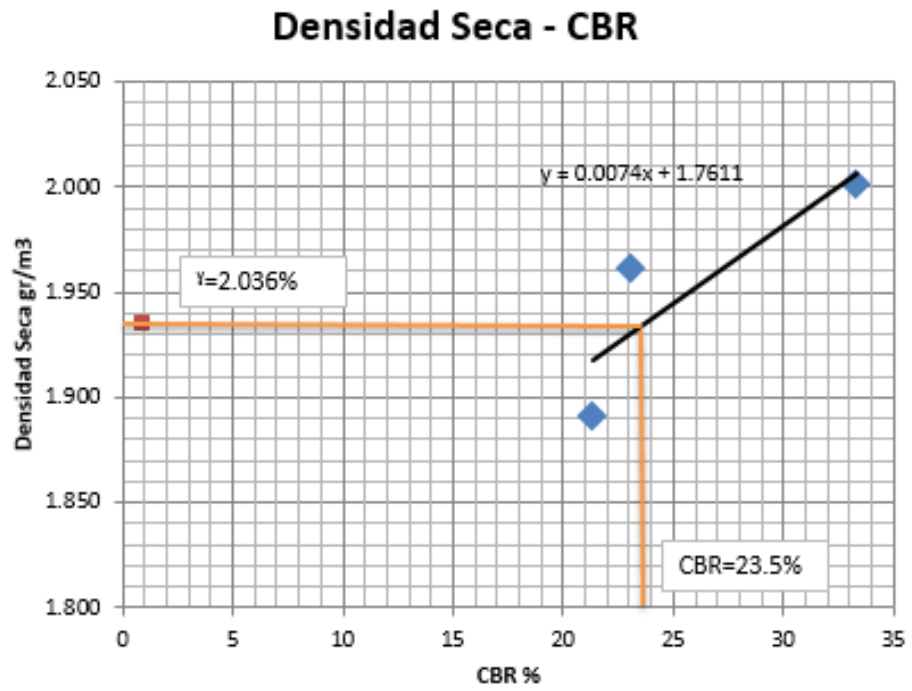
Fuente: Autor

Figura 85. Presión vs Penetración de la Abscisa 2+100



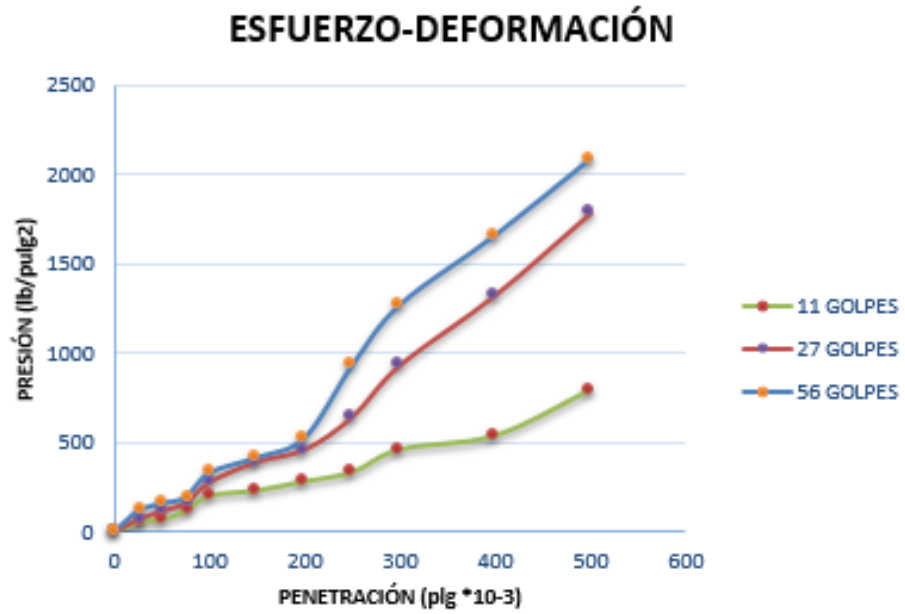
Fuente: Autor

Figura 86. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 2+100



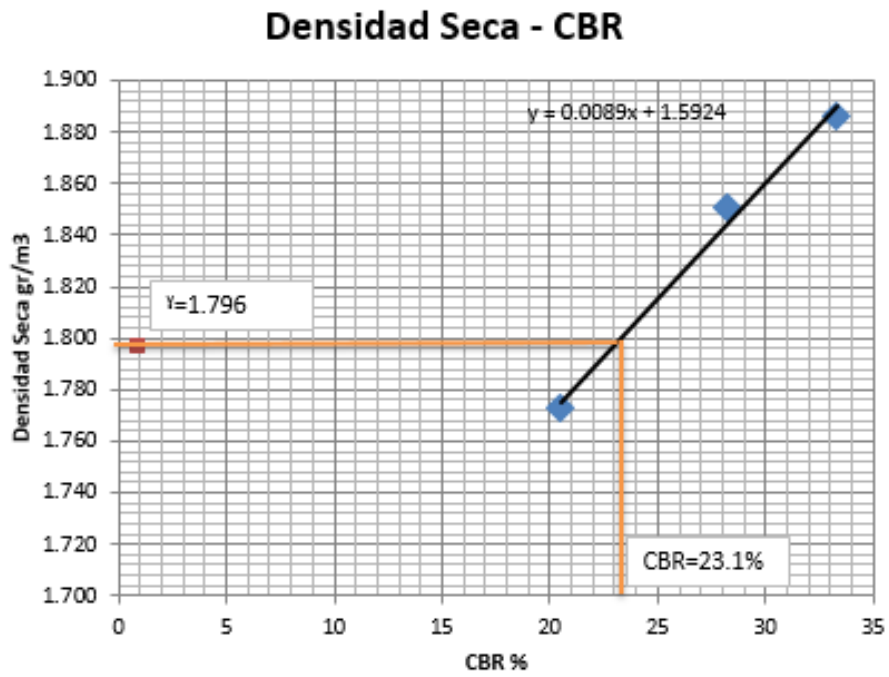
Fuente: Autor

Figura 87. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+160



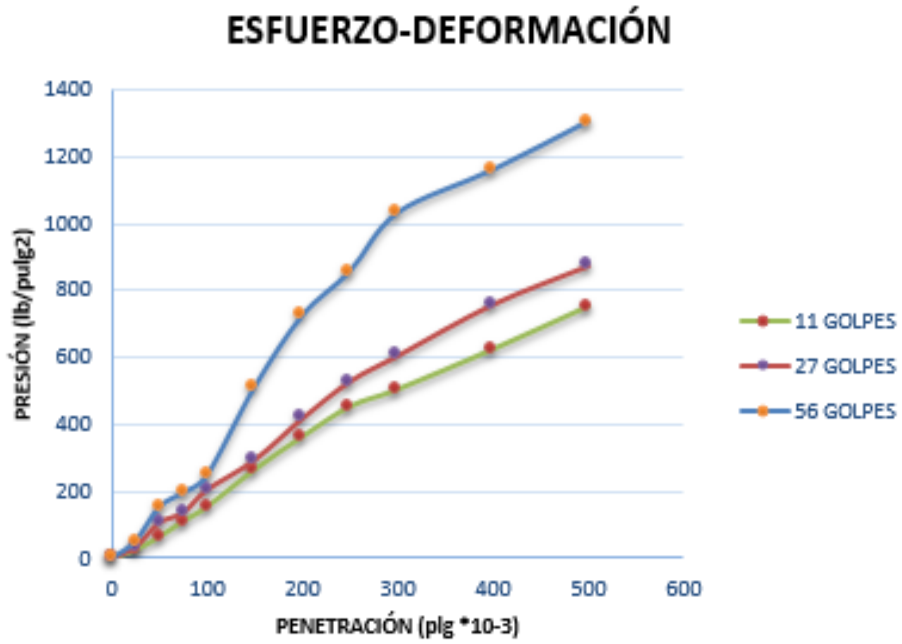
Fuente: Autor

Figura 88. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+160



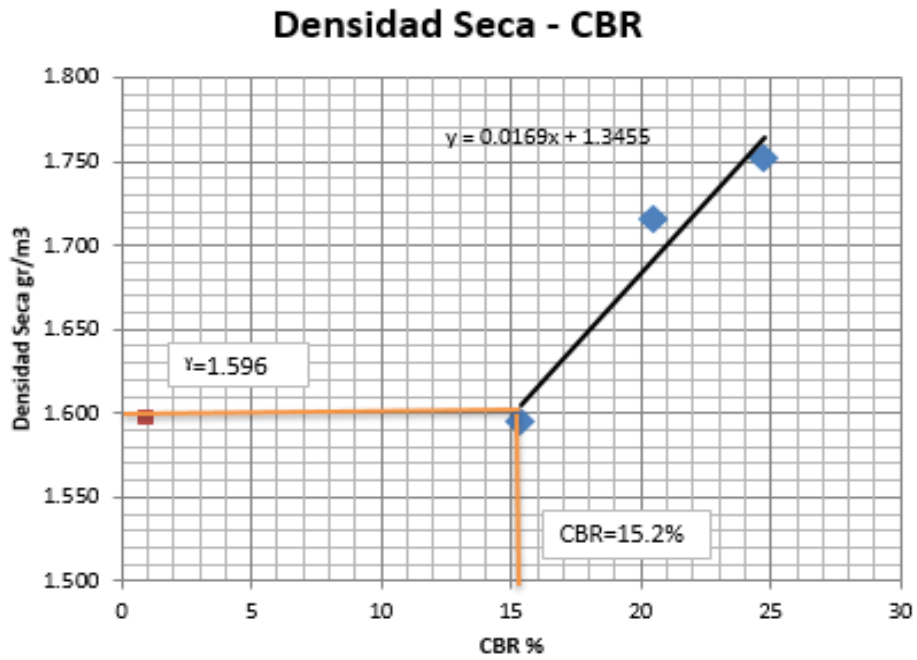
Fuente: Autor

Figura 89. Presión vs Penetración de la Abscisa 3+640



Fuente: Autor

Figura 90. Densidad seca vs Cbr de la Abscisa 3+640



Fuente: Autor

Tabla 28. Clasificación general CBR% base

CLASIFICACIÓN GENERAL CBR BASE			
ABSCISA	CBR%	CLASIFICACIÓN (ASSTHO-93)	USOS
1+400	20.5	BUENA	BASE, SUB-BASE
2+100	23.5	BUENA	BASE, SUB-BASE
3+160	23.1	BUENA	BASE, SUB-BASE
3+640	15.2	REGULAR	SUB-BASE

Fuente: Autor

Mediante el análisis de los resultados de los ensayos de CBR realizados se comprobó que las bases que se encontró en las tres abscisas cumplen con la resistencia necesaria para ser consideradas bases y en una abscisa no cumple con la resistencia con la cual se clasifico como una sub-base.

4.2.3. Análisis de los datos del PCI.

Para el análisis del método PCI se observaron las diferentes fallas que se detallan en la siguiente tabla, las cuales fueron encontradas de manera visual en las unidades de muestreo que se definieron, tomando en cuenta el área que posee cada una de las muestras y las unidades de medición de cada falla, así también como la severidad de cada una que puede variar entre baja (L), media (M) y alta (H), el desarrollo de cada una de estas tablas se encuentran en el Anexo:

Tabla 29. Fallas de pavimentos asfálticos

FALLAS	MEDICIÓN
1.Piel de cocodrilo	m2
2.Exudación	m2
3.Fisuras en bloque	m2
4.Abultamientos y Hundimientos	m
5.Corrugación	m
6.Depresión	m2
7. Fisuras de borde	m
8.Fisuras de reflexión de junta	m
9.Desnivel/carril/berma	m
10.Fisuras longitudinales y transv.	m
11.Parcheo	m2
12.Pulimentos de agregados	m2
13.Huecos	cantidad
14.Cruce de vía férrea	m2
15.Ahuellamiento	m2
16.Desplazamiento	m2
17.Grietas parabólicas	m2
18.Hinchamiento	m2
19.Desprendimientos de agregados	m2

Fuente: Manual de Condición del pavimento, 2002.

Para el cálculo del PCI se debe realizar con la ayuda del formato de la tabla 11, de esta manera se determina los valores totales de cada una de las mediciones de las fallas localizadas en las unidades de muestreo, y calculando la densidad que representa cada una, que es el porcentaje que dicha falla representan comparado con el área de la muestra:

$$Densidad = \frac{Total * 100}{Área de la unidad} \quad Ecuación (9)$$

Una vez calculado la densidad por cada muestra se obtienen los valores deducidos con la ayuda de las curvas para pavimentos asfálticos las cuales se pueden visualizar en el anexo, los cálculos se encuentran detallados en la tabla 30:

Tabla 30. Cuadro de resumen del PCI

No.	SECCIÓN	UNIDAD	ÁREA(m2)	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	No. FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	1	4	234	0+078	0+104	10	M	1.71	4
						15	L	0.62	6
2	1	15	234	0+364	0+390	12	N/A	10.26	4
3	1	26	234	0+650	0+676	2	L	11.11	2.00
4	1	37	234	0+936	0+962	19	L	0.62	0.50
						15	L	4.10	20.00
5	1	48	234	1+226	1+248	19	L	3.95	2.00
6	1	59	234	1+508	1+534	9	L	2.14	1.00
7	1	70	234	1+794	1+820	12	L	35.90	9.50
						4	L	0.43	0.25
8	1	81	234	2+080	2+106	12	L	11.54	4.00
9	1	92	234	2+366	2+392	15	L	6.15	21.50
						9	L	10.26	4.00
10	1	103	234	2+652	2+678	3	L	1.97	1.50
11	1	114	234	2+938	2+964	11	L	10.26	16.00
						10	M	0.64	0.50
12	1	125	234	3+224	3+250	10	L	3.63	0.50
						7	L	4.06	1.50
						1	L	3.40	21.00
13	1	136	234	3+510	3+536	1	L	3.40	21.00
						1	M	2.00	29.50
						11	M	16.81	35.00
						16	H	2.31	29.00
14	1	147	234	3+796	3+822	16	H	4.55	38.00
						1	L	1.92	15.00
						11	M	16.96	35.00
15	1	157	234	4+042	4+068	3	M	11.70	19.00
						1	M	13.66	50.00

Fuente: Autor

Una vez recopilados los valores deducidos por unidad se verifica que, si solo uno o ninguno de los valores deducidos por muestra sea mayor, si este es el caso se utilizará el “valor deducido total” en lugar que el “Valor deducido corregido”, caso contrario se utilizará la siguiente fórmula:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \quad \text{Ecuación (10)}$$

Dónde:

m_i = Número máximo admisible de valores deducidos

HDV_i = El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

Cálculo unidad 136:

Tabla 31. Valores Deducidos de la unidad

VALORES DEDUCIDOS UNIDAD 136
35.00
29.50
29.00
21.00

Fuente: Autor

Como se observa los valores deducidos de la unidad de muestreo 136 son mayores que 2, por lo tanto, se procede a calcular el número máximo de valores deducidos, estos valores no deben ser mayores que 10.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 35)$$

$$m_i = 6.96 \cong 7.00$$

El número máximo de valores deducidos es de 7 pero al tener solo 4 valores deducidos en la unidad se realiza la siguiente interacción con dichos valores:

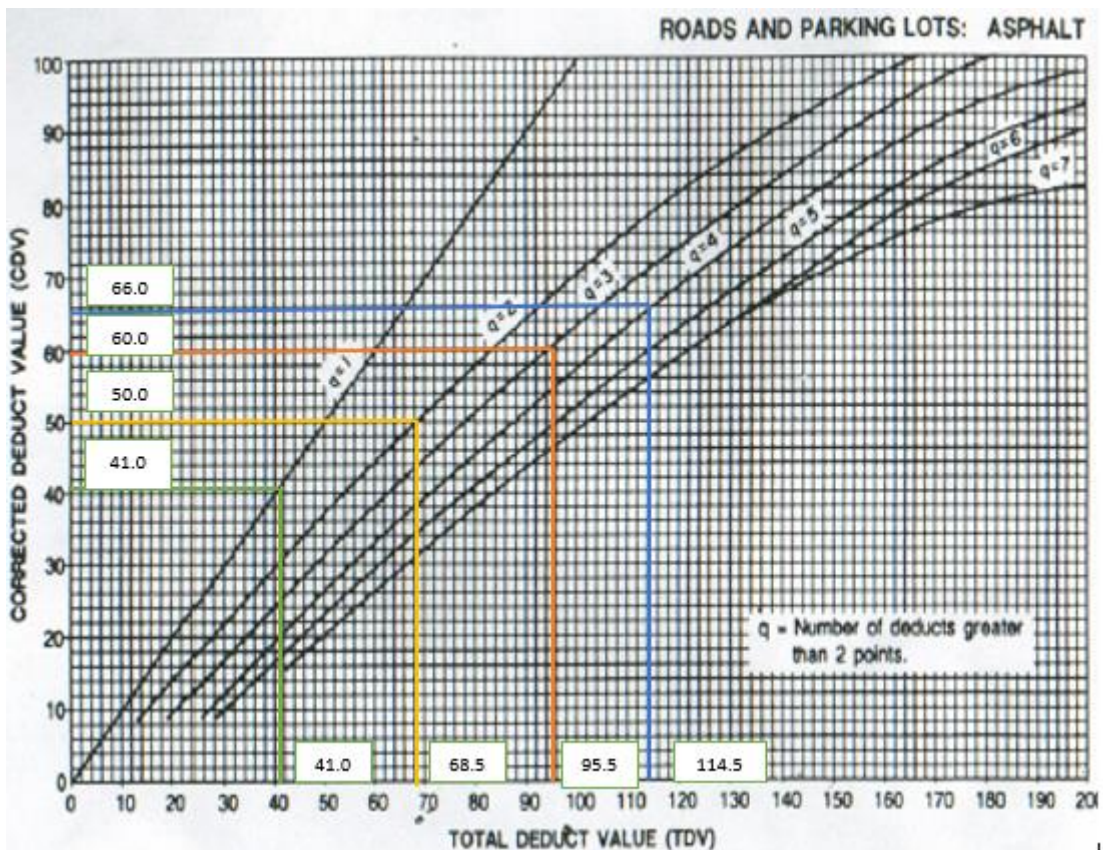
Tabla 32. Cuadro de Iteraciones

No.	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	<i>mi</i>
1	35	29.5	29	21	114.5	4
2	35	29.5	29	2	95.5	3
3	35	29.5	2	2	68.5	2
4	35	2	2	2	41	1

Fuente: Autor

La interacción que se observa en la tabla anterior consiste en colocar de manera horizontal los valores deducidos de mayor a menor, en la siguiente fila cambiar el último valor por el número 2 y repetir este procedimiento hasta solo quedarse con el primer número de valor deducido de la unidad, a continuación, con los valores totales de las interacciones y con la ayuda de la gráfica 82 se calculan los valores de CDV (máximo valor deducido):

Figura 91. Curvas para el cálculo del CDV (máximo valor deducido)



Fuente: Manual Condición de pavimento;2002

Los valores máximos deducidos se obtienen mediante las curvas de la figura anterior en donde cada curva “q” representa cada mi , en este caso $mi = 4$, cuyo total es igual 114.5 se utilizará la curva $q=4$, y así respectivamente con los demás valores.

Tabla 33. Valores máximos deducidos (CDV)

TOTAL	mi	CDV
114.5	4	66
95.5	3	60
68.5	2	50
41	1	41

Fuente: Autor

Una vez adquirido los valores máximos deducidos para el cálculo del PCI se utiliza el mayor valor de los valores máximos deducidos encontrados y se aplica la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - CDV_{MAYOR} \quad \text{Ecuación (11)}$$

$$PCI = 100 - 66$$

$$PCI = 34$$

Una vez calculado el valor del PCI utilizamos la tabla 1, en donde se especifica la clasificación del PCI, de acuerdo con la tabla se obtuvo que la unidad 136 con $PCI=34$, se encuentra en un rango de “MALO” y de acuerdo a la tabla 2, en donde se especifica la intervención del PCI se necesita una “REHABILITACIÓN”.

Los valores obtenidos en las distintas unidades de muestreos se muestran en la tabla 34:

Tabla 34. Cuadro de resumen del PCI

No.	SECCIÓN	UNIDAD	ÁREA(m2)	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	VALOR DEDUCIDO TOTAL	CDV(máx)	PCI	RANGO DEL PCI	INTERVENCIÓN
1	1	4	234	0+078	0+104	NO APLICA	12	88.00	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
2	1	15	234	0+364	0+390	4	NO APLICA	96.00	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
3	1	26	234	0+650	0+676	2	NO APLICA	98.00	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
4	1	37	234	0+936	0+962	20.5	NO APLICA	79.50	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
5	1	48	234	1+226	1+248	2	NO APLICA	98.00	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
6	1	59	234	1+508	1+534	1	NO APLICA	99.00	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
7	1	70	234	1+794	1+820	9.75	NO APLICA	90.25	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
8	1	81	234	2+080	2+106	4	NO APLICA	96.00	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
9	1	92	234	2+366	2+392	NO APLICA	23	77.00	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
10	1	103	234	2+652	2+678	1.5	NO APLICA	98.50	EXCELENTE	MANTENIMIENTO
11	1	114	234	2+938	2+964	16.5	NO APLICA	83.50	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
12	1	125	234	3+224	3+250	23	NO APLICA	77.00	MUY BUENO	MANTENIMIENTO
13	1	136	234	3+510	3+536	NO APLICA	66	34.00	MALO	REHABILITACIÓN
14	1	147	234	3+796	3+822	NO APLICA	55	45.00	REGULAR	REHABILITACIÓN
15	1	157	234	4+042	4+068	NO APLICA	53	47.00	REGULAR	REHABILITACIÓN

Fuente: Autor

2.2.4. Ensayo viga Benkelman

Para calcular el valor de las deflexiones presentes en el tramo 2 de la vía ensayada se realizó el ensayo de la viga Benkelman, con lo cual se obtuvo los valores detallados en la tabla 35:

Tabla 35. Deflexiones obtenidas

DEFLEXIONES OBTENIDAS DE LA VIGA BENKELMAN															
No	ABSCISA	Deflexiones (x-10-2) mm						Deflexiones Reales (x-10-2) mm						Temperatura (°C)	Espesor del Asfalto (cm)
		d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal		
1	0+200	0	18	40	46	50	53	106	70	26	14	6	0	30	10
2	0+380	0	27	37	40	43	44	88	34	14	8	2	0	30	9
3	0+600	0	14	33	40	43	44	88	60	22	8	2	0	30	10
4	0+920	0	9	25	27	29	30	60	42	10	6	2	0	30	10
5	1+240	0	12	16	19	21	22	44	20	12	6	2	0	38	8
6	1+360	0	21	37	40	42	43	86	44	12	6	2	0	38	8
7	1+640	0	15	20	23	26	27	54	24	14	8	2	0	38	10
8	1+840	0	15	29	50	58	59	118	88	60	18	2	0	38	10
9	2+060	0	16	32	36	38	39	78	46	14	6	2	0	34	9
10	2+360	0	13	39	44	47	48	96	70	18	8	2	0	34	10
11	2+560	0	21	37	45	47	48	96	54	22	6	2	0	36	10
12	2+740	0	5	10	14	16	17	34	24	14	6	2	0	36	10
13	2+940	0	6	16	19	21	22	44	32	12	6	2	0	36	9
14	3+300	0	11	18	21	24	25	50	28	14	8	2	0	36	10
15	3+480	0	12	41	50	52	53	106	82	24	6	2	0	36	9
16	3+860	0	12	25	32	35	37	74	50	24	10	4	0	36	10
17	4+000	0	10	29	35	43	44	88	68	30	18	2	0	34	10

Fuente: Autor

Con las deformaciones alcanzadas se realiza el cálculo de las deformaciones corregidas por la temperatura y las estaciones corregidas por estacionalidad.

Las deflexiones que se pueden encontrar en pavimentos asfálticos flexibles o pavimentos rígidos los cuales en pavimentos asfálticos con espesores mayores a 5 cm se ven afectadas por la temperatura, ya que su magnitud aumenta al incrementarse la temperatura de la carpeta asfáltica, por lo que es necesario corregir las deflexiones de campo mediante la siguiente ecuación:

$$DC = \frac{\text{Deflexiones de campo}}{\left[1 * 10^{-3} * \frac{1}{\text{cm}^{\circ}\text{C}} * e * (T - 20^{\circ}\text{C})\right] + 1} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Dónde:

Dc= Deflexión corregida por temperatura.

e= Espesor teórico de la carpeta asfáltica en cm.

T= Temperatura del pavimento en °C.

Las estaciones climáticas toman un papel muy importante al momento de tomar en cuenta las deflexiones corregidas por estacionalidad, por ello hay que tomar en cuenta la acción que el clima ejerce sobre la carpeta asfáltica, estas correcciones se realizan por medio de la siguiente ecuación:

$$D_T = D_C * \text{Factor de correccion por estacionalidad} \quad \text{Ecuación (13)}$$

Los factores de corrección por estacionalidad varían dependiendo la estación climática, sea esta seca o lluviosa y dependiendo del tipo de suelo de la subrasante, en el caso de la vía motivo de estudio y mediante los ensayos de límite líquido y límite plástico se determinó mediante la tabla de clasificación de la ASTM que la subrasante presenta en su mayoría un tipo de suelo arenoso, por lo que se tomaran los datos de estación para un tipo de suelo Arenoso- Permeable como lo establece en la tabla 36:

Tabla 36. Factores de corrección por estabilidad

Naturaleza del suelo de subrasante	Factor de Corrección por Clima		
	Periodo Lluvioso	Periodo intermedio	Periodo Seco
Suelos Arenosos y Permeables	1.0	1.0 - 1.1	1.1 - 1.3
Suelos arcillosos e impermeables	1.0	1.2 - 1.5	1.5 - 1.8

Fuente: Balarezo, 2017

Tabla 37. Factores corregidos por estabilidad y temperatura

DEFLEXIONES OBTENIDAS DE LA VIGA BENKELMAN												
Deflexiones Corregidas por Temperatura						Deflexiones por Estacionalidad						Temperatura (°C)
d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	d0	d25	d50	d100	d300	Dfinal	
96.36	63.64	23.64	12.73	5.45	0.00	115.64	76.36	28.36	15.27	6.55	0	30
80.73	31.19	12.84	7.34	1.83	0.00	96.88	37.43	15.41	8.81	2.20	0	30
80.00	54.55	20.00	7.27	1.82	0.00	96.00	65.45	24.00	8.73	2.18	0	30
54.55	38.18	9.09	5.45	1.82	0.00	65.45	45.82	10.91	6.55	2.18	0	30
38.46	17.48	10.49	5.24	1.75	0.00	46.15	20.98	12.59	6.29	2.10	0	38
75.17	38.46	10.49	5.24	1.75	0.00	90.21	46.15	12.59	6.29	2.10	0	38
45.76	20.34	11.86	6.78	1.69	0.00	54.92	24.41	14.24	8.14	2.03	0	38
100.00	74.58	50.85	15.25	1.69	0.00	120.00	89.49	61.02	18.31	2.03	0	38
69.27	40.85	12.43	5.33	1.78	0.00	83.13	49.02	14.92	6.39	2.13	0	34
84.21	61.40	15.79	7.02	1.75	0.00	101.05	73.68	18.95	8.42	2.11	0	34
82.76	46.55	18.97	5.17	1.72	0.00	99.31	55.86	22.76	6.21	2.07	0	36
29.31	20.69	12.07	5.17	1.72	0.00	35.17	24.83	14.48	6.21	2.07	0	36
38.46	27.97	10.49	5.24	1.75	0.00	46.15	33.57	12.59	6.29	2.10	0	36
43.10	24.14	12.07	6.90	1.72	0.00	51.72	28.97	14.48	8.28	2.07	0	36
92.66	71.68	20.98	5.24	1.75	0.00	111.19	86.01	25.17	6.29	2.10	0	36
63.79	43.10	20.69	8.62	3.45	0.00	76.55	51.72	24.83	10.34	4.14	0	36
77.19	59.65	26.32	15.79	1.75	0.00	92.63	71.58	31.58	18.95	2.11	0	34

Fuente: Autor

Luego de haber realizado el cálculo de la corrección de las deflexiones, se procede al cálculo de la desviación estándar, deflexión característica, deflexión admisible y deflexión crítica.

Para el cálculo de la deflexión característica se utilizó la siguiente ecuación:

$$D_c = D_p + f * \gamma \quad \text{Ecuación (14)}$$

Dónde:

D_c= Deflexión característica

D_p= Promedio de las deflexiones iniciales corregidas por estacionalidad.

f= Factor igual a 1.645

γ= Desviación estándar, la cual se calcula con los valores de deflexiones iniciales (d_o) por estacionalidad.

Para el cálculo de la deflexión admisible se utiliza la siguiente ecuación:

$$D_a = \left(\frac{1.15}{W_{18}} \right)^{1/4} \quad \text{Ecuación (15)}$$

Dónde:

D_a= Deflexión admisible.

W₁₈= Número de ejes equivalente.

Para el cálculo del número de ejes equivalentes se tomará en cuenta los ejes que circulan por la vía en base al TPDA y los factores de daño correspondientes al tipo de vehículo como lo detalla en la tabla 38:

Tabla 38. Factores de daño por tipo de vehículo

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHICULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TÁMDEM		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	0.91					1.04
C2-P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C2-G	6	0.68	11	3.24					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, 2017

Cálculo de los ejes equivalentes de la vía Pelileo- Patate en el tramo 2.

$$W_{18} = \Sigma TPDA_{vehiculos\ pesados} * Fd * 365 \quad Ecuación (16)$$

Dónde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes.

TPDA= Tránsito promedio diario actual.

FD= Factor de daño.

Tabla 39. Ejes equivalentes

Cálculo del W18 en base al TPDA			
TPDA camiones		Factor de daño	W18 por Clase de vehículo
Bus	161	1.04	61166.542
Camión			
C-2P	313	1.29	146913.738
C-2G	17	3.92	24331.669
C-3	82	2.76	82505.440
C-6	26	4.15	39407.181
		W18 =	354324.572
			0.354324572

Fuente: Autor

Como se puede apreciar en la anterior tabla el número de ejes equivalentes a usarse será de $W_{18}=354325$, con el cual procedemos a realizar los cálculos necesarios.

Para el cálculo de la deflexión crítica se utilizó la siguiente fórmula:

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{W_{18}} \right)^{1/53} \quad \text{Ecuación (17)}$$

Dónde:

D_{cr} = Deflexión crítica.

W_{18} = Número de ejes equivalentes.

El radio de curvatura es el valor más relevante para conocer el estado de la estructura, y se obtiene con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$R = \left(\frac{10 * 25^2}{2 * (D_o - D_{25})} \right) \quad \text{Ecuación (18)}$$

Dónde:

R = Radio de curvatura.

D_o = Promedio de la deflexión por estacionalidad.

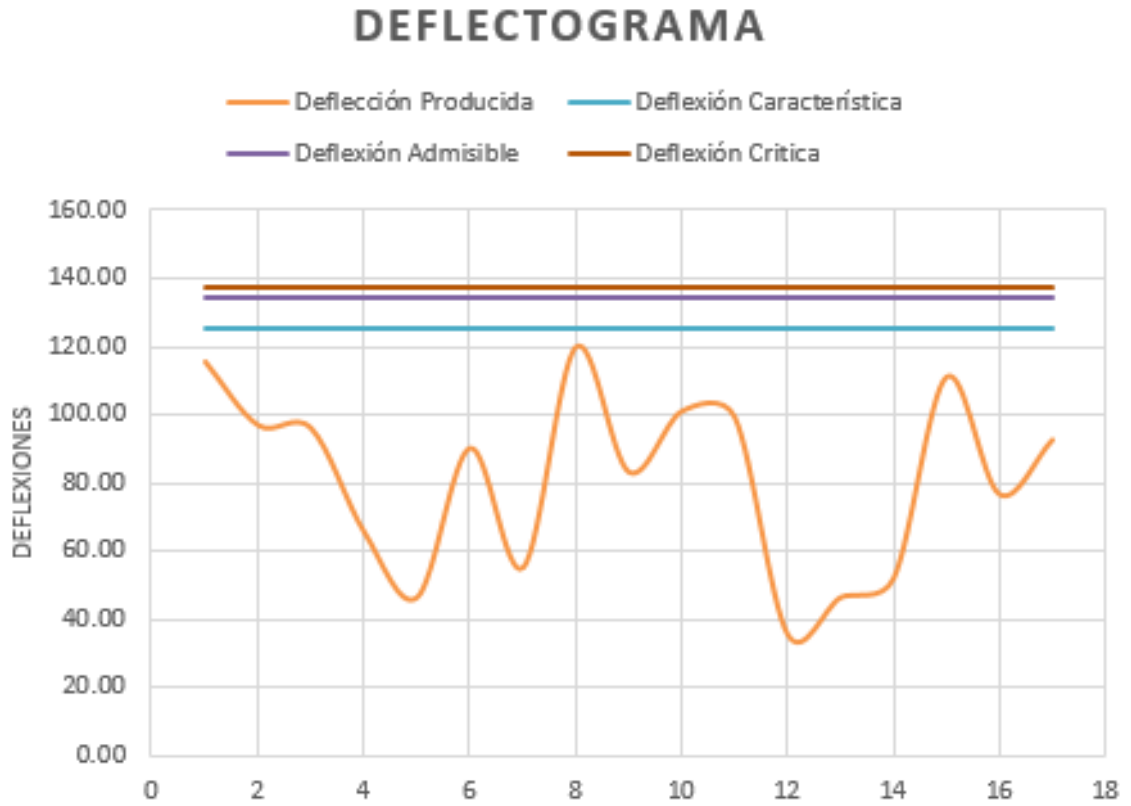
D_{25} = Promedio de la deflexión por estacionalidad a los 25cm.

Tabla 40. Resumen de las deflexiones y radio de curvatura calculados

RESULTADOS		
Promedio	81.304	mm x10-2
Desviación estándar	26.690	mm x10-2
Deflexión característica	125.208	mm x10-2
Deflexión admisible	134.222	mm x10-2
Deflexión crítica	137.282	mm x10-2
Radio de curvatura	106.076	m

Fuente: Autor

Figura 92. Deflectograma



Fuente: Autor

Tabla 41. Análisis de la calidad de la subrasante

Hipótesis	Comportamiento de la Subrasante		Comportamiento del Pavimento	
			Rc > 100m	Rc < 100m
I	D < D _{adm}	Buena	Rc > 100m	Bueno
II	D > D _{adm}	Mala	Rc > 100m	Bueno
III	D < D _{adm}	Buena	Rc < 100m	Malo
IV	D > D _{adm}	Mala	Rc < 100m	Malo

Fuente: Criterios para evaluación estructural DNER PRO 11-79,1979

Tabla 42. Análisis de la calidad de la estructural

Hipótesis	Datos dectométricos obtenidos	Calidad estructural	Necesidad de estudios complementarios	Criterio para el calculo del refuerzo	Medidas correctivas
I	$D_p \leq D_{adm}$, $R \geq 100m$	Buena	NO	Solo correccion de suprficie
II	$D_p > D_{adm}$, $R \geq 100m$	Si $D_p \leq 3D_{adm}$ Regular	NO	Deflectométrico	Refuerzo
III	$D_p \leq D_{adm}$, $R < 100m$	Si $D_p \leq 3D_{adm}$ Regular	NO	Resistencia	Refuerzo estructura del pavimento
IV	$D_p > D_{adm}$, $R \geq 100m$	Si $D_p > 3D_{adm}$ Malo	SI	Delectometrico y resitencia	Refuerzo y reconstruccion
V	$D_p > D_{adm}$, $R \geq 100m$	Regular a Malo	SI	Delectometrico y resitencia	Refuerzo y reconstruccion
VI	$D_p > D_{adm}$, $R < 100m$	Malo	SI	Resistencia	Refuerzo y reconstruccion
VII	Malo, pavimento con deformacion permanente y rotura plástica	SI	Resistencia	Reconstruccion

Fuente: Criterios para evaluación estructural DNER PRO 11-79,1979

Tomando en cuenta las tablas 41 y 42, mediante criterios de la evaluación estructural, al obtener los resultados de las deflexiones tomadas en el tramo 2 de la vía Pelileo-Patate se determina que el comportamiento de la subrasante es bueno, de la misma manera la calidad estructural de la vía se considera buena ya que esta posee un radio de curvatura de **106.08 m** la cual según el análisis de la tabla 41 se diría que en este tramo de la vía solo existen problemas superficiales.

4.3. Verificación de la Hipótesis

Una vez analizado e interpretado los resultados en el presente trabajo experimental, se confirma el cumplimiento de la hipótesis trazada, es decir, que los trabajos que se han realizado cumplen con la implementación del proceso de conservación vial, el cual permitirá preservar la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo-Patate en el tramo 2 del Km 4+170 al Km 8+260 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones:

5.1 Conclusiones

Plantear un sistema de conservación vial para la vía Pelileo-Patate del tramo 2 desde el Km 4+170 al Km 8+260 de la provincia de Tungurahua. De acuerdo con diversos ensayos de campo como el levantamiento topográfico, conteo vehicular, ensayos de CBR, PCI y Viga Benkelman se pudo conocer el estado actual de la vía.

Se realizó un levantamiento topográfico de la vía Pelileo-Patate en el tramo 2 del Km 4+170 al Km 8+260 con el propósito de realizar un reconocimiento de la vía, conocer sus características geométricas, además sirvió para la georeferenciación, abscisado y puntos en donde se realizaron los diversos ensayos.

El volumen de tránsito del tramo de la vía depende del Trafico Promedio Diario Anual (TPDA), se clasifica en C1 de dos carriles, lo que significa una carretera de mediana capacidad, de esta manera el conteo actual es de 3431 vehículos/día, realizado la proyección a 20 años es de 6280 vehículos/día.

Según los resultados del ensayo CBR tanto para la subrasante, la sub base y la base que se encontró en el sitio son aptas para soportar las cargas que se aplican sobre ella, según la clasificación general de la AASHTO-93.

El estudio de índice de condición del pavimento (PCI), se encontró una serie de fallas lo cual el porcentaje de estas no representan daños significativos con respecto al área del proyecto dando como resultado un estado de la capa de rodadura un promedio de Bueno.

Mediante el ensayo de deflexiones que se elaboró con el ensayo de la viga Benkelman las condiciones de las subrasantes son buenas ya que las deflexiones producidas que se encuentran son menores que la deflexión admisible y el radio de curvatura obtenido

es de 106.08 m mediante las tablas de criterio estructural dan a conocer que el comportamiento de la estructura se encuentra en buen estado y que los daños que se puedan observar son simplemente superficiales.

5.2. Recomendaciones

Realizar un mantenimiento rutinario para prevenir futuros daños y costos más altos de reparación.

Realizar un mantenimiento correctivo de la vía ya que presenta fallas de severidad media y alta lo cual afecta la serviciabilidad y la seguridad del usuario.

Realizar el reforzamiento estructural del pavimento de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados.

Realizar obras complementarias como señalización vertical, esto sirve para prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza de la vía.

Establecer un sistema de evaluación y permitir que el uso de la información sea funcional en los diferentes momentos de un proyecto, para preservar las inversiones realizadas en la construcción, reparación o rehabilitación de una vía.

Realizar el levantamiento de la carpeta asfáltica desde el límite del cantón Pelileo-Patate desde la abscisa 3+120 hasta la abscisa 4+000 del tramo II ya que ha cumplido con su ciclo de vida útil.

Materiales de referencia

Bibliografía

- [1] B. G. E. A. Valdivia, «Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías,» PUCALLPA – PERÚ, 2017.
- [2] R. P. J. Enrique, «Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el metodo del índice de condición del pavimento,» Cajamarca, 2014.
- [3] I. A. G. L. Arboleda, «Impacto del mantenimiento vial en la estructura de la estructura del pavimento de la vía Augusto Martinez-Constantino Fernandez del Cantón Ambato,» Ambato, 2015.
- [4] B. I. A. Y. Granda, «"Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño "PCI",» PIURA-PERU, 2016.
- [5] M. d. t. y. o. p. d. Ecuador, «La Norma Ecuatoriana Vial NEVI 12.,» Quito, 2013.
- [6] D. G. Moya Medina y L. A. Guevara Rodríguez, «Modelo de mantenimiento vial que permita desarrollar planes de conservación en la capa de rodadura para vías interparroquiales de la provincia de Tungurahua,» Ambato, 2009.
- [7] L. F. Mercado, L. Morales y L. G. Marquez Diaz, «Un sistema de gestión de pavimentos basado en nuevas tecnologías para países en vía de desarrollo,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. XVII, nº 2, pp. 223-235, 2016.
- [8] J. R. S. Y. M. M. J. P. R. H. Porras Díaz, «Sistemas automaticos para la adquisicion de datos enfocados a examinar pavimentos flexibles.,» *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, vol. 24, nº 1, pp. 79-98, 2014.
- [9] D. D. Salomón, «Conservación de Pavimentos: Conservando la inversión del patrimonio vial,» *Pavement Preservation Systems*, pp. 1-5, 2012.
- [10] J. A. Flores Rangel, «Infraestructura carretera: construcción, financiamiento y resistencia en México y América latina,» *Transporte y Territorio*, nº 13, pp. 122-148, 2015.
- [11] M. P. Miquel, «Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados,» *Revista de la Construcción.*, vol. 8, nº 4, 2012.
- [12] R. M. M, «Evaluación probabilística del agrietamiento de pavimentos asfálticos,» *Revista de la Construcción*, vol. 12, nº 2, 2013.
- [13] M. N. Correa Fonseca, «Aplicación y sistematización de la propuesta metodológica para

el análisis de vulnerabilidades de la parroquia urbana Patate, cantón Patate, mediante el uso de herramientas SIG,» Sangolqui, 2013.



- [14] D. F. Iglesias Chariguamán, «Las condiciones de la red vial urbana de la parroquia Sucre, cantón Patate, provincia de Tungurahua y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes,» Ambato, 2013.
- [15] *Plan de ordenamiento Territorial del Gobierno autónomo descentralizado de Patate*, 2017.
- [16] INEC, «Instituto Nacional de Estadísticas y Censos,» 2010.
- [17] Facultad de Ciencias y Tecnología, Carreteras II, San Simón: UMSS, 2004.
- [18] M. S. Rigoberto Moncada López, «Validación del Método del DCP aplicado en el campo en relación al ensayo CBR en laboratorio,» *Geo Consul S.A*, vol. 14, p. 6, 22 Julio 2016.
- [19] R. Robles Bustos, «Cálculo del índice de condición del pavimento PCI Barranco-Surco-Lima,» 2015.
- [20] E. D. Rodríguez Velásquez, «Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero distrito de Castilla,» 05 Octubre 2009.
- [21] J. Coronado Iturbide, *Manual centro Americano para diseño de pavimentos*, Guatemala, 2002.
- [22] M. S. Hoffman y P. M. DEL AGUILA, *Estudios de evaluación estructural de pavimentos basados en la interpretación de curvas de deflexiones (Ensayos no destructivos)*, 1985.

Anexos:

ANEXO A



CONTEO VEHICULAR

**ANEXO A- 1: Conteo vehicular del lunes 04 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-
Patate, en el tramo El Obraje-Patate.**

 FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VOLUMETRICO DE LA VÍA PELILEO- PATATE KM 4+170 AL KM 8+260 											
ESTACIÓN:	1			ESTADO DEL TIEMPO:	DESPEJADO						
ABSCISA:	1+220			REALIZADO POR:	CARLOS SANTAMARIA						
SENTIDO:	AMBOS SENTIDOS			FECHA:	04/03/2019						
DATOS DEL TRÁFICO EN AMBOS SENTIDOS											
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6			
7:00-7:15	70	4	2	0	0	0	0	0	2	76	
7:15-7:30	78	7	2	1	0				3	88	
7:30-7:45	70	3	3	0	0				3	76	
7:45-8:00	76	4	3	0	0				3	83	323
8:00-8:15	66	3	5	0	0				5	74	321
8:15-8:30	71	6	2	1	0				3	80	313
8:30-8:45	78	4	5	0	0				5	87	324
8:45-9:00	46	3	0	0	0			1	1	50	291
9:00-9:15	56	3	6	2	0				8	67	284
9:15-9:30	59	5	4	1	0				5	69	273
9:30-9:45	43	3	6	0	1				7	53	239
9:45-10:00	56	5	2	1	0				3	64	253
10:00-10:15	58	4	1	1	1				3	65	251
10:15-10:30	59	5	6	1	0				7	71	253
10:30-10:45	55	3	3	1	0				4	62	262
10:45-11:00	64	4	3	1	0				4	72	270
11:00-11:15	56	3	6	2	0				8	67	272
11:15-11:30	47	6	4	2	0				6	59	260
11:30-11:45	47	3	7	3	0				10	60	258
11:45-12:00	50	5	7	1	0			1	9	64	250
12:00-12:15	64	2	5	0	0				5	71	254
12:15-12:30	51	4	3	2	0				5	60	255
12:30-12:45	55	5	5	2	0				7	67	262
12:45-13:00	40	3	4	1	0				5	48	246
13:00-13:15	67	5	5	2	0				7	79	254
13:15-13:30	58	6	4	2	0				6	70	264
13:30-13:45	57	3	5	1	0				6	66	263
13:45-14:00	69	5	7	0	0				7	81	296
14:00-14:15	61	3	6	2	0				8	72	289
14:15-14:30	56	7	4	2	1				7	70	289
14:30-14:45	65	6	8	0	0				8	79	302
14:45-15:00	70	3	8	0	0				8	81	302
15:00-15:15	56	4	4	1	0			1	6	66	296
15:15-15:30	54	5	5	0	0				5	64	290
15:30-15:45	63	4	4	0	1				5	72	283
15:45-16:00	66	5	5	2	0				7	78	280
16:00-16:15	66	3	4	1	0				5	74	288
16:15-16:30	67	5	6	1	0				7	79	303
16:30-16:45	72	4	2	0	0				2	78	309
16:45-17:00	51	6	7	1	0				8	65	296
17:00-17:15	65	4	4	0	0				4	73	295
17:15-17:30	70	6	6	2	0				8	84	300
17:30-17:45	61	2	2	0	0				2	65	287
17:45-18:00	66	3	5	0	0				5	74	296
18:00-18:15	64	5	3	0	0				3	72	295
18:15-18:30	58	4	7	1	0				8	70	281
18:30-18:45	55	5	4	0	0				4	64	280
18:45-19:00	56	2	4	0	0				4	62	268
TOTAL	2908	202	213	41	4	0	0	3	261	3371	



Fuente: Autor

**ANEXO A- 2: Conteo vehicular del martes 05 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-
Patate, en el tramo El Obraje-Patate.**

 FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VOLUMETRICO DE LA VÍA PELILEO- PATATE KM 4+170 AL KM 8+260 											
ESTACIÓN		1			ESTADO DEL TIEMPO:		DESPEJADO				
ABSCISA:		1+220			REALIZADO POR:		CARLOS SANTAMARIA				
SENTIDO:		AMBOS SENTIDOS			FECHA:		05/03/2019				
DATOS DEL DIA CON MAYOR TRÁFICO EN AMBOS SENTIDOS											
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6			
7:00-7:15	62	5	3	0	0				3	70	
7:15-7:30	66	6	3	1	0				4	76	
7:30-7:45	70	2	2	1	0			1	4	76	
7:45-8:00	78	5	6	0	0				6	89	311
8:00-8:15	71	4	3	2	0				5	80	321
8:15-8:30	60	5	7	1	1				9	74	319
8:30-8:45	105	3	4	1	1				6	114	357
8:45-9:00	47	6	2	0	0				2	55	323
9:00-9:15	58	5	3	1	0				4	67	310
9:15-9:30	43	6	6	1	0				7	56	292
9:30-9:45	51	2	5	0	0				5	58	236
9:45-10:00	56	4	4	1	0				5	65	246
10:00-10:15	59	3	4	1	0				5	67	246
10:15-10:30	72	8	3	1	0				4	84	274
10:30-10:45	53	2	2	0	0				2	57	273
10:45-11:00	54	5	1	1	0				2	61	269
11:00-11:15	50	7	2	0	0				2	59	261
11:15-11:30	56	6	4	0	0				4	66	243
11:30-11:45	51	3	7	2	0				9	63	249
11:45-12:00	51	5	4	0	1			1	6	62	250
12:00-12:15	64	4	4	1	0				5	73	264
12:15-12:30	55	4	6	0	0				6	65	263
12:30-12:45	45	4	8	1	1				10	59	259
12:45-13:00	51	5	3	2	1				6	62	259
13:00-13:15	63	4	4	1	0				5	72	258
13:15-13:30	48	8	2	1	0				3	59	252
13:30-13:45	61	3	4	1	0				5	69	262
13:45-14:00	45	3	6	1	0				7	55	255
14:00-14:15	43	5	5	3	0				8	56	239
14:15-14:30	43	3	4	1	0				5	51	231
14:30-14:45	54	6	5	0	0				5	65	227
14:45-15:00	51	5	5	2	0				7	63	235
15:00-15:15	44	5	3	1	0				4	53	232
15:15-15:30	59	6	7	1	0				8	73	254
15:30-15:45	58	4	5	1	0				6	68	257
15:45-16:00	43	5	2	0	0				2	50	244
16:00-16:15	53	3	5	0	0				5	61	252
16:15-16:30	57	6	6	0	0				6	69	248
16:30-16:45	71	2	4	2	0				6	79	259
16:45-17:00	66	5	4	2	0				6	77	286
17:00-17:15	55	3	6	0	0				6	64	289
17:15-17:30	48	5	4	1	0				5	58	278
17:30-17:45	60	2	1	0	0				1	63	262
17:45-18:00	67	6	2	0	0				2	75	260
18:00-18:15	49	7	5	1	0				6	62	258
18:15-18:30	39	4	5	1	1				7	50	250
18:30-18:45	45	3	2	0	0				2	50	237
18:45-19:00	38	3	1	0	0				1	42	204
TOTAL	2688	215	193	38	6	0	0	2	239	3142	



Fuente: Autor

**ANEXO A- 3: Conteo vehicular del miércoles 06 de marzo del 2019 de la vía
Pelileo-Patate, en el tramo El Obraje-Patate.**

 FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VOLUMETRICO DE LA VÍA PELILEO- PATATE KM 4+170 AL KM 8+260 											
ESTACIÓN:	1				ESTADO DEL TIEMPO:	DESPEJADO					
ABSCISA:	1+220				REALIZADO POR:	CARLOS SANTAMARIA					
SENTIDO:	AMBOS SENTIDOS				FECHA:	06/03/2019					
DATOS DEL DIA CON MAYOR TRÁFICO EN AMBOS SENTIDOS											
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6			
7:00-7:15	71	4	1	0	0				1	76	
7:15-7:30	78	6	3	0	0				3	87	
7:30-7:45	74	4	4	0	0				4	82	
7:45-8:00	89	9	4	1	0				5	103	348
8:00-8:15	72	4	8	0	0				8	84	356
8:15-8:30	78	4	6	1	1				8	90	359
8:30-8:45	76	3	6	0	0				6	85	362
8:45-9:00	40	3	0	1	0				1	44	303
9:00-9:15	87	3	8	2	0				10	100	319
9:15-9:30	55	5	6	1	1				8	68	297
9:30-9:45	38	3	4	0	0				4	45	257
9:45-10:00	77	7	2	3	0				5	89	302
10:00-10:15	55	4	2	1	0				3	62	264
10:15-10:30	62	6	10	2	1				13	81	277
10:30-10:45	59	4	3	2	1				6	69	301
10:45-11:00	65	4	3	2	0				5	74	286
11:00-11:15	49	5	5	4	0				9	63	287
11:15-11:30	50	6	2	1	0			1	4	60	266
11:30-11:45	44	5	8	2	0				10	59	256
11:45-12:00	60	6	7	4	0				11	77	259
12:00-12:15	52	3	7	0	0				7	62	258
12:15-12:30	52	3	5	2	0				7	62	260
12:30-12:45	49	7	4	3	0				7	63	264
12:45-13:00	42	3	4	1	0				5	50	237
13:00-13:15	72	4	5	3	0				8	84	259
13:15-13:30	53	6	5	2	0				7	66	263
13:30-13:45	61	2	6	2	0				8	71	271
13:45-14:00	71	5	8	1	0				9	85	306
14:00-14:15	54	5	8	2	0				10	69	291
14:15-14:30	58	6	8	3	1				12	76	301
14:30-14:45	59	6	5	2	0				7	72	302
14:45-15:00	71	5	8	0	0				8	84	301
15:00-15:15	51	3	8	0	2				10	64	296
15:15-15:30	69	4	5	0	0				5	78	298
15:30-15:45	66	5	6	0	1				7	78	304
15:45-16:00	66	5	7	3	0				10	81	301
16:00-16:15	66	3	4	2	0				6	75	312
16:15-16:30	67	4	8	1	0			1	10	81	315
16:30-16:45	70	4	2	0	0				2	76	313
16:45-17:00	49	6	6	1	1				8	63	295
17:00-17:15	58	4	5	0	1				6	68	288
17:15-17:30	63	5	6	1	0				7	75	282
17:30-17:45	55	4	3	0	0				3	62	268
17:45-18:00	53	5	1	0	0				1	59	264
18:00-18:15	52	5	5	0	0				5	62	258
18:15-18:30	57	3	3	1	0				4	64	247
18:30-18:45	47	3	1	0	0				1	51	236
18:45-19:00	59	3	2	0	0				2	64	241
TOTAL	2921	216	237	57	10	0	0	2	306	3443	



Fuente: Autor

**ANEXO A- 4: Conteo vehicular del jueves 07 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-
Patate, en el tramo El Obraje-Patate.**

 FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VOLUMETRICO DE LA VÍA PELILEO- PATATE KM 4+170 AL KM 8+260 											
ESTACIÓN	1				ESTADO DEL TIEMPO:	DESPEJADO					
ABSCISA:	1+220				REALIZADO POR:	CARLOS SANTAMARIA					
SENTIDO:	AMBOS SENTIDOS				FECHA:	07/03/2019					
DATOS DEL DIA CON MAYOR TRÁFICO EN AMBOS SENTIDOS											
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6			
7:00-7:15	66	4	1	0					1	71	
7:15-7:30	76	5	3	0					3	84	
7:30-7:45	64	2	3	0					3	69	
7:45-8:00	126	9	9	0					9	144	368
8:00-8:15	79	4	6	1					7	90	387
8:15-8:30	52	4	5	1					6	62	365
8:30-8:45	49	4	3	0					3	56	352
8:45-9:00	61	4	6	1					7	72	280
9:00-9:15	56	3	1	4					5	64	254
9:15-9:30	51	4	3	0					3	58	250
9:30-9:45	49	2	5	0					5	56	250
9:45-10:00	56	4	4	1					5	65	243
10:00-10:15	57	2	2	3					5	64	243
10:15-10:30	67	5	4	2					6	78	263
10:30-10:45	51	3	2	1				1	4	58	265
10:45-11:00	47	6	3	3					6	59	259
11:00-11:15	48	7	4	0					4	59	254
11:15-11:30	46	5	3	0					3	54	230
11:30-11:45	61	3	9	1					10	74	246
11:45-12:00	47	6	6	1					7	60	247
12:00-12:15	64	4	5	1					6	74	262
12:15-12:30	58	3	5	0					5	66	274
12:30-12:45	43	4	11	0					11	58	258
12:45-13:00	50	5	6	3					9	64	262
13:00-13:15	58	3	9	1					10	71	259
13:15-13:30	55	5	3	1					4	64	257
13:30-13:45	65	3	4	2					6	74	273
13:45-14:00	42	3	4	2					6	51	260
14:00-14:15	50	5	7	5					12	67	256
14:15-14:30	45	3	2	0					2	50	242
14:30-14:45	53	8	7	1				1	9	70	238
14:45-15:00	55	6	7	2					9	70	257
15:00-15:15	45	7	4	1					5	57	247
15:15-15:30	65	4	5	2					7	76	273
15:30-15:45	58	4	8	1					9	71	274
15:45-16:00	43	5	3	2					5	53	257
16:00-16:15	61	3	5	2					7	71	271
16:15-16:30	63	4	12	0					12	79	274
16:30-16:45	74	2	8	2					10	86	289
16:45-17:00	69	6	8	3					11	86	322
17:00-17:15	61	6	5	0					5	72	323
17:15-17:30	65	7	5	2				1	8	80	324
17:30-17:45	58	3	5	0					5	66	304
17:45-18:00	50	6	2	0					2	58	276
18:00-18:15	61	5	7	0					7	73	277
18:15-18:30	54	5	5	1					6	65	262
18:30-18:45	53	3	2	0					2	58	254
18:45-19:00	41	3	1	1					2	46	242
TOTAL	2768	211	237	54	0	0	0	3	294	3273	

Fuente: Autor

ANEXO A- 5: Cuento vehicular del viernes 08 de marzo del 2019 de la vía Pelileo-
Patate, en el tramo El Obraje-Patate.

 FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO VOLUMETRICO DE LA VÍA PELILEO- PATATE KM 4+170 AL KM 8+260 												
ESTACIÓN	1				ESTADO DEL TIEMPO:	DESPEJADO						
ABSCISA:	1+220				REALIZADO POR:	CARLOS SANTAMARIA						
SENTIDO:	AMBOS SENTIDOS				FECHA:	08/03/2019						
DATOS DEL DIA CON MAYOR TRÁFICO EN AMBOS SENTIDOS												
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO	
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6				
7:00-7:15	67	4	1	0	0				1	72		
7:15-7:30	97	5	2	0	0				1	105		
7:30-7:45	97	2	3	0	0					102		
7:45-8:00	119	7	7	1	0					134	413	
8:00-8:15	73	4	6	1	0				7	84	425	
8:15-8:30	72	5	4	2	1				7	84	404	
8:30-8:45	66	2	7	1	0				1	77	379	
8:45-9:00	55	5	7	4	0				11	71	316	
9:00-9:15	45	4	3	0	1				4	53	285	
9:15-9:30	49	5	7	1	3				11	65	266	
9:30-9:45	55	2	7	1	0				8	65	254	
9:45-10:00	48	6	4	0	1				5	59	242	
10:00-10:15	55	5	7	3	0				10	70	259	
10:15-10:30	74	5	5	2	3				1	90	284	
10:30-10:45	55	4	1	0	0				1	60	279	
10:45-11:00	40	8	5	0	1				6	54	274	
11:00-11:15	55	6	5	0	0				5	66	270	
11:15-11:30	57	9	9	0	0				9	75	255	
11:30-11:45	63	2	12	2	0				14	79	274	
11:45-12:00	63	9	3	4	0				7	79	299	
12:00-12:15	68	5	7	0	1				8	81	314	
12:15-12:30	63	6	3	1	0				4	73	312	
12:30-12:45	75	3	5	0	0				5	83	316	
12:45-13:00	78	4	9	1	1				11	93	330	
13:00-13:15	94	2	5	0	0				5	101	350	
13:15-13:30	103	2	4	0	1				5	110	387	
13:30-13:45	91	4	9	0	0				9	104	408	
13:45-14:00	101	4	8	2	0				10	115	430	
14:00-14:15	82	2	9	0	0				9	93	422	
14:15-14:30	93	9	4	0	0				1	107	419	
14:30-14:45	90	8	5	2	1				8	106	421	
14:45-15:00	103	6	15	1	0				16	125	431	
15:00-15:15	78	6	9	1	1				11	95	433	
15:15-15:30	85	4	8	3	0				11	100	426	
15:30-15:45	102	3	5	1	0				6	111	431	
15:45-16:00	101	4	5	0	0				5	110	416	
16:00-16:15	97	7	8	0	0				8	112	433	
16:15-16:30	72	5	5	2	0				7	84	417	
16:30-16:45	87	2	6	1	0				7	96	402	
16:45-17:00	90	7	4	0	0				4	101	393	
17:00-17:15	74	5	6	1	0				7	86	367	
17:15-17:30	75	5	4	0	0				1	5	85	368
17:30-17:45	63	4	2	1	0					3	70	342
17:45-18:00	71	3	0	0	0					0	74	315
18:00-18:15	59	7	5	1	0				6	72	301	
18:15-18:30	63	4	6	1	0				7	74	290	
18:30-18:45	56	3	1	0	0				1	60	280	
18:45-19:00	70	3	2	0	0				2	75	281	
TOTAL	3589	226	264	41	15	0	0	5	325	4140		

Fuente: Autor

**ANEXO A- 6: Conteo vehicular del domingo 10 de marzo del 2019 de la vía
Pelileo-Patate, en el tramo El Obraje-Patate.**

ESTACIÓN		1	ESTADO DEL TIEMPO:		DESPEJADO						
ABSCISA:		1+220	REALIZADO POR:		CARLOS SANTAMARIA						
SENTIDO:		AMBOS SENTIDOS	FECHA:		10/03/2019						
DATOS DEL DIA CON MAYOR TRÁFICO EN AMBOS SENTIDOS											
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						TOTAL CAMIONES	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
			C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6			
7:00-7:15	72	5	4	0	0				4	81	
7:15-7:30	73	8	3	1	0				4	85	
7:30-7:45	73	3	5	1	0			1	7	83	
7:45-8:00	83	5	3	0	0				3	91	340
8:00-8:15	72	4	4	0	0				4	80	339
8:15-8:30	70	4	6	0	0				6	80	334
8:30-8:45	86	4	6	0	1				7	97	348
8:45-9:00	45	3	0	1	0				1	49	306
9:00-9:15	57	6	7	1	0				8	71	297
9:15-9:30	60	6	5	1	1			1	8	74	291
9:30-9:45	43	3	4	0	0				4	50	244
9:45-10:00	59	7	2	1	0				3	69	264
10:00-10:15	52	4	2	1	0				3	59	252
10:15-10:30	58	6	6	3	0				9	73	251
10:30-10:45	49	4	4	2	1			1	8	61	262
10:45-11:00	60	4	2	1	0				3	67	260
11:00-11:15	45	5	4	5	0				9	59	260
11:15-11:30	48	6	2	2	0				4	58	245
11:30-11:45	46	4	5	1	0				6	56	240
11:45-12:00	62	5	4	2	0				6	73	246
12:00-12:15	52	3	7	0	0				7	62	249
12:15-12:30	52	3	5	2	0				7	62	253
12:30-12:45	49	7	4	3	0			1	8	64	261
12:45-13:00	42	3	4	1	0				5	50	238
13:00-13:15	71	5	4	2	0				6	82	258
13:15-13:30	48	6	3	2	0				5	59	255
13:30-13:45	58	4	6	3	0				9	71	262
13:45-14:00	69	5	6	1	0				7	81	293
14:00-14:15	53	3	7	2	0				9	65	276
14:15-14:30	59	6	7	3	1			1	12	77	294
14:30-14:45	60	4	4	2	0				6	70	293
14:45-15:00	69	5	7	0	0				7	81	293
15:00-15:15	44	3	7	0	1				8	55	283
15:15-15:30	73	4	5	0	0			1	6	83	289
15:30-15:45	73	5	2	1	0				3	81	300
15:45-16:00	58	5	6	2	0				8	71	290
16:00-16:15	62	3	4	1	0				5	70	305
16:15-16:30	64	4	8	1	0				9	77	299
16:30-16:45	71	4	2	0	0				2	77	295
16:45-17:00	50	6	6	1	0				7	63	287
17:00-17:15	56	4	4	0	1				5	65	282
17:15-17:30	63	5	3	1	0				4	72	277
17:30-17:45	55	4	3	0	0				3	62	262
17:45-18:00	55	5	1	0	0				1	61	260
18:00-18:15	49	5	5	0	0				5	59	254
18:15-18:30	57	3	3	1	0				4	64	246
18:30-18:45	47	3	1	0	0				1	51	235
18:45-19:00	63	3	2	0	0				2	68	242
TOTAL	2835	216	204	52	6	0	0	6	268	3319	

Fuente: Autor

ANEXO B

CARACTERISTICAS DE LA VÍA

ANEXO B- 1: Abscisado de la vía Pelileo-Patate en el tramo II, El Obraje-Patate.

PROYECTO:		"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO-PATATE EN EL TRAMO Km 4+170 – Km 8+260 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
LEVANTADO:		Carlos Andrés Santamaría Chicaiza								
ABSCISA	ANCHO DE VÍA (m)	ACERA DERECHA	ACERA IZQUIERDA	CUNETA DERECHA	CUNETA IZQUIERDA	POZO DE ALCANTARILLADO	SUMIDERO DE CUNETA	ENTRADA DERECHA (m)	ENTRADA IZQUIERDA (m)	NORTE-SUR
Tramo No 2 El Obraje - Redonde1 de Patate										
OBSERVACIONES										
0+000	9.33			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
0+020	9.20			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
0+040	9.30			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
0+060	9.10			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
0+080	9.00			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
0+100	9.20			x					x	C.IZQUIERDA CON MATERIAL
0+120	9.20			x	x					
0+140	9.30			x	x	x	x			
0+160	9.20			x	x					
0+180	9.20			x	x					
0+200	9.10			x	x					
0+220	8.90			x	x					
0+240	9.00			x	x					
0+260	9.10			x	x		x			
0+280	9.10			x	x					
0+300	9.00			x	x					
0+320	8.90				x					C.DERECHA CON MATERIAL
0+340	8.80			x	x					
0+360	9.30			x	x					
0+380	9.20			x	x		x			
0+400	9.20				x			x		C.DERECHA CON MATERIAL
0+420	8.90			x	x					
0+440	9.20			x	x					
0+460	9.20			x	x					
0+480	9.20			x	x					
0+500	9.00			x	x		x			
0+520	9.20			x	x					
0+540	9.10			x	x					
0+560	9.20			x	x					
0+580	10.25			x	x			x		C.DERECHA CON MATERIAL
0+600	10.20			x	x					
0+620	9.20			x	x		x			
0+640	9.10			x	x	x				
0+660	8.90			x	x					
0+680	8.90			x	x					
0+700	8.80			x	x					
0+720	9.30			x	x					
0+740	9.20			x	x					
0+760	9.20			x	x				x	C.IZQUIERDA CON MATERIAL
0+780	8.90			x	x					
0+800	9.20			x	x					
0+820	9.20			x	x					
0+840	9.20			x	x					
0+860	9.00			x	x					
0+880	9.20			x	x	x				
0+900	9.10			x	x					

0+920	9.20			x	x					
0+940	10.00			x	x					
0+960	10.20			x	x					
0+980	9.20			x	x					
1+000	9.10			x	x					
1+020	8.90			x	x	x				
1+040	9.10			x	x					
1+060	9.00			x	x					
1+080	9.20			x	x					
1+100	9.20			x	x					
1+120	9.30			x	x					
1+140	9.20			x	x					
1+160	9.20			x	x					
1+180	9.10			x	x					
1+200	8.90			x	x			x		C.IZQUIERDA CON MATERIAL
1+220	9.00			x	x					
1+240	9.10			x	x					
1+260	9.10			x	x					
1+280	9.00			x	x					
1+300	8.90			x	x					
1+320	8.80			x	x					
1+340	9.30			x	x					
1+360	9.20			x	x					
1+380	9.20			x	x	x				
1+400	8.90			x	x					
1+420	9.20			x	x					
1+440	9.20			x	x					
1+460	9.20			x	x					
1+480	9.00			x	x					
1+500	9.20			x	x					
1+520	9.10			x	x					
1+540	9.20			x	x					
1+560	10.10			x	x					
1+580	10.20			x	x					
1+600	9.20				x			x		
1+620	9.10			x	x					
1+640	8.90			x	x	x				C.DERECHA CON MATERIAL
1+660	8.90				x					C.DERECHA CON MATERIAL
1+680	8.80			x	x	x		x		C.DERECHA CON MATERIAL
1+700	9.30			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
1+720	9.20			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
1+740	9.20			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
1+760	8.90			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
1+780	9.20			x	x					
1+800	9.20			x	x					
1+820	9.20			x	x					
1+840	9.00			x	x					
1+860	9.20			x	x					
1+880	9.10			x	x					
1+900	9.20			x	x	x				
1+920	10.25			x	x					
1+940	10.20			x	x					
1+960	9.20			x	x					
1+980	9.10			x	x					
2+000	8.90			x	x					
2+020	9.20			x	x					

2+040	9.20			x	x					
2+060	9.00			x	x					
2+080	9.20			x	x					
2+100	9.10			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+120	9.20			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+140	10.10			x	x	x				C.DERECHA CON MATERIAL
2+160	10.20			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+180	9.20			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+200	9.10			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+220	8.90			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+240	8.90			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+260	8.80			x	x		x			C.DERECHA CON MATERIAL
2+280	9.30			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+300	9.20			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+320	9.20			x	x					C.DERECHA CON MATERIAL
2+340	8.90			x	x					
2+360	9.20			x	x					
2+380	9.20			x	x					
2+400	9.20			x	x	x				
2+420	9.00			x	x					
2+440	9.20			x	x					C.IZQUIERDA CON MATERIAL
2+460	9.20			x	x					C.IZQUIERDA CON MATERIAL
2+480	9.30			x	x					C.IZQUIERDA CON MATERIAL
2+500	9.20			x	x					C.IZQUIERDA CON MATERIAL
2+520	9.20			x	x					C.IZQUIERDA CON MATERIAL
2+540	9.10			x	x					C.IZQUIERDA CON MATERIAL
2+560	8.90			x	x			x		C.IZQUIERDA CON MATERIAL
2+580	9.00									
2+600	9.10									
2+620	9.10									
2+640	9.00			x	x			x		C.IZQUIERDA CON MATERIAL
2+660	8.90	x		x	x		x			C.IZQUIERDA CON MATERIAL
2+680	8.80	x			x					
2+700	9.30	x			x					
2+720	9.20	x			x					
2+740	9.20	x								
2+760	8.90	x			x					
2+780	9.20	x			x					
2+800	9.20	x			x					
2+820	9.20	x								
2+840	9.00	x								
2+860	9.20	x								
2+880	9.10	x								
2+900	9.20	x			x	x				
2+920	10.25	x			x					
2+940	10.20	x			x					
2+960	9.20	x			x					
2+980	9.10	x			x					
3+000	8.90	x			x					
3+020	8.90	x			x					
3+040	8.80	x			x					
3+060	9.30	x			x					
3+080	9.20	x			x					
3+100	9.20	x								
3+120	8.90	x								
3+140	9.20	x								



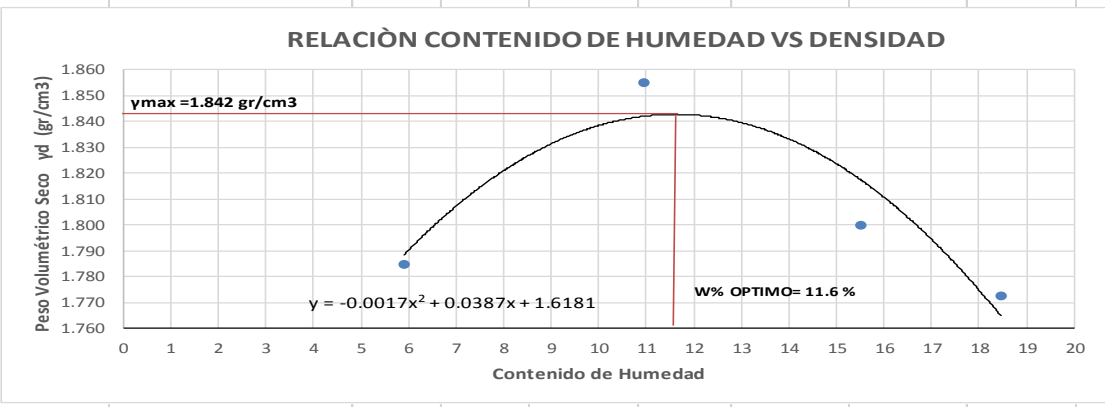
3+100	9.20	x								
3+120	8.90	x								
3+140	9.20	x								
3+160	9.20	x				x				
3+180	9.20	x							x	
3+200	9.00	x			x					
3+220	9.20	x			x					
3+240	9.10	x			x					
3+260	9.20	x			x					
3+280	10.00	x			x					
3+300	10.20	x			x					
3+320	9.20	x								
3+340	9.10	x			x					
3+360	8.90	x			x					
3+380	9.10	x			x					
3+400	9.00	x			x					
3+420	9.20	x				x				
3+440	9.20	x			x					
3+460	9.30	x			x					
3+480	9.20	x								
3+500	9.20	x								
3+520	9.10	x								
3+540	8.90	x			x					
3+560	9.00	x			x					
3+580	9.10	x			x					
3+600	9.10	x			x					
3+620	9.00	x			x					
3+640	8.90	x			x			x		
3+660	9.00	x			x					
3+680	9.20	x			x	x				
3+700	9.20	x			x					
3+720	9.30	x								
3+740	9.20	x			x					
3+760	9.20	x			x					
3+780	9.10	x			x					
3+800	8.90	x			x					
3+820	9.00	x			x					
3+840	9.10	x			x					
3+860	9.10	x			x					
3+880	9.00	x			x					
3+900	8.90	x			x					
3+920	8.80	x			x					
3+940	9.30	x			x	x				
3+960	9.20	x							x	
3+980	9.20	x			x					
4+000	8.90	x			x					

Realizado por: Autor

ANEXO C



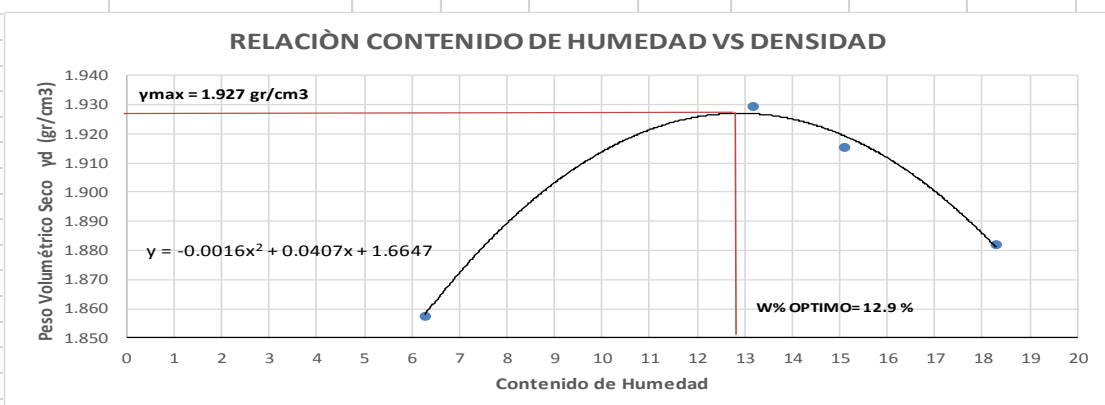
PROCTOR MODIFICADO Y CBR

ANEXO C- 1: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante de la abscisa 1+400 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D"			
PROYECTO:	Pelileo-Patate	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	SUELO DE FUNDACIÓN Km 1+400
ESPECIFICACIONES			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	6000	Normas:	AASHTO T-180
Peso Inicial Deseado	6000		6000
			6000
			6000
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN			
Ensayo Numero	1	2	3
Humedad inicial añadida en %	4	8	12
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20900	21300	21350
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4500	4900	4950
Peso unitario húmedo γm (gr/cm3)	1.890	2.058	2.079
			2.100
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Recipiente numero	1	2	3
Peso del recipiente W _r	23.5	25.1	23.4
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	132	128.8	103
Rec+suelo seco W _s + W _m	126.5	122.5	95.4
Peso solidos W _s	103	97.4	72
Peso del agua W _w	5.5	6.3	7.6
Cont. Humedad ω%	5.34	6.47	10.56
			11.33
Cont. Humedad promedio ω%	5.90	10.94	15.51
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm3)	1.785	1.855	1.800
			1.773
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA			
			
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
<p>La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,842 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 11.6 % .</p>			
<p>Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>			



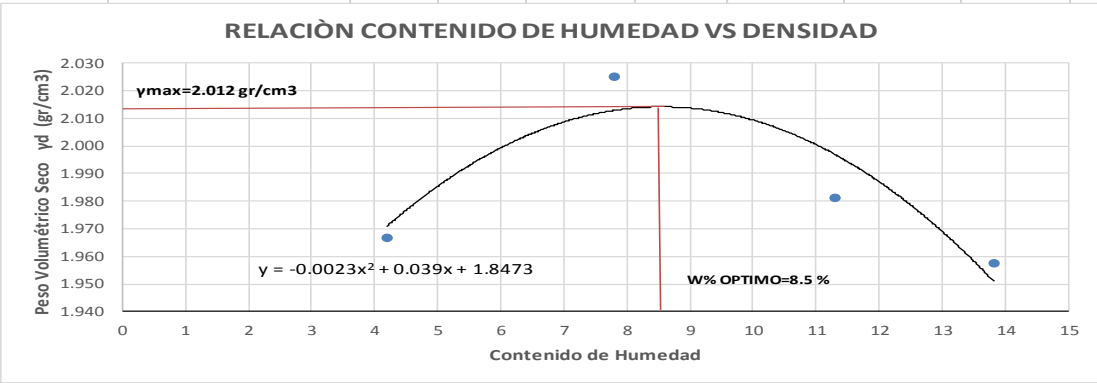
Fuente: Autor

ANEXO C- 2: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la sub-base de la abscisa 1+400 del tramo II.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D"								
PROYECTO:	Pelileo-Patate			DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	SUB-BASE Km 1+400			
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16400	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2380.73	cm ³		
Energía de Compactación	Normas: AASHTO T-180							
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21100	21600	21650	21700				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4700	5200	5250	5300				
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.974	2.184	2.205	2.226				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	24.5	25.1	24.8	23.5	23.4	24.6	30.9	57.6
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	134.4	130.2	106.5	147.5	138.7	147.6	176.8	166.5
Rec+suelo seco W _s + W _m	127.6	124.3	95.2	135.9	124	131	157	147.7
Peso solidos W _s	103.1	99.2	70.4	112.4	100.6	106.4	126.1	90.1
Peso del agua W _w	6.8	5.9	11.3	11.6	14.7	16.6	19.8	18.8
Cont. Humedad ω%	6.60	5.95	16.05	10.32	14.61	15.60	15.70	20.87
Cont. Humedad promedio ω%	6.27		13.19		15.11		18.28	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.858		1.930		1.916		1.882	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<div style="text-align: center;">  </div>								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
<p>La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,927 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 12.9%.</p>								
<p>Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>								



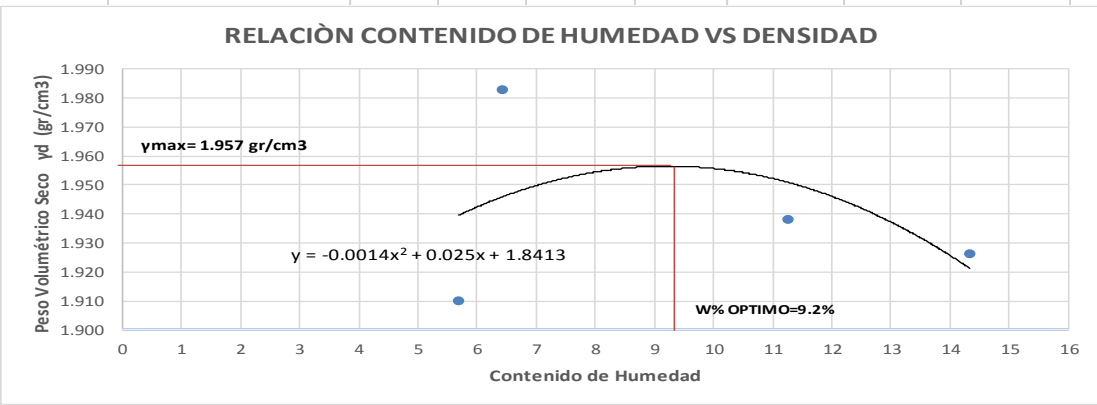
Fuente: Autor

ANEXO C- 3: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la base de la abscisa 1+400 del tramo II.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D"								
PROYECTO:	Pelileo-Patate			DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	BASE Km 1+400			
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15600	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2244.16	cm ³		
Energía de Compactación	Normas: AASHTO		T-180					
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3.5	7	10.5	14				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20200	20500	20550	20600				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4600	4900	4950	5000				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	2.050	2.183	2.206	2.228				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	30.3	30.4	30.3	31	23.4	24.9	24.7	24.8
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	121	139	122.6	128	118.4	145.5	153.7	161.9
Rec+suelo seco W _s + W _m	117.7	134.2	116	120.9	108.7	133.3	136.1	147.4
Peso solidos W _s	87.4	103.8	85.7	89.9	85.3	108.4	111.4	122.6
Peso del agua W _w	3.3	4.8	6.6	7.1	9.7	12.2	17.6	14.5
Cont. Humedad ω %	3.78	4.62	7.70	7.90	11.37	11.25	15.80	11.83
Cont. Humedad promedio ω %	4.20		7.80		11.31		13.81	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.967		2.025		1.982		1.958	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<div style="text-align: center;">  </div>								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 2,012 gr/cm ³ , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 8.5% .								
Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								



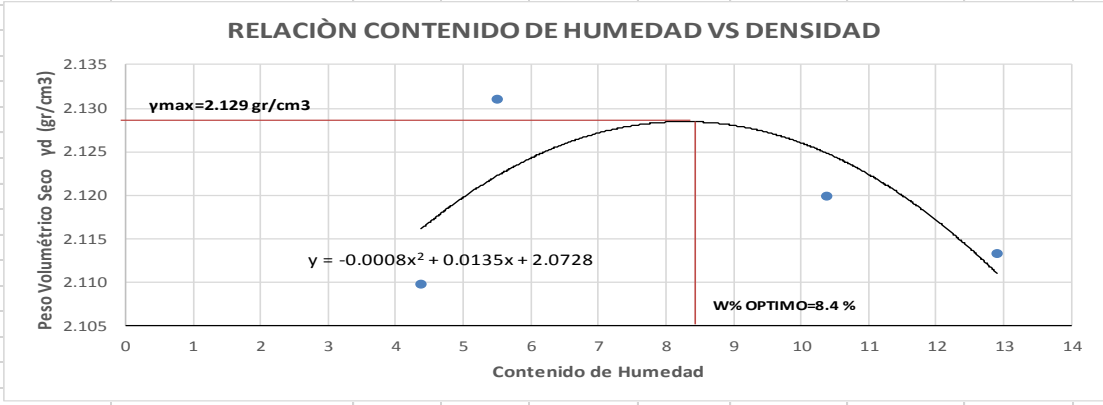
Fuente: Autor

ANEXO C- 4: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante de la abscisa 2+100 del tramo II.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D"								
PROYECTO:	Pelileo-Patate	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	SUELO DE FUNDACIÓN Km 2+100					
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16800	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2179.57	cm ³		
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO	T-180				
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	6000		
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21200	21400	21500	21600				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4400	4600	4700	4800				
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	2.019	2.111	2.156	2.202				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	24.8	24.6	24.8	24.5	25.2	24.3	30.5	30.9
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	136.4	118.7	144.1	136.4	125.2	123	152.6	141.6
Rec+suelo seco W _s + W _m	130.8	113.3	137.7	128.9	115.2	112.9	136.9	128.1
Peso solidos W _s	106	88.7	112.9	104.4	90	88.6	106.4	97.2
Peso del agua W _w	5.6	5.4	6.4	7.5	10	10.1	15.7	13.5
Cont. Humedad ω%	5.28	6.09	5.67	7.18	11.11	11.40	14.76	13.89
Cont. Humedad promedio ω%	5.69	6.43	6.43	6.43	11.26	11.26	14.32	14.32
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.910	1.983	1.983	1.983	1.938	1.938	1.926	1.926
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<div style="text-align: center;">  </div>								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
<p>La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,957 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 9.2 %.</p>								
<p>Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</p>								



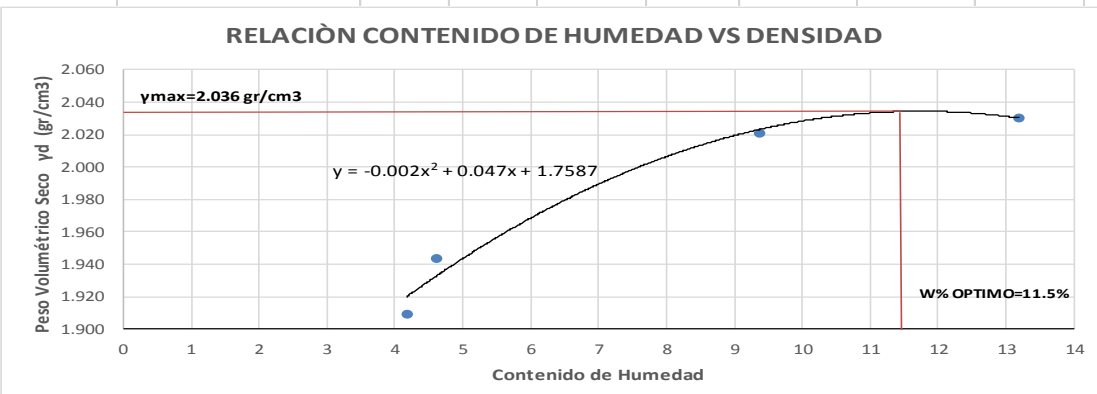
Fuente: Autor

ANEXO C- 5: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la sub-base de la abscisa 2+100 del tramo II.

 <p align="center">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p>  <p align="center">ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D"</p>									
PROYECTO:		Pelileo-Patate			DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:			SUB-BASE Km 2+100	
ESPECIFICACIONES									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16800	gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2179.57	cm ³			
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO	T-180					
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000		6000		
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Numero	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12					
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21600	21700	21900	22000					
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4800	4900	5100	5200					
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	2.202	2.248	2.340	2.386					
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso del recipiente W _r	25.2	26.1	30.9	30.7	30.8	31.1	30.6	30.7	
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	168.8	168.6	150.3	149.4	144	149.5	168.4	180.3	
Rec+suelo seco W _s + W _m	163	162.4	144	143.3	132.4	139.4	153.9	161.9	
Peso sólidos W _s	137.8	136.3	113.1	112.6	101.6	108.3	123.3	131.2	
Peso del agua W _w	5.8	6.2	6.3	6.1	11.6	10.1	14.5	18.4	
Cont. Humedad ω%	4.21	4.55	5.57	5.42	11.42	9.33	11.76	14.02	
Cont. Humedad promedio ω%	4.38		5.49		10.37		12.89		
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	2.110		2.131		2.120		2.113		
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
									
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO									
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 2,129 gr/cm ³ , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 8.4 % .									
<p>_____ Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</p>									



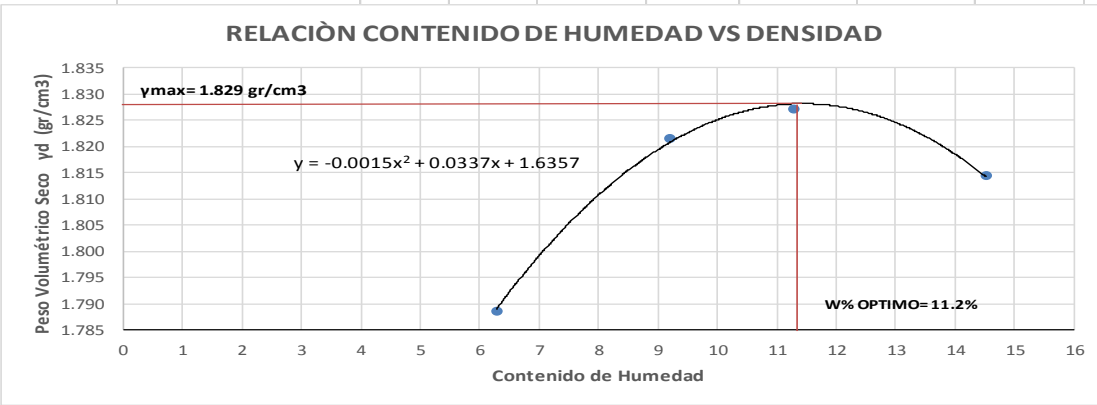
Fuente: Autor

ANEXO C- 6: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la base de la abscisa 2+100 del tramo II.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D"								
PROYECTO:	Pelileo-Patate	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:			BASE Km 2+100			
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16800	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2261.94	cm ³		
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO	T-180				
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	6000		
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21300	21400	21800	22000				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4500	4600	5000	5200				
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.989	2.034	2.210	2.299				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	26	25	25	27	27	23	24	24
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	156.5	141.6	141.6	150.6	124	124.6	145.5	155
Rec+suelo seco W _s + W _m	151.2	137	137	144.6	115.4	116.2	136.9	134.3
Peso sólidos W _s	125.2	112	112	117.6	88.4	93.2	112.9	110.3
Peso del agua W _w	5.3	4.6	4.6	6	8.6	8.4	8.6	20.7
Cont. Humedad ω%	4.23	4.11	4.11	5.10	9.73	9.01	7.62	18.77
Cont. Humedad promedio ω%	4.17	4.60	9.37	13.19				
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.910	1.944	2.021	2.031				
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 2,036 gr/cm ³ , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 11.5 % .								
<p align="center">Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>								



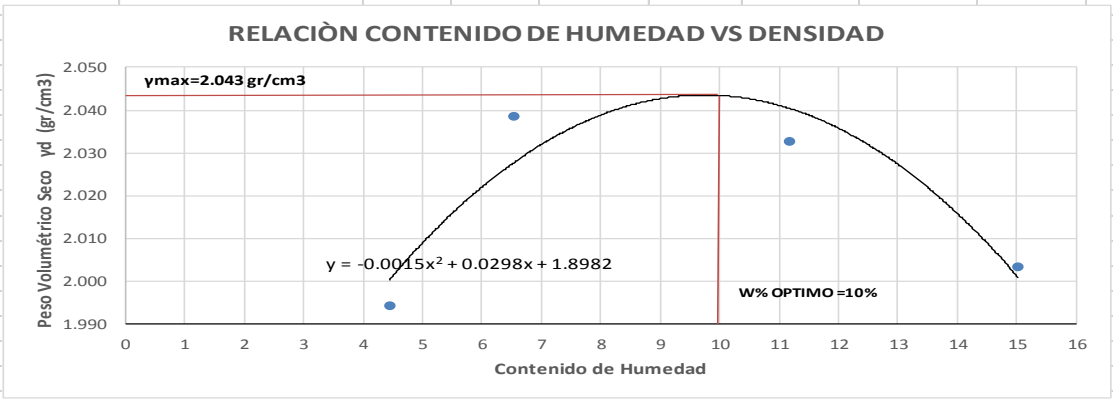
Fuente: Autor

ANEXO C- 7: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante de la abscisa 3+160 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D"			
PROYECTO:	Pelileo-Patate	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	SUELO DE FUNDACIÓN Km 3+160
ESPECIFICACIONES			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO T-180
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN			
Ensayo Numero	1	2	3
Humedad inicial añadida en %	3	6	9
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21100	21300	21400
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4300	4500	4600
Peso unitario húmedo γm (gr/cm3)	1.901	1.989	2.034
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Recipiente numero	1	2	3
Peso del recipiente Wr	30.7	30.8	30.6
Rec+suelo húmedo Wr+Wm	126.4	145.6	119.9
Rec+suelo seco Ws + Wm	121.1	138.4	112.8
Peso solidos Ws	90.4	107.6	82.2
Peso del agua Ww	5.3	7.2	7.1
Cont. Humedad ω%	5.86	6.69	8.64
Cont. Humedad promedio ω%	6.28	9.20	11.29
Peso Volumétrico Seco γd (gr/cm3)	1.789	1.822	1.827
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA			
			
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,829 gr/cm3, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 11.2 % .			
<p>Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>			



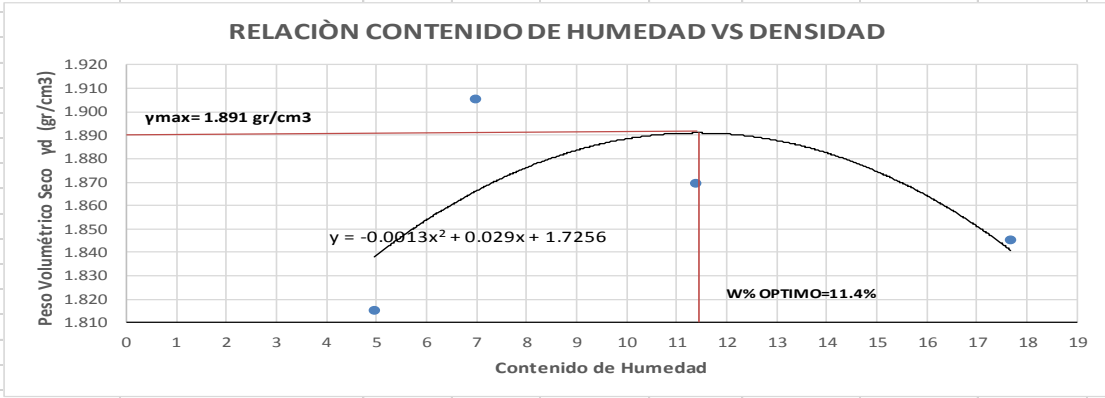
Fuente: Autor

ANEXO C- 8: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la sub-base de la abscisa 3+160 del tramo II.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO:		Pelileo-Patate		DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:		SUB-BASE Km 3+160		
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16600	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2256.39	cm ³		
Energía de Compactación	Normas:		AASHTO	T-180				
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000				
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21300	21500	21700	21800				
Peso suelo humedo Wm (gr)	4700	4900	5100	5200				
Peso unitario humedo γm (gr/cm ³)	2.083	2.172	2.260	2.305				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	30.7	30.8	30.6	30.6	31	30.8	46.5	37.8
Rec+suelo humedo W _r +W _m	157	182.2	146.1	177.2	152	145.1	150.8	195.2
Rec+suelo seco W _s + W _m	151.1	176.4	139.2	168	139.1	134.3	135.3	177.6
Peso sólidos W _s	120.4	145.6	108.6	137.4	108.1	103.5	88.8	139.8
Peso del agua W _w	5.9	5.8	6.9	9.2	12.9	10.8	15.5	17.6
Cont. Humedad ω%	4.90	3.98	6.35	6.70	11.93	10.43	17.45	12.59
Cont. Humedad promedio ω%	4.44	6.52	11.18	15.02				
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.994	2.039	2.033	2.004				
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 2,043 gr/cm ³ , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 10 % .								
Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA								



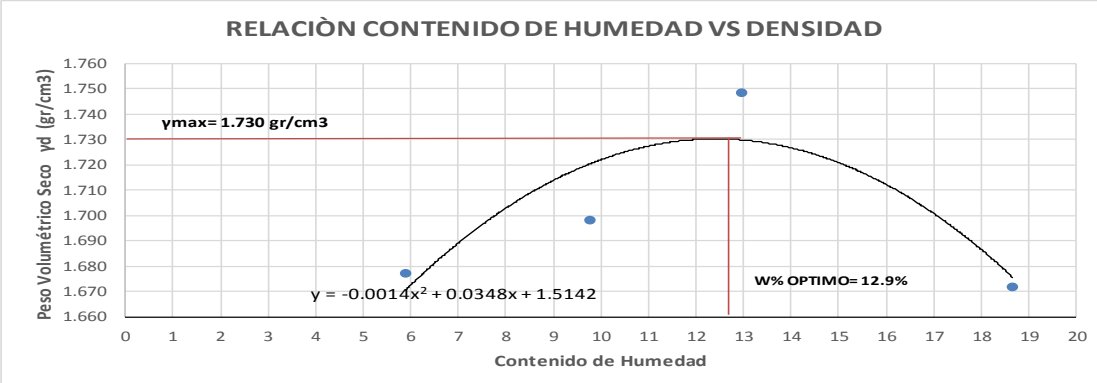
Fuente: Autor

ANEXO C- 9: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la base de la abscisa 3+160 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D"			
PROYECTO:	Pelileo-Patate	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	BASE Km 3+160
ESPECIFICACIONES			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO T-180
Peso Inicial Deseado	6000		6000
			6000
			6000
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN			
Ensayo Numero	1	2	3
Humedad inicial añadida en %	3	6	9
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20900	21200	21300
Peso suelo humedo Wm (gr)	4300	4600	4700
Peso unitario humedo γm (gr/cm3)	1.906	2.039	2.083
			2.172
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Recipiente numero	1	2	3
Peso del recipiente W _r	23.1	24.7	24.6
Rec+suelo humedo W _r +W _m	154.5	165.1	152.2
Rec+suelo seco W _s + W _m	148.9	157.8	145.7
Peso solidos W _s	125.8	133.1	121.1
Peso del agua W _w	5.6	7.3	6.5
Cont. Humedad ω%	4.45	5.48	5.37
Cont. Humedad promedio ω%	4.97	6.98	8.60
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm3)	1.816	1.906	10.31
			12.47
			11.18
			24.18
			17.68
			1.870
			1.845
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA			
			
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,891 gr/cm3, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 11.4 % .			
Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA			



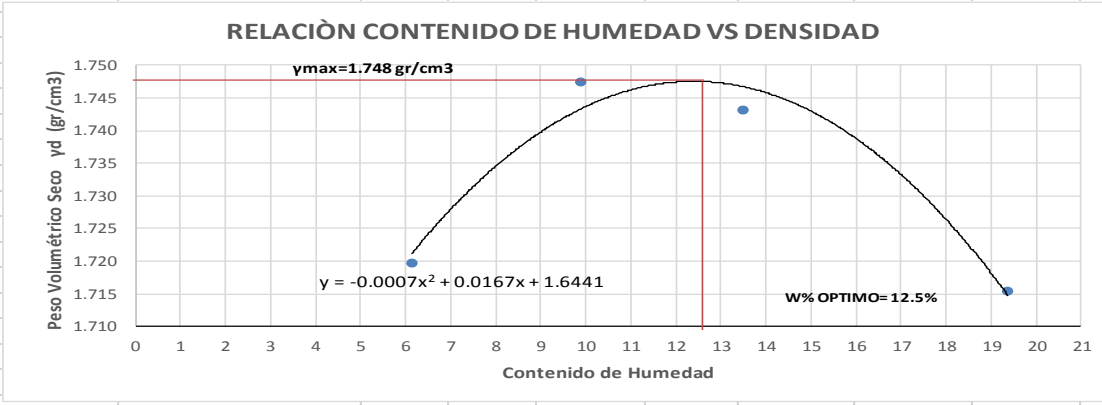
Fuente: Autor

ANEXO C- 10: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la subrasante de la abscisa 3+640 del tramo II.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
PROYECTO:		Pelileo-Patate		DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:		SUELO DE FUNDACIÓN Km 3+640		
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15672	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2302.6	cm ³		
Energía de Compactación	Normas:		AASHTO	T-180				
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	6000		
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3.5	7	10.5	14				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19762	19965	20221	20240				
Peso suelo húmedo W _m (gr)	4090	4293	4549	4568				
Peso unitario húmedo γ _m (gr/cm ³)	1.776	1.864	1.976	1.984				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	31.1	31	30.7	30.6	30.7	31.2	30.8	30.7
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	107.1	122.7	112.5	118.2	99.8	95.2	108.6	123.1
Rec+suelo seco W _s + W _m	102.3	118.3	105.4	110.2	91.7	88	95.2	110
Peso solidos W _s	71.2	87.3	74.7	79.6	61	56.8	64.4	79.3
Peso del agua W _w	4.8	4.4	7.1	8	8.1	7.2	13.4	13.1
Cont. Humedad ω%	6.74	5.04	9.50	10.05	13.28	12.68	20.81	16.52
Cont. Humedad promedio ω%	5.89		9.78		12.98		18.66	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.677		1.698		1.749		1.672	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<div style="text-align: center;">  </div>								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
<p>La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,730 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 12.9 % .</p>								
<p>Egr. Carlos Santamaria FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</p>								



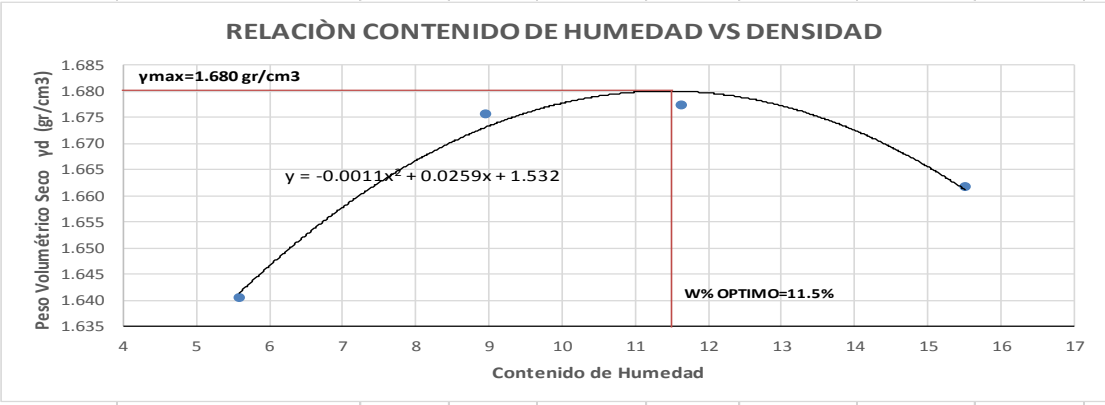
Fuente: Autor

ANEXO C- 11: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la sub-base de la abscisa 3+640 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D" 									
PROYECTO:	Pelileo-Patate				DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	SUB-BASE Km 3+640			
ESPECIFICACIONES									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14800	gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2135.91	cm ³			
Energía de Compactación	Normas:		AASHTO	T-180					
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000					
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Numero	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida en %	3.5	7	10.5	14					
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18699	18902	19026	19174					
Peso suelo humedo Wm (gr)	3899	4102	4226	4374					
Peso unitario humedo γm (gr/cm ³)	1.825	1.920	1.979	2.048					
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso del recipiente W _r	31.2	31	30.7	30.6	31.2	31.2	26.5	24.8	
Rec+suelo humedo W _r +W _m	128.4	115.2	101.5	101	107.3	102.5	131.4	131	
Rec+suelo seco W _s + W _m	122.8	110.3	94.5	95.3	98.7	93.6	116.2	112	
Peso solidos W _s	91.6	79.3	63.8	64.7	67.5	62.4	89.7	87.2	
Peso del agua W _w	5.6	4.9	7	5.7	8.6	8.9	15.2	19	
Cont. Humedad ω%	6.11	6.18	10.97	8.81	12.74	14.26	16.95	21.79	
Cont. Humedad promedio ω%	6.15	9.89	13.50	19.37					
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.720	1.748	1.743	1.716					
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
									
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO									
La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,748 gr/cm³ , la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 12.5 % .									
Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA									



Fuente: Autor

ANEXO C- 12: Determinación del contenido de humedad óptimo del suelo de la base de la abscisa 3+640 del tramo II.

		<p align="center">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p>						
<p align="center">ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO "D"</p>								
PROYECTO:	Pelileo-Patate	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	BASE Km 3+640					
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14800	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2135.91	cm ³		
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO	T-180				
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18500	18700	18800	18900				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3700	3900	4000	4100				
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.732	1.826	1.873	1.920				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	30.3	30.8	30.7	30.9	30.1	31.1	30.9	30.9
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	142.2	147.3	119.9	111.5	130.1	123.3	110.5	113.7
Rec+suelo seco W _s + W _m	136.7	140.7	113.1	104.4	120.1	113.3	99.7	102.7
Peso solidos W _s	106.4	109.9	82.4	73.5	90	82.2	68.8	71.8
Peso del agua W _w	5.5	6.6	6.8	7.1	10	10	10.8	11
Cont. Humedad ω%	5.17	6.01	8.25	9.66	11.11	12.17	15.70	15.32
Cont. Humedad promedio ω%	5.59	8.96	11.64	15.51				
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.641	1.676	1.678	1.662				
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p align="center">RELACION CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> 								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
<p>La máxima densidad alcanzada según la gráfica corresponde a 1,680 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 11.5 % .</p>								
<p>Egr. Carlos Santamaría FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</p>								



Fuente: Autor

ANEXO C- 13: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la subrasante de la abscisa 1+400 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR) 									
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 1+400								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	SUBRASANTE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO								
NORMA:	AASHTO T-180								
PESO MUESTRA (gr):	6000								
PESO DEL MARTILLO:	10 lb								
ALTURA DE CAIDA:	18"								
CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)	11.60								
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1	2	3						
Nº de Capas	5	5	5						
Nº de Golpes	56	27	11						
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	21126		21061		20876				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4526		4461		4276				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	2.022		1.993		1.910				
Densidad Seca	1.828		1.786		1.710				
Den. Seca Prom.	1.828		1.786		1.710				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	123	111.3		111.2	104.3		83.4	108	
P. Seco + Recipiente	113.5	104.1		102.8	96.7		77.9	99.8	
Peso Recipiente	30.1	30.8		30.7	30.9		30.1	31.1	
Peso Agua	9.5	7.2		8.4	7.6		5.5	8.2	
Peso de Sólidos	83.4	73.3		72.1	65.8		47.8	68.7	
Contenido Humedad %	11.39	9.82		11.65	11.55		11.51	11.94	
Con. Hum. Prom. %	10.61			11.60			11.72		



Fuente: Autor

ANEXO C- 14: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la sub-base de la abscisa 1+400 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR) 									
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 1+400								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	SUB-BASE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO			PESO DEL MARTILLO:			10 lb		
NORMA:	AASHTO T-180			ALTURA DE CAIDA:			18"		
PESO MUESTRA (gr):	6000			CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)			12.90		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1			2			3		
N° de Capas	5			5			5		
N° de Golpes	56			27			11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	
P. Hum. + Molde	21463		21398		21113				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4863		4798		4513				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	2.172		2.143		2.016				
Densidad Seca	1.920		1.898		1.796				
Den. Seca Prom.	1.920			1.898			1.796		
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	136.7	121		94.2	102.2		104.9	115.3	
P. Seco + Recipiente	123.8	111		86.2	93.3		96.3	105.2	
Peso Recipiente	30.6	30.8		24.3	24.5		24.1	24.8	
Peso Agua	12.9	10		8	8.9		8.6	10.1	
Peso de Sólidos	93.2	80.2		61.9	68.8		72.2	80.4	
Contenido Humedad %	13.84	12.47		12.92	12.94		11.91	12.56	
Con. Hum. Prom. %	13.16			12.93			12.24		



Fuente: Autor

ANEXO C- 15: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la base de la abscisa 1+400 del tramo II.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)								
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 1+400								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	BASE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb					
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18"					
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)		8.50					
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1	2		3					
N° de Capas	5	5		5					
N° de Golpes	56	27		11					
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	21393		21328		21163				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4793		4728		4563				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	2.141		2.112		2.038				
Densidad Seca	1.966		1.939		1.859				
Den. Seca Prom.	1.966		1.939		1.859				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	121.6	109.4		119	114.1		95.6	99.4	
P. Seco + Recipiente	115.3	102		110.6	107.4		90.1	93.2	
Peso Recipiente	30.6	30.8		24.3	24.5		31.1	31.3	
Peso Agua	6.3	7.4		8.4	6.7		5.5	6.2	
Peso de Sólidos	84.7	71.2		86.3	82.9		59	61.9	
Contenido Humedad %	7.44	10.39		9.73	8.08		9.32	10.02	
Con. Hum. Prom. %	8.92			8.91			9.67		



Fuente: Autor

ANEXO C- 16: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la subrasante de la abscisa 2+100 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR) 									
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 2+100								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	SUBRASANTE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO			PESO DEL MARTILLO:			10 lb		
NORMA:	AASHTO T-180			ALTURA DE CAIDA:			18"		
PESO MUESTRA (gr):	6000			CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)			9.20		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1			2			3		
Nº de Capas	5			5			5		
Nº de Golpes	56			27			11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	
P. Hum. + Molde	21263		21198		21013				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4663		4598		4413				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	2.083		2.054		1.971				
Densidad Seca	1.906		1.884		1.798				
Den. Seca Prom.	1.906			1.884			1.798		
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente Nº	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	121.7	109.5		119.1	114.2		95.6	99.4	
P. Seco + Recipiente	115.5	102.1		110.6	107.4		90.1	93.2	
Peso Recipiente	46.5	25.2		24.3	24.5		31.1	31.3	
Peso Agua	6.2	7.4		8.5	6.8		5.5	6.2	
Peso de Sólidos	69	76.9		86.3	82.9		59	61.9	
Contenido Humedad %	8.99	9.62		9.85	8.20		9.32	10.02	
Con. Hum. Prom. %	9.30			9.03			9.67		



Fuente: Autor

ANEXO C- 17: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la sub-base de la abscisa 2+100 del tramo II.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)								
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 2+100								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	SUB-BASE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO			PESO DEL MARTILLO:		10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180			ALTURA DE CAIDA:		18"			
PESO MUESTRA (gr):	6000			CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)		8.40			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1		2		3				
N° de Capas	5		5		5				
N° de Golpes	56		27		11				
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	21645		21580		21395				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	5045		4980		4795				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	2.254		2.225		2.142				
Densidad Seca	2.068		2.053		1.966				
Den. Seca Prom.	2.068		2.053		1.966				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	121.7	120.7		123.9	114.2		95.6	99.4	
P. Seco + Recipiente	115.5	112.7		116.6	107.4		90.2	93.8	
Peso Recipiente	46.5	23.1		30.8	24.5		30.8	30.7	
Peso Agua	6.2	8		7.3	6.8		5.4	5.6	
Peso de Sólidos	69	89.6		85.8	82.9		59.4	63.1	
Contenido Humedad %	8.99	8.93		8.51	8.20		9.09	8.87	
Con. Hum. Prom. %	8.96			8.36			8.98		



Fuente: Autor

ANEXO C- 18: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la base de la abscisa 2+100 del tramo II.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)								
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 2+100								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	BASE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb				
NORMA:	AASHTO T-180		ALTURA DE CAIDA:		18"				
PESO MUESTRA (gr):	6000		CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)		11.50				
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1		2		3				
N° de Capas	5		5		5				
N° de Golpes	56		27		11				
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	21580		21513		21326				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4980		4913		4726				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	2.225		2.195		2.111				
Densidad Seca	2.001		1.962		1.891				
Den. Seca Prom.	2.001		1.962		1.891				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	123	111		111.4	103.3		83.3	107.8	
P. Seco + Recipiente	113.5	103.1		102.8	95.7		77.8	99.8	
Peso Recipiente	30.5	30.5		31.2	31		30.8	30.7	
Peso Agua	9.5	7.9		8.6	7.6		5.5	8	
Peso de Sólidos	83	72.6		71.6	64.7		47	69.1	
Contenido Humedad %	11.45	10.88		12.01	11.75		11.70	11.58	
Con. Hum. Prom. %	11.16			11.88			11.64		



Fuente: Autor

ANEXO C- 19: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la subrasante de la abscisa 3+160 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR) 									
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 3+160								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	SUBRASANTE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO			PESO DEL MARTILLO:			10 lb		
NORMA:	AASHTO T-180			ALTURA DE CAIDA:			18"		
PESO MUESTRA (gr):	6000			CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)			11.20		
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1			2			3		
N° de Capas	5			5			5		
N° de Golpes	56			27			11		
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	
P. Hum. + Molde	21189		21121		20937				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4589		4521		4337				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	2.050		2.020		1.937				
Densidad Seca	1.853		1.816		1.733				
Den. Seca Prom.	1.853			1.816			1.733		
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	102.5	101.2		109	95.4		94.6	102.7	
P. Seco + Recipiente	95.7	94.3		101.2	88.2		87.7	95.3	
Peso Recipiente	30.5	30.5		31.2	24.3		30.8	31.1	
Peso Agua	6.8	6.9		7.8	7.2		6.9	7.4	
Peso de Sólidos	65.2	63.8		70	63.9		56.9	64.2	
Contenido Humedad %	10.43	10.82		11.14	11.27		12.13	11.53	
Con. Hum. Prom. %	10.62			11.21			11.83		



Fuente: Autor

ANEXO C- 20: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la sub-base de la abscisa 3+160 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)									
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 3+160								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	SUB-BASE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb						
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18"						
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)	10.00						
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1	2	3						
N° de Capas	5	5	5						
N° de Golpes	56	27	11						
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	21503		21434		21247				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4903		4834		4647				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	2.190		2.159		2.076				
Densidad Seca	1.980		1.951		1.879				
Den. Seca Prom.	1.980		1.951		1.879				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	118.1	94.2		123	111.2		102.5	101.3	
P. Seco + Recipiente	110.3	87.7		113.4	104		95.7	94.6	
Peso Recipiente	30.7	30.8		30.5	30.6		30.8	30.6	
Peso Agua	7.8	6.5		9.6	7.2		6.8	6.7	
Peso de Sólidos	79.6	56.9		82.9	73.4		64.9	64	
Contenido Humedad %	9.80	11.42		11.58	9.81		10.48	10.47	
Con. Hum. Prom. %	10.61			10.69			10.47		



Fuente: Autor

ANEXO C- 21: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la base de la abscisa 3+160 del tramo II.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)									
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 3+160								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	BASE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb						
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18"						
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)	11.40						
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1	2	3						
N° de Capas	5	5	5						
N° de Golpes	56	27	11						
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	21297		21229		21043				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4697		4629		4443				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	2.098		2.068		1.985				
Densidad Seca	1.886		1.851		1.773				
Den. Seca Prom.	1.886		1.851		1.773				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	95.3	94.2		111.1	104.2		83.4	108	
P. Seco + Recipiente	88.2	87.7		102.6	96.6		77.8	99.7	
Peso Recipiente	24.3	30.8		31	31		30.8	30.6	
Peso Agua	7.1	6.5		8.5	7.6		5.6	8.3	
Peso de Sólidos	63.9	56.9		71.6	65.6		47	69.1	
Contenido Humedad %	11.11	11.42		11.87	11.59		11.91	12.01	
Con. Hum. Prom. %	11.27			11.73			11.96		



Fuente: Autor

ANEXO C- 22: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la subrasante de la abscisa 3+640 del tramo II.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)								
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 3+640								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	SUBRASANTE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb				
NORMA:	AASHTO T-180		ALTURA DE CAIDA:		18"				
PESO MUESTRA (gr):	6000		CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)		12.90				
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1		2		3				
N° de Capas	5		5		5				
N° de Golpes	56		27		11				
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	20974		20909		20724				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4374		4309		4124				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	1.954		1.925		1.842				
Densidad Seca	1.725		1.699		1.624				
Den. Seca Prom.	1.725		1.699		1.624				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	136.7	121.9		94.6	102.4		105.1	116	
P. Seco + Recipiente	123.8	111		86.3	93.3		95.4	105.3	
Peso Recipiente	24.3	30.8		24.3	24.5		24.1	24.8	
Peso Agua	12.9	10.9		8.3	9.1		9.7	10.7	
Peso de Sólidos	99.5	80.2		62	68.8		71.3	80.5	
Contenido Humedad %	12.96	13.59		13.39	13.23		13.60	13.29	
Con. Hum. Prom. %	13.28			13.31			13.45		



Fuente: Autor

ANEXO C- 23: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la sub-base de la abscisa 3+640 del tramo II.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
	ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)								
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 3+640								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	SUB-BASE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb				
NORMA:	AASHTO T-180		ALTURA DE CAIDA:		18"				
PESO MUESTRA (gr):	6000		CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)		12.50				
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1		2		3				
N° de Capas	5		5		5				
N° de Golpes	56		27		11				
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	21024		20956		20788				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4424		4356		4188				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	1.976		1.946		1.871				
Densidad Seca	1.745		1.717		1.649				
Den. Seca Prom.	1.745		1.717		1.649				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	136.7	121.9		94.6	102.4		105.1	116	
P. Seco + Recipiente	123.8	111		86.3	93.3		95.4	105.3	
Peso Recipiente	24.3	30.8		24.3	24.5		24.1	24.8	
Peso Agua	12.9	10.9		8.3	9.1		9.7	10.7	
Peso de Sólidos	99.5	80.2		62	68.8		71.3	80.5	
Contenido Humedad %	12.96	13.59		13.39	13.23		13.60	13.29	
Con. Hum. Prom. %	13.28			13.31			13.45		


Fuente: Autor

ANEXO C- 24: Contenido de humedad óptimo para la resistencia al esfuerzo cortante del suelo (CBR) de la base de la abscisa 3+640 del tramo II.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)							
PROYECTO:	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.								
UBICACIÓN:	Km 3+640								
DESTRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	BASE								
ENSAYADO:	Carlos Santamaría								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO			PESO DEL MARTILLO:		10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180			ALTURA DE CAIDA:		18"			
PESO MUESTRA (gr):	6000			CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)		11.50			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.									
MOLDE	1		2		3				
N° de Capas	5		5		5				
N° de Golpes	56		27		11				
Cond. Muestra	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo	Antes del Remojo	Despues del Remojo			
P. Hum. + Molde	20956		20888		20601				
Peso Molde	16600		16600		16600				
P. Humedo	4356		4288		4001				
Volumen Muestra	2238.49		2238.49		2238.49				
Densidad Humedad	1.946		1.916		1.787				
Densidad Seca	1.752		1.715		1.595				
Den. Seca Prom.	1.752		1.715		1.595				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	109.2	95.3		111.2	104.2		94.3	102.7	
P. Seco + Recipiente	101.4	88.2		102.7	96.7		87.1	95.4	
Peso Recipiente	31	24.3		31.2	31.2		30.8	31.1	
Peso Agua	7.8	7.1		8.5	7.5		7.2	7.3	
Peso de Sólidos	70.4	63.9		71.5	65.5		56.3	64.3	
Contenido Humedad %	11.08	11.11		11.89	11.45		12.79	11.35	
Con. Hum. Prom. %	11.10			11.67			12.07		



Fuente: Autor

ANEXO C- 25: Ensayo de carga vs Penetración de la subrasante de la abscisa 1+400 del tramo II.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div>  </div>															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		SUBRASANTE													
UBICACIÓN:		Km 1+400													
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)				
Molde Número				56				27				11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
					Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
Min.	Seg.	mm	plg *10-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
		0	0	0	0			0	0.00			0	0		
0	30	0.64	25	11	46.95			6	25.61			9	38.41		
1	0	1.27	50	33	140.84			15	64.02			20	85.36		
1	30	1.91	75	54	230.47			26	110.97			31	132.31		
2	0	2.54	100	85	362.78	362.78	36.28	47	200.60	200.60	20.06	42	179.26	179.26	17.93
3	0	3.81	150	144	614.59			75	320.10			63	268.88		
4	0	5.08	200	189	806.65			125	533.50			87	371.32		
5	0	6.35	250	257	1096.88			171	729.83			110	469.48		
6	0	7.62	300	325	1387.10			215	917.62			130	554.84		
8	0	10.16	400	410	1749.88			275	1173.70			165	704.22		
10	0	12.70	500	520	2219.36			339	1446.85			202	862.14		
CBR Corregido							36.28				20.06				17.93



Fuente: Autor

ANEXO C- 26: Ensayo de carga vs Penetración de la sub-base de la abscisa 1+400 del tramo II.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div>  </div>															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
UBICACIÓN:		Km 1+400													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		SUB-BASE													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)				
Molde Número				56				27				11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
		0	0	0	0			0	0.00			0	0		
0	30	0.64	25	13	55.48			12	51.22			9	38.41		
1	0	1.27	50	22	93.90			16	68.29			12	51.22		
1	30	1.91	75	42	179.26			28	119.50			15	64.02		
2	0	2.54	100	65	277.42	277.42	27.74	42	179.26	179.26	17.93	25	106.70	106.70	10.67
3	0	3.81	150	98	418.26			71	303.03			32	136.58		
4	0	5.08	200	132	563.38			98	418.26			49	209.13		
5	0	6.35	250	168	717.02			132	563.38			64	273.15		
6	0	7.62	300	210	896.28			159	678.61			98	418.26		
8	0	10.16	400	289	1233.45			220	938.96			160	682.88		
10	0	12.70	500	360	1536.48			300	1280.40			210	896.28		
CBR Corregido							27.74				17.93				10.67



Fuente: Autor

ANEXO C- 27: Ensayo de carga vs Penetración de la base de la abscisa 1+400 del tramo II.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div> 															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
UBICACIÓN:		Km 1+400													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		BASE													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)				
Molde Número				56				27				11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
		0	0	0	0			0	0.00			0	0		
0	30	0.64	25	9	38.41			12	51.22			6	25.61		
1	0	1.27	50	18	76.82			18	76.82			10	42.68		
1	30	1.91	75	31	132.31			30	128.04			14	59.75		
2	0	2.54	100	63	268.88	268.88	26.89	54	230.47	230.47	23.05	32	136.58	136.58	13.66
3	0	3.81	150	84	358.51			62	264.62			44	187.79		
4	0	5.08	200	125	533.50			94	401.19			56	239.01		
5	0	6.35	250	170	725.56			118	503.62			82	349.98		
6	0	7.62	300	230	981.64			156	665.81			112	478.02		
8	0	10.16	400	342	1459.66			256	1092.61			192	819.46		
10	0	12.70	500	422	1801.10			344	1468.19			290	1237.72		
CBR Corregido							26.89				23.05				13.66



Fuente: Autor

ANEXO C- 28: Ensayo de carga vs Penetración de la subrasante de la abscisa 2+100 del tramo II.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div> 															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
UBICACIÓN:		Km 2+100													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		SUBRASANTE													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)				
Molde Número		56					27					11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
		0	0	0	0			0	0.00			0	0		
0	30	0.64	25	4	17.07			4	17.07			4	17.07		
1	0	1.27	50	12	51.22			11	46.95			9	38.41		
1	30	1.91	75	31	132.31			24	102.43			17	72.56		
2	0	2.54	100	51	217.67	217.67	21.77	42	179.26	179.26	17.93	27	115.24	115.24	11.52
3	0	3.81	150	89	379.85			91	388.39			53	226.20		
4	0	5.08	200	144	614.59			132	563.38			71	303.03		
5	0	6.35	250	198	845.06			172	734.10			93	396.92		
6	0	7.62	300	250	1067.00			204	870.67			112	478.02		
8	0	10.16	400	370	1579.16			280	1195.04			136	580.45		
10	0	12.70	500	489	2087.05			345	1472.46			187	798.12		
CBR Corregido							21.77				17.93				11.52



Fuente: Autor

ANEXO C- 29: Ensayo de carga vs Penetración de la sub-base de la abscisa 2+100 del tramo II.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div> 															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
UBICACIÓN:		Km 2+100													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		SUB-BASE													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2		NORMA: ASTM D-1883		VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número				56				27				11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
		0	0	0	0		%	0	0.00		%	0	0		%
0	30	0.64	25	16	68.29			14	59.75			12	51.22		
1	0	1.27	50	22	93.90			22	93.90			16	68.29		
1	30	1.91	75	42	179.26			34	145.11			26	110.97		
2	0	2.54	100	80	341.44	341.44	34.14	46	196.33	196.33	19.63	40	170.72	170.72	17.07
3	0	3.81	150	132	563.38			86	367.05			76	324.37		
4	0	5.08	200	218	930.42			120	512.16			106	452.41		
5	0	6.35	250	302	1288.94			216	921.89			148	631.66		
6	0	7.62	300	390	1664.52			308	1314.54			194	827.99		
8	0	10.16	400	450	1920.60			391	1668.79			288	1229.18		
10	0	12.70	500	521	2223.63			450	1920.60			406	1732.81		
CBR Corregido							34.14				19.63				17.07



Fuente: Autor

ANEXO C- 30: Ensayo de carga vs Penetración de la base de la abscisa 2+100 del tramo II.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div> 															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
UBICACIÓN:		Km 2+100													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		BASE													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)				
Molde Número				56				27				11			
TIEMPO		PENEL.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
		0	0	0	0			0	0.00			0	0		
0	30	0.64	25	13	55.48			10	42.68			8	34.14		
1	0	1.27	50	26	110.97			20	85.36			17	72.56		
1	30	1.91	75	53	226.20			32	136.58			32	136.58		
2	0	2.54	100	78	332.90	332.90	33.29	54	230.47	230.47	23.05	50	213.40	213.40	21.34
3	0	3.81	150	116	495.09			102	435.34			92	392.66		
4	0	5.08	200	208	887.74			174	742.63			142	606.06		
5	0	6.35	250	316	1348.69			266	1135.29			202	862.14		
6	0	7.62	300	434	1852.31			354	1510.87			260	1109.68		
8	0	10.16	400	602	2569.34			502	2142.54			402	1715.74		
10	0	12.70	500	823	3512.56			689	2940.65			489	2087.05		
CBR Corregido							33.29				23.05				21.34



Fuente: Autor

ANEXO C- 31: Ensayo de carga vs Penetración de la subrasante de la abscisa 3+160 del tramo II.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div>  </div>															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
UBICACIÓN:		Km 3+160													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		SUBRASANTE													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2		NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)					
Molde Número				56				27				11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
		lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%		
		0	0	0	0			0	0.00			0	0		
0	30	0.64	25	17	72.56			13	55.48			8	34.14		
1	0	1.27	50	28	119.50			17	72.56			13	55.48		
1	30	1.91	75	38	162.18			28	119.50			17	72.56		
2	0	2.54	100	46	196.33	196.33	19.63	39	166.45	166.45	16.65	28	119.50	119.50	11.95
3	0	3.81	150	68	290.22			46	196.33			39	166.45		
4	0	5.08	200	98	418.26			66	281.69			48	204.86		
5	0	6.35	250	124	529.23			93	396.92			55	234.74		
6	0	7.62	300	156	665.81			109	465.21			67	285.96		
8	0	10.16	400	227	968.84			152	648.74			79	337.17		
10	0	12.70	500	298	1271.86			220	938.96			109	465.21		
CBR Corregido							19.63				16.65			11.95	



Fuente: Autor

ANEXO C- 32: Ensayo de carga vs Penetración de la sub-base de la abscisa 3+160 del tramo II.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div> 															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
UBICACIÓN:		Km 3+160													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		SUB-BASE													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)				
Molde Número				56				27				11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
		0	0	0	0			0	0.00			0	0		
0	30	0.64	25	28	119.50			17	72.56			13	55.48		
1	0	1.27	50	38	162.18			28	119.50			17	72.56		
1	30	1.91	75	46	196.33			39	166.45			28	119.50		
2	0	2.54	100	68	290.22	290.22	29.02	46	196.33	196.33	19.63	39	166.45	166.45	16.65
3	0	3.81	150	98	418.26			66	281.69			48	204.86		
4	0	5.08	200	124	529.23			93	396.92			55	234.74		
5	0	6.35	250	156	665.81			109	465.21			67	285.96		
6	0	7.62	300	227	968.84			152	648.74			79	337.17		
8	0	10.16	400	298	1271.86			220	938.96			109	465.21		
10	0	12.70	500	389	1660.25			312	1331.62			169	721.29		
CBR Corregido							29.02				19.63				16.65



Fuente: Autor

ANEXO C- 33: Ensayo de carga vs Penetración de la base de la abscisa 3+160 del tramo II.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div>  </div>																	
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.															
UBICACIÓN:		Km 3+160															
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		BASE															
ENSAYADO:		Carlos Santamaría															
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN																	
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)							AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)				
Molde Número				56				27				11					
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR		
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida			
		mm	plg *10-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%		
		0	0	0	0			0	0.00			0	0				
0	30	0.64	25	28	119.50			17	72.56			13	55.48				
1	0	1.27	50	38	162.18			28	119.50			17	72.56				
1	30	1.91	75	46	196.33			39	166.45			28	119.50				
2	0	2.54	100	78	332.90	332.90	33.29	66	281.69	281.69	28.17	48	204.86	204.86	20.49		
3	0	3.81	150	98	418.26			93	396.92			55	234.74				
4	0	5.08	200	124	529.23			109	465.21			67	285.96				
5	0	6.35	250	219	934.69			152	648.74			79	337.17				
6	0	7.62	300	298	1271.86			220	938.96			109	465.21				
8	0	10.16	400	389	1660.25			312	1331.62			127	542.04				
10	0	12.70	500	489	2087.05			420	1792.56			187	798.12				
CBR Corregido							33.29				28.17				20.49		



Fuente: Autor

ANEXO C- 34: Ensayo de carga vs Penetración de la subrasante de la abscisa 3+640 del tramo II.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div> 															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
UBICACIÓN:		Km 3+640													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		SUBRASANTE													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)				
Molde Número		56					27					11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
		0	0	0	0			0	0.00			0	0		
0	30	0.64	25	25	106.70			19	81.09			9	38.41		
1	0	1.27	50	45	192.06			35	149.38			14	59.75		
1	30	1.91	75	62	264.62			52	221.94			19	81.09		
2	0	2.54	100	82	349.98	349.98	35.00	70	298.76	298.76	29.88	25	106.70	106.70	10.67
3	0	3.81	150	119	507.89			110	469.48			36	153.65		
4	0	5.08	200	158	674.34			133	567.64			46	196.33		
5	0	6.35	250	205	874.94			152	648.74			56	239.01		
6	0	7.62	300	254	1084.07			164	699.95			66	281.69		
8	0	10.16	400	329	1404.17			192	819.46			79	337.17		
10	0	12.70	500	392	1673.06			221	943.23			91	388.39		
CBR Corregido							35.00				29.88				10.67



Fuente: Autor

ANEXO C- 35: Ensayo de carga vs Penetración de la sub-base de la abscisa 3+640 del tramo II.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. </div>  </div>															
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.													
UBICACIÓN:		Km 3+640													
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		SUB-BASE													
ENSAYADO:		Carlos Santamaría													
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN															
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)					AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)				
Molde Número				56				27				11			
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
					Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida	
Min.	Seg.	mm	plg *10-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
		0	0	0	0			0	0.00			0	0		
0	30	0.64	25	12	51.22			9	38.41			8	34.14		
1	0	1.27	50	35	149.38			27	115.24			18	76.82		
1	30	1.91	75	61	260.35			52	221.94			27	115.24		
2	0	2.54	100	85	362.78	362.78	36.28	68	290.22	290.22	29.02	38	162.18	162.18	16.22
3	0	3.81	150	147	627.40			93	396.92			51	217.67		
4	0	5.08	200	197	840.80			119	507.89			63	268.88		
5	0	6.35	250	236	1007.25			139	593.25			74	315.83		
6	0	7.62	300	265	1131.02			155	661.54			84	358.51		
8	0	10.16	400	306	1306.01			181	772.51			102	435.34		
10	0	12.70	500	331	1412.71			206	879.21			119	507.89		
CBR Corregido							36.28				29.02				16.22

Fuente: Autor

ANEXO C- 36: Ensayo de carga vs Penetración de la base de la abscisa 3+640 del tramo II.



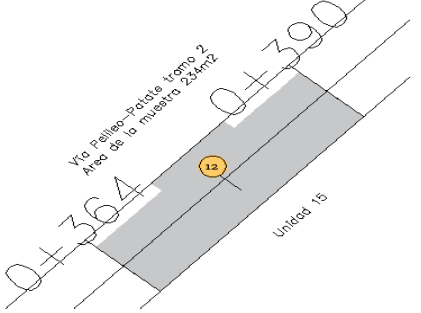
 <p align="center">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R.</p> 																		
PROYECTO:		Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Pelileo- Patate del tramo II.																
UBICACIÓN:		Km 3+640																
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		BASE																
ENSAYADO:		Carlos Santamaría																
ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN																		
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)							AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)					
Molde Número				56					27					11				
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR			
Min.	Seg.	mm	plg *10-3		Leida	Corregida			Leida	Corregida			Leida	Corregida				
		mm	plg *10-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%			
		0	0	0	0			0	0.00			0	0					
0	30	0.64	25	12	51.22			8	34.14			6	25.61					
1	0	1.27	50	36	153.65			25	106.70			15	64.02					
1	30	1.91	75	46	196.33			32	136.58			26	110.97					
2	0	2.54	100	58	247.54	247.54	24.75	48	204.86	204.86	20.49	36	153.65	153.65	15.36			
3	0	3.81	150	120	512.16			69	294.49			62	264.62					
4	0	5.08	200	170	725.56			98	418.26			85	362.78					
5	0	6.35	250	201	857.87			124	529.23			106	452.41					
6	0	7.62	300	242	1032.86			142	606.06			118	503.62					
8	0	10.16	400	272	1160.90			178	759.70			146	623.13					
10	0	12.70	500	306	1306.01			205	874.94			176	751.17					
CBR Corregido							24.75				20.49				15.36			

Fuente: Autor

ANEXO D



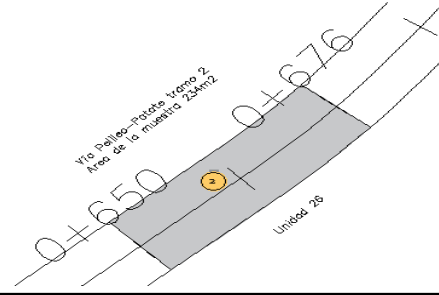
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

ANEXO D- 1: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 15:

 FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CERRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI								
NOMBRE DE LA VÍA:		Vía Pelileo- Patate		ESQUEMA:				
TRAMO:		2		INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría ABCISA INICIAL: 0+364 ABCISA FINAL: 0+390				
SECCIÓN DEL TRAMO:		1						
UNIDAD DE MUESTRA:		15						
ÁREA DE LA MUESTRA:		234						
TIPOS DE DAÑOS								
1.Piel de cocodrilo (m2)	6.Depresión (m2)	11.Parcheo (m2)	16.Desplazamiento (m2)					
2.Exudación (m2)	7. Fisuras de borde (m)	12.Pulimentos de agregados (m2)	17.Grietas parabolicas (m2)					
3.Fisuras en bloque (m2)	8.Fisuras de reflexión de junta(m)	13.Huecos (cantidad)	18.Hinchamiento (m2)					
4.Abultamientos y Hundimientos (m)	9.Desnivel/carril/berma (m)	14.Cruce de vía ferrea (m2)	19.Desprendimientos de agregados (m2)					
5.Corrugación (m)	10.Fisuras longitudinales y transv. (m)	15.Ahuellamiento (m2)						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
12	N/A	24				24	10.26	4
Valor Total de Deducción (VDT)								4



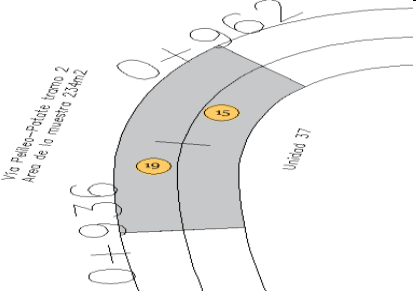
Realizado por: Autor

ANEXO D- 2: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 26:

		FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CERRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI											
NOMBRE DE LA VÍA:		Vía Pelileo- Patate				ESQUEMA:							
TRAMO:		2		INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría									
SECCIÓN DEL TRAMO:		1											
UNIDAD DE MUESTRA:		26		ABCISA INICIAL: 0+650									
ÁREA DE LA MUESTRA:		234		ABCISA FINAL: 0+676									
TIPOS DE DAÑOS													
1.Piel de cocodrilo (m2)		6.Depresión (m2)				11.Parcheo (m2)			16.Desplazamiento (m2)				
2.Exudación (m2)		7. Fisuras de borde (m)				12.Pulimentos de agregados (m2)			17.Grietas parabólicas (m2)				
3.Fisuras en bloque (m2)		8.Fisuras de reflexión de junta(m)				13.Huecos (cantidad)			18.Hinchamiento (m2)				
4.Abultamientos y Hundimientos (m)		9.Desnivel/carril/berma (m)				14.Cruce de vía ferrea (m2)			19.Desprendimientos de agregados (m2)				
5.Corrugación (m)		10.Fisuras longitudinales y transv. (m)				15.Ahuellamiento (m2)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
2 L		26					26	11.11	2				
								Valor Total de Deducción (VDT)		2			



Realizado por: Autor

ANEXO D- 3: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 37:

		FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CERRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI								
		NOMBRE DE LA VÍA: Vía Pelileo- Patate		ESQUEMA:						
TRAMO: 2		INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría								
SECCIÓN DEL TRAMO: 1				ABCISA INICIAL: 0+936						
UNIDAD DE MUESTRA: 37				ABCISA FINAL: 0+962						
ÁREA DE LA MUESTRA: 234										
TIPOS DE DAÑOS										
1.Piel de cocodrilo (m2)		6.Depresión (m2)			11.Parcheo (m2)			16.Desplazamiento (m2)		
2.Exudación (m2)		7. Fisuras de borde (m)			12.Pulimentos de agregados (m2)			17.Grietas parabolicas (m2)		
3.Fisuras en bloque (m2)		8.Fisuras de reflexión de junta(m)			13.Huecos (cantidad)			18.Hinchamiento (m2)		
4.Abultamientos y Hundimientos (m)		9.Desnivel/carril/berma (m)			14.Cruce de vía ferrea (m2)			19.Desprendimientos de agregados (m2)		
5.Corrugación (m)		10.Fisuras longitudinales y transv. (m)			15.Ahuellamiento (m2)					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
19	L	1.44					1.44	0.62	0.5	
15	L	9.6					9.6	4.10	20	
							Valor Total de Deducción (VDT)		20.5	



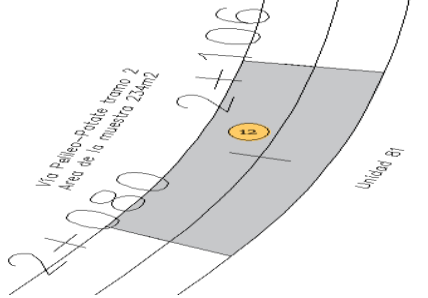
Realizado por: Autor

ANEXO D- 4: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 48:

		FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CERRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI									
NOMBRE DE LA VÍA:		Vía Pelileo- Patate				ESQUEMA:					
TRAMO:		2	INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría								
SECCIÓN DEL TRAMO:		1									
UNIDAD DE MUESTRA:		48	ABCISA INICIAL: 1+222								
ÁREA DE LA MUESTRA:		234	ABCISA FINAL: 1+248								
TIPOS DE DAÑOS											
1.Piel de cocodrilo (m2)		6.Depresión (m2)			11.Parcheo (m2)			16.Desplazamiento (m2)			
2.Exudación (m2)		7. Fisuras de borde (m)			12.Pulimentos de agregados (m2)			17.Grietas parabolicas (m2)			
3.Fisuras en bloque (m2)		8.Fisuras de reflexión de junta(m)			13.Huecos (cantidad)			18.Hinchamiento (m2)			
4.Abultamientos y Hundimientos (m)		9.Desnivel/carril/berma (m)			14.Cruce de vía ferrea (m2)			19.Desprendimientos de agregados (m2)			
5.Corrugación (m)		10.Fisuras longitudinales y transv. (m)			15.Ahuellamiento (m2)						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
19	L	3.52	5.72				9.24	3.95	2		
Valor Total de Deducción (VDT)									2		



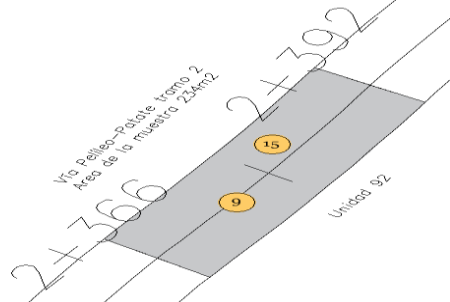
Realizado por: Autor

ANEXO D- 7: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 81:

		FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CERRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI								
NOMBRE DE LA VÍA:		Vía Pelileo- Patate				ESQUEMA:				
TRAMO:		2	INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría							
SECCIÓN DEL TRAMO:		1								
UNIDAD DE MUESTRA:		81	ABCISA INICIAL: 2+080							
ÁREA DE LA MUESTRA:		234	ABCISA FINAL: 2+106							
TIPOS DE DAÑOS										
1.Piel de cocodrilo (m2)		6.Depresión (m2)			11.Parcheo (m2)			16.Desplazamiento (m2)		
2.Exudación (m2)		7. Fisuras de borde (m)			12.Pulimentos de agregados (m2)			17.Grietas parabolicas (m2)		
3.Fisuras en bloque (m2)		8.Fisuras de reflexión de junta(m)			13.Huecos (cantidad)			18.Hinchamiento (m2)		
4.Abultamientos y Hundimientos (m)		9.Desnivel/carril/berma (m)			14.Cruce de vía ferrea (m2)			19.Desprendimientos de agregados (m2)		
5.Corrugación (m)		10.Fisuras longitudinales y transv. (m)			15.Ahuellamiento (m2)					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
12	L	27					27	11.54	4	
							Valor Total de Dedución (VDT)		4	



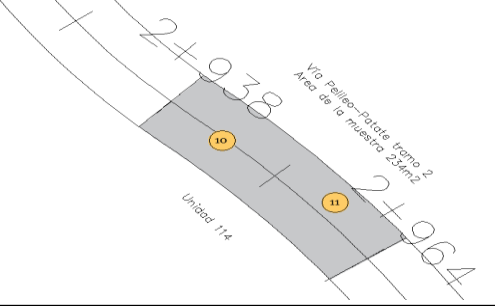
Realizado por: Autor

ANEXO D- 8: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 92:

		FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CERRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI									
		NOMBRE DE LA VÍA: Vía Pelileo- Patate		ESQUEMA:							
TRAMO: 2		INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría									
SECCIÓN DEL TRAMO: 1		ABCISA INICIAL: 2+366									
UNIDAD DE MUESTRA: 92		ABCISA FINAL: 2+392									
ÁREA DE LA MUESTRA: 234											
TIPOS DE DAÑOS											
1.Piel de cocodrilo (m2)			6.Depresión (m2)			11.Parcheo (m2)			16.Desplazamiento (m2)		
2.Exudación (m2)			7. Fisuras de borde (m)			12.Pulimentos de agregados (m2)			17.Grietas parabólicas (m2)		
3.Fisuras en bloque (m2)			8.Fisuras de reflexión de junta(m)			13.Huecos (cantidad)			18.Hinchamiento (m2)		
4.Abultamientos y Hundimientos (m)			9.Desnive/carril/berma (m)			14.Cruce de vía ferrea (m2)			19.Desprendimientos de agregados (m2)		
5.Corrugación (m)			10.Fisuras longitudinales y transv. (m)			15.Ahuellamiento (m2)					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
15	L	14.4					14.4	6.15	21.5		
9	L	24					24	10.26	4		
								Valor Total de Deducción (VDT)		NO APLICA	



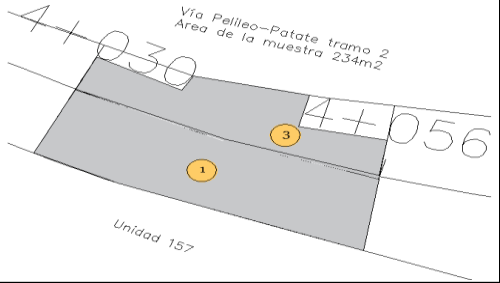
Realizado por: Autor

ANEXO D- 10: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 114:

		FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CERRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI											
NOMBRE DE LA VÍA:		Vía Pelileo- Patate				ESQUEMA:							
TRAMO:		2		INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría									
SECCIÓN DEL TRAMO:		1											
UNIDAD DE MUESTRA:		114		ABCISA INICIAL: 2+938									
ÁREA DE LA MUESTRA:		234		ABCISA FINAL: 2+964									
TIPOS DE DAÑOS													
1.Piel de cocodrilo (m2)		6.Depresión (m2)			11.Parcheo (m2)			16.Desplazamiento (m2)					
2.Exudación (m2)		7. Fisuras de borde (m)			12.Pulimentos de agregados (m2)			17.Grietas parabólicas (m2)					
3.Fisuras en bloque (m2)		8.Fisuras de reflexión de junta(m)			13.Huecos (cantidad)			18.Hinchamiento (m2)					
4.Abultamientos y Hundimientos (m)		9.Desnive/carril/berma (m)			14.Cruce de vía ferrea (m2)			19.Desprendimientos de agregados (m2)					
5.Corrugación (m)		10.Fisuras longitudinales y transv. (m)			15.Ahuellamiento (m2)								
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
11	L	24					24	10.26	16				
10	M	1.5					1.5	0.64	0.5				
Valor Total de Deducción (VDT)										16.5			

Realizado por: Autor

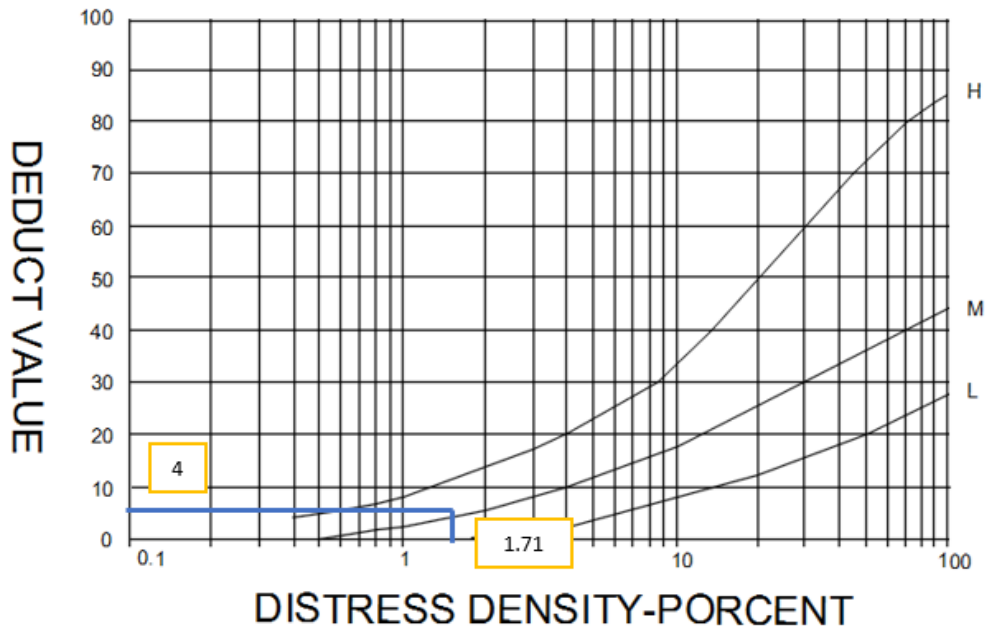
ANEXO D- 14: Tabla del índice de condición del pavimento muestra 157:

		FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CERRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI								
NOMBRE DE LA VÍA:		Vía Pelileo- Patate				ESQUEMA:				
TRAMO:		2		INPECCIONADO POR: Egdo Carlos Santamaría						
SECCIÓN DEL TRAMO:		1								
UNIDAD DE MUESTRA:		157		ABCISA INICIAL: 4+030						
ÁREA DE LA MUESTRA:		234		ABCISA FINAL: 4+056						
TIPOS DE DAÑOS										
1.Piel de cocodrilo (m2)		6.Depresión (m2)			11.Parcheo (m2)			16.Desplazamiento (m2)		
2.Exudación (m2)		7. Fisuras de borde (m)			12.Pulimentos de agregados (m2)			17.Grietas parabólicas (m2)		
3.Fisuras en bloque (m2)		8.Fisuras de reflexión de junta(m)			13.Huecos (cantidad)			18.Hinchamiento (m2)		
4.Abultamientos y Hundimientos (m)		9.Desnive/carril/berma (m)			14.Cruce de vía ferrea (m2)			19.Desprendimientos de agregados (m2)		
5.Corrugación (m)		10.Fisuras longitudinales y transv. (m)			15.Ahuellamiento (m2)					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3	M	23.38	4				27.38	11.70	19	
1	M	9.76	22.2				31.96	13.66	50	
Valor Total de Deducción (VDT)								NO APLICA		

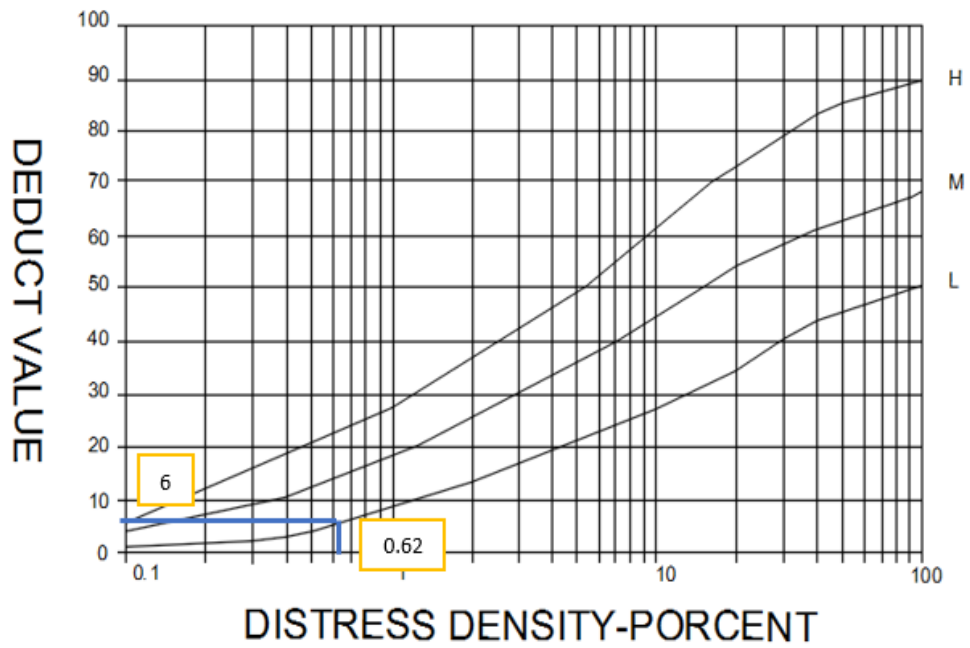
Realizado por: Autor

ANEXO D- 15: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 4:

FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



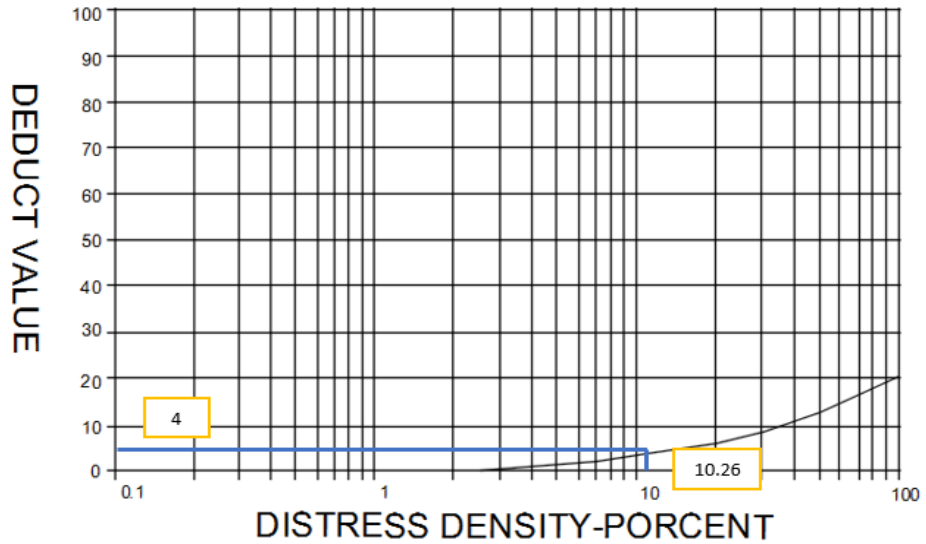
AHUELLAMIENTO



Realizado por: Autor

ANEXO D- 16: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 15:

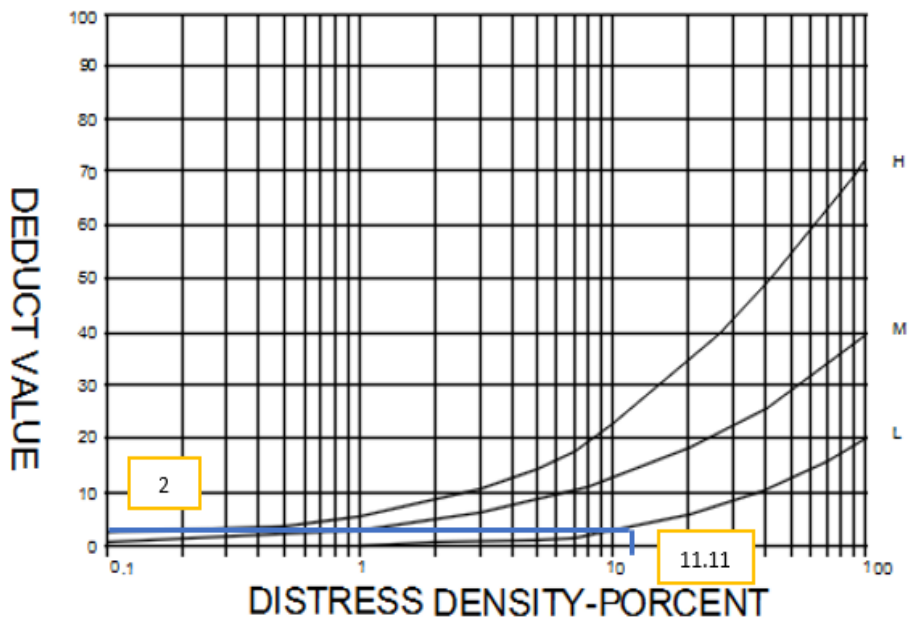
PULIMIENTO DE AGREGADOS



Realizado por: Autor

ANEXO D- 17: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 26:

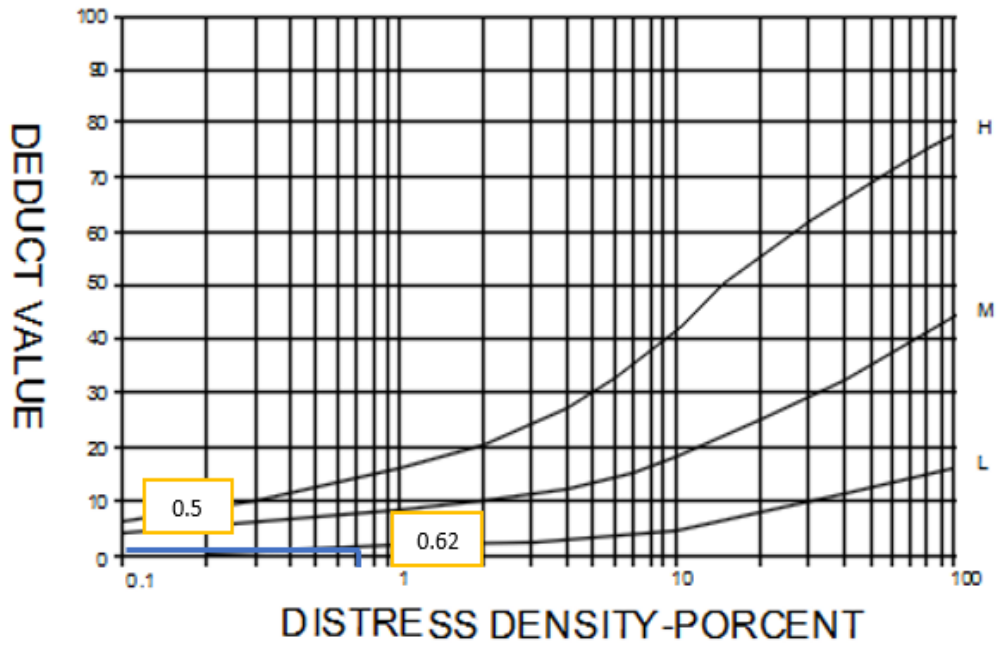
EXUDACIÓN



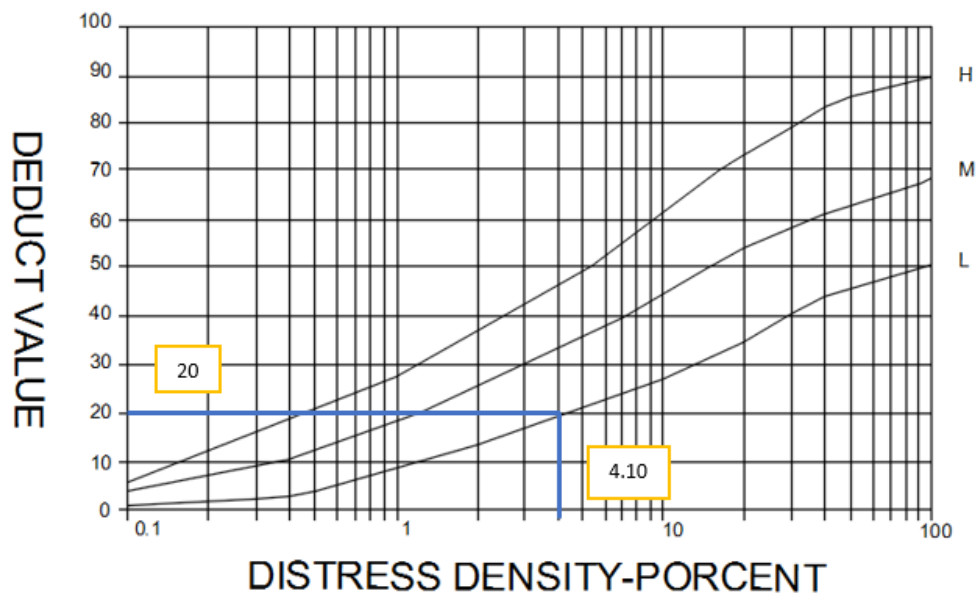
Realizado por: Autor

ANEXO D- 18: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 37:

DESPRENDIMIENTOS DE AGREGADOS



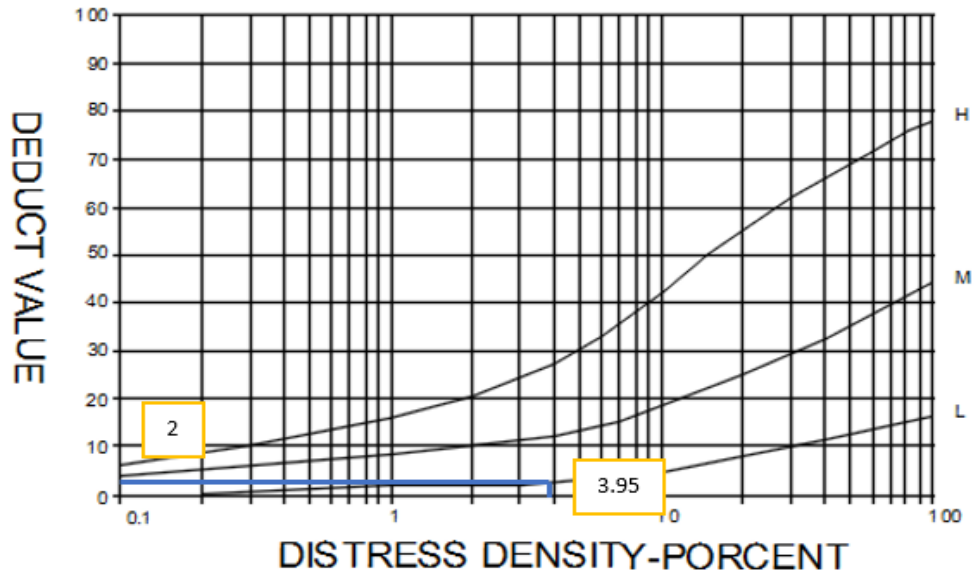
AHUELLAMIENTO



Realizado por: Autor

ANEXO D- 19: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 48:

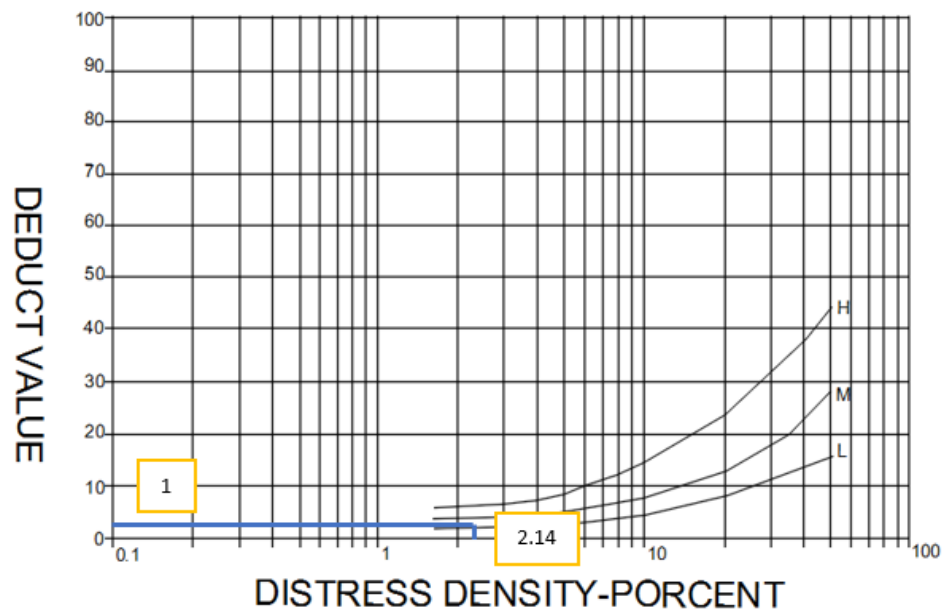
DESPRENDIMIENTOS DE AGREGADOS



Realizado por: Autor

ANEXO D- 20: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 59:

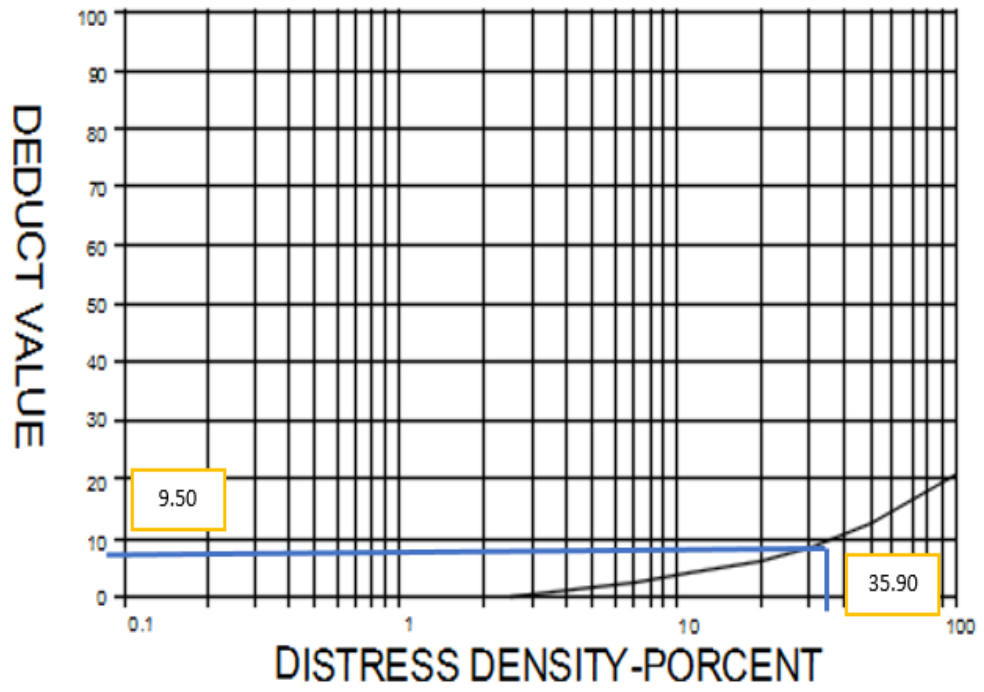
DESNIVEL CARRIL – BERMA



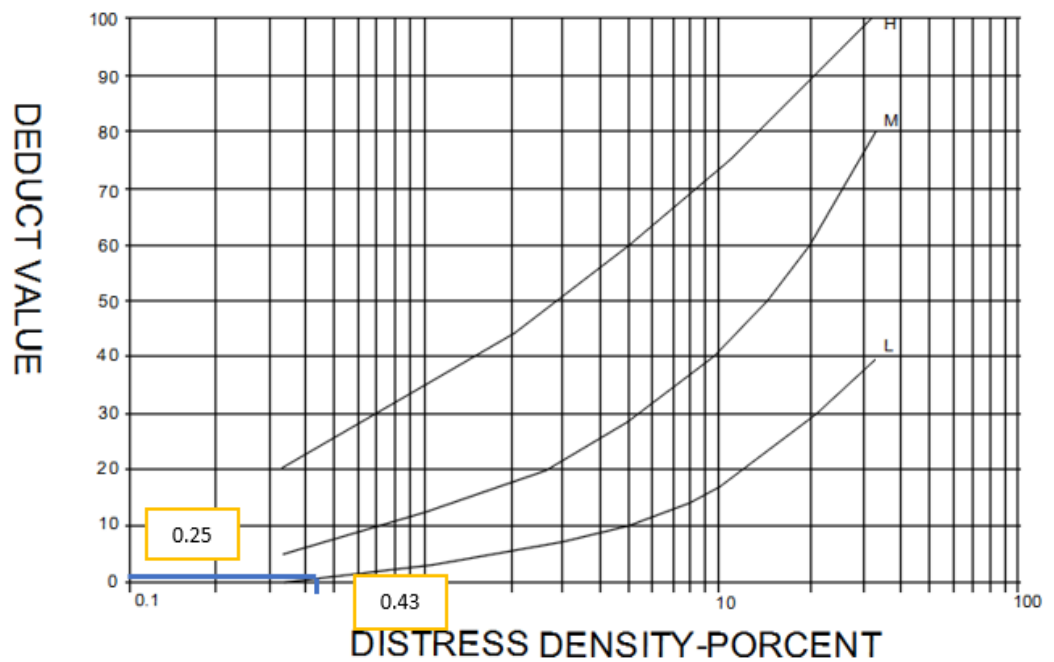
Realizado por: Autor

ANEXO D- 21: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 70:

PULIMIENTO DE AGREGADOS



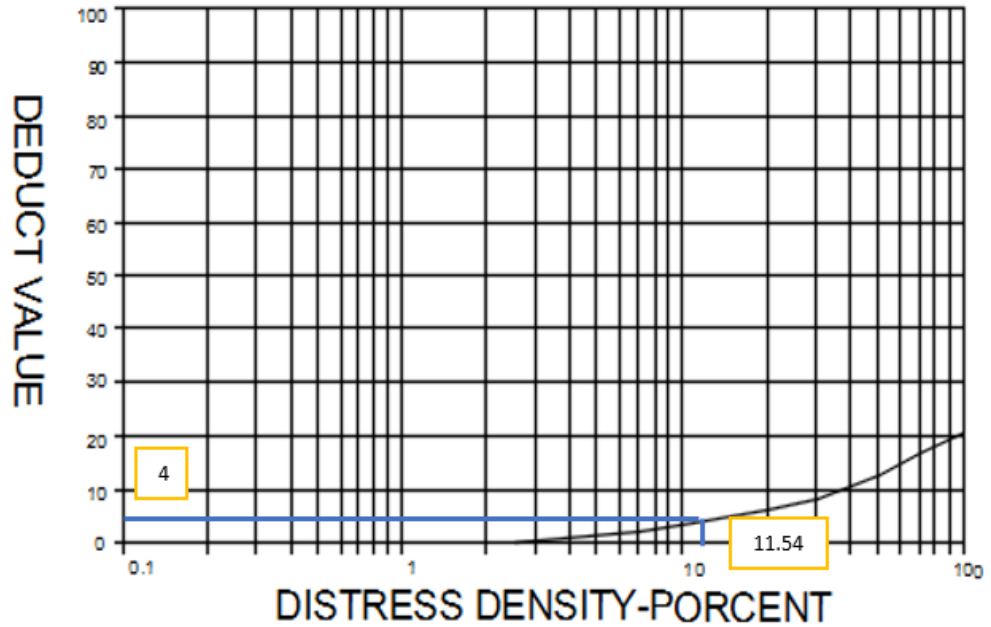
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



Realizado por: Autor

ANEXO D- 22: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 81:

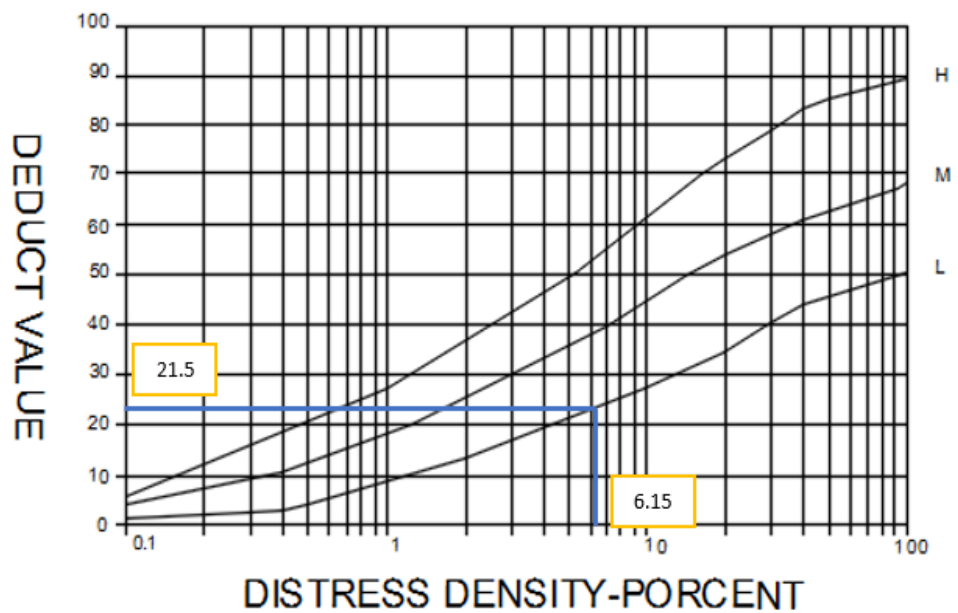
PULIMIENTO DE AGREGADOS



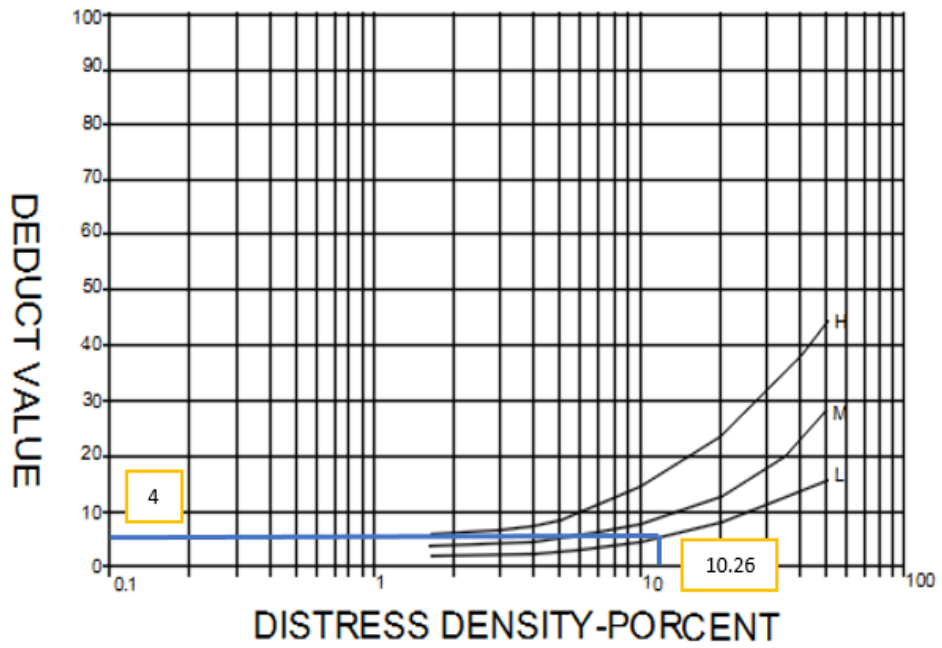
Realizado por: Autor

ANEXO D- 23: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 92:

AHUELLAMIENTO



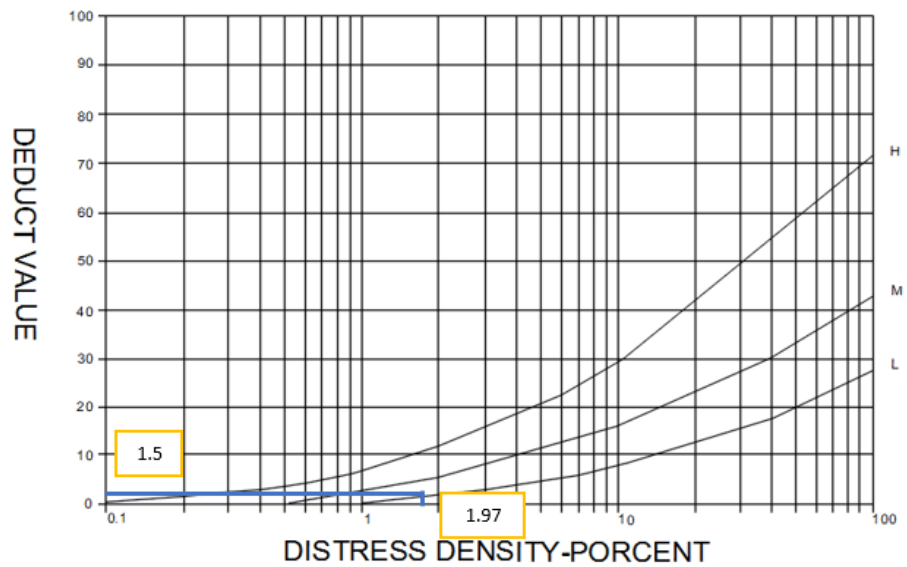
DESNIVEL CARRIL – BERMA



Realizado por: Autor

ANEXO D- 24: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 103:

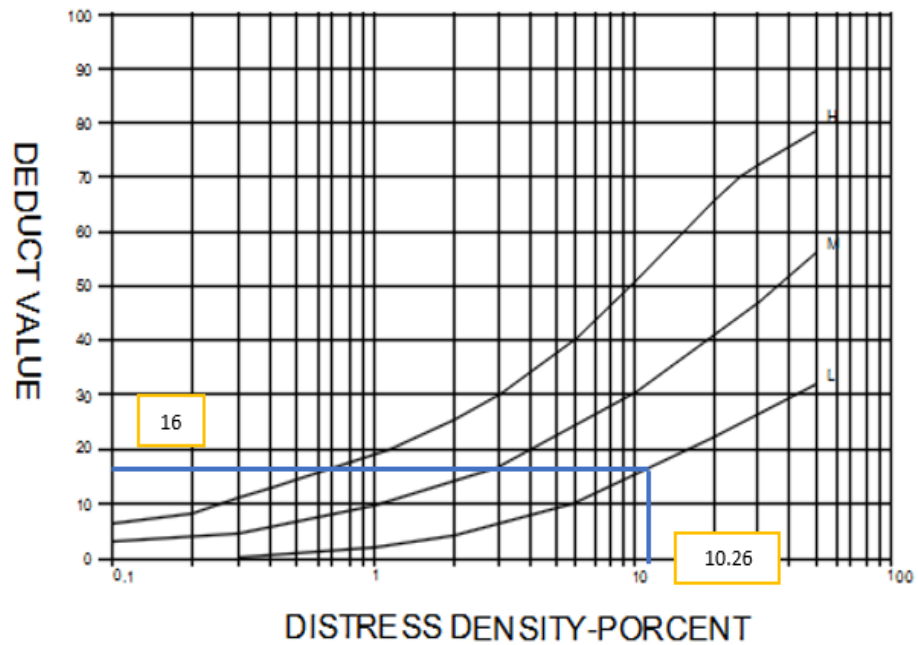
FISURA EN BLOQUE



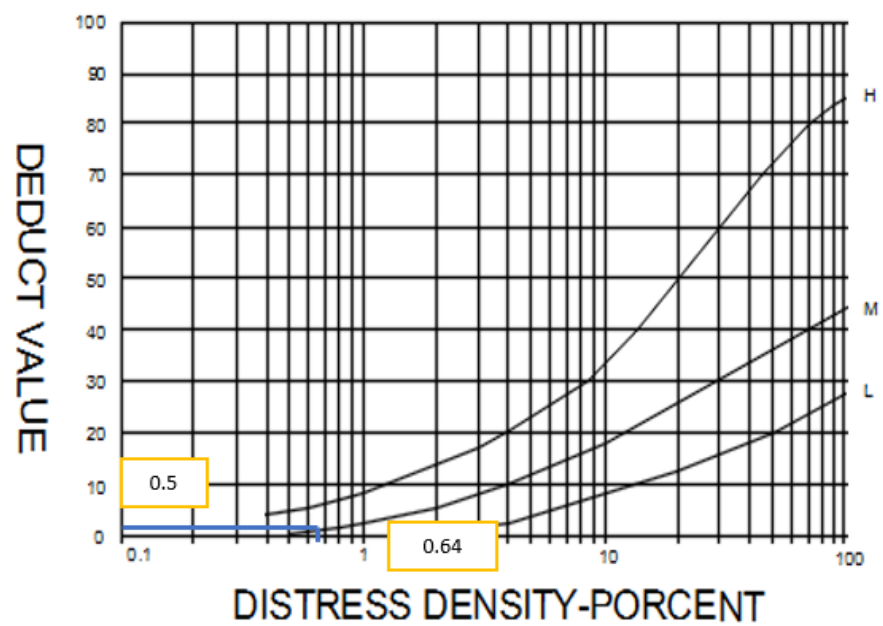
Realizado por: Autor

ANEXO D- 25: Ábacos utilizados para los valores deducidos de la unidad 114:

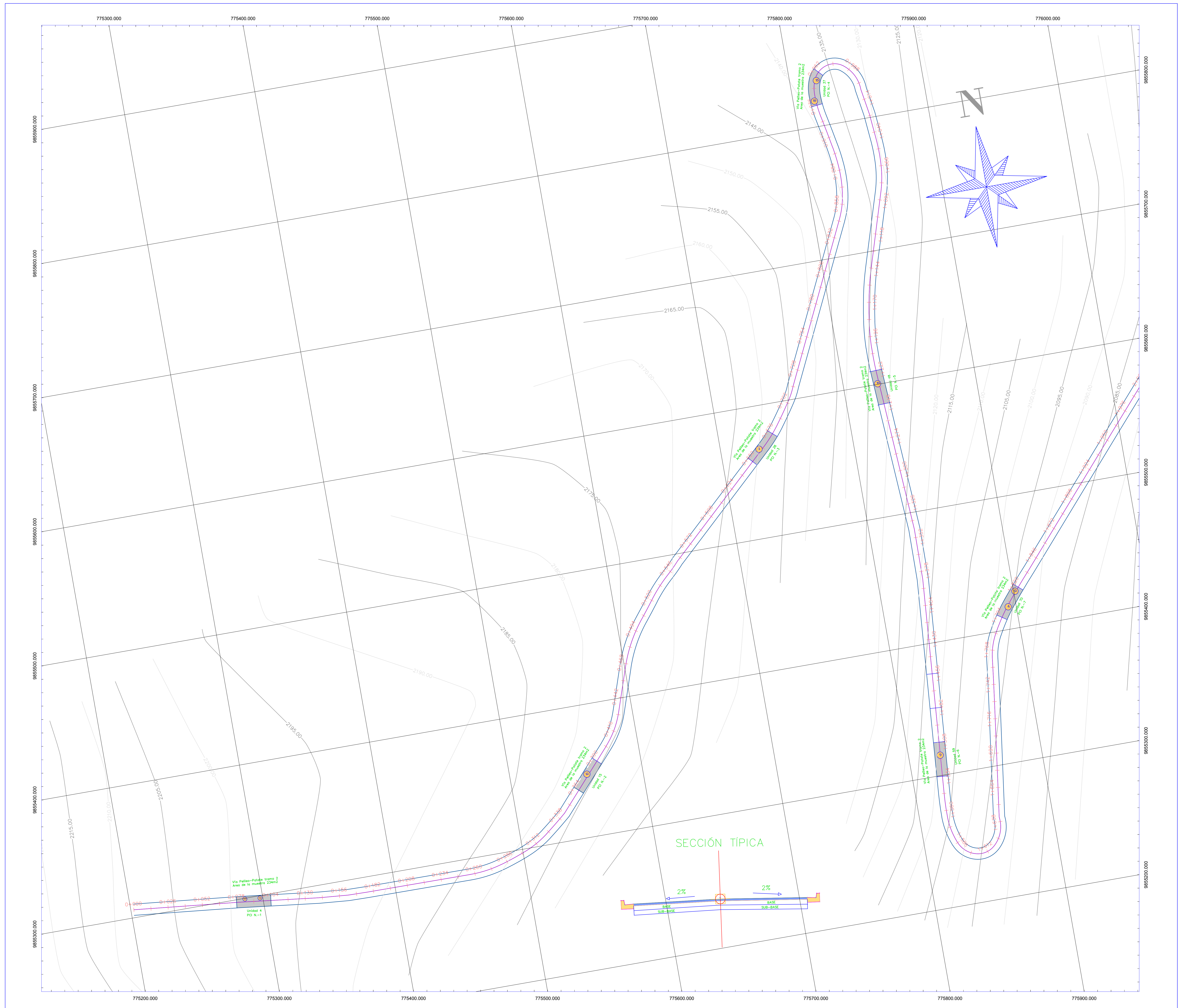
PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS



FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



Realizado por: Autor



PROYECTO VIAL

PLAN VIAL:

CARLOS SANTAMARÍA
EGRESADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ABSCISA:
Km 0+000 al Km 1+956

ESTUDIO:
DEFINITIVO DEL PCI

CONTIENE:
LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

ESCALA: 1:1000 FECHA: MAYO 2019 DIBUJO: A. SANTAMARÍA
LEVANTAMIENTO:

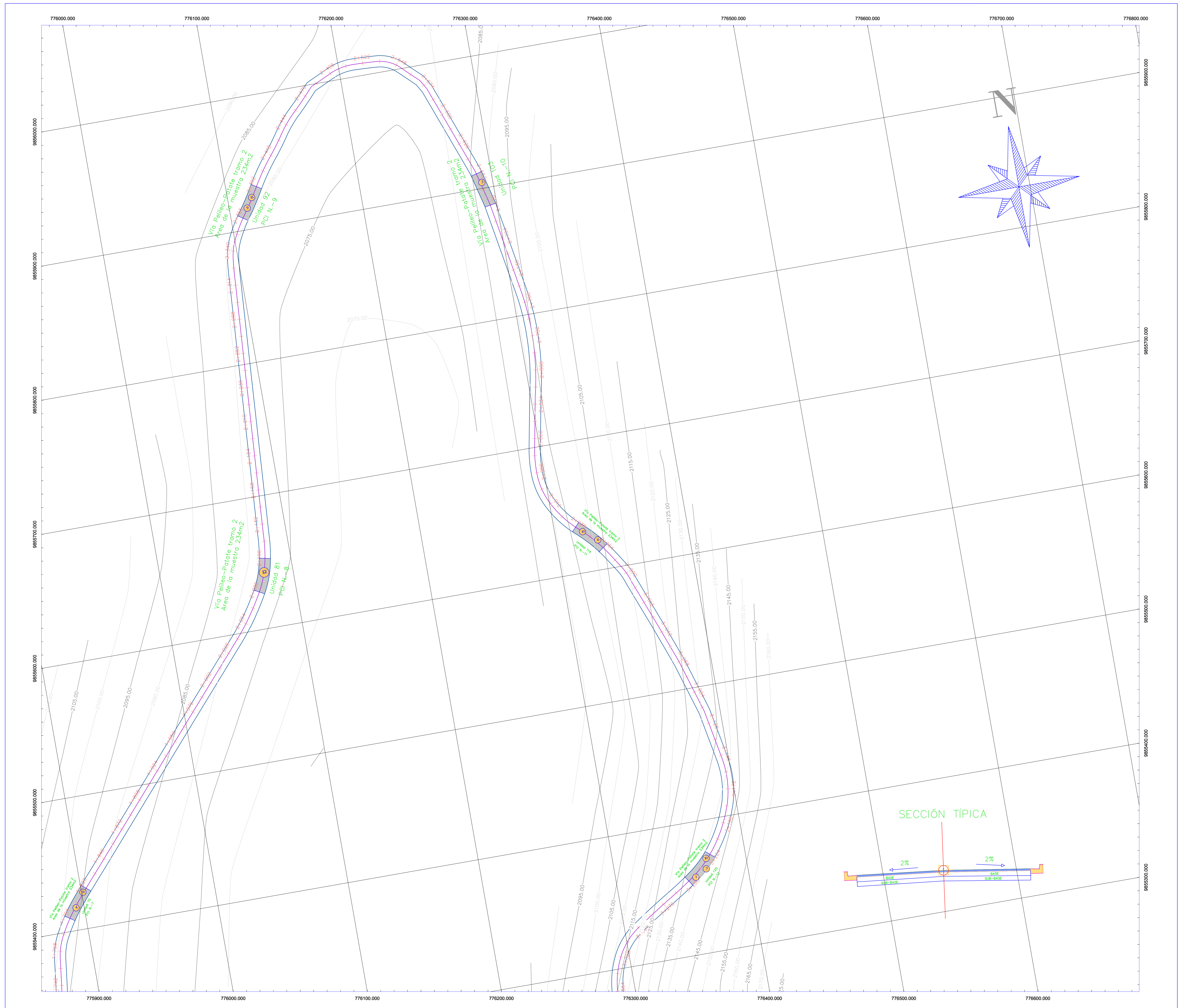
CARLOS SANTAMARÍA

PROYECTO:
TRAMO 2 DE LA VIA PATATE-PELILEO

LAMINA:
1/3

AMBATO

FALLAS	MEDICIÓN
1.Piel de cocodrilo	m2
2.Exudación	m2
3.Fisuras en bloque	m2
4.Abultamientos y Hundimientos	m
5.Corrugación	m
6.Depresión	m2
7. Fisuras de borde	m
8.Fisuras de reflexión de junta	m
9.Desnivel/carril/berma	m
10.Fisuras longitudinales y transv.	m
11.Parqueo	m2
12.Pulimentos de agregados	m2
13.Huecos	cantidad
14.Cruce de vía férrea	m2
15.Ahuellamiento	m2
16.Desplazamiento	m2
17.Grietas parabólicas	m2
18.Hinchamiento	m2
19.Desprendimientos de agregados	m2



PLAN VIAL



CARLOS SANTAMARÍA
EGRESADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ABSCISA:
Km 1+768 al Km 3+328

ESTUDIO:
DEFINITIVO DEL PCI

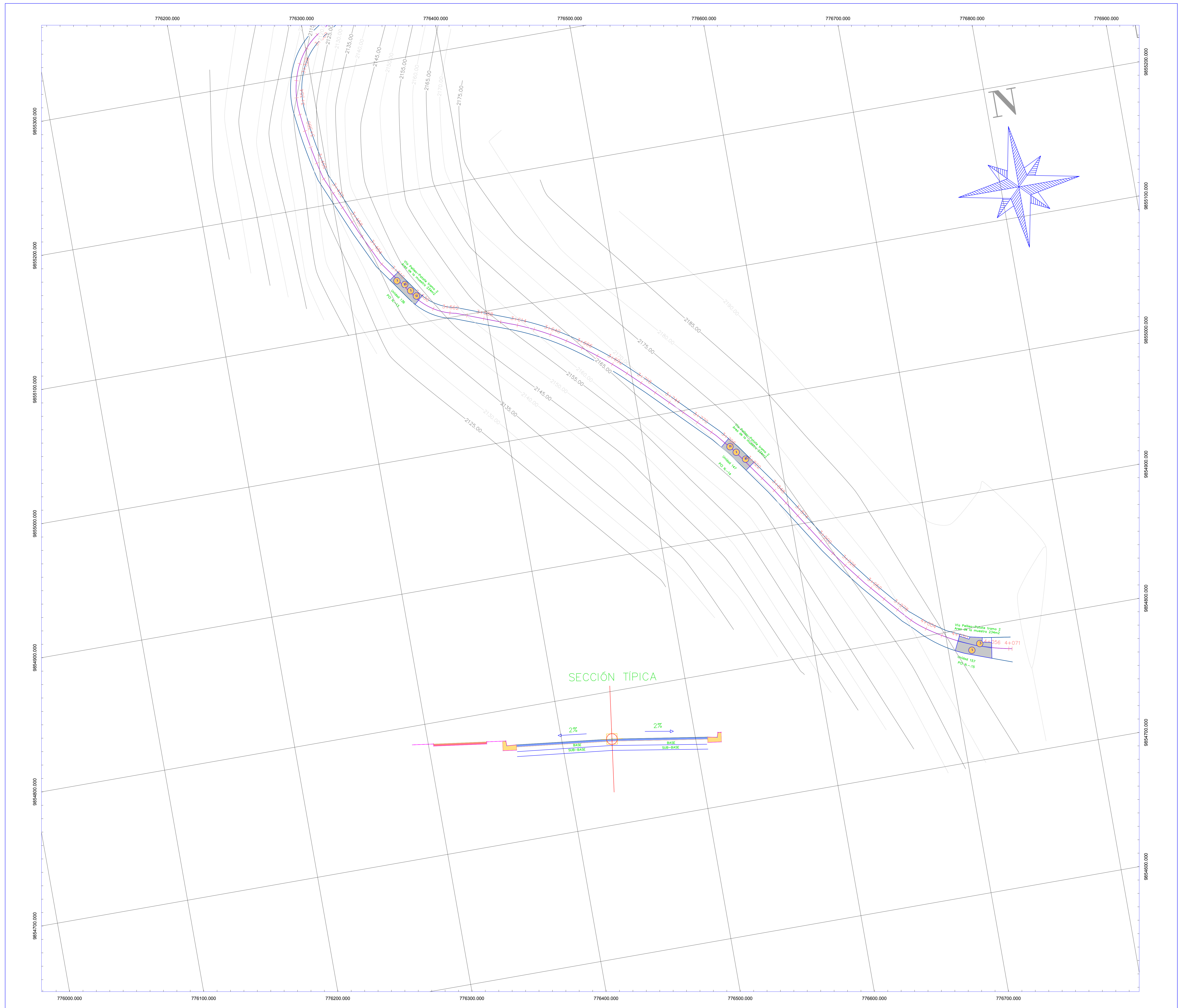
CONTIENE:
LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

ESCALA: 1:1000 FECHA: MAYO 2019 DIBUJO: C. SANTAMARÍA
LEVANTAMIENTO:
CARLOS SANTAMARÍA

PROYECTO:
TRAMO 2 DE LA VIA PATATE-PELLEO

LAMINA:
2/3

AMBATO



PROYECTO
VIAL

PLAN VIAL



CARLOS SANTAMARÍA
EGRESADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ABSCISA:
Km 3+276 al Km 4+071

ESTUDIO:
DEFINITIVO DEL PCI

CONTIENE:
LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

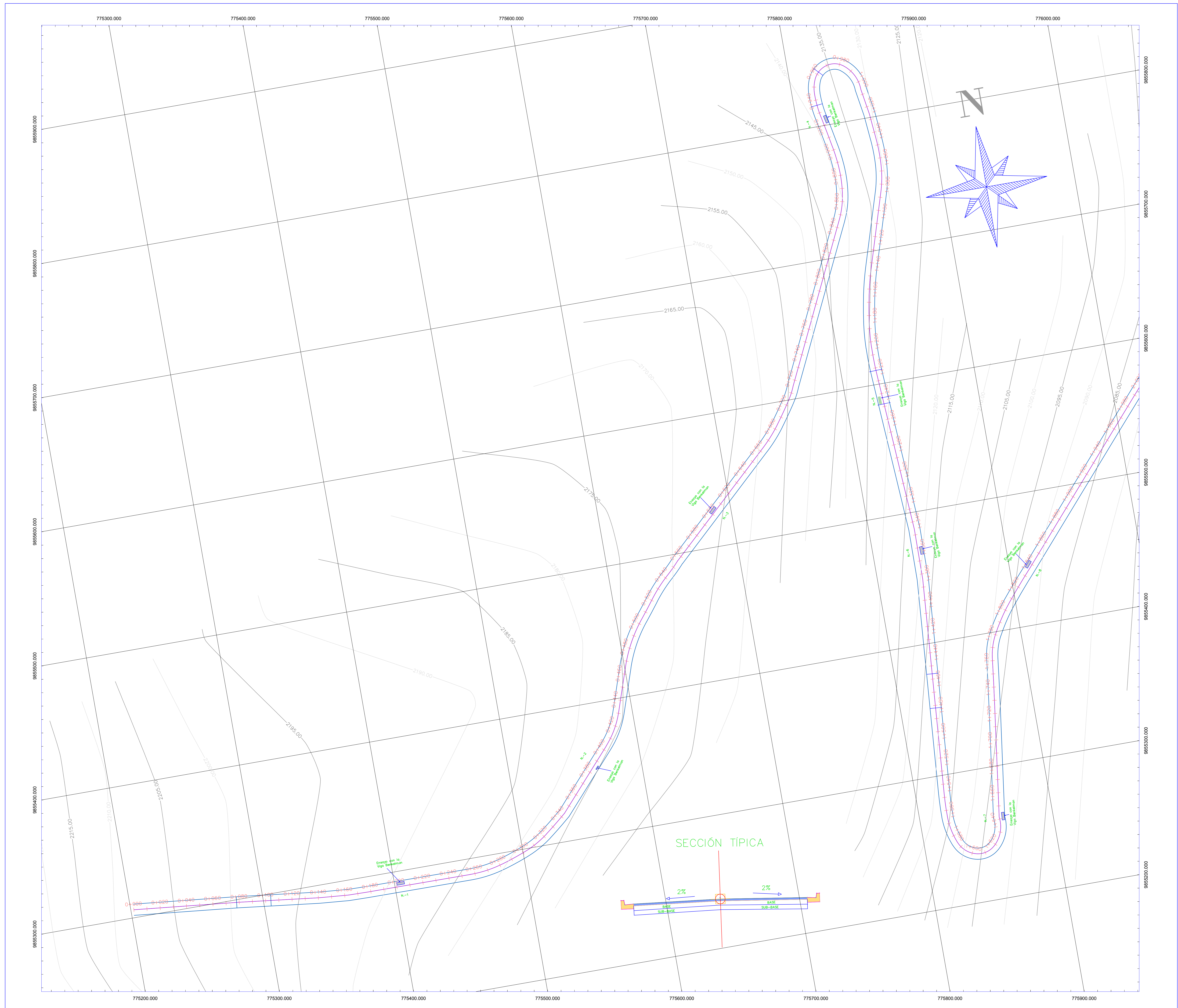
ESCALA: 1:1000 FECHA: MAYO 2019 DIBUJO: C. SANTAMARÍA
LEVANTAMIENTO:

PROYECTO:
TRAMO 2 DE LA VÍA PATATE-PELLED

LÁMINA:
3/3

AMBATO

FALLAS	MEDICIÓN
1. Piel de cocodrilo	m ²
2. Exudación	m ²
3. Fisuras en bloque	m ²
4. Abultamientos y Hundimientos	m
5. Corrugación	m
6. Depresión	m ²
7. Fisuras de borde	m
8. Fisuras de reflexión de junta	m
9. Desnivel/carril/berma	m
10. Fisuras longitudinales y transv.	m
11. Parcheo	m ²
12. Pulimentos de agregados	m ²
13. Huecos	cantidad
14. Cruce de vía férrea	m ²
15. Ahuellamiento	m ²
16. Desplazamiento	m ²
17. Grietas parabólicas	m ²
18. Hinchamiento	m ²
19. Desprendimientos de agregados	m ²



PROYECTO VIAL

PLAN VIAL:



CARLOS SANTAMARÍA
EGRESADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ABSCISA:
Km 0+000 al Km 1+956

ESTUDIO:
DEFINITO CON EL METODO DE LA VIGA BENKELMAN

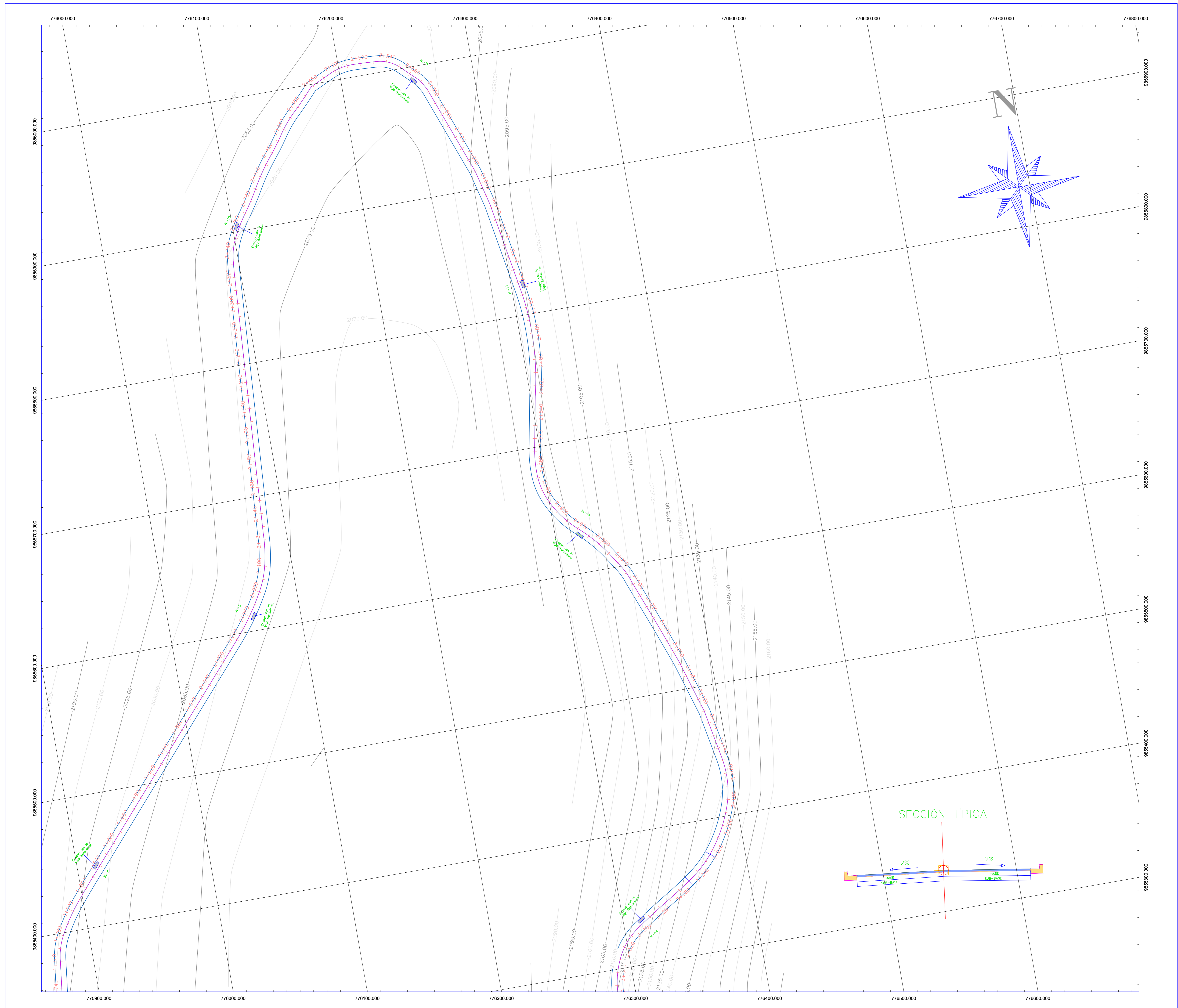
CONTIENE:
LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

ESCALA: 1:1000 FECHA: MAYO 2019 DIBUJO: A. SANTAMARÍA
LEVANTAMIENTO:
CARLOS SANTAMARÍA

PROYECTO:
TRAMO 2 DE LA VIA PATATE-PELILE

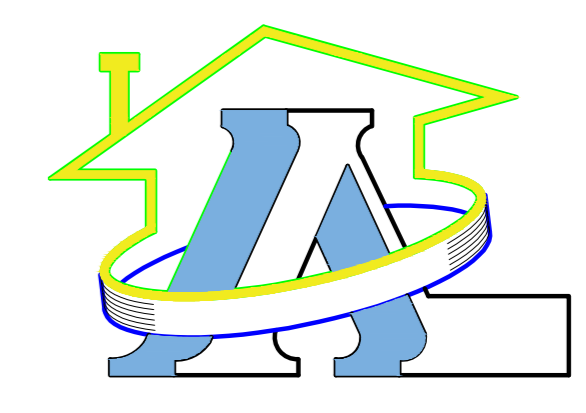
LAMINA:
4/6

AMBATO



PROYECTO
VIAL

PLAN VIAL



CARLOS SANTAMARIA
EGRESADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ABSCISA:
Km 1+768 al Km 3+328

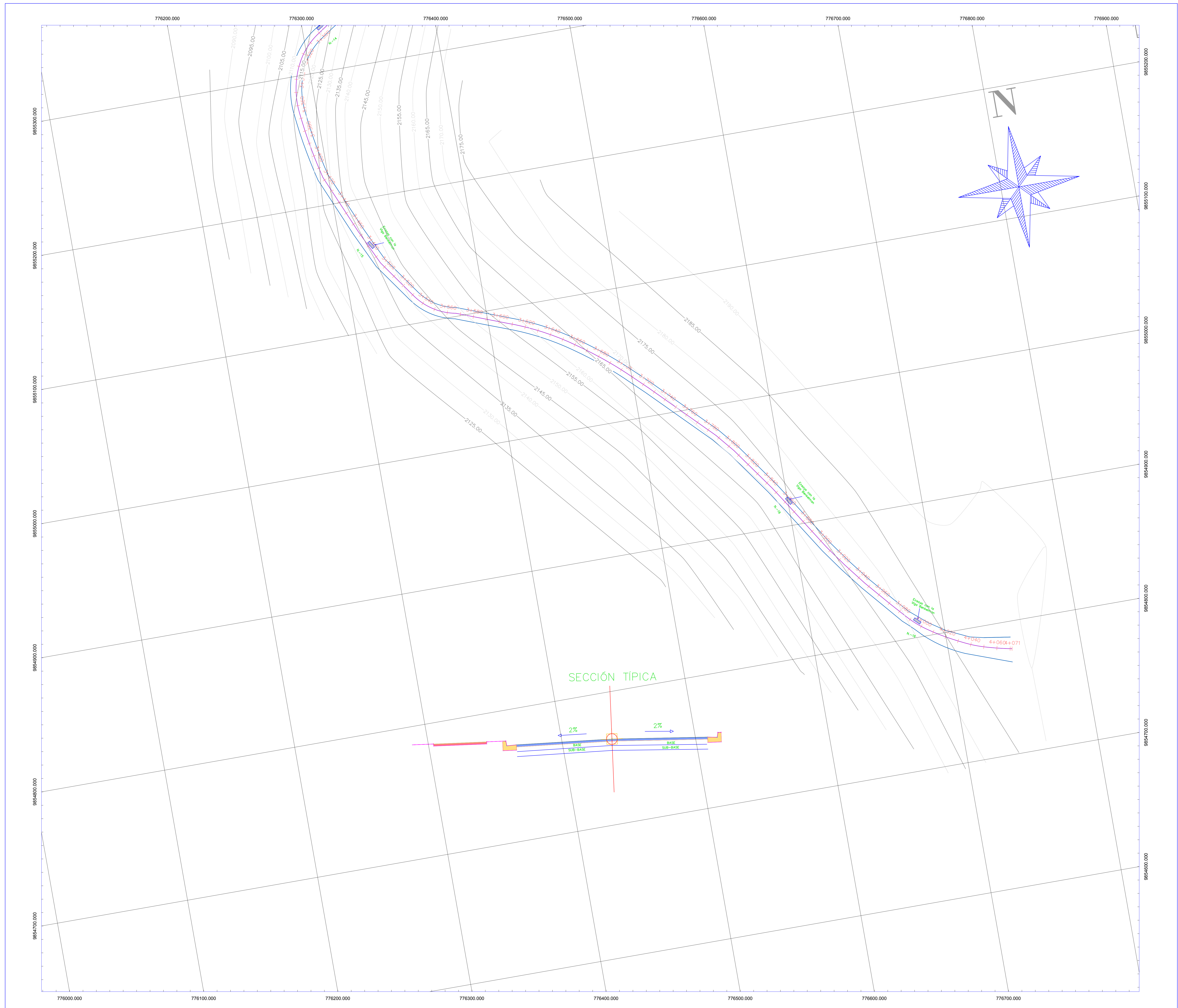
ESTUDIO:
DEFINITO CON EL METODO DE LA VIGA BENKELMAN

CONTIENE:
LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

ESCALA: 1:1000	FECHA: MAYO 2019	DIBUJO: C. SANTAMARIA
LEVANTAMIENTO: CARLOS SANTAMARIA		

PROYECTO: TRAMO 2 DE LA VIA PATATE-PELLEO	LAMINA: 5/6
--	----------------

AMBATO



PROYECTO
VIAL

PLAN VIAL



CARLOS SANTAMARÍA
EGRESADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ABSCISA:
Km 3+276 al Km 4+071

ESTUDIO:
DEFINITO CON EL METODO
DE LA VIGA BENKELMAN

CONTIENE:
LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

ESCALA: 1:1000 FECHA: MAYO 2019 DIBUJO: C. SANTAMARÍA
LEVANTAMIENTO:

CARLOS SANTAMARÍA

PROYECTO:
TRAMO 2 DE LA VIA PATATE-PELLED

JAMINA:
6/6

AMBATO