



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**"AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN – EL DESEO 8+000 A 12+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE
COTOPAXI"**

Autor: Diego Andres Llerena Altamirano

Tutora: Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano Mg.

AMBATO – ECUADOR

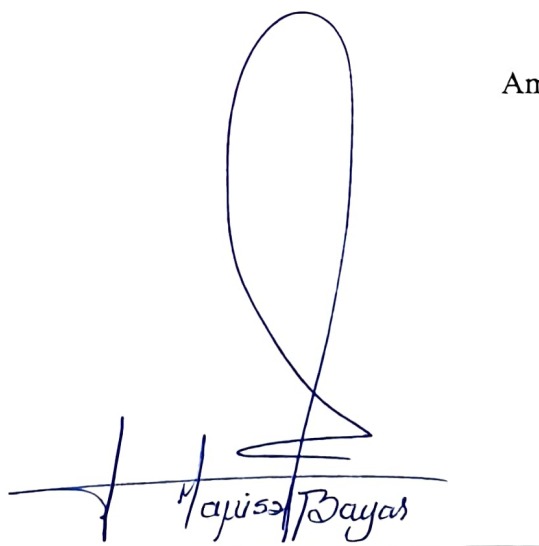
Septiembre - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN – EL DESEO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. **Diego Andres Llerena Altamirano**, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. **1804398723**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized loop at the top and several horizontal strokes below, with the name 'Myriam Bayas' written in cursive below the main signature.

Ambato, Septiembre 2022

Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano Mg.

TUTORA

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Diego Andres Llerena Altamirano**, con C.I. 1804398723, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN – EL DESEO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2022



Diego Andres Llerena Altamirano

C.I 1804398723

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, Septiembre 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diego A. Llerena', is written over a horizontal line.

Diego Andres Llerena Altamirano

C.I 1804398723

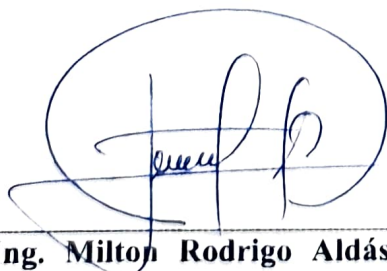
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Diego Andres Llerena Altamirano de la carrera de Ingeniería Civil bajo el tema **“AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN – EL DESEO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, Septiembre 2022

Para constancia firma:



Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez
Ph.D.

Miembro Calificador



Ing. Byron Genaro Cañizares
Proaño

Miembro Calificador

DEDICATORIA

A mi familia en general, especialmente, Doménica Pico,
Doris Altamirano, Christian Heredia y a mis hermanos
María Paz y Juan José, y a las personas que me
han acompañado y apoyaron en el transcurso de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

A mí novia por acompañarme y apoyarme en mi carrera universitaria.

A mi madre por ser quien siempre me ha guiado

y me ha dado impulso para seguir adelante.

A mis profesores que con su conocimiento me guiaron y

aportaron enseñanzas que son de gran valor para

mi desarrollo profesional

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxviii
RESUMEN.....	xxix
ABSTRACT.....	xxx
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1. Tema Técnico	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación.....	2
1.1.3. Fundamentación teórica	3

1.1.3.1.	Topografía	3
1.1.3.1.1.	Curvas de Nivel	3
1.1.3.1.2.	Sistema de Coordenadas	4
1.1.3.2.	Tráfico	4
1.1.3.2.1.	Tipos de Conteo Vehicular	5
1.1.3.2.2.	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	5
1.1.3.2.3.	Tráfico Futuro (TF)	6
1.1.3.2.4.	Tráfico Actual (TA).....	7
1.1.3.2.5.	Tráfico Generado.....	7
1.1.3.3.	Clasificación de Carreteras.....	7
1.1.3.3.1.	Corredores Arteriales	8
1.1.3.3.2.	Vías Colectoras.....	9
1.1.3.3.3.	Caminos Vecinales	9
1.1.3.4.	Diseño Geométrico de Vías.....	10
1.1.3.4.1.	Alineamiento Horizontal	10
1.1.3.4.1.1.	Factor Máximo de Fricción Lateral	10
1.1.3.4.1.2.	Peralte	10
1.1.3.4.1.3.	Radio Mínimo de Curvatura.....	11
1.1.3.4.1.4.	Grado de Curvatura	12
1.1.3.4.1.5.	Curvas Horizontales de Transición	13
1.1.3.4.1.6.	Sobre Ancho en Curvas	13
1.1.3.4.2.	Alineamiento Vertical	13
1.1.3.4.2.1.	Curvas Verticales	13
1.1.3.4.2.2.	Gradiente	15

1.1.3.4.3.	Sección Transversal.....	15
1.1.3.4.4.	Distancia de Visibilidad de Parada.....	16
1.1.3.4.5.	Distancia de Visibilidad de Adelantamiento	18
1.1.3.5.	Estudios de Suelos.....	20
1.1.3.5.1.	Contenido de Humedad	20
1.1.3.5.2.	Gravedad Específica.....	20
1.1.3.5.3.	Granulometría.....	20
1.1.3.5.4.	Límites Líquido	20
1.1.3.5.5.	Límite Plástico.....	20
1.1.3.5.6.	Índice de Plasticidad.....	21
1.1.3.5.7.	Proctor Modificado.....	21
1.1.3.5.8.	CBR.....	21
1.1.3.5.9.	Ensayo de Abrasión.....	21
1.1.3.6.	Obras de Arte.....	22
1.1.3.6.1.	Cunetas	22
1.1.3.7.	Pavimento.....	23
1.1.3.7.1.	Pavimento Flexible.....	23
1.1.3.7.2.	Pavimento Rígido.....	24
1.1.3.7.3.	Diseño de Pavimento Método AASHTO	24
1.1.3.7.4.	Tránsito.....	25
1.1.3.7.5.	Confiabilidad	26
1.1.3.7.6.	Módulo Resiliente de Subrasante	26
1.1.3.7.7.	Serviciabilidad.....	26
1.1.3.8.	Presupuesto de Construcción.....	27

1.1.3.8.1.	Análisis de Precios Unitarios	27
1.1.3.8.2.	Materiales	27
1.1.3.8.3.	Mano de Obra	27
1.1.3.8.4.	Equipo, Maquinaria y Herramientas.....	28
1.1.3.8.5.	Utilidades.....	28
1.2.	Objetivos	28
1.2.1.	Objetivo General	28
1.2.2.	Objetivos Específicos	28
CAPITULO II		29
METODOLOGÍA		29
2.1.	Materiales y Equipos	29
2.1.1.	Materiales	29
2.1.1.1.	Estacas	29
2.1.1.2.	Clavos	29
2.1.1.3.	Pintura	29
2.1.1.4.	Martillo	29
2.1.1.5.	Libreta de campo	30
2.1.1.6.	Cinta de medición.....	30
2.1.1.7.	Prisma	30
2.1.1.8.	Trípode	30
2.1.2.	Equipos	30
2.1.2.1.	Estación Total Trimble	30
2.1.2.2.	GPS.....	31

2.1.2.3.	Computadora	31
2.1.2.4.	Boquitoqui	31
2.1.2.5.	Equipo Para Ensayos de Suelo	31
2.1.2.5.1.	Contenido de Humedad	31
2.1.2.5.2.	Gravedad Específica	31
2.1.2.5.3.	Granulometría	32
2.1.2.5.4.	Límite Líquido	32
2.1.2.5.5.	Límite Plástico	32
2.1.2.5.6.	Proctor	32
2.1.2.5.7.	CBR	33
2.1.2.5.8.	Ensayo de Abrasión	33
2.2.	Métodos	33
2.2.1.	Investigación bibliográfica	33
2.2.2.	Ubicación del Proyecto	34
2.2.2.1.	Macro	34
2.2.2.2.	Meso	34
2.2.2.3.	Micro	35
2.2.3.	Geolocalización	36
2.2.4.	Datos Informativos	36
2.2.4.1.	Población	36
2.2.4.2.	Clima	37
2.2.4.3.	Economía	37
2.2.4.4.	Agricultura	37
2.2.4.5.	Ganadería	38

2.2.5.	Levantamiento Topográfico	38
2.2.6.	Tráfico	40
2.2.6.1.	Conteo Vehicular.....	40
2.2.6.2.	Tráfico Promedio Diario Anual.....	43
2.2.6.3.	Tráfico Generado.....	44
2.2.6.4.	Tráfico Atraído	45
2.2.6.5.	Tráfico Desarrollado.....	46
2.2.6.6.	Tráfico Actual.....	47
2.2.6.7.	Tráfico Futuro.....	48
2.2.7.	Diseño Geométrico	50
2.2.7.1.	Clasificación de la Carretera	50
2.2.7.2.	Velocidad de Diseño	51
2.2.7.3.	Velocidad de Circulación	51
2.2.7.4.	Diseño Horizontal.....	52
2.2.7.4.1.	Coefficiente de Fricción Lateral	52
2.2.7.4.2.	Radio Mínimo de Curva	52
2.2.7.4.3.	Distancia de Visibilidad de Parada.....	53
2.2.7.4.4.	Distancia de Visibilidad de Rebasamiento.....	54
2.2.7.4.5.	Pendiente	54
2.2.7.4.6.	Sobreancho	54
2.2.7.5.	Diseño Vertical.....	55
2.2.7.5.1.	Gradiente Longitudinal.....	55
2.2.7.5.2.	Curvas Verticales Convexas y Cóncavas	56
2.2.7.6.	Secciones Transversales	57

2.2.8.	Estudio de Suelos	59
2.2.8.1.	Contenido de Humedad	60
2.2.8.2.	Gravedad Específica	61
2.2.8.3.	Granulometría	62
2.2.8.4.	Límite Líquido	64
2.2.8.5.	Límite Plástico	64
2.2.8.6.	Índice de Plasticidad	64
2.2.8.7.	Proctor Modificado	66
2.2.8.8.	CBR	68
2.2.8.9.	Ensayo de Abrasión	71
2.2.9.	Diseño Hidráulico de Obras de Arte	71
2.2.9.1.	Diseño de Cunetas	71
2.2.10.	Diseño de Pavimentos	76
2.2.10.1.	Factor de Daño	76
2.2.10.2.	Factor de Distribución	77
2.2.10.3.	Número de ejes equivalentes W18	78
2.2.10.4.	Confiabilidad	78
2.2.10.5.	Desviación Estándar Zr	79
2.2.10.6.	Desviación Estándar Global So	79
2.2.10.7.	Índice de Serviabilidad	80
2.2.10.8.	Módulo de Resiliencia	81
2.2.10.9.	Coefficientes Estructurales	81
2.2.10.9.1.	Coefficiente a1	81
2.2.10.9.2.	Coefficiente a2	82

2.2.10.9.3.	Coeficiente a3	82
2.2.10.9.4.	Coeficiente de Drenaje	83
2.2.10.10.	Número Estructural	83
2.2.11.	Presupuesto Referencial de Obra.....	84
2.2.11.1.	Especificaciones Técnicas	84
CAPÍTULO III		88
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		88
3.1.	Análisis y Discusión de los Resultados	88
3.1.1.	Levantamiento Topográfico	88
3.1.2.	Tráfico	89
3.1.2.1.	Tráfico vehicular	89
3.1.2.2.	Tráfico Promedio Diario Anual.....	89
3.1.2.3.	Tráfico Generado.....	90
3.1.2.4.	Tráfico Atraído	90
3.1.2.5.	Tráfico Desarrollado.....	90
3.1.2.6.	Tráfico Actual.....	91
3.1.2.7.	Tráfico Futuro.....	91
3.1.3.	Diseño Geométrico	92
3.1.3.1.	Velocidad de Diseño	92
3.1.3.2.	Velocidad de Circulación	92
3.1.3.3.	Diseño Horizontal.....	92
3.1.3.3.1.	Coeficiente de Fricción Lateral	92
3.1.3.3.2.	Radio Mínimo de Curva	93

3.1.3.3.3.	Distancia de Visibilidad de Parada.....	94
3.1.3.3.4.	Distancia de Visibilidad de Rebasamiento.....	94
3.1.3.3.5.	Pendiente	94
3.1.3.3.6.	Sobreancho	94
3.1.3.4.	Diseño Vertical.....	94
3.1.3.4.1.	Gradiente Longitudinal.....	94
3.1.3.4.2.	Curvas Verticales Convexas y Cóncavas	96
3.1.3.5.	Secciones Transversales	97
3.1.4.	Estudios de Suelos.....	97
3.1.4.1.	Contenido de Humedad	98
3.1.4.2.	Gravedad Específica.....	98
3.1.4.3.	Granulometría.....	99
3.1.4.4.	Límites de Atterberg.....	100
3.1.4.5.	Proctor Modificado.....	101
3.1.4.6.	CBR.....	102
3.1.4.7.	Ensayo de Abrasión.....	103
3.1.5.	Diseño Hidráulico de Obras de Arte	103
3.1.5.1.	Diseño de Cunetas	103
3.1.6.	Diseño de Pavimentos	104
3.1.6.1.	Factor de Daño	104
3.1.6.2.	Factor de Distribución	104
3.1.6.3.	Número de ejes equivalentes W18	104
3.1.6.4.	Confiabilidad	105
3.1.6.5.	Desviación Estándar Zr	105

3.1.6.6.	Desviación Estándar Global So.....	105
3.1.6.7.	Índice de Serviciabilidad	105
3.1.6.8.	Módulo de Resiliencia.....	105
3.1.6.9.	Coefficientes Estructurales	107
3.1.6.9.1.	Coefficiente a1	107
3.1.6.9.2.	Coefficiente a2.....	107
3.1.6.9.3.	Coefficiente a3	107
3.1.6.9.4.	Coefficiente de Drenaje	107
3.1.6.10.	Número Estructural	108
3.1.7.	Presupuesto Referencial de Obra.....	109
CAPÍTULO IV.....		111
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		111
4.1.	Conclusiones	111
4.2.	Recomendaciones	112
BIBLIOGRAFÍA		113

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.....	8
TABLA 2. CORREDORES ARTERIALES	8
TABLA 3. VÍAS COLECTORAS	9
TABLA 4. CAMINOS VECINALES	9
TABLA 5. FACTOR MÁXIMO DE FRICCIÓN LATERAL.....	10
TABLA 6. MAGNITUD DE PERALTE.	11
TABLA 7. RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS HORIZONTALES.	12
TABLA 8. COEFICIENTE K PARA CURVA VERTICAL CONVEXA.	14
TABLA 9. COEFICIENTE K PARA CURVA VERTICAL CÓNCAVA.	14
TABLA 10. VALORES MÁXIMOS DE GRADIENTES.....	15
TABLA 11. DISTANCIA DE PARADA EN TERRENO PLANO.	17
TABLA 12. DISTANCIA DE PARADA EN PENDIENTES.	17
TABLA 13. DISTANCIA DE PARADA PARA EVITAR MANIOBRAS.....	18
TABLA 14. DISTANCIAS MÍNIMAS DE DISEÑO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES. ..	19
TABLA 15. PARÁMETROS BÁSICOS.....	19
TABLA 16. VELOCIDADES DEL AGUA CON QUE SE EROSIONAN LOS MATERIALES.	22
TABLA 17. VARIABLES DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	25
TABLA 18. FACTOR DE CARGAS EQUIVALENTES.	25

TABLA 19. CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE	27
TABLA 20. GEOLOCALIZACIÓN.	36
TABLA 21. HABITANTES DEL CANTÓN PANGUA	36
TABLA 22. CONTEO VEHICULAR DEL DÍA DE MAYOR CIRCULACIÓN.....	41
TABLA 23. HORA DE MÁXIMA DEMANDA.....	42
TABLA 24. TASA DE CRECIMIENTO.	48
TABLA 25. CRECIMIENTO ANUAL DEL TRÁFICO.	49
TABLA 26. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.....	50
TABLA 27. VELOCIDAD DE DISEÑO ACORDE A LA CATEGORÍA DE VÍA.....	51
TABLA 28. PENDIENTE TRANSVERSAL Y GRADIENTE LONGITUDINAL POR TIPO DE TERRENO.	54
TABLA 29. VALORES DE DISEÑO DE GRADIENTES MAXIMOS.	55
TABLA 30. GRADIENTE MÁXIMA ACORDE A LONGITUD MÁXIMA.	55
TABLA 31. COEFICIENTE K PARA CURVA VERTICAL CONVEXA.	56
TABLA 32. COEFICIENTE K PARA CURVA VERTICAL CÓNCAVA.	57
TABLA 33. ANCHOS DE LA CALZADA.	58
TABLA 34. ANCHOS DE ESPALDONES.	58
TABLA 35. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 10+500.....	60
TABLA 36. GRAVEDAD ESPECIFICA KM 10+500.....	62
TABLA 37. GRANULOMETRÍA KM 10+500.....	63

TABLA 38. LÍMITES DE ATTERBERG KM 10+500.	65
TABLA 39. PROCTOR MODIFICADO KM 10+500.....	67
TABLA 40. CBR KM 10+500.....	69
TABLA 41. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.	74
TABLA 42. FACTOR DE DAÑO.....	77
TABLA 43. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL.	77
TABLA 44. W18 ACUMULADO.	78
TABLA 45. CONFIABILIDAD POR TIPO DE CAMINO.....	78
TABLA 46. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ZR.	79
TABLA 47. DESVIACIÓN ESTÁNDAR GLOBAL So.	80
TABLA 48. TRÁFICO VEHICULAR EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA DEL VIERNES. ..	89
TABLA 49. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL.....	89
TABLA 50. TRÁFICO GENERADO.	90
TABLA 51. TRÁFICO ATRAÍDO.....	90
TABLA 52. TRÁFICO DESARROLLADO.	90
TABLA 53. TRÁFICO ACTUAL.	91
TABLA 54. TRÁFICO FUTURO.	91
TABLA 55. RESUMEN DE TRÁFICO.....	92
TABLA 56. RADIO DE CURVATURA CON ABCISA.	93

TABLA 57. GRADIENTE CON LONGITUD MÁXIMA.	94
TABLA 58. GRADIENTE LONGITUDINAL CON ABCISA.....	95
TABLA 59. COEFICIENTE K DE CURVAS VERTICALES.	96
TABLA 60. RESUMEN DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI.	98
TABLA 61. RESUMEN GRAVEDAD ESPECIFICA DEL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI.	98
TABLA 62. RESUMEN DE GRANULOMETRÍA DEL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI.	99
TABLA 63. RESUMEN DE LÍMITES DE ATTERBERG DEL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI.	100
TABLA 64. RESUMEN DE PROCTOR MODIFICADO DEL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI.	101
TABLA 65. RESUMEN DE CBR DEL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI.	102
TABLA 66. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUNETAS.	103
TABLA 67. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES.	104
TABLA 68. FRECUENCIA DE CBR.....	106
TABLA 69. DISEÑO DEL PAVIMENTO.	108
TABLA 70. PRESUPUESTO REFERENCIAL.	109
TABLA 71. EQUIPOS Y MATERIALES.....	117
TABLA 72. EQUIPOS Y MATERIALES.....	118

TABLA 73. CONTEO VEHICULAR DÍA 1.	120
TABLA 74. CONTEO VEHICULAR DÍA 2.	121
TABLA 75. CONTEO VEHICULAR DÍA 3.	122
TABLA 76. CONTEO VEHICULAR DÍA 4.	123
TABLA 77. CONTEO VEHICULAR DÍA 5.	124
TABLA 78. CONTEO VEHICULAR DÍA 6.	125
TABLA 79. CONTEO VEHICULAR DÍA 7.	126
TABLA 80. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 8+000.....	133
TABLA 81. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 8+500.....	133
TABLA 82. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 9+000.....	133
TABLA 83. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 9+500.....	134
TABLA 84. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 10+000.....	134
TABLA 85. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 10+500.....	134
TABLA 86. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 11+000.....	135
TABLA 87. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 11+500.....	135
TABLA 88. CONTENIDO DE HUMEDAD KM 12+000.....	135
TABLA 89. GRAVEDAD ESPECÍFICA KM 8+000.....	137
TABLA 90. GRAVEDAD ESPECÍFICA KM 8+500.....	137
TABLA 91. GRAVEDAD ESPECÍFICA KM 9+000.....	138

TABLA 92. GRAVEDAD ESPECÍFICA KM 9+500.....	138
TABLA 93. GRAVEDAD ESPECÍFICA KM 10+000.....	139
TABLA 94. GRAVEDAD ESPECÍFICA KM 10+500.....	139
TABLA 95. GRAVEDAD ESPECÍFICA KM 11+000.....	140
TABLA 96. GRAVEDAD ESPECÍFICA KM 11+500.....	140
TABLA 97. GRAVEDAD ESPECÍFICA KM 12+000.....	141
TABLA 98. GRANULOMETRÍA KM 8+000.....	143
TABLA 99. GRANULOMETRÍA KM 8+500.....	144
TABLA 100. GRANULOMETRÍA KM 9+000.....	145
TABLA 101. GRANULOMETRÍA KM 9+500.....	146
TABLA 102. GRANULOMETRÍA KM 10+000.....	147
TABLA 103. GRANULOMETRÍA KM 10+500.....	148
TABLA 104. GRANULOMETRÍA KM 11+000.....	149
TABLA 105. GRANULOMETRÍA KM 11+500.....	150
TABLA 106. GRANULOMETRÍA KM 12+000.....	151
TABLA 107. LÍMITES DE ATTERBERG KM 8+000.	153
TABLA 108. LÍMITES DE ATTERBERG KM 8+500.	154
TABLA 109. LÍMITES DE ATTERBERG KM 9+000.	155
TABLA 110. LÍMITES DE ATTERBERG KM 9+500.	156

TABLA 111. LÍMITES DE ATTERBERG KM 10+000.	157
TABLA 112. LÍMITES DE ATTERBERG KM 10+500.	158
TABLA 113. LÍMITES DE ATTERBERG KM 11+000.	159
TABLA 114. LÍMITES DE ATTERBERG KM 11+500.	160
TABLA 115. LÍMITES DE ATTERBERG KM 12+000.	161
TABLA 116. PROCTOR MODIFICADO 8+000.....	163
TABLA 117. PROCTOR MODIFICADO 8+500.....	164
TABLA 118. PROCTOR MODIFICADO 9+000.....	165
TABLA 119. PROCTOR MODIFICADO 9+500.....	166
TABLA 120. PROCTOR MODIFICADO 10+000.....	167
TABLA 121. PROCTOR MODIFICADO 10+500.....	168
TABLA 122. PROCTOR MODIFICADO 11+000.....	169
TABLA 123. PROCTOR MODIFICADO 11+500.....	170
TABLA 124. PROCTOR MODIFICADO 12+000.....	171
TABLA 125. CBR KM 8+000.....	173
TABLA 126. CBR KM 8+500.....	175
TABLA 127. CBR KM 9+000.....	177
TABLA 128. CBR KM 9+500.....	179
TABLA 129. CBR KM 10+000.....	181

TABLA 130. CBR KM 10+500.....	183
TABLA 131. CBR KM 11+000.....	185
TABLA 132. CBR KM 11+500.....	187
TABLA 133. CBR KM 12+000.....	189
TABLA 134. CORTE Y RELLENO.	192
TABLA 135. APU RUBRO 1.	199
TABLA 136. APU RUBRO 2.	200
TABLA 137. APU RUBRO 3.	201
TABLA 138. APU RUBRO 4.	202
TABLA 139. APU RUBRO 5.	203
TABLA 140. APU RUBRO 6.	204
TABLA 141. APU RUBRO 7.	205
TABLA 142. APU RUBRO 8.	206
TABLA 143. APU RUBRO 9.	207
TABLA 144. APU RUBRO 10.	208

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CURVAS DE NIVEL	4
FIGURA 2. GEOMETRÍA DE LAS CUNETAS	22
FIGURA 3. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	23
FIGURA 4. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO	24
FIGURA 5. UBICACIÓN MACRO DE ECUADOR EN EL CONTINENTE	34
FIGURA 6. UBICACIÓN MESO DE COTOPAXI EN ECUADOR	35
FIGURA 7. UBICACIÓN MICRO DEL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI	35
FIGURA 8. ESTACIÓN TOTAL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	38
FIGURA 9. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	39
FIGURA 10. CONTEO VEHICULAR	40
FIGURA 11. COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL	52
FIGURA 12. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO	59
FIGURA 13. ENSAYO DE SUELOS	59
FIGURA 14. GRANULOMETRÍA KM 10+500	63
FIGURA 15. NOMOGRAMA DE COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA	81
FIGURA 16. NOMOGRAMA DE COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE GRANULAR . ..	82
FIGURA 17. NOMOGRAMA DE COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUBBASE GRANULAR	83

FIGURA 18. SECCIÓN TRANSVERSAL.....	97
FIGURA 19. GEOMETRÍA DE LAS CUNETAS.....	103
FIGURA 20. GRÁFICA DE FRECUENCIA DE CBR.	106
FIGURA 21. ESPESORES DEL PAVIMENTO.	109

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1. MATERIALES Y EQUIPOS	116
ANEXOS 2. CONTEO VEHICULAR.....	119
ANEXOS 3. ESTUDIOS DE SUELOS.....	127
ANEXOS 4. TABLAS DE ESTUDIOS DE SUELOS	131
ANEXOS 5. TABLAS DE CORTE Y RELLENO.....	191
ANEXOS 6. APUS.....	198
ANEXOS 7. PLANOS	209

RESUMEN

Este proyecto técnico se basa en dar solución al problema de tránsito vehicular que se presenta para los habitantes del sector el limón—el deseo, siendo el mismo que dificulta el comercio para los habitantes que se dedican a la agricultura y ganadería. Los métodos utilizados para los cálculos están basados en la normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP 2003 y la normativa AASHTO 93.

El levantamiento topográfico se realizó con estación total la misma que con la ayuda de cadeneros se realizó el levantamiento de la vía existente, tomando en cuenta las viviendas, iglesias y canchas, para tener mejor referencia del terreno se realizó la faja topográfica de 50 metros a cada lado de la vía.

Para el análisis de suelos se tomaron muestras por medio de calicatas que se elaboraron a cada 500 metros de la vía, para posteriormente realizar los estudios para evaluar las características físicas y mecánicas de este.

El análisis del tráfico se lo realizó por medio de conteo vehicular manual, el mismo que se efectuó durante 7 días consecutivos y 12 horas diarias. De este conteo se conoció el tipo de carretera y las características que presenta la misma.

Para el presupuesto referencial se realizó la cotización de los materiales acorde al año 2022 y el análisis de precios unitarios de los rubros más relevantes para la construcción del proyecto.

Palabras claves: Estudio de suelos, Diseño geométrico, Pavimento flexible, Ampliación de vía, Conteo vehicular.

ABSTRACT

This technical project is located in the province of Cotopaxi, in the Pangua canton, in sections 8+000 to 12+000. The project is based on providing a solution to the problem of vehicular traffic for the inhabitants of the sector, which hinders commerce for the inhabitants who are dedicated to agriculture and livestock. The methods used for the calculations are based on the regulations of the Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP 2003 and AASHTO 93.

The topographic survey was carried out with a total station, and with the help of cadeneros, the existing road was surveyed, taking into account the houses, churches and fields. To have a better reference of the terrain, a 50-meter topographic strip was made on each side of the road.

For the soil analysis, soil samples were taken by means of calicatas that were elaborated every 500 meters of the existing road, to later carry out the studies to evaluate the physical and mechanical characteristics of this one.

The traffic analysis was carried out by means of a manual vehicle count, which was carried out for 7 consecutive days and 12 hours a day. This count was used to determine the type of road and its characteristics.

For the reference budget, the materials were quoted according to the year 2022 and the unit price analysis of the most relevant items for the construction of the project was carried out.

Key words: Soil survey, Geometric design, Flexible pavement, Road widening, Vehicle count.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. Tema Técnico

“AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN – EL DESEO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

El cantón Pangua se encuentra ubicado al sur occidente de la provincia de Cotopaxi, cuenta con 721 km² de extensión y su cabecera cantonal es El Corazón. La población que habita el cantón son indígenas y mestizos, los mismos que tienen su economía basada en la agricultura y la ganadería.

Los medios de transporte de comercio que más transita por la vía El Limón – El Deseo son las camionetas y camiones, los mismos que al tener en pésimas condiciones la vía el costo de alquiler es elevado haciendo que los agricultores del sector se vean obligados a elevar el precio de sus productos.

Los moradores del sector se ven gravemente afectados por el estado de la vía debido a que tienen dificultades para transitar con comodidad con sus vehículos porque se maltratan los y en ciertas zonas las pendientes son elevadas e imposibles de circular cuando es temporada de invierno. Como medio de transporte personal los habitantes usan motocicletas, buses y caballos.

La educación en el sector es compleja ya que cuentan con una institución educativa para todo el sector y los alumnos tienen que recorrer grandes distancias desde sus hogares para llegar a su destino de estudio y para ello transitan por la vía que en su mayoría se encuentra compuesta por tierra y vegetación.

1.1.2. Justificación

Para cada ciudad es muy importante tener un plan de conservación, rehabilitación y creación de carreteras que se encuentren actualizado con los mejores parámetros de calidad, en los países denominados del tercer mundo se ha hecho énfasis en los gobiernos para crear planes de mejoramiento de las carreteras las cuales se encuentran en condiciones precarias.[1]

El diseño de carreteras geométricas es un campo de acción amplio y diverso, ya que requiere factores de diseño matemático como el diseño horizontal, diseño vertical y diseño transversal que involucran los elementos de las curvas, teniendo en cuenta las restricciones existentes debido a la poca disponibilidad de espacio.[1]

Es importante generar una infraestructura vial que optimice los requisitos del tráfico de vehículos y permita una construcción eficiente segura y económica que cumpla con los estándares de construcción prescritos por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.[1]

La economía de un país se basa en la producción agropecuaria, el turismo y la gastronomía que en gran parte se centralizan en las comunidades, para lo cual es necesario desarrollar proyectos enfocados en mejorar directamente las redes viales rurales, carreteras vecinas y carreteras terciarias que complementan la red vial del país para que tanto consumidores como productores puedan trasladarse a todos los puntos mencionados.[2]

Para el presente tema de investigación se propone darle solución al inconveniente que se tiene al no contar con una vía de primer orden para conectar a la comunidad El Limón a El Deseo perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi.[3]

1.1.3. Fundamentación teórica

1.1.3.1. Topografía

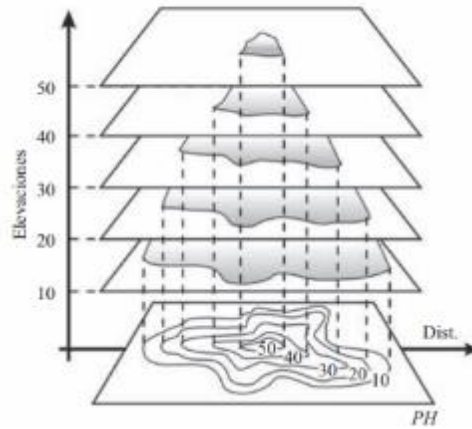
La topografía es utilizada para conocer la localización exacta de un terreno en el cual se especifican sus coordenadas, es de mucha importancia para los proyectos debido a que afecta directamente al alineamiento horizontal, pendientes y secciones transversales. Según la MTOP los terrenos se clasifican en tres categorías, las mismas que son las siguientes.[4]

- 1) Terreno llano. – Es caracterizado por tener el trazado de la vía sin la presencia de pendientes.[4]
- 2) Terreno ondulado. – Es caracterizado por tener pendientes que se pueden identificar, pero a su vez no son de extremas inclinaciones.[4]
- 3) Terreno montañoso. - Es caracterizado por tener pendientes con grandes inclinaciones y son muy repetitivas a lo largo de la vía.[4]

1.1.3.1.1. Curvas de Nivel

Las curvas de nivel o también llamadas isohipsas son líneas que unen a los puntos de un terreno que tiene la misma cota altitudinal. Se caracterizan por ser siempre estructuras cerradas y nunca se cruzan unas con otras a pesar de que en ocasiones en planos parecieran intersectarse, pero eso significaría que en esa zona existe un barranco.[5][6]

Figura 1. Curvas de Nivel



Fuente. “Topografía y sus aplicaciones”, D. Alcántara (2014).

1.1.3.1.2. Sistema de Coordenadas

Los sistemas de coordenadas son la representación de un sistema numérico de símbolo o letras que se utilizan para identificar la ubicación de un punto en el planeta tierra. Existen dos principales sistemas de coordenadas.[7]

- 1) Geográficas. - Distribuyen al planeta en dos semiesferas conocidas como meridianos las cuales van hacia el este y al oeste, de igual manera se distribuyen las conocidas como paralelos que dividen hacia el norte y al sur. El punto de origen se encuentra paralelo a la línea ecuador y al meridiano de Greenwich.[7]
- 2) Planas. - Se representa al planeta tierra mediante el plano cartesiano con las coordenadas X y Y, el mismo que corresponde a la combinación entre números y letras.[7]

1.1.3.2. Tráfico

El tráfico es un punto muy importante para el diseño vial debido a que de este tema se obtienen datos relevantes para tener en cuenta como es el caso del tipo de vehículos que transitan, la zona de mayor circulación y la hora de máxima circulación. De los

datos obtenidos se tomarán en cuenta el tráfico actual para generar el tráfico promedio anual y el tráfico futuro.[8]

1.1.3.2.1. Tipos de Conteo Vehicular

- 1) Manual. – Este tipo de conteo es irremplazable debido a que mediante el conteo manual se puede conocer la composición del tránsito vehicular que transita en la zona de estudio. Para tener datos reales se debe realizar como mínimo el conteo durante 7 días consecutivos.[4]
- 2) Automático. - Es la metodología menos dificultosa para el conteo vehicular debido a que se realizan instalaciones de los diversos dispositivos de conteo en un punto específico. Para conocer la composición vehicular se debe complementar con el conteo manual en días específicos.[4]

1.1.3.2.2. Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

El TPDA es la cantidad promedio de vehículos que transitan en un año calendario por una carretera determinada. Para hallar la cantidad de vehículos que transitan por una carretera se establecen métodos de medición como es el caso del método manual y el método automático.[9]

Cuando se va a calcular el TPDA se debe tener en cuenta que si se tiene vías de circulación en dos sentidos se debe realizar el conteo de los vehículos en cada sentido y de manera individual.[9]

Para obtener el TPDA en base a la muestra obtenida en sitio se debe tener en cuenta los diferentes factores que influyen en la siguiente ecuación.

$$TPDA = T_0 * FH * FD * FS * FM \qquad \text{Ec. 1.1}$$

En donde:

- Factor horario (FH). – Se utiliza para convertir el volumen del tránsito determinado en horas a volumen diario promedio.[4]
- Factor diario (FD). - Se utiliza para convertir el volumen del tránsito diario en volumen semanal promedio.[4]
- Factor semanal (FS). - Se utiliza para convertir el volumen semanal promedio del tránsito en volumen mensual promedio.[4]
- Factor mensual (FM). - Se utiliza para convertir el volumen mensual promedio del tránsito en tráfico promedio diario anual.[4]
- Tráfico observado (To). - Es el valor del tránsito obtenido por levantamiento de datos.[4]

1.1.3.2.3. Tráfico Futuro (TF)

Para conocer el tráfico futuro se debe basar en datos obtenidos del tráfico actual y del mismo hacer una proyección con ecuaciones para el tiempo de diseño de un proyecto dado, a estos datos también se deben tener en cuenta el crecimiento del tráfico y el tráfico generado.[4]

Si de ser el caso de no contar con la información estadística se puede utilizar la siguiente ecuación que se basa en la tasa de crecimiento de la población o también al consumo del combustible en el sector de estudio.[4]

$$Tf = Ta * (1 + i)^n \qquad \text{Ec. 1.2}$$

En donde:

- Tf. - Tráfico futuro.[4]
- Ta. - Tráfico actual.[4]
- i. - Tasa de crecimiento del tráfico.[4]
- n. - Tiempo de diseño. [4]

1.1.3.2.4. Tráfico Actual (TA)

Se le conoce como tráfico actual a la cantidad de vehículos que transitan en una carretera antes de ser modificada o si es el caso de una carretera que se va a crear desde cero el tráfico actual se debe tomar al tráfico que transitan por las vías aledañas.[4]

Si se trata de una carretera que va a ser modificada se pueden identificar dos tipos de tráficos como actual.[4]

- Tráfico existente. - Es aquel tráfico que transita por la carretera que va a ser rediseñada o mejorada y se obtiene mediante el conteo vehicular in situ.[4]
- Tráfico desviado. - Es aquel tráfico que se atraerá para que transiten por la carretera mejorada debido a que los tiempos de viaje serán disminuidos por los mejoramientos realizados.[4]

1.1.3.2.5. Tráfico Generado

El tráfico generado es el producto de la modificación realizada a la carretera debido a que aquí interviene el tráfico que antes no transitaban por la carretera a tratar debido a varios factores teniendo como principal el mal estado de la carretera, para estimar se utiliza la siguiente fórmula que sirve para el tráfico que se genera durante 1 año.[4]

$$TG = 20\% * TPDA \qquad \text{Ec. 1.3}$$

1.1.3.3. Clasificación de Carreteras

Para la clasificación de las carreteras en el Ecuador se ha creado una tabla que las clasifica de acuerdo con el tráfico proyectado.[4]

Tabla 1. Clasificación de carreteras

Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	
Clase de carretera	Tráfico proyectado
R – I o R – II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

1.1.3.3.1. Corredores Arteriales

En los corredores arteriales se puede identificar dos categorías, la primera se trata de calzadas separadas las mismas que son conocidas como autopistas y la segunda categoría que son de calzada única.[4]

Por la parte de las autopistas, estas pueden ser restringidas a velocidades controladas y también a cierta clase de vehículos y usuarios. En la categoría de calzadas únicas, son más comunes en la construcción y se las identifica por tener una vía con dos carriles los mismos que tendrán sentidos opuestos y con sus respectivos espaldones.[4]

Tabla 2. Corredores arteriales

Función	Clase de carretera	TPDA (Año final de diseño)
Corredor arterial	RI - RII	> 8000
	I	3000 - 8000
	II	1000 - 3000

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

1.1.3.3.2. Vías Colectoras

Las vías colectoras tienen la funcionalidad de recibir el tráfico generado de los caminos vecinales, su objetivo es brindar el servicio a poblaciones principales que no son parte de un sistema arterial.[4]

Tabla 3. Vías colectoras

Función	Clase de carretera	TPDA (Año final de diseño)
Vías colectoras	I	3000 – 8000
	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
	IV	100 – 300

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

1.1.3.3.3. Caminos Vecinales

Los caminos vecinales son las carreteras rurales que no se incluyeron en la clasificación de corredor arterial y vías colectoras.[4]

Tabla 4. Caminos vecinales

Función	Clase de carretera	TPDA (Año final de diseño)
Caminos vecinales	IV	100 – 300
	V	< 100

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

1.1.3.4. Diseño Geométrico de Vías

En el diseño geométrico de vías se recopilan todos los datos investigados como es el caso del tráfico, topografía y de población, para en conjunto tomar decisiones para que la vía a diseñarse sea armónica con los factores influyentes de la misma. Como elementos del diseño geométrico se tiene el diseño horizontal, vertical y sección transversal.[8]

1.1.3.4.1. Alineamiento Horizontal

1.1.3.4.1.1. Factor Máximo de Fricción Lateral

El factor máximo de fricción lateral depende a las condiciones de los neumáticos, la capa de rodadura y la velocidad que transitan los vehículos. Acorde a la normativa AASHTO se presenta la siguiente tabla de clasificación de valores del factor de fricción en base a la zona de diseño.[4]

Tabla 5. Factor máximo de fricción lateral.

Factor de fricción lateral	Velocidad del vehículo (Km/h)	Zona de diseño
0.17 – 0.10	30 - 110	Carreteras rurales y urbanas
0.30 – 0.16	30 – 70	Vías urbanas
0.33 – 0.15	20 – 70	Tramos de giro en intersecciones.

Fuente. “Diseño de pavimentos”, AASHTO (1993).

1.1.3.4.1.2. Peralte

El peralte se lo diseña con el propósito de brindar comodidad al usuario de la vía cuando circule por curvas horizontales cerradas, se debe tener cuidado en el diseño de

no diseñar valores elevados de peralte debido a que cuando un vehículo transite a bajas velocidades este se verá atraído hacia el interior de la curva. Cuando se tienen curvas con radios amplios el efecto mencionado se desestima.[4]

Tabla 6. Magnitud de peralte.

Magnitud de peralte %	Tipo de carretera	Velocidad de diseño
10	Capa de rodadura asfáltica, concreto o empedrada	> 50 km/h
8	Capa de rodadura granular	=< 50 km/h

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

1.1.3.4.1.3. Radio Mínimo de Curvatura

El radio mínimo de curvatura está ligado con el peralte y será dependiente de la velocidad de diseño. En ocasiones cuando se diseña se adoptan valores de radios menores al mínimo permitido provocando que el peralte se sobrepase a los valores prácticos de conducción, para ello por seguridad el radio mínimo de curvatura horizontal se puede calcular en base a la siguiente fórmula.[4]

$$R = \frac{V^2}{127 * (e * f)} \quad \text{Ec. 1.4}$$

Donde:

R= Radio mínimo de curvatura (m).

e= Tasa de peralte (decimales).

f= Fricción lateral.

V= Velocidad de diseño (km/h).[4]

1.1.3.4.1.4. Grado de Curvatura

El grado de curvatura es el ángulo que se encuentra formado por un arco de 20 m, para el cálculo se utiliza la siguiente fórmula que está basada en el sistema métrico.[4]

$$G_c = \frac{1145.92}{R} \quad \text{Ec. 1.5}$$

La norma ecuatoriana proporciona los valores de radios mínimos de curvas horizontales en base a la velocidad de diseño, a continuación, se representan en la siguiente tabla.

Tabla 7. Radios mínimos de curvas horizontales.

Velocidad de diseño Km/h	"f" Máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		0.10	0.08	0.06	0.04	0.10	0.08	0.06	0.04
20	0.350		7.32	7.58	5.08		18	20	20
25	0.315		12.48	13.12	13.66		20	25	25
30	0.264		19.47	20.50	21.67		25	30	30
35	0.255		25.79	30.62	32.70		30	36	35
40	0.221		41.88	44.65	48.27		42	45	50
45	0.200		55.75	59.94	64.82		68	60	65
50	0.190		72.91	78.74	86.69		75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.160	154.55	157.75	185.73	203.67	180	170	185	205
80	0.140	209.97	229.98	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.58	298.04	328.70	300.55	275	300	330	370
100	0.130	342.36	374.95	414.42	463.16	350	375	415	465
110	0.124	475.34	467.04	517.80	550.95	430	470	520	585
120	0.120	615.39	569.93	529.92	708.86	520	570	630	710

Fuente. "Normas de diseño geométrico", MTOP (2003).

1.1.3.4.1.5. Curvas Horizontales de Transición

Las curvas horizontales de transición se emplean debido a la necesidad que tiene el vehículo al momento de cruzar una curva ya que a menudo se cambian de carril para transitar la curva con facilidad, para evitar que se invada el carril se diseña en base a la longitud de transición.[4]

1.1.3.4.1.6. Sobre Ancho en Curvas

El sobre ancho en curvas es diseñado para las curvas de radios inferiores y que tengan anchos de vía estrechos. Para el diseño se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones.[4]

- 1) Cuando se traten de curvas sin transición se aplicará en el lado interior de la curva.
- 2) Cuando se traten de curvas con transición puede ir repartido a los dos lados de la calzada o también puede aplicarse solo en el lado interior de la curva.
- 3) El borde de la capa de rodadura debe tener una transición suave para que no se sienta por el usuario.[4]

1.1.3.4.2. Alineamiento Vertical

1.1.3.4.2.1. Curvas Verticales

Las curvas verticales son diseñadas mediante la creación de parábolas simples, para calcular la longitud de la curva vertical se debe adoptar un valor del índice de curvatura (K) dependiendo de la velocidad de diseño, el mismo que se multiplica por el valor absoluto de la diferencia algebraica de gradientes (A), para ello se tiene la siguiente fórmula.[4]

$$L = K * A \qquad \text{Ec. 1.6}$$

El valor de índice de curvatura se obtiene en base a la velocidad de diseño y para ello la norma ecuatoriana proporciona las siguientes tablas.

Tabla 8. Coeficiente K para curva vertical convexa.

Velocidad de diseño km/h	Distancia de visibilidad para parada - "s" (metros)	Coeficiente $K=(S^2)/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.10	7
60	70	11.50	12
70	90	19.01	19
80	110	28.40	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente. "Normas de diseño geométrico", MTOP (2003).

Tabla 9. Coeficiente K para curva vertical cóncava.

Velocidad de diseño km/h	Distancia de visibilidad para parada - "s" (metros)	Coeficiente $K=(S^2)/122+3,5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.55	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente. "Normas de diseño geométrico", MTOP (2003).

1.1.3.4.2.2. Gradiente

La gradiente está directamente ligada a la topografía del terreno y con ella se debe tomar decisiones en el trazado vial para que se tenga facilidad en la movilidad y se mantenga la velocidad de diseño.[4]

A continuación, se indica los valores máximos de gradientes longitudinales acorde a la clase de carretera.

Tabla 10. Valores máximos de gradientes.

					Valor recomendable			Valor absoluto		
Clase de carretera					L	O	M	L	O	M
R-Io	R-II	>	8000	TPDA	2	3	4	3	4	6
I	3000	a	8000	TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1000	a	3000	TPDA	3	4	7	4	6	8
III	300	a	1000	TPDA	4	6	7	6	7	9
IV	100	a	300	TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de		100	TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

1.1.3.4.3. Sección Transversal

El diseño de la sección transversal está basado en el TPDA futuro, el terreno y la velocidad de diseño. Al momento de diseñar se debe tener en cuenta los beneficios que se generan a los usuarios como también el costo de mantenimiento. [4]

La sección transversal se compone de:

- 1) Pavimento
- 2) Espaldón
- 3) Talud interior
- 4) Cuneta.[4]

1.1.3.4.4. Distancia de Visibilidad de Parada

La distancia de visibilidad de parada se diseña con el objetivo de establecer la distancia mínima que necesita el conductor para que pueda observar y reaccionar de manera segura ante situaciones de peligro que suceda en la vía.

Para el cálculo de la distancia de visibilidad de parada (d1) se realiza con la siguiente fórmula que proporciona un valor de distancia en metros.

$$d1 = 0.7 * vc \quad \text{Ec. 1.7}$$

Donde:

vc= Velocidad inicial (km/h).

Para el cálculo de la distancia de frenado (d2) se emplea la siguiente fórmula que proporciona la distancia en metros.

$$d2 = \frac{vc^2}{254 * f} \quad \text{Ec. 1.8}$$

Donde:

vc= Velocidad inicial (km/h)

f=Coef. de fricción.

Para conocer el tiempo de reacción y percepción del vehículo durante el recorrido se utiliza la siguiente fórmula.

$$d = d1 + d2 \quad \text{Ec. 1.9}$$

En base a investigaciones se ha creado las siguientes tablas en las que se indica la distancia de parada acorde al tipo de terreno y la velocidad de diseño.[10]

Tabla 11. Distancia de parada en terreno plano.

Velocidad de diseño	Velocidad de marcha	Tiempo de percepción y reacción		Coeficiente de fricción	Distancia de frenado	Distancia de parada
		Segundos	Distancia			
Km/h	Km/h			f	m	m
30	30 - 30	2,5	20,8 - 20,8	0,40	8,8 - 8,8	30 - 30
40	40 - 40	2,5	27,8 - 27,8	0,38	16,6 - 16,6	45 - 45
50	47 - 50	2,5	32,6 - 34,7	0,35	24,8 - 28,1	57 - 63
60	55 - 60	2,5	38,2 - 41,7	0,33	36,1 - 42,9	74 - 85
70	67 - 70	2,5	43,8 - 48,6	0,31	50,4 - 62,2	94 - 111
80	70 - 80	2,5	48,6 - 55,6	0,30	64,2 - 83,9	113 - 139
90	77 - 90	2,5	53,5 - 62,4	0,30	77,7 - 106,2	131 - 169
100	85 - 100	2,5	59,0 - 69,4	0,29	98,0 - 135,6	157 - 205
110	91 - 110	2,5	63,2 - 76,4	0,28	116,3 - 170,0	180 - 246

Fuente. “Política sobre diseño geométrico de caminos y calles”, S. Francisco (2011).

Tabla 12. Distancia de parada en pendientes.

Velocidad de diseño	Distancia de parada en bajadas m			Distancia de parada en subidas m		
	Km/h	3%	6%	9%	3%	6%
30	30,4	31,2	32,2	29	28,5	28
40	45,7	47,5	49,5	43,2	42,1	41,2
50	65,5	68,6	72,6	55,5	53,8	52,4
60	88,9	94,2	100,8	71,3	68,7	66,6
70	117,5	125,8	136,3	89,7	85,9	82,8
80	148,8	160,5	175,5	107,1	102,2	98,1
90	180,6	195,4	214,4	124,2	118,8	113,4
100	220,8	240,6	256,9	147,9	140,3	133,9
110	267,0	292,9	327,1	168,4	159,1	151,3

Fuente. “Política sobre diseño geométrico de caminos y calles”, S. Francisco (2011).

Tabla 13. Distancia de parada para evitar maniobras.

Velocidad de diseño	Distancia de decisión para evitar la maniobra m				
	a	b	c	d	e
50	75	160	145	160	200
60	95	205	175	205	235
70	125	250	200	240	275
80	155	300	230	275	315
90	185	360	275	320	360
100	225	415	315	365	405
110	265	455	335	390	435

Fuente. “Política sobre diseño geométrico de caminos y calles”, S. Francisco (2011).

1.1.3.4.5. Distancia de Visibilidad de Adelantamiento

La distancia de visibilidad de adelantamiento se diseña para que el vehículo tenga la distancia mínima para adelantar a otro vehículo que se encuentra a menor velocidad y circula por el mismo carril, para ello se toma en cuenta que el vehículo que adelanta invade el carril contrario y se debe cuidar de que se dé la maniobra con seguridad y comodidad para el usuario.

Para el diseño se puede utilizar valores preestablecidos en base a investigaciones realizadas para conocer la distancia mínima de adelantamiento dependiendo de la velocidad de diseño.

Tabla 14. Distancias mínimas de diseño para carreteras de dos carriles.

Velocidad de diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento o m
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente. “Política sobre diseño geométrico de caminos y calles”, S. Francisco (2011).

Tabla 15. Parámetros básicos.

Velocidad promedio de adelantamiento (km/h)	50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
Maniobra inicial	2,25	2,3	2,37	2,41
A = aceleración promedio (Km/h/s)				
t1 = tiempo (s)	3,6	4	4,3	4,5
d1 = distancia recorrida (m)	45	65	90	110
Ocupación carril izquierdo				
t2 = tiempo (s)	9,3	10	10,7	11,3
d2 = distancia recorrida (m)	145	195	250	315
Longitud libre				
d3 = distancia recorrida (m)	30	55	75	90
Vehículo que se aproxima				
d4 = distancia recorrida (m)	95	130	165	210
Distancia Total (d1+d2+d3+d4) (m)				
	315	445	580	725

Fuente. “Política sobre diseño geométrico de caminos y calles”, S. Francisco (2011).

1.1.3.5. Estudios de Suelos

1.1.3.5.1. Contenido de Humedad

En el ensayo de contenido de humedad se conoce la cantidad de agua que el suelo contiene, para conocer el contenido de humedad de la muestra de suelo se puede hacer referencia con la misma muestra en estado seco.[11]

1.1.3.5.2. Gravedad Específica

Para la gravedad específica de un material fino será analizada la muestra que pase por el tamiz número 40, el resultado del ensayo es utilizado para conocer el tipo específico de la muestra de suelo y también se utiliza para saber cómo se comporta la curva de saturación cuando se realice el ensayo de proctor.[12]

1.1.3.5.3. Granulometría

El ensayo de granulometría es utilizado para conocer la cantidad en porcentaje de las partículas que componen a la muestra de suelo, para realizar este ensayo se utilizan tamices de diferentes medidas los cuales están organizados del tamiz de mayor abertura hasta el de menor. Al obtener los datos del tamizado se genera la curva granulométrica.[12]

1.1.3.5.4. Límites Líquido

El límite líquido se conoce como el contenido de humedad que se expresa en porcentaje con referencia al peso seco del suelo analizado, mediante este ensayo se observa como el suelo cambia de estado líquido a estado plástico. Según Atterberg, cuando se tratan de suelos plásticos el esfuerzo a corte es de 25 g/cm². [12]

1.1.3.5.5. Límite Plástico

El límite plástico se conoce como el contenido de humedad que se expresa en porcentaje con referencia al peso seco del suelo analizado, mediante este ensayo se observa como el suelo cambia de estado semisólido a estado plástico. Cuando al

realizar el procedimiento de ensayo de moldear el suelo no se logra rodillarse este suelo se lo considera como no plástico.[12]

1.1.3.5.6. Índice de Plasticidad

El índice de plasticidad es la diferencia numérica que existe entre el límite plástico y líquido, con el valor del índice de plasticidad y del límite líquido se puede identificar en la gráfica de plasticidad del SUCS el tipo de suelo que se está analizando.[12]

1.1.3.5.7. Proctor Modificado

El ensayo de proctor es utilizado para determinar el peso por la unidad de volumen del suelo que previamente ha sido compactado, para este ensayo se va variando el contenido de humedad, con el propósito de conocer el valor de humedad óptimo y el valor de densidad máxima para consigo también el mayor valor de peso volumétrico seco. En base a los ensayos de proctor se estima en qué condiciones se debe realizar la compactación del suelo in situ.[12]

1.1.3.5.8. CBR

El ensayo de CBR es un ensayo empírico en donde se conoce la capacidad de resistencia que tiene el suelo, este suelo puede ser parte de un mejoramiento o a su vez puede ser la subrasante del diseño del pavimento. Para realizar el ensayo de CBR se debe efectuar controlando los niveles de humedad y densidad.[12]

1.1.3.5.9. Ensayo de Abrasión

El ensayo de abrasión consiste en conocer el desgaste que tienen los áridos gruesos, para ello se utiliza la máquina de los ángeles la misma que tiene esferas de acero que al contacto con el árido grueso le causa el desgaste que después se calcula en base al peso del material.[13]

1.1.3.6. Obras de Arte

1.1.3.6.1. Cunetas

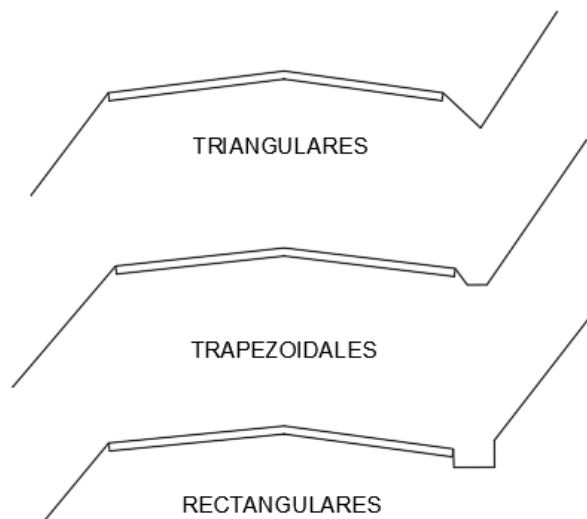
Las cunetas se diseñan con el propósito de interceptar el agua de lluvia que se empoza en la carretera para ello se realiza un bombeo en la carretera para que se escurra hacia la cuneta que se puede ubicar a un lado o ambos lados, al ser interceptados los fluidos por las cunetas se redirigen hacia un drenaje natural o hacia una obra transversal.[4]

Tabla 16. Velocidades del agua con que se erosionan los materiales.

Material	Velocidad m/s	Material	Velocidad m/s
Arena fina	0,45	Pizarra suave	2,0
Arcilla arenosa	0,50	Grava gruesa	3,5
Arcilla ordinaria	0,85	Zampeado	3,4 - 4,5
Arcilla firme	1,25	Roca sana	4,5 - 7,5
Grava fina	2,00	Hormigón	4,5 - 7,5

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

Figura 2. Geometría de las cunetas.



Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

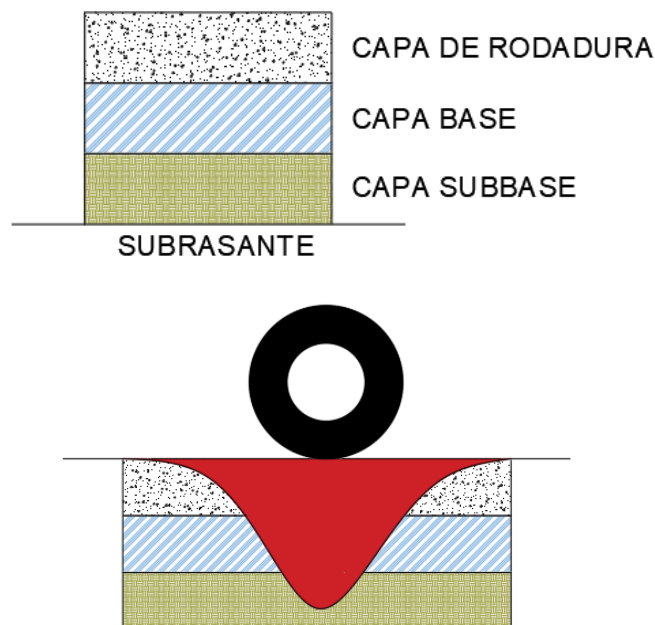
1.1.3.7. Pavimento

1.1.3.7.1. Pavimento Flexible

El pavimento flexible se caracteriza por estar conformado por una capa de carpeta asfáltica, la misma que le proporciona a la superficie la capacidad de pequeñas deformaciones debido a que las cargas de los vehículos que transitan producen un efecto de fricción y cohesión hacia las capas inferiores y esto permite que la estructura no se rompa.[14]

El pavimento flexible se diseña bajo las condiciones que presenta el proyecto como es el caso de la cantidad de vehículos que transitaran por la carretera, la temperatura que se presenta en la zona y los espesores de las capas inferiores. Cuando el pavimento se ve sobre esforzado se evidencia en la capara de rodadura grietas o fisuras.[14]

Figura 3. Estructura del pavimento flexible.



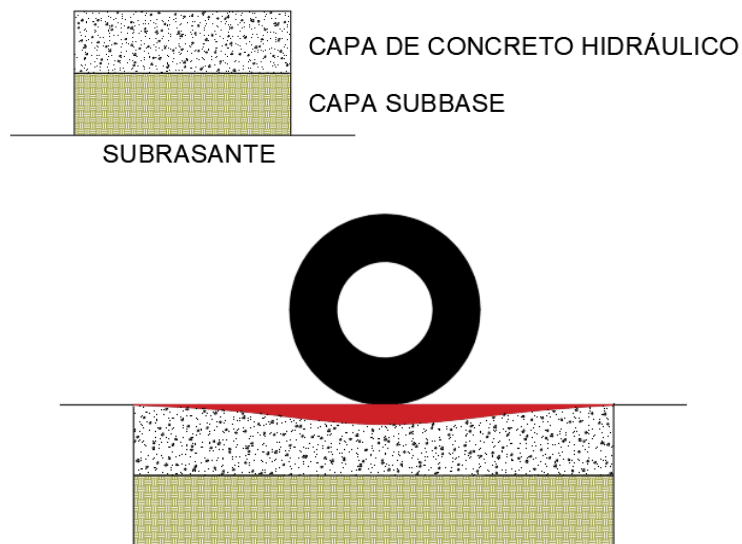
Fuente. “Clasificación y diseño de pavimentos”, A. Saucedo (2012).

1.1.3.7.2. Pavimento Rígido

El pavimento rígido tiene como característica principal su capa de concreto hidráulico que se encarga de distribuir la carga vehicular de forma uniforme hacia las capas inferiores. La desventaja de este tipo de pavimentos es su falta de deformación debido a que con la mínima deformación se presentara grietas.[14]

En ciertas normativas indican que la losa de concreto hidráulico se la puede colocar directamente sobre la subrasante, pero es aconsejable construir una capa de subbase para que los suelos finos no sean bombeados hacia la capa de rodamiento.[14]

Figura 4. Estructura de pavimento rígido.



Fuente. “Clasificación y diseño de pavimentos”, A. Saucedo (2012).

1.1.3.7.3. Diseño de Pavimento Método AASHTO

La normativa AASHTO tiene como objetivo principal el conocer la relación entre el espesor de las diferentes capas que conforman el pavimento, con las cargas que se aplican sobre el mismo.[14]

Para el diseño del pavimento se debe tener en cuenta las variables indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 17. Variables del diseño de pavimentos.

Variables de diseño
Espesor de las capas
Serviciabilidad
TPDA
Cargas
Elasticidad
Drenaje

Fuente. “Clasificación y diseño de pavimentos”, A. Saucedo (2012).

1.1.3.7.4. Tránsito

Se utiliza la cantidad de repeticiones de los ejes equivalentes de 18 kips, para la conversión de la carga dada por eje ESAL a través de los factores de cargas equivalentes.[15]

Tabla 18. Factor de cargas equivalentes.

Número de carriles en cada dirección	LD
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente. “Diseño de pavimentos”, AASHTO (1993).

1.1.3.7.5. Confiabilidad

La confiabilidad sirve para medir la probabilidad de que la estructura del pavimento cumpla su vida útil y soporte la carga diseñada, al aplicar los coeficientes de seguridad existe el riesgo de que se sobre dimensione o se sub dimensione la estructura del pavimento. [15]

Para tomar los valores de coeficiente de seguridad se debe basar en la experiencia del diseñador y el conocimiento profundo de la zona de diseño, como guía para la selección de estos valores se tiene que entre más sean las incertidumbres mayores serán los coeficientes.[15]

1.1.3.7.6. Módulo Resiliente de Subrasante

Siendo a subrasante la capa en donde se apoya toda la estructura del pavimento se realizan ensayos para determinar cómo se comporta bajo efectos de ciertas cargas, como en el Ecuador no se cuenta con los equipos necesarios para realizar estos ensayos la normativa AASHTO propone valores con relación a los valores obtenidos por ensayos de CBR.[15]

- 1) Cuando el CBR es menor al 10% el cálculo del módulo resiliente será igual al valor de CBR por 1500.
- 2) Cuando el CBR va desde 7,2% a 20% el cálculo del módulo resiliente será igual al valor de CBR elevado al 0,65 y todo eso multiplicado por 1500.
- 3) Cuando se tiene suelos granulares el cálculo del módulo resiliente será igual al valor de 4326 por el logaritmo natural del CBR más 241.[15]

1.1.3.7.7. Serviciabilidad

El índice de serviciabilidad se encuentra basado en la condición que brinda la estructura del pavimento a el usuario al momento de transitar por la vía diseñada, para determinar el índice se realizan encuestas a los usuarios los mismos que calificaran la confortabilidad y seguridad de la vía.[15]

Tabla 19. Clasificación de serviciabilidad presente

Clasificación de serviciabilidad presente	Condición
0 – 1	Muy pobre
1 – 2	Pobre
2 – 3	Regular
3 – 4	Buena
4 – 5	Muy buena

Fuente. “Diseño de pavimentos”, AASHTO (1993).

1.1.3.8. Presupuesto de Construcción

1.1.3.8.1. Análisis de Precios Unitarios

El análisis del precio unitario se trata del desglose de cada rubro identificando los materiales, mano de obra, equipo, maquinaria y herramientas acorde a la unidad de medida que se haya establecido. Los valores para realizar el APU varían notablemente dependiendo de la región en donde se realice el proyecto debido a que el precio de los materiales son variables.[16]

1.1.3.8.2. Materiales

Para el análisis de los materiales se debe tener mucho cuidado ya que en este punto está directamente vinculado con el rendimiento y el precio, para establecer el precio de los materiales se debe investigar acorde a la marca, proveedor, volumen de compra y la fecha de cotización.[16]

1.1.3.8.3. Mano de Obra

Para el análisis de la mano de obra se debe tener experiencia constructiva debido a que esta varía por el rendimiento de los obreros, para la estimación del rendimiento se debe tener en cuenta la especialidad, habilidad y capacitación del personal.[16]

1.1.3.8.4. Equipo, Maquinaria y Herramientas

Para el análisis del equipo, maquinaria y herramientas se debe investigar el mercado del sector a trabajar debido a que se puede dar el caso de alquilar o comprar, otro aspecto a considerar es el estado del equipo, maquinaria o herramienta mayor ya que este afectara al rendimiento de este.[16]

1.1.3.8.5. Utilidades

Las utilidades se establecen acorde a las ganancias establecidas por el contratista en ocasiones el valor de la utilidad se la calcula en base al total de la sabana presupuestaria o en otras ocasiones ya se agrega en el APU de cada rubro.[16]

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Rectificación de la vía el Limón – San Pedro Río Calope del tramo comprendido 8+00 a 12+000 perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Levantamiento topográfico de la vía existente de El Limón – San Pedro Río Calope.
2. Estudio del tráfico actual de usos de la vía TPDA.
3. Estudios de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, (Físicas: contenido de humedad, gravedad específica, granulometría y límites de atterberg; mecánicas: Proctor y CBR, ensayo de abrasión).
4. Diseño hidráulico de las obras de arte mayor y menor.
5. Diseño de la capa de rodadura.
6. Presupuesto referencial de la obra.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales y Equipos

2.1.1. Materiales

2.1.1.1. Estacas

Las estacas de madera son utilizadas para el levantamiento topográfico como guía de la toma de puntos al igual que se utiliza para realizar los cambios de estación, las dimensiones utilizadas de las estacas de madera son de 3 cm x 3 cm x 20 cm.

2.1.1.2. Clavos

Los clavos se utilizan en conjunto con las estacas de madera para el levantamiento topográfico o en ocasiones también se colocan en lugares que no se puede colocar las estacas, al utilizar clavos se tiene la ventaja de que los puntos se pueden utilizar en el replanteo.

2.1.1.3. Pintura

La pintura se utiliza para poder identificar con mayor claridad los puntos de referencia establecidos en el levantamiento topográfico, también se utiliza para escribir sobre una superficie los detalles del punto a identificar.

2.1.1.4. Martillo

El martillo es utilizado en el levantamiento topográfico para clavar las estacas de madera y los clavos de acero.

2.1.1.5. Libreta de campo

La libreta de campo es utilizada para apuntar los datos recolectados en el levantamiento topográfico con la finalidad de que al momento de procesar la información se tomen en cuenta los apuntes.

2.1.1.6. Cinta de medición

La cinta de medición se utiliza para el levantamiento topográfico en diferentes actividades como es el caso de la medición de la altura de la estación total, prisma y detalles de referencia.

2.1.1.7. Prisma

El prisma tiene como función conjunta con la estación total de medir la distancia que existe entre sí, esta medición es de gran precisión debido a que se efectúa por el efecto rebote que existe entre el láser de la estación total y el prisma.

2.1.1.8. Trípode

El trípode es el elemento fundamental para la estabilización de la estación total, está conformado de tres patas que son regulables y que tienen terminaciones en punta para fijarse en cualquier tipo de suelo.

2.1.2. Equipos

2.1.2.1. Estación Total Trimble

La estación total es un equipo utilizado para levantamientos topográficos con alta precisión que funciona mediante la medición con rayo láser y el software que procesa las distancias y la dirección angular. Para tener mayor precisión se acompaña a la medición con el prisma de rebote.

2.1.2.2. GPS

El GPS es el equipo de geolocalización que por medio de la triangulación entre la latitud, altitud y longitud genera la ubicación en tiempo real. Tiene origen militar y que en la actualidad es utilizado como equipo de civiles debido a que genera las coordenadas de ubicación con rapidez y las dimensiones del equipo no son tan grandes.

2.1.2.3. Computadora

La computadora es el equipo utilizado para el procesamiento de la información recolectada en campo y para generar el diseño geométrico por medio de los programas especializados.

2.1.2.4. Boquitoqui

El radio de comunicación es utilizado para comunicarse entre las personas que realizan el levantamiento topográfico cuando se encuentran a largas distancias y es necesario dar instrucciones.

2.1.2.5. Equipo Para Ensayos de Suelo

2.1.2.5.1. Contenido de Humedad

- 1) Horno
- 2) Balanza
- 3) Recipientes.[17]

2.1.2.5.2. Gravedad Específica

- 1) Balanza
- 2) Recipientes
- 3) Tamices
- 4) Picnómetro
- 5) Termómetro de inmersión
- 6) Agua destilada

- 7) Matraz
- 8) Horno.[18]

2.1.2.5.3. Granulometría

- 1) Balanza
- 2) Tamices
- 3) Horno.[19]

2.1.2.5.4. Límite Líquido

- 1) Copa de casa grande
- 2) Acanaladores
- 3) Plato de mezclado
- 4) Espátula
- 5) Disco de evaporación[20]

2.1.2.5.5. Límite Plástico

- 1) Plato de mezclado
- 2) Espátula
- 3) Placa de rotado
- 4) Recipiente de agua destilada.[21]

2.1.2.5.6. Proctor

- 1) Collar de molde
- 2) Molde
- 3) Probeta
- 4) Disco metálico
- 5) Enrasador
- 6) Martillo de 4.5 kg
- 7) Horno
- 8) Balanza

- 9) Tamiz
- 10) Recipientes.

2.1.2.5.7. CBR

- 1) Collar de molde
- 2) Molde
- 3) Prensa de compresión
- 4) Disco metálico
- 5) Medidor de expansión
- 6) Martillo de 4.5 kg
- 7) Pistón de penetración
- 8) Deformímetro
- 9) Papel filtro
- 10) Tamiz
- 11) Horno
- 12) Balanza.[22]

2.1.2.5.8. Ensayo de Abrasión

- 1) Máquina de los ángeles
- 2) Tamices
- 3) Balanza
- 4) Esferas de acero. [13]

2.2. Métodos

2.2.1. Investigación bibliográfica

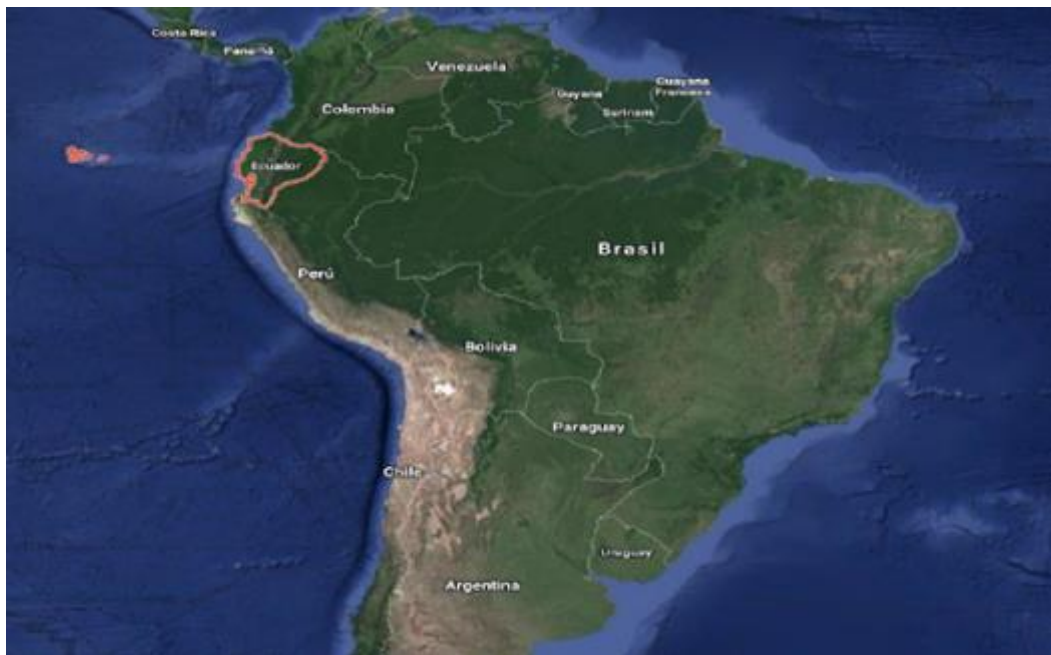
La investigación bibliográfica se realizó mediante la lectura de artículos científicos, repositorios universitarios, libros especializados y normas técnicas. Para tener un amplio panorama sobre las ampliaciones de vías se recurrió también a tesis de pregrado y postgrado realizadas sobre temas similares.

2.2.2. Ubicación del Proyecto

2.2.2.1. Macro

El país Ecuador se encuentra ubicado en América del Sur en la costa Nor-Occidental, en el país está dividido en cuatro regiones (Insular, Costa, Sierra y Amazonia). El país tiene 270.670 km² de extensión los cuales están repartidos en 7.844 km² en la región insular y 262.826 km² en territorio continental.[23]

Figura 5. Ubicación macro de Ecuador en el continente.



Fuente. Google Maps

2.2.2.2. Meso

La provincia Cotopaxi se encuentra ubicada en el centro norte del Ecuador, su nombre es dado por el volcán que lleva su mismo nombre. La limitación provincial es al norte con pichincha, al sur con Tungurahua, al este con Napo y al oeste con Los Ríos. La extensión de la provincia es de 6.085 km². [24]

Figura 6. Ubicación meso de Cotopaxi en Ecuador.



Fuente. Google Maps.

2.2.2.3. Micro

El proyecto se encuentra ubicado desde el kilómetro 8 al kilómetro 12 de la vía El Limón – El Deseo perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi.

Figura 7. Ubicación micro del cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi



Fuente. Google Maps

2.2.3. Geolocalización

Tabla 20. Geolocalización.

ABS	Norte	Este	Elevación
8+000	9884222	696137	383
12+000	9887249	696988	641

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

2.2.4. Datos Informativos

2.2.4.1. Población

Acorde al censo realizado en 2010 por parte del INEC, se conoció que en el cantón Pangua existen 21965 habitantes y que la mayor cantidad de habitantes se encuentran en la parroquia Moraspungo. La población que predomina en el cantón son las que se encuentran en las zonas rurales con 20316 habitantes.[25]

Tabla 21. Habitantes del cantón Pangua

Parroquia	Habitantes
El Corazón	6565
Moraspungo	12376
Pinllopata	1030
Ramón Campaña	1994
Total	21965

Fuente. “Censo de Población”, INEC (2010).

2.2.4.2. Clima

Para determinar el clima de un lugar se tomó en cuenta varios factores como son: la temperatura, la presión, la precipitación y el viento, por tal razón se describen estos factores con respecto al cantón Pangua. La temperatura estándar anual del cantón es de 17°C, pero dependiendo de la altitud pueden variar. [26]

El cantón Pangua tiene cuatro climas: el ecuatorial de alta montaña está presente en el sureste del cantón Pangua lo que representa 3.14% del territorio; ecuatorial mesotérmico semihúmedo es el clima que predomina en la zona este del cantón y está presente en las parroquias que limitan con Pujilí y son el 13,20% del territorio, el siguiente clima es el tropical mega térmico húmedo que predomina con 69,38% de territorio, y por último el tropical mega térmico o semi húmedo que está presente en el 14,26% del cantón.[26]

2.2.4.3. Economía

La mayor fuente de ingresos del cantón Pangua proviene del ámbito campesino ya que en la zona rural se encuentra el 92,49% de la población del cantón, las dos actividades más fructíferas son la agricultura y ganadería además cuentan con la producción de productos como la caña de azúcar, café, plátano, frejol, cacao, etc.[26]

2.2.4.4. Agricultura

La agricultura es una de las actividades predominantes del cantón Pangua, debido a su ubicación existe varias zonas lo que da origen a diferentes tipos de tierras y climas, en la zona alta el clima que predomina es el frío, el cual permite la producción de una gran variedad de cultivos como: mora, melloco, cebada, trigo. [26]

En la zona media las tierras no son aptas para el cultivo debido a que su relieve es muy heterogéneo lo que dificulta y encarece la producción, por tal motivo la actividad agrícola que se opta es la producción de caña y sus derivados.[26]

La agricultura en la última zona, que se denomina baja es la más productiva ya que su clima y suelo son aptos para cualquier tipo de cultivo, en las tierras se cultiva café, palma africana y varias frutas tropicales, la calidad de los productos son altos y se exporta, al ser esta zona la más explotada trae consecuencias e impactos ambientales a toda la zona debido al uso excesivo de químicos para aumentar la producción.[26]

2.2.4.5. Ganadería

Al igual que la agricultura la ganadería también se encuentra limitada a las 3 zonas que se diferencia por su clima y calidad de tierras, en la zona alta la ganadería se enfoca en animales pequeños y en la producción de leche, en la zona media los animales que se crían son los ovinos, porcinos y aves, esta actividad es de índole familiar ya que les permite generar ingresos y son se autoconsumo. [26]

En la zona baja la actividad pecuaria es intensa ya que están presentes varias plantas avícolas y porcinas que son de alta producción, además cuentan con industrias procesadoras de lácteos que son de gran relevancia para el cantón.[26]

2.2.5. Levantamiento Topográfico

Figura 8. Estación total de levantamiento topográfico.



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Figura 9. Levantamiento topográfico.



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

La metodología que se utilizó para el levantamiento topográfico se basa en 5 puntos importantes como son:

- 1) Toma de coordenadas geográficas con la ayuda del GPS en el punto exacto donde se coloca la estación total.
- 2) Lectura de un punto referencial con el GPS para posteriormente realizar la medición con la estación total.
- 3) Medición de la vía existente con una faja topográfica de 50 metros a cada lado de esta, teniendo en cuenta los detalles que se encuentren en el camino.
- 4) Cuando ya no era posible divisar el bastón con el prisma para realizar la medición de los puntos se realizó el cambio de estación.

2.2.6. Tráfico

2.2.6.1. Conteo Vehicular

Figura 10. Conteo vehicular.



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

El conteo vehicular manual se realizó durante siete días, ubicando los puntos de control en lugares estratégicos en donde durante el tiempo de 12 horas se pudo contabilizar la cantidad de vehículos que transitan en ambos sentidos de la vía y así mismo se clasificó a los vehículos acorde a su tipo para tenerlos en cuenta cuando se realice el procedimiento de diseño.

Tabla 22. Conteo vehicular del día de mayor circulación.

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN – EL DESEO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI					
FECHA:	19/11/2021				
DÍA:	5				
RESPONSABLE:	DIEGO ANDRES LLERENA ALTAMIRANO				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
6:00-6:15	2	0	0	2	
6:15-6:30	3	0	0	3	
6:30-6:45	4	0	0	4	
6:45-7:00	3	0	0	3	12
7:00-7:15	2	0	0	2	12
7:15-7:30	1	0	0	1	10
7:30-7:45	2	0	0	2	8
7:45-8:00	3	0	0	3	8
8:00-8:15	2	0	0	2	8
8:15-8:30	3	0	0	3	10
8:30-8:45	3	0	1	4	12
8:45-9:00	4	0	0	4	13
9:00-9:15	2	0	1	3	14
9:15-9:30	5	0	0	5	16
9:30-9:45	1	0	0	1	13
9:45-10:00	6	0	0	6	15
10:00-10:15	3	0	2	5	17
10:15-10:30	5	0	0	5	17
10:30-10:45	3	1	0	4	20
10:45-11:00	6	0	0	6	20
11:00-11:15	3	0	3	6	21
11:15-11:30	6	2	2	10	26
11:30-11:45	4	0	1	5	27
11:45-12:00	11	2	0	13	34
12:00-12:15	0	0	0	0	28
12:15-12:30	0	0	0	0	18
12:30-12:45	0	0	0	0	13
12:45-13:00	0	0	0	0	0
13:00-13:15	0	0	0	0	0
13:15-13:30	0	0	0	0	0
13:30-13:45	0	0	0	0	0
13:45-14:00	7	2	3	12	12

14:00-14:15	2	0	0	2	14
14:15-14:30	4	0	1	5	19
14:30-14:45	4	0	1	5	24
14:45-15:00	11	1	1	13	25
15:00-15:15	12	0	0	12	35
15:15-15:30	6	0	0	6	36
15:30-15:45	13	0	1	14	45
15:45-16:00	5	0	2	7	39
16:00-16:15	5	0	0	5	32
16:15-16:30	15	0	0	15	41
16:30-16:45	8	2	0	10	37
16:45-17:00	7	0	0	7	37
17:00-17:15	3	0	0	3	35
17:15-17:30	14	0	0	14	34
17:30-17:45	3	0	0	3	27
17:45-18:00	0	0	0	0	20

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 23. Hora de máxima demanda.

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN – EL DESEO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI					
FECHA:	19/11/2021				
DÍA:	5				
RESPONSABLE:	DIEGO ANDRES LLERENA ALTAMIRANO				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
14:45-15:00	11	1	1	13	
15:00-15:15	12	0	0	12	
15:15-15:30	6	0	0	6	
15:30-15:45	13	0	1	14	45

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

El factor horario de la demanda máxima se determinó con la fórmula a continuación mencionada.

$$FMHD = \frac{VHMD}{4 * Qmax} \quad \text{Ec. 2.10}$$

$$FMHD = \frac{45}{4 * 14}$$

$$FMHD = 0,80$$

Siendo:

VHMD= Volumen horario de mayor demanda.

Qmax= Máximo flujo cada 15 minutos.

FHMD= Factor de la hora de máxima demanda.[4]

2.2.6.2. Tráfico Promedio Diario Anual

El valor del tráfico promedio diario anual se calculó para cada tipo de vehículo que transita por la vía de diseño, mediante la siguiente fórmula.

$$TPDA = \frac{VHP * FHP}{k} \quad \text{Ec. 2.11}$$

$$TPDA \text{ (livianos)} = \frac{VHP * FHP}{k}$$

$$TPDA \text{ (livianos)} = \frac{42 * 0,80}{0,15}$$

$$TPDA \text{ (livianos)} = 224 \text{ Veh/día}$$

$$TPDA \text{ (buses)} = \frac{VHP * FHP}{k}$$

$$TPDA (\text{buses}) = \frac{1 * 0,80}{0,15}$$

$$TPDA (\text{buses}) = 5 \text{ Veh/día}$$

$$TPDA (\text{camiones}) = \frac{VHP * FHP}{k}$$

$$TPDA (\text{camiones}) = \frac{2 * 0,80}{0,15}$$

$$TPDA (\text{camiones}) = 11 \text{ Veh/día}$$

Siendo:

VHP= Volumen horario.

FHP= Factor horario.

TPDA= Tráfico promedio diario anual.

k= Factor equivalente al 15% por ser zona rural.[4]

2.2.6.3. Tráfico Generado

Para el cálculo del tráfico generado se utilizó la siguiente fórmula que nos indica la normativa ecuatoriana.

$$Tg = 0,20 * TPDA$$

Ec.
2.12

$$Tg(\text{livianos}) = 0,20 * TPDA(\text{livianos})$$

$$Tg(\text{livianos}) = 0,20 * 224$$

$$Tg(\text{livianos}) = 45 \text{ veh}$$

$$Tg(\text{buses}) = 0,20 * TPDA(\text{buses})$$

$$Tg(\text{buses}) = 0,20 * 5$$

$$Tg(\text{buses}) = 1 \text{ veh}$$

$$Tg(\text{camiones}) = 0,20 * TPDA(\text{camiones})$$

$$Tg(\text{camiones}) = 0,20 * 11$$

$$Tg(\text{camiones}) = 2 \text{ veh}$$

2.2.6.4. Tráfico Atraído

El tráfico atraído se calculó mediante la siguiente fórmula que nos indica la normativa ecuatoriana.

$$T \text{ atraído} = 0,10 * TPDA \quad \text{Ec. 2.13}$$

$$T \text{ atraído}(\text{livianos}) = 0,10 * TPDA(\text{livianos})$$

$$T \text{ atraído}(\text{livianos}) = 0,10 * 224$$

$$T \text{ atraído}(\text{livianos}) = 22 \text{ veh}$$

$$T \text{ atraído}(\text{buses}) = 0,10 * TPDA(\text{buses})$$

$$T \text{ atraido(buses)} = 0,10 * 5$$

$$T \text{ atraido(buses)} = 1 \text{ veh}$$

$$T \text{ atraido(camiones)} = 0,10 * TPDA(\text{camiones})$$

$$T \text{ atraido(camiones)} = 0,10 * 11$$

$$T \text{ atraido(camiones)} = 1 \text{ veh}$$

2.2.6.5. Tráfico Desarrollado

El tráfico desarrollado se calculó mediante la siguiente fórmula que nos indica la normativa ecuatoriana.

$$Td = 0,05 * TPDA$$

Ec.
2.14

$$Td(\text{livianos}) = 0,05 * TPDA(\text{livianos})$$

$$Td(\text{livianos}) = 0,05 * 224$$

$$Td(\text{livianos}) = 11 \text{ veh}$$

$$Td(\text{buses}) = 0,05 * TPDA(\text{buses})$$

$$Td(\text{buses}) = 0,05 * 5$$

$$Td(\text{buses}) = 1 \text{ veh}$$

$$Td(\text{camiones}) = 0,05 * TPDA(\text{camiones})$$

$$Td(\text{camiones}) = 0,05 * 11$$

$$Td(\text{camiones}) = 1 \text{ veh}$$

2.2.6.6. Tráfico Actual

El tráfico actual se calculó mediante la siguiente fórmula que nos indica la normativa ecuatoriana.

$$Ta = TPDA + Tg + T \text{ atraido} + Td \quad \text{Ec. 2.15}$$

$$Ta (\text{livianos}) = TPDA + Tg + T \text{ atraido} + Td$$

$$Ta (\text{livianos}) = 224 + 45 + 22 + 11$$

$$Ta (\text{livianos}) = 302 \text{ veh}$$

$$Ta (\text{buses}) = TPDA + Tg + T \text{ atraido} + Td$$

$$Ta (\text{buses}) = 5 + 1 + 1 + 1$$

$$Ta (\text{buses}) = 8 \text{ veh}$$

$$Ta (\text{camiones}) = TPDA + Tg + T \text{ atraido} + Td$$

$$Ta (\text{camiones}) = 11 + 2 + 1 + 1$$

$$Ta (\text{camiones}) = 15 \text{ veh}$$

2.2.6.7. Tráfico Futuro

El tráfico futuro se calculó mediante la siguiente fórmula que nos indica la normativa ecuatoriana.

$$Tf = Ta * (1 + i)^n \quad \text{Ec. 2.16}$$

Siendo:

Ta= Tráfico actual

i= Tasa de crecimiento

n= Años proyectados.[4]

Tabla 24. Tasa de crecimiento.

Tipo de vehículos	Período %			
	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025	2025 - 2030
Livianos	4,47	3,97	3,57	3,25
Buses	2,22	1,97	1,78	1,62
Camiones	2,18	1,94	1,74	1,58

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

$$Tf (\text{livianos}) = Ta * (1 + i(\text{livianos}))^n$$

$$Tf (\text{livianos}) = 302 * (1 + 0,0357)^1$$

$$Tf (\text{livianos}) = 313$$

$$Tf (\text{buses}) = Ta * (1 + i(\text{buses}))^n$$

$$Tf (\text{buses}) = 8 * (1 + 0,0178)^1$$

$$Tf (\text{buses}) = 8$$

$$Tf(\text{camiones}) = Ta * (1 + i(\text{camiones}))^n$$

$$Tf(\text{camiones}) = 15 * (1 + 0,0174)^1$$

$$Tf(\text{camiones}) = 15$$

Tabla 25. Crecimiento anual del tráfico.

Año	Tasa de crecimiento			Tipo de vehículo			Total
	A	B	C	A	B	C	
2021	3,57	1,78	1,74	302	8	15	325
2022	3,57	1,78	1,74	313	8	15	336
2023	3,57	1,78	1,74	324	8	16	348
2024	3,57	1,78	1,74	336	8	16	360
2025	3,25	1,62	1,58	343	9	16	368
2026	3,25	1,62	1,58	354	9	16	379
2027	3,25	1,62	1,58	366	9	16	391
2028	3,25	1,62	1,58	378	9	17	404
2029	3,25	1,62	1,58	390	9	17	416
2030	3,25	1,62	1,58	403	9	17	429
2031	3,25	1,62	1,58	416	9	18	443
2032	3,25	1,62	1,58	429	10	18	457
2033	3,25	1,62	1,58	443	10	18	471
2034	3,25	1,62	1,58	458	10	18	486
2035	3,25	1,62	1,58	473	10	19	502
2036	3,25	1,62	1,58	488	10	19	517
2037	3,25	1,62	1,58	504	10	19	533
2038	3,25	1,62	1,58	520	11	20	551
2039	3,25	1,62	1,58	537	11	20	568
2040	3,25	1,62	1,58	555	11	20	586
2041	3,25	1,62	1,58	573	11	21	605

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Acorde a los cálculos realizados se conoció que para el periodo de diseño de 20 años el tráfico aproximado es 605 vehículos por día.

2.2.7. Diseño Geométrico

El diseño geométrico se realizó por medio del programa Civil 3D en el cual se fue diseñando la vía bajo los parámetros previamente calculados acorde a las normativas y los datos recaudados sobre el uso de la vía. Como parte del diseño geométrico se realizó el diseño horizontal, diseño vertical y el diseño de la sección transversal.

2.2.7.1. Clasificación de la Carretera

Según los cálculos realizados para conocer el tráfico proyectado para el 2041 se conoció que son 605 los vehículos que transitaran por día, por lo tanto, en base a la clasificación de carreteras que establece el MTOP se establece que la carretera es de clase III.

Tabla 26. Clasificación de carreteras.

Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	
Clase de carretera	Tráfico proyectado
R – I o R – II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

2.2.7.2. Velocidad de Diseño

Para determinar la velocidad de diseño se utilizó la tabla expuesta por la normativa ecuatoriana en donde se elige la velocidad de diseño en base a la categoría de la vía y el tipo de terreno.

Cuando el TPDA futuro se encuentra cercano al límite superior de la clase de carretera se utiliza el valor recomendado, caso contrario se utiliza el valor absoluto.

Tabla 27. Velocidad de diseño acorde a la categoría de vía.

Categoría de la vía	TPDA esperado	Velocidad de diseño km/h			
		Permisible en tramos difíciles			
		Relieve montañoso			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.	
		Recom	Abso	Recom	Abso
R-I o R-II	> 8000	90	80	90	80
I	3000 - 8000	80	60	90	60
II	1000 - 8000	70	50	70	50
III	300 - 1000	60	40	60	40
IV	100 - 300	50	25	50	25
V	< 100	40	25	40	25

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

2.2.7.3. Velocidad de Circulación

Para calcular la velocidad de circulación se utilizó la fórmula establecida por la normativa ecuatoriana.

$$V_c = 0,80 * V_d + 6,50 \quad \text{Ec. 2.17}$$

$$V_c = 0,80 * 40 + 6,50$$

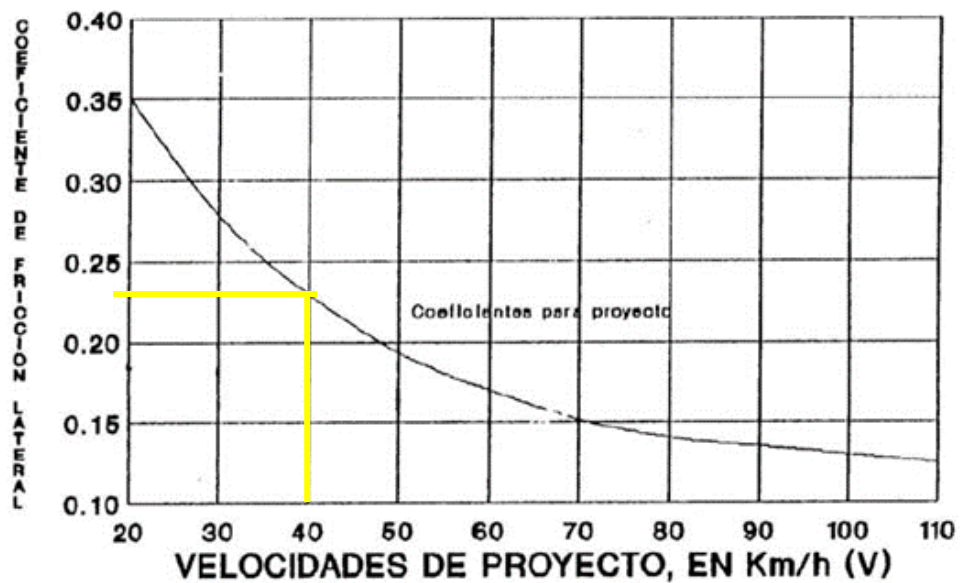
$$V_c = 38,5 \text{ km/h}$$

2.2.7.4. Diseño Horizontal

2.2.7.4.1. Coeficiente de Fricción Lateral

El coeficiente de fricción lateral se utilizó el valor de 0,23 ya que según la gráfica que establece la normativa ecuatoriana este valor es el recomendado para la velocidad de diseño de 40 km/h.

Figura 11. Coeficiente de fricción lateral.



Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

2.2.7.4.2. Radio Mínimo de Curva

Para calcular el radio mínimo de curva se utilizó como peralte de curva el 10% y el coeficiente de fricción lateral el valor de 0,23, en base a estos valores se resolvió la ecuación que establece la normativa ecuatoriana.

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)} \quad \text{Ec. 2.18}$$

Siendo:

V= Velocidad de diseño.

e= Peralte de curva, máx. 10%.

f = Coef. de fricción lateral.

R= Radio mínimo de curva.[4]

$$R = \frac{(40)^2}{127 * (0,10 + 0,23)}$$

$$R = 38 \text{ m}$$

2.2.7.4.3. Distancia de Visibilidad de Parada

Para el cálculo de la distancia de visibilidad de parada se utilizó la ecuación que establece la normativa ecuatoriana, para pavimentos mojados, siendo esta la fórmula que se utiliza en eventos desfavorables para el usuario.

$$f = \frac{1,15}{Vc^{0,3}} \quad \text{Ec. 2.19}$$

$$f = \frac{1,15}{(38,5)^{0,3}}$$

$$f = 0,38$$

$$DVP = 0,7 * Vc + \frac{Vc^2}{254 * f} \quad \text{Ec. 2.20}$$

$$DVP = 0,7 * 38,5 + \frac{(38,5)^2}{254 * 0,38}$$

$$DVP = 42 \text{ m}$$

2.2.7.4.4. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento

$$d_r = 9,54 * V_c - 218$$

Ec.
2.21

Siendo:

V_c = Velocidad promedio de circulación del vehículo que rebasa.

d_r = Distancia de visibilidad.

$$d_r = 9,54 * 38,5 - 218$$

$$d_r = 149 \text{ m}$$

2.2.7.4.5. Pendiente

Acorde a la normativa del MTOP se estableció que el terreno es montañoso en base al valor de la pendiente transversal y la gradiente longitudinal del proyecto.

Tabla 28. Pendiente transversal y gradiente longitudinal por tipo de terreno.

Tipo de terreno	Pendiente transversal	Gradiente longitudinal
Plano	< 5 °	< 3 %
Ondulado	6 ° - 12 °	3 % - 6 %
Montañoso	13 ° - 40 °	6 % - 8 %
Escarpado	> 40 °	> 8 %

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

2.2.7.4.6. Sobreancho

El valor de sobreancho adoptado para el presente proyecto es de 30 cm ya que acorde a la normativa ecuatoriana este valor se opta cuando la velocidad de diseño es menor a 50 km/h.[4]

2.2.7.5. Diseño Vertical

2.2.7.5.1. Gradiente Longitudinal

El valor del gradiente longitudinal máximo es del 9%, esto en base a la tabla establecida por la normativa ecuatoriana en donde se establecen valores de gradiente máxima dependiendo de la clase de carretera y el tipo de terreno.

Tabla 29. Valores de diseño de gradientes maximos.

					Valor recomendable			Valor absoluto		
Clase de carretera					L	O	M	L	O	M
R-Io	R-II	>	8000	TPDA	2	3	4	3	4	6
I	3000	a	8000	TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1000	a	3000	TPDA	3	4	7	4	6	8
III	300	a	1000	TPDA	4	6	7	6	7	9
IV	100	a	300	TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de		100	TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

Tabla 30. Gradiente máxima acorde a longitud máxima.

Gradiente	Longitud máxima
8% - 10%	1000 m
10% - 12%	500 m
12% - 14%	250 m

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

2.2.7.5.2. Curvas Verticales Convexas y Cónicas

Tabla 31. Coeficiente K para curva vertical convexa.

Velocidad de diseño km/h	Distancia de visibilidad para parada - "s" (metros)	Coeficiente $K=(S^2)/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.10	7
60	70	11.50	12
70	90	19.01	19
80	110	28.40	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente. "Normas de diseño geométrico", MTOP (2003).

Tabla 32. Coeficiente K para curva vertical cóncava.

Velocidad de diseño km/h	Distancia de visibilidad para parada - "s" (metros)	Coeficiente $K=(S^2)/122+3,5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.55	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente. "Normas de diseño geométrico", MTOP (2003).

$$L \text{ min} = 0,60 * Vd$$

Ec.
2.22

$$L \text{ min} = 0,60 * 40$$

$$L \text{ min} = 24 \text{ m}$$

2.2.7.6. Secciones Transversales

Calzada

Tabla 33. Anchos de la calzada.

Anchos de la calzada (m)			
Clase de carretera		Recomendable	Absoluto
R-I o R-II	> 8000 TPDA	7,3	7,3
I	3000 - 8000 TPDA	7,3	7,3
II	1000 - 3000 TPDA	7,3	6,5
III	300 - 1000 TPDA	6,7	6,0
IV	100 - 300 TPDA	6,0	6,0
V	< 100 TPDA	4,0	4,0

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

Espaldones

Tabla 34. Anchos de espaldones.

Clase de carretera		Anchos de espaldones (m)					
		Recomendable			Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II	> 8000 TPDA	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	2.0
I	3000 - 8000 TPDA	2.5	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5
II	1000 - 3000 TPDA	2.5	2.5	1.5	2.5	2.0	1.5
III	300 - 1000 TPDA	2.0	1.5	1.0	1.5	1.0	0.5
IV	100 - 300 TPDA	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V	< 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura					

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

2.2.8. Estudio de Suelos

Figura 12. Extracción de muestras de suelo.



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Figura 13. Ensayo de suelos



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Para realizar el estudio de suelo se realizó la extracción de las muestras a cada 500 metros de distancia a lo largo de la vía de estudio con la finalidad de conocer con mayor precisión las características físicas y mecánicas del suelo a tratar.

En el laboratorio se realizó los ensayos de contenido de humedad, granulometría y límites de atterberg para conocer las propiedades físicas y los ensayos de proctor, CBR y ensayo de abrasión para conocer las propiedades mecánicas.

Al conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo se logró identificar el valor de humedad óptima y densidad máxima con la cual se puede realizar una apropiada compactación in situ y así evitar que el suelo se expanda o contraiga de manera desfavorable.

2.2.8.1. Contenido de Humedad

Para realizar el ensayo de contenido de humedad se realizaron los procedimientos establecidos en la norma técnica ecuatoriana que son los siguientes.

- 1) Una vez obtenida la muestra representativa se procedió a colocar en recipientes limpios y secos.
- 2) Una vez colocada la muestra en recipientes se pesaron las muestras más los recipientes y se anotaron los valores del peso en la libreta de campo.
- 3) Posterior a la toma de peso se colocaron las muestras en el horno de secado durante 24 horas.
- 4) Transcurridas las 24 horas se procedió a pesar las muestras más recipientes en la balanza y se tomaron los valores del peso en la libreta de campo. [17]

Tabla 35. Contenido de humedad km 10+500

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 10+500		
N° Recipiente	22	36
Masa suelo humedo + recipiente (gr)	102,6	108,3
Masa suelo seco + recipiente (gr)	72,4	75,3
Masa Recipiente (gr)	24,0	24,8
Masa de agua Ww (gr)	30,2	33,0
Masa suelo seco Ws (gr)	48,38	50,5
Contenido de humedad (W%)	62,42%	65,35%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

2.2.8.2. Gravedad Específica

Para realizar el ensayo de gravedad específica se utilizó una porción de la muestra del suelo tamizado, y se siguieron los siguientes pasos.

- 1) Se peso el picnómetro vacío.
- 2) Se agregó agua destilada al picnómetro hasta la línea de aforo y se introdujo a baño maría para extraer el aire contenido.
- 3) Cuando ya no presento burbujas de aire se secó el picnómetro por afuera y por adentro.
- 4) Se pesó el picnómetro más el agua destilada sin aire.
- 5) Se tomó la temperatura interna del picnómetro.
- 6) Se introdujo a baño maría, después se pesó el picnómetro más el agua y se tomó la temperatura, este proceso se repitió cuatro veces para calibrar el picnómetro.
- 7) Una vez calibrado el picnómetro más agua destilada, se agregó la muestra de suelo y se aforó.
- 8) Se peso el picnómetro más agua destilada y la muestra de suelo, y se tomó la temperatura.
- 9) Se peso un recipiente vacío.
- 10) Se vertió el agua destilada más la muestra de suelo en el recipiente y se lo introdujo al horno durante 24 horas.
- 11) Pasadas las 24 horas se pesó el recipiente más la muestra de suelo. [18]

Tabla 36. Gravedad específica km 10+500.

GRAVEDAD ESPECÍFICA		
KM 10+500		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Corrección	(k)	1,0000
Volumen Del Picnómetro	(ml)	500,0
Peso Del Picnómetro	(g)	152,1
Peso Del Picnómetro+Suelo+Agua	(g)	673,5
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	219,7
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	254,2
Peso De Suelo Seco	(g)	34,5
Masa Picnómetro lleno de agua a temperatura de ensayo (M _{pw,t})	(g)	651,2
GRAVEDAD ESPECÍFICA :		2,83

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

2.2.8.3. Granulometría

Para realizar el ensayo de granulometría se realizaron los siguientes pasos.

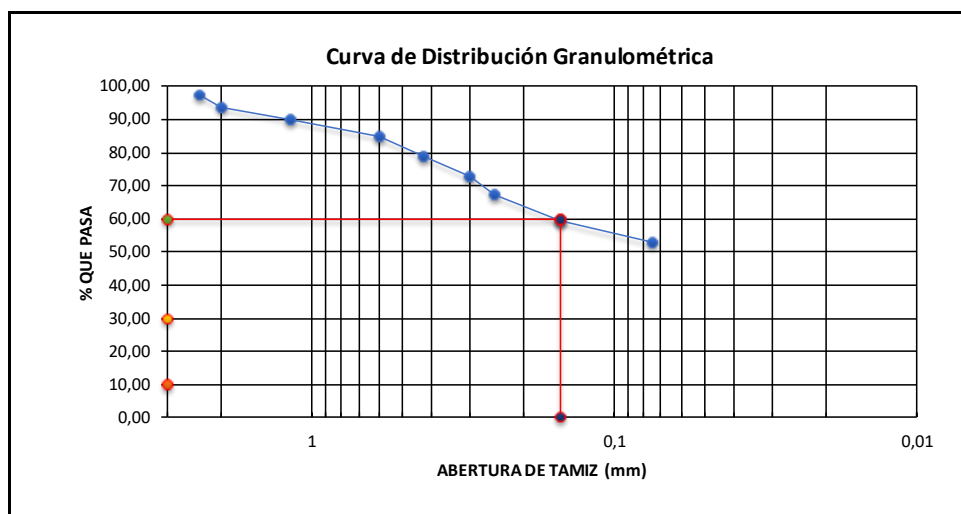
- 1) Se pesó 500 gramos de la muestra seca a utilizar en el ensayo.
- 2) Se colocaron los tamices en el orden correspondiente acorde a la normativa ecuatoriana.
- 3) Se colocó la muestra en el tamiz #8 y se procedió a realizar el tamizado automático.
- 4) Una vez finalizado el tamizado se procedió a pesar la cantidad retenida en cada tamiz. [19]

Tabla 37. Granulometría km 10+500.

GRANULOMETRIA DEL SUELO					
KM 10+500					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	12,1	12,1	2,44	97,56
10	2	19,7	31,8	6,40	93,60
16	1,18	18,3	50,1	10,09	89,91
30	0,6	25,6	75,8	15,24	84,76
40	0,425	30,3	106,1	21,35	78,65
50	0,3	29,2	135,3	27,23	72,77
60	0,25	27,4	162,7	32,74	67,26
100	0,15	38,1	200,8	40,41	59,59
200	0,075	32,9	233,7	47,03	52,97
FUENTE		263,2	496,9	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado		0,62%		Error Permitido	1,00%
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	0	47,03	52,97		

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Figura 14. Granulometría km 10+500.



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

2.2.8.4. Límite Líquido

Para realizar el ensayo de límite líquido se realizaron los siguientes pasos.

- 1) Se tomo 250 gramos del material de suelo que paso por el tamiz No. 40 y se mezcló con agua destilada hasta obtener una mezcla homogénea.
- 2) Se colocó la mezcla sobre la copa de casagrande y se extendió con la espátula hasta nivelar la superficie.
- 3) Se realizo una división con el acanalador, perpendicular a la articulación de la copa de casagrande
- 4) Se procedió a girar la copa de casagrande y contar los golpes que se producen hasta que se unan las partes del fondo divididas con el acanalador.
- 5) Se procedió a extraer 10 gramos con la espátula de la parte intermedia de la muestra con el propósito de conocer su contenido de humedad mediante el secado en horno.
- 6) Se repitió cuatro veces desde el paso número 2 al paso número 5 añadiendo una cierta cantidad de agua destilada a la muestra al iniciar un nuevo ensayo. [20]

2.2.8.5. Límite Plástico

Para realizar el ensayo de límite plástico se realizaron los siguientes pasos.

- 1) Al momento de iniciar cada ensayo de límite líquido se extrajo una muestra de 10 gramos y se colocó amasó entre las palmas de la mano.
- 2) Cuando se presentaron mini fisuras se procedió a amasar en la placa de vidrio hasta obtener un rollo de 3 mm de diámetro y el mismo se corte.
- 3) Al finalizar se colocó el rollo cortado en un recipiente con el propósito de conocer su contenido de humedad mediante el secado en horno. [21]

2.2.8.6. Índice de Plasticidad

El índice de plasticidad se calculó mediante la diferencia numérica que existe entre el límite plástico y líquido obtenidos por los ensayos respectivos de cada muestra de suelo.

Tabla 38. Límites de atterberg km 10+500.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 10+500								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	6,3	5,2	6,7	6,6	6,2	6,5	6,6	6,2
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	21,5	19,4	22,9	21,5	20,6	22,4	20,3	22,6
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	16,2	14,4	17,7	16,7	16,3	17,6	16,6	18,1
PESO AGUA (W_w) (gr)	5,3	5,0	5,2	4,8	4,3	4,8	3,7	4,5
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	9,9	9,2	11,0	10,1	10,1	11,1	10,0	11,9
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	53,5	54,3	47,3	47,5	42,6	43,2	37,0	37,8
PROMEDIO $W\%$	53,9		47,4		42,9		37,4	
NÚMERO DE GOLPES	6		17		25		37	
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	42,30							

L.L. CASAGRANDE

El gráfico muestra una línea de tendencia descendente que relaciona el porcentaje de humedad con el número de golpes en una escala logarítmica. La ecuación de la línea es $y = -8,762\ln(x) + 70,506$.

LÍMITE PLÁSTICO					
KM 10+500					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	5,1	5,9	5,2	5,1	5,2
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	6,9	7,3	7,5	6,8	6,7
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	6,4	7,0	7,0	6,4	6,4
PESO AGUA (W_w) (gr)	0,5	0,3	0,5	0,4	0,3
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	1,3	1,1	1,8	1,3	1,2
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	38,5	32,1	28,5	33,9	28,2
PROMEDIO $W\%$	32,22				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	42,30				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	32,22				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	10,08				
SUELO (SUCS)	CL				
AASHTO	A-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

2.2.8.7. Proctor Modificado

El ensayo de proctor se lo realizo acorde a la normativa establecida con los siguientes procedimientos.

- 1) Se peso 6000 gramos de la muestra de suelo previamente tamizada por el tamiz número 4.
- 2) Se pesaron los materiales que se utilizaron como es el caso del molde, collarín y retorta.
- 3) A la muestra de suelo se le agrego cierta cantidad de agua inicial.
- 4) Se mezcló la muestra más agua hasta que quedó de manera uniforme.
- 5) Se dividió la muestra en cinco partes iguales y se las fue agregando al molde por capas, entre cada capa se generaron 56 golpes.
- 6) Una vez concluido con todas las capas y golpes se procedió a pesar el molde más el suelo compactado retirando el collarín y el suelo que se encuentra en él.
- 7) Se tomó muestras representativas del suelo compactado y se las introdujo en el horno durante 24 horas para conocer el contenido de humedad.
- 8) A la muestra para el otro ensayo se le agregó la cantidad de agua anterior más la cantidad inicial de agua agregada, y se repitió desde el paso número 4 hasta el paso número 7 durante tres veces.

Tabla 39. Proctor modificado km 10+500.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 10+500								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13329	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2195,65	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	15354	16094	16183	15512				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2025	2765	2854	2183				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	0,922	1,259	1,300	0,994				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	30,5	30,4	24,8	31,8	24,0	30,9	26,4	30,5
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	92,1	83,5	95,4	102,4	97,3	104,6	99,4	109,2
Rec+suelo seco W _s + W _m	78,3	70,8	76,5	83,1	74,3	82,1	74,5	82,8
Peso sólidos W _s	47,8	40,4	51,7	51,3	50,3	51,2	48,1	52,3
Peso del agua W _w	13,8	12,7	18,9	19,3	23,0	22,5	24,9	26,4
Cont. Humedad $\omega\%$	28,9	31,4	36,6	37,6	45,7	43,9	51,8	50,5
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	30,16		37,09		44,83		51,14	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,709		0,919		0,897		0,658	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
DENSIDAD MÁXIMA	0,95							
HUMEDAD ÓPTIMA	40,3							

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

2.2.8.8. CBR

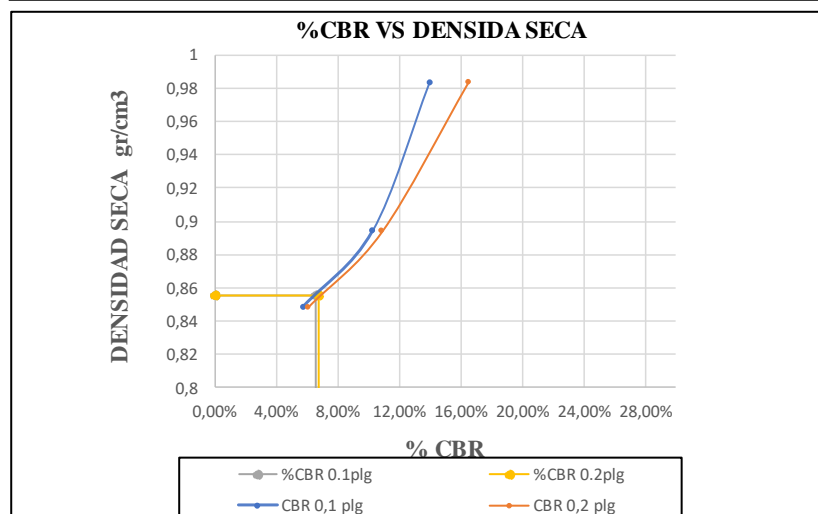
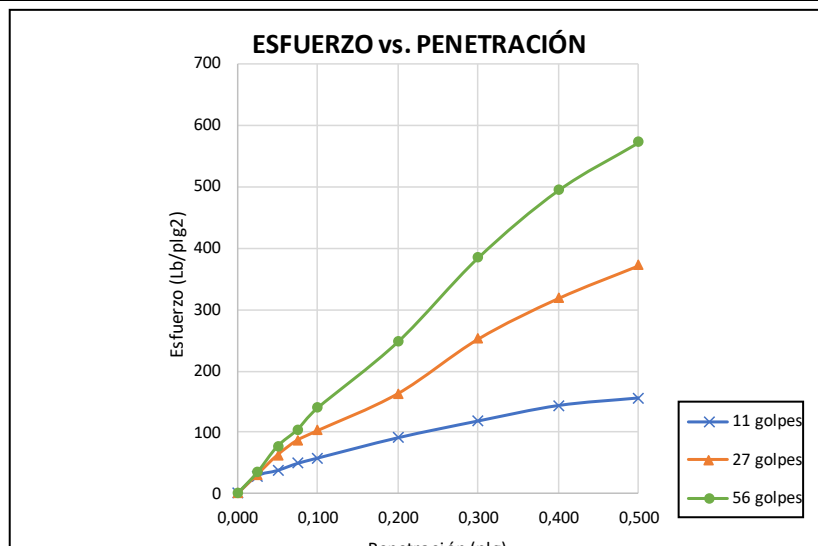
El ensayo de CBR se lo realizó en base al contenido de humedad optimo determinado para cada muestra en el ensayo de proctor modificado, con ello se realizó el siguiente procedimiento.

- 1) Se peso 6000 gramos de la muestra de suelo previamente tamizada por el tamiz número 4.
- 2) Se pesaron los materiales que se utilizaron como es el caso del molde, collarín y retorta.
- 3) A la muestra de suelo se le agrego la cantidad de agua acorde al contenido de humedad optimo.
- 4) Se mezcló la muestra más agua hasta que quedó de manera uniforme.
- 5) Se dividió la muestra en cinco partes iguales y se las fue agregando al molde por capas, entre cada capa se generaron 56 golpes.
- 6) Una vez concluido con todas las capas y golpes se procedió a pesar el molde más el suelo compactado retirando el collarín y el suelo que se encuentra en él.
- 7) Después de pesar se procedió a colocar la sobrecarga de acero y se sumergió el suelo compactado con el molde en la cámara húmeda durante 4 días, durante este periodo de tiempo se tomó la deformación existente que ocurre por el esponjamiento.
- 8) Se tomó muestras representativas del suelo compactado y se las introdujo en el horno durante 24 horas para conocer el contenido de humedad.
- 9) Al transcurrir los 4 días se retiró del agua y se dejó escurrir durante 30 minutos y se procedió a realizar la compresión simple digital.
- 10) Para conocer el comportamiento a diferentes cargas la normativa establece que se debe repetir desde el paso número 1 hasta el paso número 9, para ello se cambiaron las cantidades de golpes entre capas siendo de 27 y 11 los golpes en sus respectivas muestras. [22]

Tabla 40. CBR km 10+500.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 10+500						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,2	Diámetro	15,1	Diámetro	15,1
	Altura	12,7	Altura	12,8	Altura	12,85
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10332		10712		11303	
Masa Molde (gr)	7521		7835		8194	
Masa muestra húmeda (gr)	2811		2877		3109	
Volumen muestra (cm3)	2297,17		2295,18		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,224		1,253		1,346	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	30,1	28,0	22,6	27,9	32,8	31,1
Masa suelo hum+recip. (gr)	179,4	174,2	189,6	185,8	176,3	195,2
Masa suelo seco+recip. (gr)	133,1	129,9	142,7	139,6	137,3	151,5
Masa de agua (gr)	46,3	44,3	46,9	46,2	39	43,7
Masa suelo seco (gr)	103	101,9	120,1	111,7	104,5	120,4
Contenido de humedad W%	44,95%	43,47%	39,05%	41,36%	37,32%	36,30%
Promedio W%	44,21%		40,21%		36,81%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,849		0,894		0,984	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10486		10930		11438	
Masa Molde (gr)	7521		7835		8194	
Masa muestra húmeda (gr)	2965		3095		3244	
Volumen muestra (cm3)	2297,17		2295,18		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,291		1,348		1,404	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	29,7	30,1	31,1	29,9	32,8	31,8
Masa suelo hum+recip. (gr)	191,4	189,5	172,8	191,6	199,5	186,3
Masa suelo seco+recip. (gr)	140,6	139,1	131,5	143,2	153,3	144,5
Masa de agua (gr)	50,8	50,4	41,3	48,4	46,2	41,8
Masa suelo seco (gr)	110,9	109	100,4	113,3	120,5	112,7
Contenido de humedad W%	45,81%	46,24%	41,14%	42,72%	38,34%	37,09%
Promedio W%	46,02%		41,93%		37,71%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	87,1	29,03	94,4	31,47	104,6	34,87
0,050	113,5	37,83	189,3	63,10	231,5	77,17
0,075	147,8	49,27	262,6	87,53	313,3	104,43
0,100	173,7	57,90	308,9	102,97	418,9	139,63
0,200	272,5	90,83	489,1	163,03	741,4	247,13
0,300	354,1	118,03	755,3	251,77	1152,1	384,03
0,400	429,3	143,10	953,7	317,90	1481,5	493,83
0,500	466,1	155,37	1113,5	371,17	1715,3	571,77

N° MOLDE	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	57,90	5,79%	0,849	90,83	6,06%	0,849
B	102,97	10,30%	0,894	163,03	10,87%	0,894
C	139,63	13,96%	0,984	247,13	16,48%	0,984
Densidad Seca Máxima		0,95				
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,86	14,0%	16,5%	16,5%	



CBR 6,70%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

2.2.8.9. Ensayo de Abrasión

Para el ensayo de abrasión se realizó el tamizaje de cada muestra dando como resultado que todas las muestras pasan por el tamiz número 4 quedando 0% retenido por este tamiz. Debido a este resultado y acorde a la normativa ASTM C 131, no se pudo realizar el ensayo ya que el suelo no contiene áridos gruesos.[13]

2.2.9. Diseño Hidráulico de Obras de Arte

La metodología por utilizar para el diseño hidráulico de las obras de arte se realiza con el propósito de evitar la acumulación del agua en la vía la misma que provoca dificultades en el tránsito y también el desgaste de la capa de rodadura.

Para evitar la acumulación del agua en la vía se debe construir drenajes a los lados de la vía, los mismos que tendrán canalización mediante tubería con dirección a ríos aledaños o zonas de descarga autorizada.

2.2.9.1. Diseño de Cunetas

El diseño para emplear para el diseño de cunetas es en forma triangular y las ecuaciones en las se ha basado el diseño de cunetas son las de Manning y de continuidad.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. 2.23}$$

Siendo:

V= Velocidad en m/s.

A= Área de sección en m.

n= Coef. de rugosidad.

R= Radio hidráulico en m.

S= Pendiente en %.

P= Perímetro mojado en m.

Área mojada

$$A = \frac{b * h}{2} \quad \text{Ec. 2.24}$$

$$A = \frac{0,90 * 0,30}{2}$$

$$A = 0,14 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado

$$P = 0,3 + \sqrt{0,90^2 + 0,30^2} \quad \text{Ec. 2.25}$$

$$P = 0,3 + 0,95$$

$$P = 1,25 \text{ m}$$

Radio hidráulico

$$R = \frac{A}{P} \quad \text{Ec. 2.26}$$

$$R = \frac{0,14}{1,25}$$

$$R = 0,11 \text{ m}$$

El valor de la pendiente se asumió que se efectúa en las peores condiciones siendo este valor de 9%.

Flujo del manning

$$V = \frac{1}{0,0016} * 0,11^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 14,35 * 0,9^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 4,31 \text{ m/s}$$

Caudal admisible

$$Q = A * V$$

Ec.
2.27

$$Q = 0,14 * 14,35 * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 1,94 * 0,9^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0,58 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal por desalojar

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Ec.
2.28

Siendo:

Q= Caudal en m³/s.

C= Coef. de escurrimiento.

I= Intensidad de precipitación en mm/h.

A= Área de drenaje.

Tabla 41. Coeficiente de escorrentía.

Topografía	Coef. de escorrentía.
Plana con pendiente 0,2 - 0,6 m/km	0,3
Moderada con pendiente 0,3 - 0,4 m/km	0,2
Colinas con pendientes 3,0 - 5,0 m/km	0,1
Tipo de suelo	Coef. de escorrentía.
Arcilla compactada	0,1
Combinacion de limo y arcilla	0,2
Suelo limo arenoso	0,4
Capa vegetal	Coef. de escorrentía.
Terrenos cultivados	0,1
Bosques	0,2

Fuente. “Normas de diseño geométrico”, MTOP (2003).

$$C = 1 - \Sigma C' \quad \text{Ec. 2.29}$$

$$C = 1 - (0,2 + 0,2 + 0,1)$$

$$C = 0,5$$

Acorde al INAMHI la fórmula para calcular la intensidad de lluvia es la siguiente.

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * Pmax}{tc^{0,58}} \quad \text{Ec. 2.30}$$

Siendo:

I= Intensidad

T= Periodo de retorno

Pmax= Precipitación máxima acorde al INAMHI

tc= Tiempo de duración de la lluvia

Según el INAMHI la precipitación máxima en el sector de Pangua es de 252,8 mm ocurrido en 2013.

Tiempo de concentración

$$tc = 0,0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad \text{Ec. 2.31}$$

$$H = L * S \quad \text{Ec. 2.32}$$

Siendo:

Tc= Tiempo de concentración en minutos

H= Desnivel de la cuenca en m

L= Longitud del área de drenaje en m

S= Pendiente en %

$$tc = 0,0195 \left(\frac{1420^3}{1420 * 0,09} \right)^{0,385}$$

$$tc = 13,18 \text{ min}$$

Intensidad de lluvia

$$I = \frac{4,14 * 25^{0,18} * 252,8}{13,18^{0,58}}$$

$$I = 418,65 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Área de drenaje

$$A = (\text{Ancho de calzada} + \text{cuneta}) * L \quad \text{Ec. 2.33}$$

$$A = (3 \text{ m} + 1 \text{ m}) * 1420 \text{ m}$$

$$A = 5680 \text{ m}^2$$

Caudal máximo

$$Q = \frac{0,5 * 418,65 * 5680}{360}$$

$$Q = 0,33 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.2.10. Diseño de Pavimentos

El diseño del pavimento se realizó con la información obtenida de los vehículos que transitan y el periodo de diseño de la obra, al conocer estos datos se determinó mediante cálculos el espesor de la capa base, subbase y la capa de rodadura acorde al método AASHTO 93.

2.2.10.1. Factor de Daño

De acuerdo con la normativa AASHTO 93 el factor de daño depende del tipo de vehículo y de la carga que ejerce hacia el suelo, por lo tanto, el factor de daño que se utilizó para el diseño del pavimento es de 0,57.

Tabla 42. Factor de daño.

Tipo	Simple		Simple Doble		Factor de daño
	tons	$\left(\frac{P}{6.6}\right)^4$	tons	$\left(\frac{P}{8.2}\right)^4$	
BUS	4	0,14	8	0,91	1,05
2D	3	0,04		0	0,04
2DA	3	0,04	7	0,53	0,57
2DB	7	1,27	11	3,24	4,51
3A	7	1,27		0	1,27
V3A	7	1,27		0	1,27

Fuente. “Diseño de pavimentos”, AASHTO (1993).

2.2.10.2. Factor de Distribución

El factor de distribución se determinó que es 1 de acuerdo con el número de carriles que va a tener la vía en cada dirección.

Tabla 43. Factor de distribución por carril.

Número de carriles en cada dirección	LD
1	1,00
2	0,80 - 1,00
3	0,60 - 0,80
4	0,50 - 0,75

Fuente. “Diseño de pavimentos”, AASHTO (1993).

2.2.10.3. Número de ejes equivalentes W18

Tabla 44. W18 acumulado.

Año	Índice de crecimiento			TPDA FUTURO				W18	W18 Acumulado	W18 por sentido
	Livianos	Buses	Pesados	Livianos	Buses	Pesados	TPDA total			
2021	3,97	1,97	1,94	302	8	15	325	6186,75	6186,75	3093,38
2022	3,57	1,78	1,74	313	8	15	336	6186,75	12373,50	6186,75
2023	3,57	1,78	1,74	324	8	16	348	6394,80	18768,30	9384,15
2024	3,57	1,78	1,74	336	8	16	360	6394,80	25163,10	12581,55
2025	3,57	1,78	1,74	347	9	16	372	6778,05	31941,15	15970,58
2026	3,57	1,78	1,74	360	9	16	385	6778,05	38719,20	19359,60
2027	3,25	1,62	1,58	366	9	16	391	6778,05	45497,25	22748,63
2028	3,25	1,62	1,58	378	9	17	404	6986,10	52483,35	26241,68
2029	3,25	1,62	1,58	390	9	17	416	6986,10	59469,45	29734,73
2030	3,25	1,62	1,58	403	9	17	429	6986,10	66455,55	33227,78
2031	3,25	1,62	1,58	416	9	18	443	7194,15	73649,70	36824,85
2032	3,25	1,62	1,58	429	10	18	457	7577,40	81227,10	40613,55
2033	3,25	1,62	1,58	443	10	18	471	7577,40	88804,50	44402,25
2034	3,25	1,62	1,58	458	10	18	486	7577,40	96381,90	48190,95
2035	3,25	1,62	1,58	473	10	19	502	7785,45	104167,35	52083,68
2036	3,25	1,62	1,58	488	10	19	517	7785,45	111952,80	55976,40
2037	3,25	1,62	1,58	504	10	19	533	7785,45	119738,25	59869,13
2038	3,25	1,62	1,58	520	11	20	551	8376,75	128115,00	64057,50
2039	3,25	1,62	1,58	537	11	20	568	8376,75	136491,75	68245,88
2040	3,25	1,62	1,58	555	11	20	586	8376,75	144868,50	72434,25
2041	3,25	1,62	1,58	573	11	21	605	8584,80	153453,30	76726,65

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

2.2.10.4. Confiabilidad

La confiabilidad se la determino en base al tipo de camino, por tratarse de un camino de tipo colectora en zona rural el valor de confiabilidad que se estableció es de 85%.

Tabla 45. Confiabilidad por tipo de camino.

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales	85 - 99-9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 99
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente. “Diseño de pavimentos”, AASHTO (1993).

2.2.10.5. Desviación Estándar Zr

La desviación estándar se determinó por medio del valor de confiabilidad previamente elegido, por tratarse de la confiabilidad del 85% el valor de Zr fue de -1,037.

Tabla 46. Desviación estándar normal Zr.

Confiabilidad	Desviación normal estándar Zr
50	0,000
60	0,253
70	0,524
75	0,674
80	0,841
85	1,037
90	1,282
91	1,340
92	1,405
93	1,476
94	1,555
95	1,645
96	1,751
97	1,881
98	2,054
99	2,327
99,9	3,090
99,99	3,750

Fuente. “Diseño de pavimentos”, AASHTO (1993).

2.2.10.6. Desviación Estándar Global So

La desviación estándar global se determinó bajo el criterio de que a futuro la vía diseñada tenga variaciones en el comportamiento del pavimento flexible al igual que el tráfico calculado, por tal motivo se eligió el valor de 0,45.

Tabla 47. Desviación estándar global So.

Condición de diseño	Desviación estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0,25
Variación total en la predicción en el comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0,35 - 0,50 Se recomienda usar 0,45

Fuente. “Diseño de pavimentos”, AASHTO (1993).

2.2.10.7. Índice de Serviciabilidad

Para el cálculo del índice de serviciabilidad se utilizó la fórmula establecida por la normativa AASHTO 93.

$$\Delta\text{PSI} = \text{PSI inicial} - \text{PSI final} \quad \text{Ec. 2.34}$$

Siendo:

ΔPSI = Diferencia del índice de serviciabilidad.

PSI inicial = Es el valor que se le otorga al pavimento recién construido.

PSI final = Es el valor que se le otorga al pavimento al finalizar su periodo de diseño.[15]

$$\Delta\text{PSI} = 4,3 - 2,0$$

$$\Delta\text{PSI} = 2,3$$

Acorde a la normativa AASHTO el valor de índice de serviciabilidad de 2,3 es considerado como regular.

2.2.10.8. Módulo de Resiliencia

Para determinar el módulo de resiliencia se utilizó el valor del CBR de diseño que acorde al percentil 75 el valor del CBR es de 6,72.

$$Mr = 1500 * CBR \quad \text{Ec. 2.35}$$

$$Mr = 1500 * 6,72$$

$$Mr = 10080 \text{ psi}$$

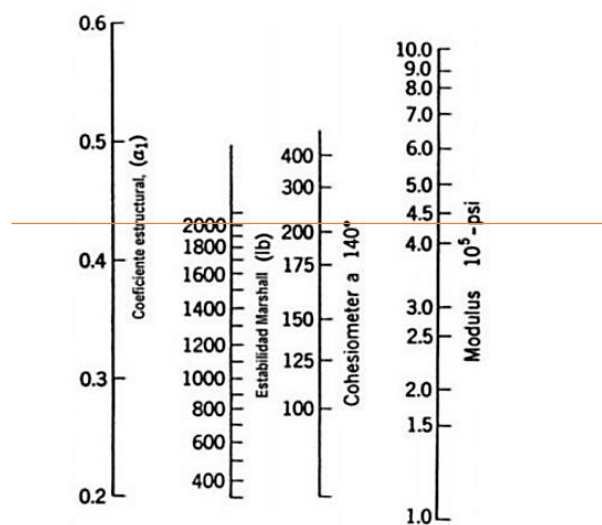
$$Mr = 10,08 \text{ Ksi}$$

2.2.10.9. Coeficientes Estructurales

2.2.10.9.1. Coeficiente a1

Para determinar el coeficiente a1 se basó en el nomograma que presenta la normativa AASHTO 93 en la cual acorde a la estabilidad marshall del pavimento que se estima de 2000 lb el valor del coeficiente estructural de la carpeta asfáltica a1 es de 0,43 y el módulo de resiliencia es de 425 Ksi.

Figura 15. Nomograma de coeficiente estructural de la carpeta asfáltica.



Fuente. "Diseño de pavimentos", AASHTO (1993).

2.2.10.9.2. Coeficiente a2

Para determinar el coeficiente a2 se basó en el nomograma que presenta la normativa AASHTO 93 en la cual acorde al CBR para la base granular es de 80%, por lo tanto, el valor del coeficiente estructural de la base granular a2 es de 0,13 y el módulo de resiliencia es de 28,75 Ksi.

Figura 16. Nomograma de coeficiente estructural de la base granular.



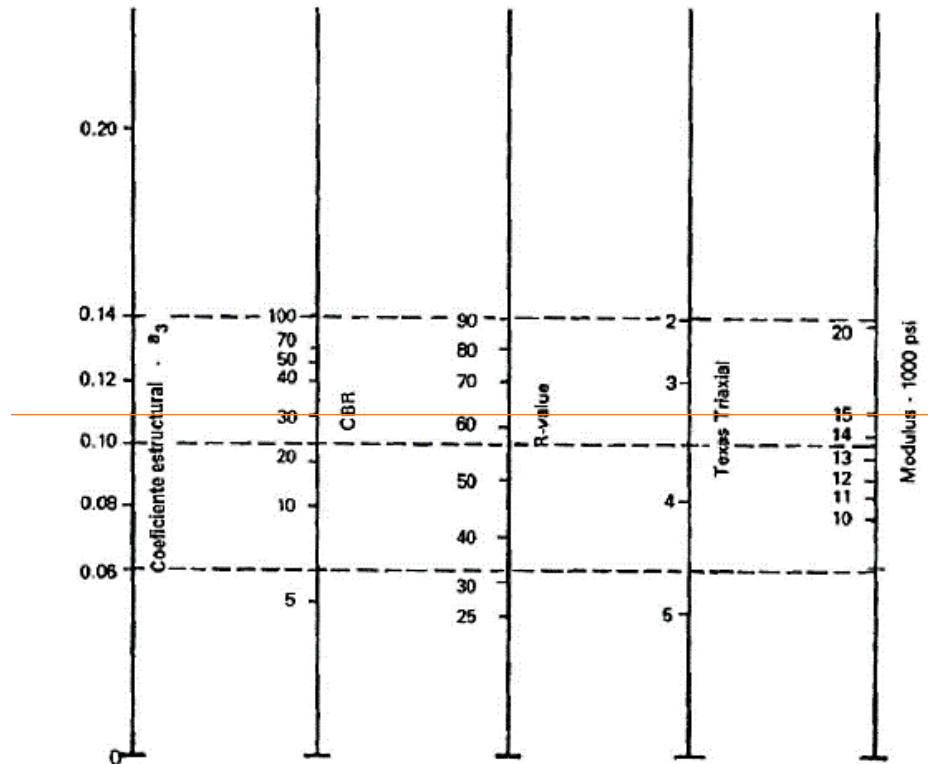
Fuente. "Diseño de pavimentos", AASHTO (1993).

2.2.10.9.3. Coeficiente a3

Para determinar el coeficiente a3 se basó en el nomograma que presenta la normativa AASHTO 93 en la cual acorde al CBR para la subbase granular es de 30%, por lo

tanto, el valor del coeficiente estructural de la subbase granular a_3 es de 0,11 y el módulo de resiliencia es de 14,9 Ksi.

Figura 17. Nomograma de coeficiente estructural de la subbase granular.



Fuente. “Diseño de pavimentos”, AASHTO (1993).

2.2.10.9.4. Coeficiente de Drenaje

El coeficiente de drenaje que se utilizó en los cálculos en base a la normativa AASHTO 93 se establecen valores que se basan en la calidad del drenaje que en el presente proyecto es regular y el tiempo que se encontrará la estructura pavimentada en contacto con las precipitaciones que en el proyecto es más del 25 % por lo tanto se considera que el coeficiente es de 0,80.[15]

2.2.10.10. Número Estructural

El número estructural SN determinado en base a las características propias del proyecto y los coeficientes dictados por la normativa AASHTO 93 es de 1,91.

2.2.11. Presupuesto Referencial de Obra

El presupuesto referencial de obra se creó mediante el conocimiento de las cantidades a ejecutarse en el proyecto de ampliación de la vía, para realizar el costo de cada rubro se debe realizar la investigación de los costos y rendimientos que tienen los materiales, maquinarias y personal necesario para realizar el proyecto.

2.2.11.1. Especificaciones Técnicas

Rubro 1.- Desbroce y limpieza

Los trabajos que se realizaran en el presente rubro son de limpieza del terreno con la finalidad de tener amplitud de visión y comodidad para realizar los diferentes trabajos en campo.

El trabajo se lo realizara en dos etapas, la limpieza que se presente de forma manual se la realizara por medio del personal de trabajo y el desbroce y limpieza que sea de manera dificultosa se la realizara con retroexcavadora.

Unidad de medición será en Ha.

Rubro 2.- Replanteo y nivelación.

Los trabajos por ejecutarse en el presente rubro se basan en la geolocalización del proyecto mediante la colocación de los ejes de la vía en base a los planos previamente aprobados. Como parte del producto entregado constará la colocación de estacas, mojones y puntos de referencia.

El contratista se verá obligado a presentar: el libro de topografía para justificar el trabajo realizado, el certificado de calibración del equipo topográfico que garantizará que el error máximo sea de +- 1 milímetro.

El contratista será responsable del cuidado de las referencias ubicadas en el terreno y la información actualizada hasta que la fiscalización lo viera necesario.

Unidad de medición será en Km

Rubro 3.- Desalojo del material de excavación.

Los trabajos por ejecutarse en el presente rubro se basan en el transporte de los escombros resultantes de la excavación del suelo natural del proyecto, desde el sitio de excavación hasta el botadero más cercano previamente autorizado por la fiscalización.

El pago del rubro será establecido acorde a las especificaciones anteriores y el mismo incluirá el transporte total de los materiales resultantes de la excavación ya sea con maquinaria o de manera manual.

Unidad de medición será en m³.

Rubro 4.- Excavación de suelo sin clasificar con maquinaria.

Los trabajos por ejecutarse en el presente rubro se basan en la excavación en suelo sin clasificar que se realizara a lo largo de todo el proyecto, la excavación incluirá todo tipo de material que se encuentre durante el trabajo exceptuando el fango, la excavación máxima será de 3,50 metros de profundidad.

El contratista se verá en la obligación de mantener en buen estado los materiales encontrados en la excavación como es el caso de tuberías, varillas, alcantarillas, etc. En caso de producir daño en los materiales antes mencionados deberá reponerlos siendo estos de igual o mejor calidad al retirado.

Unidad de medición será en m³.

Rubro 5.- Sub-base clase 3.

Los trabajos por ejecutarse en el presente rubro se basan en la construcción de capas de subbase las mismas que estarán compuestas por agregados gruesos tamizados y cribados acorde a lo estipulado en las normativas vigentes del país.

La subbase se la colocará sobre la subrasante que previamente será liberada por fiscalización verificando la verticalidad y horizontalidad, como así también se verá el grado de compactación del suelo preparado para la subbase. Se deberá tomar 3 puntos como mínimo para la toma del grado de compactación a cada 100 metros de la vía.

Unidad de medición será en m³.

Rubro 6.- Base clase.

Los trabajos por ejecutarse en el presente rubro se basan en la colocación en capas de base las mismas que estarán compuestas por la combinación de agregados gruesos y finos previamente tamizados y mezclados.

La base se colocará sobre la capa de subbase previamente liberada y aceptada por la fiscalización verificando la horizontalidad y verticalidad mediante comprobación en campo.

El contratista garantizará que el material a utilizar como base tenga como máximo límite líquido de 25 de la porción que pasa el tamiz número 40, y el índice de plasticidad deberá ser menor de 6. El CBR que presente la base será de mínimo 80%.

Unidad de medición será en m³.

Rubro 7.- Carpeta asfáltica e= 5 cm.

Los trabajos por ejecutarse en el presente rubro se basan en la construcción de la carpeta asfáltica que constituyen agregados de la granulometría especificada, mezclados en caliente en planta y colocados sobre la base previamente aceptada por la fiscalización.

El contratista garantizará que el material para la carpeta asfáltica llegue a obra a la temperatura especificada por la fiscalización y sea colocada en capa de 5 cm como lo especifican los planos.

Unidad de medición será en m².

Rubro 8.- Imprimación asfáltica.

Los trabajos por ejecutarse en el presente rubro se basan en el suministro y colocación de la capa de imprimación compuesto de asfalto diluido de curado medio, como parte del rubro se encuentra la limpieza de la capa inferior previo a la colocación de la imprimación asfáltica y también el vertido de una delgada capa de arena para el secado rápido del mismo.

El contratista garantizara el correcto alineamiento y bombeo de la calzada mediante replanteo topográfico posterior a la imprimación.

Unidad de medición serán en lt.

Rubro 9.- Relleno y compactación de suelo natural.

Los trabajos por ejecutarse en el presente rubro se basan en el relleno y compactación en zonas que se amerite rellenar. Para este rubro se aceptará solo el relleno ejecutado en zonas que sean autorizadas por fiscalización, la misma que se encargará de verificar el grado de compactación para proceder con el pago de los trabajos ejecutados.

Unidad de medición será en m³.

Rubro 10.- Hormigón para cunetas.

Los trabajos por ejecutarse en el presente rubro se basan en la provisión de hormigón de f'c 180 kg/cm² para la construcción de cunetas, el hormigón puede ser mezclado en planta o mezclado en obra, como control de calidad la fiscalización se hará cargo de realizar ensayos de asentamiento y toma de muestras para realizar ensayos de compactación y determinar la resistencia del material.

El contratista será responsable del transporte, vertido y correcto curado del hormigón para posterior a las comprobaciones y autorización de fiscalización se prosiga con el pago de los trabajos realizados.

Unidad de medición será en ml.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y Discusión de los Resultados

3.1.1. Levantamiento Topográfico

Mediante el procedimiento del levantamiento topográfico con estación total se estableció la longitud del proyecto siendo este de 4+000 kilómetros que empieza desde el kilómetro 8+000 y termina en el kilómetro 12+000 perteneciente a la vía que conecta, la comunidad El Limón con la comunidad El Deseo perteneciente al cantón Pangua.

En promedio el ancho de la calzada fue de 4 metros, y la superficie de la calzada comprendida de tierra y material rocoso, en los laterales de la vía la vegetación abundante predomina.

Para el levantamiento topográfico se aplicó una faja topográfica de 50 metros a cada lado en base al eje de la vía, en ciertos tramos que no se logró acceder se la realizó con menor distancia.

3.1.2. Tráfico

3.1.2.1. Tráfico vehicular

Tabla 48. Tráfico vehicular en la hora de máxima demanda del viernes.

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN – EL DESEO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI					
FECHA:	19/11/2021				
DÍA:	5				
RESPONSABLE:	DIEGO ANDRES LLERENA ALTAMIRANO				
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
14:45-15:00	11	1	1	13	
15:00-15:15	12	0	0	12	
15:15-15:30	6	0	0	6	
15:30-15:45	13	0	1	14	45

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Acorde al conteo vehicular en campo se determinó que el día de mayor flujo vehicular es el viernes, entre el siguiente intervalo 14:45 hasta las 15:45. En este rango se contempla el total acumulado de 45 vehículos estando distribuido en 42 vehículos livianos, 1 vehículo tipo bus y 2 vehículos pesados.

3.1.2.2. Tráfico Promedio Diario Anual

Tabla 49. Tráfico promedio diario anual.

TPDA			
Livianos	Buses	Pesados	Total
224 Veh/día	5 Veh/día	11 Veh/día	240 Veh/día

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Acorde al conteo vehicular se procede a determinar que el valor del TPDA actual de la vía de diseño es de 240 veh/día, como factor horario se utilizó el calculado mediante el volumen horario de mayor demanda y el flujo máximo cada 15 minutos dando como resultado un factor de 0.80, y para el factor equivalente se utilizó el 15% debido a que se trata de una zona rural.

3.1.2.3. Tráfico Generado

Tabla 50. Tráfico generado.

Tráfico generado			
Livianos	Buses	Pesados	Total
45 veh	1 veh	2 veh	48 veh

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Para determinar el tráfico generado se procede a multiplicar el TPDA de cada tipo de vehículo por 0.20.

3.1.2.4. Tráfico Atraído

Tabla 51. Tráfico atraído.

Tráfico atraído			
Livianos	Buses	Pesados	Total
22 veh	1 veh	1 veh	24 veh

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Para determinar el tráfico atraído se procede a multiplicar el TPDA de cada tipo de vehículo por 0.10.

3.1.2.5. Tráfico Desarrollado

Tabla 52. Tráfico desarrollado.

Tráfico desarrollado			
Livianos	Buses	Pesados	Total
11 veh	1 veh	1 veh	13 veh

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Para determinar el tráfico desarrollado se procede a multiplicar el TPDA de cada tipo de vehículo por 0.05.

3.1.2.6. Tráfico Actual

Tabla 53. Tráfico actual.

Tráfico actual			
Livianos	Buses	Pesados	Total
302 veh	8 veh	15 veh	325 veh

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Para determinar el tráfico actual se procede realizar la suma de los valores previamente mencionados como es el caso del TPDA, tráfico generado, tráfico atraído y el tráfico desarrollado.

3.1.2.7. Tráfico Futuro

Tabla 54. Tráfico futuro.

Tráfico futuro			
Livianos	Buses	Pesados	Total
573 veh	11 veh	21 veh	605 veh

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Para estimar el tráfico que se generará en la vía de diseño se planteó el periodo de diseño de 20 años dando como resultado un total de **605** vehículos que transitaran en el año 2041.

Tabla 55. Resumen de tráfico.

Detalle	Livianos	Buses	Pesados	Total
TPDA	224 Veh/día	5 Veh/día	11 Veh/día	240 Veh/día
Tráfico generado	45 veh	1 veh	2 veh	48 veh
Tráfico atraído	22 veh	1 veh	1 veh	24 veh
Tráfico desarrollado	11 veh	1 veh	1 veh	13 veh
Tráfico actual	302 veh	8 veh	15 veh	325 veh
Tráfico futuro	573 veh	11 veh	21 veh	605 veh

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

3.1.3. Diseño Geométrico

3.1.3.1. Velocidad de Diseño

Debido al tráfico futuro de 605 vehículos se determinó que la carretera es de clase III acorde a la **Tabla 26** del capítulo 2, por lo tanto, la velocidad de diseño acorde a la **Tabla 27** del capítulo 2 propuesta por la normativa ecuatoriana para terrenos montañosos estipula que para esta clase de carreteras la velocidad de diseño es de 40 km/h.

3.1.3.2. Velocidad de Circulación

Aplicando la ecuación “Ec. 2.17” del capítulo 2, expuesta por la normativa ecuatoriana MTOP se conoce que para un TPDA de 605 vehículos futuros y el valor de la velocidad de diseño de 40 km/h el valor de la velocidad de circulación recomendada es de 38,5 km/h.

3.1.3.3. Diseño Horizontal

3.1.3.3.1. Coeficiente de Fricción Lateral

De acuerdo con la **Figura 11** del capítulo 2, para la velocidad de diseño previamente determinada de 40 km/h se considera, que el coeficiente de fricción lateral es de 0,23.

3.1.3.3.2. Radio Mínimo de Curva

Tabla 56. Radio de curvatura con abscisa.

Abscisa	Radio de curvatura "m"	Abscisa	Radio de curvatura "m"
8+002	110	9+914	50
8+126	110	10+122	70
8+209	110	10+207	110
8+421	110	10+289	70
8+602	110	10+398	50
8+708	50	10+489	50
8+760	110	10+550	40
8+817	50	10+599	40
8+877	70	10+674	50
8+976	70	10+753	40
9+071	110	10+852	40
9+143	40	10+903	40
9+182	38	10+968	50
9+290	110	11+011	40
9+346	50	11+050	40
9+383	40	11+103	50
9+466	40	11+161	50
9+538	45	11+470	50
9+596	40	11+551	40
9+699	50	11+628	50
9+756	50	11+771	60

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

De acuerdo con la ecuación "Ec. 2.18" del capítulo 2, para la velocidad de diseño de 40 km/h y el peralte máximo establecido por la normativa ecuatoriana MTOP del 10%, se determina que el radio mínimo de curvatura para el presente proyecto sea de 38 m, el mismo que se presenta en la abscisa 9+182 cumpliendo el resto de las curvas con el radio de curvatura mínimo.

3.1.3.3.3. Distancia de Visibilidad de Parada

De acuerdo con la velocidad de circulación de 38,5 km/h se determina que la distancia de visibilidad de parada es de 42 m, esto en base a la ecuación “Ec. 2.20” del capítulo 2.

3.1.3.3.4. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento

De acuerdo con la velocidad de circulación de 38,5 km/h se determina que la distancia de visibilidad de rebasamiento es de 149 m, esto en base a la ecuación “Ec. 2.21” del capítulo 2.

3.1.3.3.5. Pendiente

De acuerdo con la **Tabla 28** del capítulo 2, se determinó que para el terreno montañoso del proyecto el valor de la pendiente transversal oscila entre 13° a 40° y la gradiente longitudinal oscila entre 6% a 8%.

3.1.3.3.6. Sobreancho

De acuerdo con lo sugerido por la normativa ecuatoriana MTOP, por tener la velocidad de diseño de 40 km/h el sobreancho a utilizar será de 30 cm.

3.1.3.4. Diseño Vertical

3.1.3.4.1. Gradiente Longitudinal

Tabla 57. Gradiente con longitud máxima.

Abscisa referencial	Gradiente "%"	Longitud m	Longitud máxima "m"
9+820	11,66	119,19	500,00
10+040	14,00	144,20	250,00
10+230	13,91	34,64	250,00
10+720	11,82	129,16	500,00
11+460	11,08	97,18	500,00
11+800	13,95	192,61	250,00

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 58. Gradiente longitudinal con abscisa.

Abscisa referencial	Gradiente %	Longitud m
8+120	1,94	196,00
8+300	7,78	46,66
8+400	3,50	74,02
8+550	7,62	129,21
8+730	8,45	131,61
8+900	2,84	73,71
9+060	7,96	133,63
9+340	2,68	307,28
9+640	2,98	112,44
9+820	11,66	119,19
10+040	14,00	144,20
10+230	13,91	34,64
10+420	-8,63	65,63
10+720	11,82	129,16
10+960	8,49	131,56
11+220	3,00	179,58
11+460	11,08	97,18
11+800	13,95	192,61

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

De acuerdo con la **Tabla 29** del capítulo 2, al ser la carretera del proyecto clase III y por tener terrenos de tipo montañosos el valor máximo de la gradiente longitudinal es de 9%. Cuando los valores superen la gradiente máxima se aceptarán siempre que cumpla la longitud máxima expuesta en la **Tabla 30** del capítulo 3.

3.1.3.4.2. Curvas Verticales Convexas y Cóncavas

Tabla 59. Coeficiente K de curvas verticales.

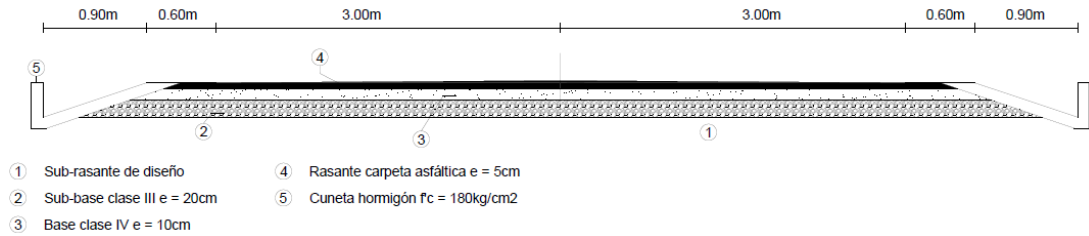
Abcisa referencial	Coeficiente K	Longitud m
8+246	10,443	60,93
8+345	10,598	45,36
8+462	9,879	40,68
8+636	57,299	48,07
8+827	12,870	72,21
8+962	10,000	51,14
9+153	12,000	63,33
9+542	330,286	100,00
9+729	5,762	50,00
9+922	42,746	100,00
10+165	1095,012	100,00
10+322	6,449	145,34
10+561	9,879	202,03
10+840	30,018	100,00
11+072	18,200	100,00
11+351	12,366	100,00
11+590	38,851	185,67

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

De acuerdo con la **Tabla 31** y **Tabla 32** del capítulo 2, al tener la velocidad de diseño de 40 km/h se determina que el coeficiente K mínimo para curvas verticales convexas es de 4, y para curvas verticales cóncavas que se encuentren en la vía de diseño el valor es de 6.

3.1.3.5. Secciones Transversales

Figura 18. Sección transversal.



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Calzada

De acuerdo con la **Tabla 33** del capítulo 2, por tratarse de una carretera clase III y tener el TPDA de diseño de 605 vehículos, se puede conocer que el valor del ancho de la calzada es de 6 metros a lo largo de todo el tramo comprendido desde el km 8+000 al 12+000, es decir de 3 metros para cada carril.

Espaldones

De acuerdo con la **Tabla 34** del capítulo 2, al tratarse de una carretera clase III se puede conocer que el valor mínimo del ancho del espaldón es de 0,50 metros, para lo cual en el presente proyecto se tomó el valor de 0,6 metros.

3.1.4. Estudios de Suelos

Para el presente proyecto técnico se realizó la extracción de 9 muestras, las mismas que se obtuvieron por la realización de calicatas a cada 500 metros de distancia en la vía El Limón – El Deseo.

3.1.4.1. Contenido de Humedad

Tabla 60. Resumen de contenido de humedad del cantón Pangua provincia de Cotopaxi.

RESUMEN DE CONTENIDO DE HUMEDAD		
ABS	MUESTRA 1	MUESTRA 2
8+000	83,76%	86,20%
8+500	79,43%	82,95%
9+000	72,51%	73,66%
9+500	78,37%	73,86%
10+000	68,54%	72,32%
10+500	62,42%	65,35%
11+000	69,90%	62,37%
11+500	70,51%	67,95%
12+000	75,77%	70,06%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

De los ensayos realizados para determinar el contenido de humedad natural se observa que el valor de mayor contenido de humedad fue de 86,20 %, se encuentra en el km 8+000 y el valor de menor contenido de humedad fue de 62,37%, se encuentra en el km 11+000.

3.1.4.2. Gravedad Específica

Tabla 61. Resumen gravedad especifica del cantón Pangua provincia de Cotopaxi.

ABS	Gravedad específica	Tipo de suelo
8+000	2,85	Arcilla
8+500	2,68	Limo
9+000	2,69	Limo
9+500	2,79	Arcilla
10+000	2,83	Arcilla
10+500	2,83	Arcilla
11+000	2,70	Limo
11+500	2,80	Arcilla
12+000	2,73	Arcilla

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

De los ensayos realizados para determinar la gravedad específica del suelo se observa que el valor de mayor gravedad específica es de 2,85, se encuentra en el km 8+000 y el valor de menor gravedad específica es de 2,68, se encuentra en el km 8+500.

3.1.4.3. Granulometría

Tabla 62. Resumen de granulometría del cantón Pangua provincia de Cotopaxi.

ABS	Porcentaje que pasa el tamiz #4	Porcentaje que pasa el tamiz #200	Tipo de suelo
8+000	100,00	54,06	CL
8+500	100,00	52,92	CL
9+000	100,00	54,92	CH
9+500	100,00	53,39	CH
10+000	100,00	52,54	CH
10+500	100,00	52,97	CL
11+000	100,00	54,07	CL
11+500	100,00	53,28	CH
12+000	100,00	50,76	CL

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

De los ensayos realizados para determinar la granulometría del suelo se observa que la muestra que contiene mayor cantidad de arena es de 49,24% y de material fino denominado Limo-Arcilla tiene 54,06% la misma que acorde a la clasificación SUCS se trata de un suelo que contiene arcilla de baja plasticidad y se encuentra en el km 12+000.

La muestra que contiene menor cantidad de arena es de 45,08% y de material fino denominado Limo-Arcilla tiene 54,92% la misma que acorde a la clasificación SUCS se trata de un suelo que contiene arcilla de alta plasticidad y se encuentra en el km 9+000.

En base a todos los ensayos realizados se conoce que desde el km 8+000 hasta el km 12+000 se tiene mayor cantidad de material fino, lo que la clasificación SUCS le determina como suelo arcilloso.

3.1.4.4. Límites de Atterberg

Tabla 63. Resumen de límites de atterberg del cantón Pangua provincia de Cotopaxi.

ABS	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	SUCS	AASHTO
8+000	47,08	31,02	16,07	CL	A-7-5
8+500	47,18	33,09	14,09	CL	A-7-5
9+000	59,52	47,17	12,34	CH	A-7-5
9+500	62,25	51,61	10,64	CH	A-7-5
10+000	50,27	40,11	10,17	CH	A-5
10+500	42,30	32,22	10,08	CL	A-5
11+000	41,00	30,10	10,90	CL	A-7-5
11+500	52,55	40,66	11,90	CH	A-7-5
12+000	45,32	32,02	13,30	CL	A-7-5

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

De los ensayos realizados se puede identificar que el mayor valor de índice de plasticidad es de 16,07 el mismo que corresponde a la muestra de suelo obtenida en el km 8+000, acorde a la clasificación SUCS este suelo es una arcilla de baja plasticidad y acorde a la normativa AASHTO es un suelo arcilloso.

El menor valor de índice de plasticidad es de 10,08 el mismo que corresponde a la muestra de suelo obtenida en el km 10+500, acorde a la clasificación SUCS este suelo es una arcilla de baja plasticidad y acorde a la normativa AASHTO es un suelo limoso.

En base a todas las muestras tomadas desde el km 8+000 hasta el km 12+000 se tiene mayor presencia de suelos arcillosos. Al tener valores altos del índice de plasticidad se entiende que se tendrá mayor compresibilidad del suelo al momento de realizar la compactación de este.

3.1.4.5. Proctor Modificado

Tabla 64. Resumen de proctor modificado del cantón Pangua provincia de Cotopaxi.

ABS	Densidad máxima	Humedad óptima
8+000	0,890	49,0
8+500	0,925	43,0
9+000	0,975	39,5
9+500	1,000	38,0
10+000	0,985	42,0
10+500	0,950	40,3
11+000	0,931	42,5
11+500	0,880	45,5
12+000	0,879	46,8

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

De los ensayos realizados se puede identificar que el mayor valor de densidad máxima fue de 1,000 gr/cm³ con un contenido de humedad óptimo de 38% el mismo que corresponde a la muestra de suelo obtenida en el km 8+000. El menor valor de densidad máxima fue de 0,879 gr/cm³ con un contenido de humedad óptimo de 46,8% el mismo que corresponde a la muestra de suelo obtenida en el km 12+000.

En base a todas las muestras tomadas desde el km 8+000 hasta el km 12+000 se tiene una diferencia de densidad máxima de 0,121 gr/cm³ y la diferencia de contenido de humedad óptima de 11%.

La densidad máxima calculada en laboratorio representa el estado más denso que logra tener el suelo mediante la humedad óptima.

3.1.4.6. CBR

Tabla 65. Resumen de CBR del cantón Pangua provincia de Cotopaxi.

ABS	CBR
8+000	6,40%
8+500	6,60%
9+000	7,20%
9+500	7,60%
10+000	6,80%
10+500	6,70%
11+000	6,94%
11+500	6,70%
12+000	6,90%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

De los ensayos realizados se puede identificar que el mayor valor de densidad seca fue de 1,00 gr/cm³ con un CBR de 7,60 % el mismo que corresponde a la muestra de suelo obtenida en el km 9+500. El menor valor de densidad seca es de 0,88 gr/cm³ con un CBR de 6,70 % el mismo que corresponde a la muestra de suelo obtenida en el km 11+500.

En base a todas las muestras tomadas desde el km 8+000 hasta el km 12+000 se tiene una diferencia máxima de densidad seca de 0,12 gr/cm³. Acorde a los resultados de CBR obtenidos se puede concluir que el suelo es de pobre calidad.

La densidad seca calculada en laboratorio representa a la mayor densidad que puede logra el suelo compactado mediante la humedad óptima.

3.1.4.7. Ensayo de Abrasión

El ensayo de abrasión acorde a la normativa ASTM C 131 no se puede realizar debido a que el material de cada muestra no hubo material retenido en el tamiz número 4 ya que no se presentan ardidos gruesos.

3.1.5. Diseño Hidráulico de Obras de Arte

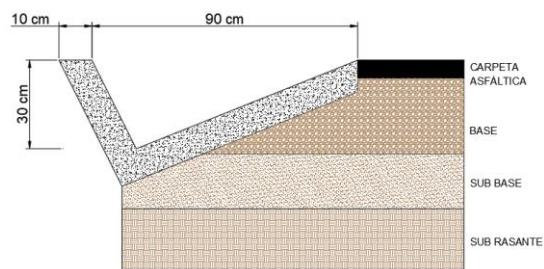
3.1.5.1. Diseño de Cunetas

Tabla 66. Características de las cunetas.

Detalle	Valor
Área	0,14 m ²
Perímetro mojado	1,25 m
Radio hidráulico	0,11 m
Velocidad	4,31 m/s
Caudal	0,58 m ³ /s

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Figura 19. Geometría de las cunetas.



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

El diseño de la cuneta para el presente proyecto se realiza con forma triangular por la facilidad de construcción, las dimensiones que a utilizar son de 30 cm de alto, 90 cm de ancho y 10 cm de espesor. El hormigón por emplearse será de hormigón simple con resistencia a los 28 días de edad de 180 kg/cm².

El caudal admisible es de 0,58 m³/s y el caudal máximo es de 0,33 m³/s, por lo tanto, el área planteada de diseño para la cuneta es adecuada para el caudal de precipitación que se presenta en la zona.

3.1.6. Diseño de Pavimentos

3.1.6.1. Factor de Daño

El factor de daño depende de los tipos de vehículos que transitan por la vía a construirse, por tal motivo se utiliza el factor del vehículo más pesado que transita en la hora de máxima demanda, en base a lo antes mencionado se utiliza el vehículo de tipo 2DA que tiene el factor de daño de 0,57.

3.1.6.2. Factor de Distribución

El factor de distribución depende del número de carriles que tiene la vía en cada sentido, por lo tanto, como la vía a diseñar es de III orden y de 1 carril en cada sentido el factor a utilizar es de 1.

3.1.6.3. Número de ejes equivalentes W18

Tabla 67. Número de ejes equivalentes.

Año	Índice de crecimiento			TPDA FUTURO				W18	W18 Acumulado	W18 por sentido
	Livianos	Buses	Pesados	Livianos	Buses	Pesados	TPDA total			
2021	3,97	1,97	1,94	302	8	15	325	6186,75	6186,75	3093,38
2022	3,57	1,78	1,74	313	8	15	336	6186,75	12373,50	6186,75
2023	3,57	1,78	1,74	324	8	16	348	6394,80	18768,30	9384,15
2024	3,57	1,78	1,74	336	8	16	360	6394,80	25163,10	12581,55
2025	3,57	1,78	1,74	347	9	16	372	6778,05	31941,15	15970,58
2026	3,57	1,78	1,74	360	9	16	385	6778,05	38719,20	19359,60
2027	3,25	1,62	1,58	366	9	16	391	6778,05	45497,25	22748,63
2028	3,25	1,62	1,58	378	9	17	404	6986,10	52483,35	26241,68
2029	3,25	1,62	1,58	390	9	17	416	6986,10	59469,45	29734,73
2030	3,25	1,62	1,58	403	9	17	429	6986,10	66455,55	33227,78
2031	3,25	1,62	1,58	416	9	18	443	7194,15	73649,70	36824,85
2032	3,25	1,62	1,58	429	10	18	457	7577,40	81227,10	40613,55
2033	3,25	1,62	1,58	443	10	18	471	7577,40	88804,50	44402,25
2034	3,25	1,62	1,58	458	10	18	486	7577,40	96381,90	48190,95
2035	3,25	1,62	1,58	473	10	19	502	7785,45	104167,35	52083,68
2036	3,25	1,62	1,58	488	10	19	517	7785,45	111952,80	55976,40
2037	3,25	1,62	1,58	504	10	19	533	7785,45	119738,25	59869,13
2038	3,25	1,62	1,58	520	11	20	551	8376,75	128115,00	64057,50
2039	3,25	1,62	1,58	537	11	20	568	8376,75	136491,75	68245,88
2040	3,25	1,62	1,58	555	11	20	586	8376,75	144868,50	72434,25
2041	3,25	1,62	1,58	573	11	21	605	8584,80	153453,30	76726,65

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

3.1.6.4. Confiabilidad

La confiabilidad se basa en el tipo de camino y a la zona que pertenece, por lo tanto, por tratarse de un camino colector que se encuentra ubicado en la zona rural del cantón La Mana se asume el valor de 85%.

3.1.6.5. Desviación Estándar Z_r

La desviación estándar Z_r se basa en el porcentaje de confiabilidad previamente definida, por lo tanto, para el diseño se utiliza el valor de -1,037.

3.1.6.6. Desviación Estándar Global S_o

La desviación estándar global S_o se basa en las condiciones de diseño, el mismo que depende del análisis a una posible variación en el comportamiento del pavimento y del tráfico, por lo tanto, para el diseño se utiliza el valor de 0,45.

3.1.6.7. Índice de Serviciabilidad

El índice de serviciabilidad al ser un valor que se asume acorde a un análisis de lo que le puede suceder a la vía se ha definido que para el índice inicial se utilice el valor de 4,3 y para el índice al final del periodo de diseño sea de 2,0, por lo tanto, el índice de serviciabilidad es de 2,3.

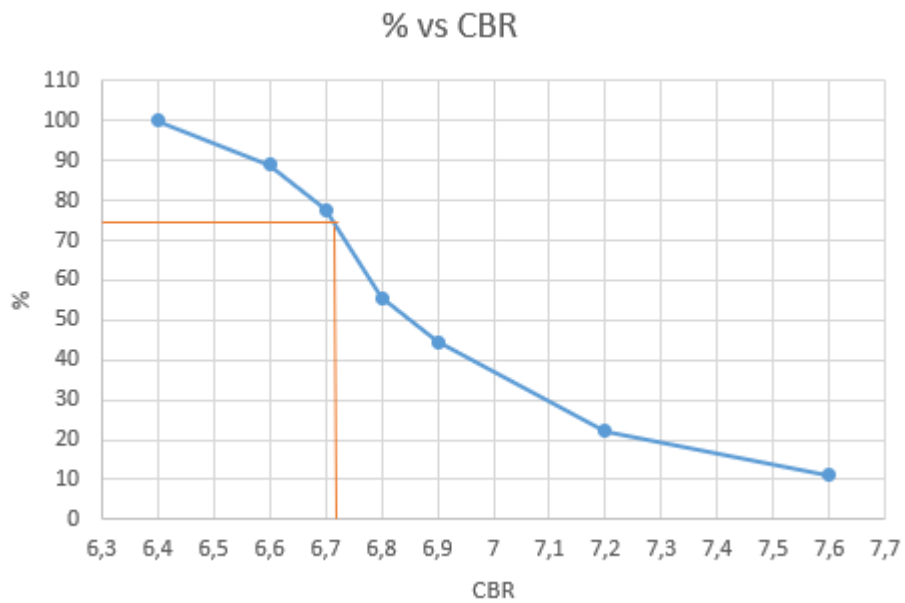
3.1.6.8. Módulo de Resiliencia

Tabla 68. Frecuencia de CBR.

CBR	Frecuencia	>= CBR	%
6,4	1	9	100
6,6	1	8	89
6,7	2	7	78
6,8	1	5	56
6,9	2	4	44
7,2	1	2	22
7,6	1	1	11
	9		

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Figura 20. Gráfica de frecuencia de CBR.



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Para determinar el módulo de resiliencia se determinó que el valor del CBR a utilizar sea de 6,72% al ser el resultado del percentil 75 en base a los ensayos de suelos de todas las muestras analizadas. Por tal motivo acorde a la fórmula sugerida por AASHTO para este tipo de CBR el valor del módulo de resiliencia es de 10.08 ksi.

3.1.6.9. Coeficientes Estructurales

3.1.6.9.1. Coeficiente a1

El coeficiente a1 se basa en el valor de la estabilidad Marshall el cual en el presente proyecto es de 2000 lb, por lo tanto, el valor del coeficiente acorde al nomograma presentado por la AASHTO 93 es de 0,43.

3.1.6.9.2. Coeficiente a2

El coeficiente a2 se basa en el CBR de la base granular que para el presente proyecto es de 80%, por lo tanto, el valor del coeficiente acorde al nomograma presentado por la AASHTO 93 es de 0,13.

3.1.6.9.3. Coeficiente a3

El coeficiente a3 se basa en el CBR de la subbase granular que para el presente proyecto es de 30%, por lo tanto, el valor del coeficiente acorde al nomograma presentado por la AASHTO 93 es de 0,11.

3.1.6.9.4. Coeficiente de Drenaje

El coeficiente de drenaje depende de la calidad de drenaje que tiene el terreno y del tiempo que permanece la vía en contacto con las precipitaciones. Acorde a la normativa AASHTO 93 se establece que el terreno es regular para su drenaje y más del 25% del tiempo el pavimento se verá expuesto a precipitaciones, por lo tanto, el coeficiente de drenaje es de 0,80.

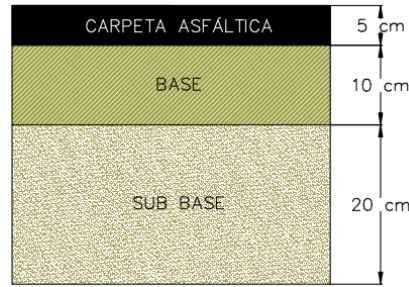
3.1.6.10. Número Estructural

Tabla 69. Diseño del pavimento.

Datos de entrada:			
1. Características de materiales			Datos
A. Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica (ksi)			425
B. Módulo de resiliencia de la base granular (ksi)			28,75
C. Módulo de resiliencia de la sub-base (ksi)			14,90
2. Datos de tráfico y propiedades de la subrasante			
A. Número de ejes equivalentes total (w18)			76727
B. Factor de confiabilidad (r)			0,85
Desviación estándar normal (zr)			-1,037
Desviación estándar global (so)			0,45
C. Módulo de resiliencia de la subrasante (mr, ksi)			10,08
D. Serviciabilidad inicial (pi)			4,30
E. Serviciabilidad final (pt)			2,00
F. Periodo de diseño (años)			20
3. Datos para estructuración del refuerzo			
A. Coeficientes estructurales de capa			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0,43
Base granular (a ₂)			0,13
Subbase (a ₃)			0,11
B. Coeficientes de drenaje de capa			
Base granular (m ₂)			0,80
Subbase (m ₃)			0,80
Datos de salida:			
Número estructural requerido total (sn _{req})			1,91
Número estructural carpeta asfáltica (sn _{ca})			1,24
Número estructural base granular (sn _{bg})			0,40
Número estructural sub base (sn _{sb})			0,27
Estructura del pavimento			
	Teórico	Propuesto	SN
Espesor carpeta asfáltica (cm)	7,32	5,00	0,85
Espesor base granular (cm)	6,13	10,00	0,42
Espesor sub base granular (cm)	4,99	20,00	0,69
Espesor total (cm)		35,00	1,96

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Figura 21. Espesores del pavimento.



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

El número estructural se determina acorde a la normativa AASHTO 93 con la que mediante cálculos matemáticos se establece que el número estructural es de 1,91, por lo tanto, para facilidad constructiva se establecen espesores con números redondeados los mismos que son para la carpeta asfáltica de 5 cm, base granular 10 cm y la subbase granular 20 cm.

3.1.7. Presupuesto Referencial de Obra

Tabla 70. Presupuesto referencial.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO	AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN - EL DESEO ABS 8+000 A 12+000 DEL CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI				
UBICACIÓN	PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI				
ELABORADO	DIEGO ANDRES LLERENA ALTAMIRANO				
PRESUPUESTO					
N°	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Global
1	Desbroce y limpieza	Ha	2,40	\$310,06	\$744,15
2	Replanteo y nivelación	Km	4,00	\$607,39	\$2.429,56
3	Desalojo del material de excavación	m3	92474,19	\$2,51	\$232.282,26
4	Excavación de suelo sin clasificar con maquinaria.	m3	109024,48	\$2,99	\$325.484,91
5	Sub-base clase 3	m3	4800,00	\$15,76	\$75.666,57
6	Base clase IV.	m3	2400,00	\$21,01	\$50.424,48
7	Carpeta asfáltica e=5 cm	m2	24000,00	\$10,43	\$250.308,43
8	Imprimación asfáltica	lt	48000,00	\$0,60	\$28.674,87
9	Relleno y compactación de suelo.	m3	16943,92	\$4,26	\$72.173,79
10	Hormigón para cunetas	ml	25,00	\$14,17	\$354,15
				Subtotal	\$1.037.799,03
				IVA 12%	\$124.535,88
				Total	\$1.162.334,92

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

En base a los estudios realizados se procedió a determinar el presupuesto referencial de la obra la cual comprende a la ampliación de la vía El Limón – El Deseo desde el kilómetro 8+000 hasta el kilómetro 12+000 es de \$1.161.227,72 dólares estadounidense, dando como presupuesto referencial por cada kilómetro de \$290,306.93 dólares estadounidense.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- 1) Se determinó mediante el levantamiento topográfico realizado con estación total por medio de la faja topográfica de 50 metros a cada lado del eje vial que el terreno de estudio es montañoso y está compuesto de una vía existente de 4 metros de ancho.
- 2) Se determinó para el periodo de diseño de 20 años el TPDA es de 605 vehículos que transitarán en los dos sentidos de circulación para el año 2041, siendo esta una vía de clase III.
- 3) De acuerdo con el tipo de vía clase III se determinó la velocidad de diseño de 40 km/h, la velocidad de circulación de 38,5 km/h, el radio mínimo de curvatura de 38 metros, la distancia recomendada de visibilidad de parada de 42 m, la distancia recomendada de visibilidad de rebasamiento de 149 m, el sobreancho es de 30 cm y la pendiente del 8%.
- 4) De los ensayos de suelos realizados, se concluye que mediante el análisis de las propiedades físicas se tienen dos tipos de suelos, siendo arcilloso de baja plasticidad el de mayor presencia y el otro tipo es un suelo limoso de baja plasticidad.
- 5) De acuerdo con los ensayos para el análisis de las propiedades físicas del suelo, se determinó que los valores más críticos son: para el contenido de humedad natural 86.20%, para la gravedad específica 2.85, para la granulometría el suelo con mayor presencia de finos es la abscisa 9+000 y el valor de menor índice de plasticidad de 10.08.

- 6) De los ensayos de suelos realizados, se concluye que mediante el análisis de las propiedades mecánicas se tienen un suelo de pobre calidad dando el valor máximo de CBR de 7,60%.
- 7) La geometría de las cunetas es de forma triangular con 30 cm de alto y 90 cm de ancho, con el espesor de 10 cm y conformado por hormigón simple de 180 kg/cm².
- 8) Se determinó que para el suelo a tratar el CBR de diseño es de 6,72% y el número de ejes equivalentes de 76727, dando como resultado el número estructural requerido de 1,91, por lo tanto, el espesor de la carpeta asfáltica es de 5 cm, base de 10 cm y subbase de 20 cm.
- 9) Del diseño geométrico se determinó que del 100% del corte a realizar el 15.5% se utilizará para relleno en tramos del presente proyecto y el 84.5% será objeto de desalojo.
- 10) Se determinó el presupuesto referencial para la obra de ampliación de la vía El Limón – El Deseo desde el kilómetro 8+000 hasta el kilómetro 12+000 es de \$1.161.227,72 dólares estadounidense, dando como presupuesto referencial por cada kilómetro de \$290,306.93 dólares estadounidense.

4.2. Recomendaciones

- 1) Se recomienda planificar el mantenimiento vial con el propósito de mantener en buenas condiciones la capa de rodadura.
- 2) Se recomienda socializar a los moradores de la zona la alternativa vial.
- 3) Se recomienda comprobar el grado de compactación de la subrasante previo a la conformación de la carpeta asfáltica.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. L. Uribe C., “Propuesta Metodológica Para El Diseño De Intersecciones Urbanas,” vol. 1, 2017.
- [2] Secretaria Nacional De Planificación Y Desarrollo, Plan Nacional Del Buen Vivir. Quito, Ecuador, 2017.
- [3] A. Pastran, “Diseño geométrico vial con pasos a desnivel de la intersección autopista sur carrera 63 Bogotá Colombia,” Semillas Ambientales, 2015.
- [4] MTOP, Normas de diseño geométrico de carreteras. Quito, 2003.
- [5] J. A. Melendo Soler, N. Arbonés Cobos, P. Cancer Pomar, P. Meza Rodríguez, and F. Lampre Vitaller, Manual de técnicas de montaña e interpretación de la naturaleza, Primera Edición. Barcelona: Paidotribo, 2002.
- [6] D. A. Alcántara García, Topografía y sus aplicaciones, Primera. México: EDITORIAL CONTINENTAL, 2014.
- [7] M. A. Rincón, V. Wilson, E. Vargas, V. Carlos, and J. G. Vergara, CONCEPTOS Y APLICACIONES TOPOGRAFÍA. Bogotá, 2017.
- [8] J. Enrique, R. Medina, M. Myriam, and A. Bayas, “Diseño geométrico de la vía que comunica a las comunidades de Alpamalag de Acurios con sigchocalle, perteneciente a los cantones Pujilí y salcedo de la provincia de Cotopaxi,” Ambato, 2021.
- [9] M. Bryan, M. Carabajo, M. Myriam, and A. Bayas, “Diseño geométrico y de la estructura del pavimento de la vía Pinllopata-El Corazón en el tramo 7+900 hasta 11+800 perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi,” Ambato, 2021.
- [10] S. Francisco and F. Alejandra, Política sobre diseño geométrico de caminos y calles. 2011.

- [11] E. Martines and L. Lira, “Análisis y aplicación de las expresiones del contenido de humedad en sólidos,” 2010.
- [12] C. Crespo, Mecánica de suelos y cimentaciones, 5 edición. México: Noriega, 2004.
- [13] American Society of Testing Materials, “ASTM C 131,” United States, 2001.
- [14] A. Saucedo Vidal, “Clasificación y diseños de pavimentos,” México, 2012.
- [15] AASHTO, “Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos,” 1993.
- [16] Cámara Departamental de la Construcción de Cochabamba, Análisis de precios unitarios de referencia para la construcción. Cochabamba, 2010.
- [17] INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 690. Quito.
- [18] INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 856. Quito.
- [19] INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 696. Quito.
- [20] INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 691.
- [21] INEN, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 692. Quito.
- [22] Universidad Nacional de Ingeniería, “California bearing ratio (CBR),” 2006.
- [23] Inocar, de la costa continental e insular del ecuador, 4ta. Edición. Guayaquil, 2005.

- [24] INPC, Guía de bienes culturales del Ecuador: Cotopaxi. Quito: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, 2011.
- [25] INEC, Censo de Población. Quito, 2012.
- [26] GAD Municipalidad Pangua, “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Pangua,” Pangua, 2019.

ANEXOS 1. MATERIALES Y EQUIPOS

Tabla 71. Equipos y materiales.

Estación total	GPS	Computadora
		
Prisma	Flexómetro	Cinta
		
Estacas	Pintura	Balanza
		

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 72. Equipos y materiales.

Horno	Recipientes	Costales
		
Combo	Pala	Espátula
		

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

ANEXOS 2. CONTEO VEHICULAR

Tabla 73. Conteo vehicular día 1.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
CONTEO DE TRÁFICO												
Vía:	VIA PRINCIPAL		Sector:		EL LIMON					Fecha:	15/11/2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	Acumulado por hora	
			2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total				
6:00-6:15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	
6:30-6:45	7	0	0	1	0	0	0	0	1	8		
6:45-7:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17	
7:00-7:15	5	0	0	0	1	0	0	0	1	6	18	
7:15-7:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	19	
7:30-7:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	
7:45-8:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15	
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
8:15-8:30	4	0	1	0	0	0	0	2	3	7	14	
8:30-8:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	18	
8:45-9:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	
9:00-9:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17	
9:15-9:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14	
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
9:45-10:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	
10:00-10:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	
10:15-10:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	
10:30-10:45	2	1	0	0	1	0	0	1	4	12		
10:45-11:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14	
11:00-11:15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	15	
11:15-11:30	5	1	0	0	0	0	0	0	0	6	18	
11:30-11:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	19	
11:45-12:00	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	16	
12:00-12:15	2	2	0	0	0	0	1	0	1	5	18	
12:15-12:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
12:45-13:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	
13:00-13:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	
13:15-13:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	
13:30-13:45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	10	
13:45-14:00	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	11	
14:00-14:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	
14:15-14:30	7	0	0	0	0	0	0	1	1	8	17	
14:30-14:45	2	0	0	0	0	0	0	1	1	3	19	
14:45-15:00	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6	20	
15:00-15:15	11	0	0	0	0	1	0	1	12	29		
15:15-15:30	4	0	0	0	1	0	0	1	5	26		
15:30-15:45	9	0	0	0	0	0	0	0	9	32		
15:45-16:00	3	0	0	0	0	0	0	0	3	29		
16:00-16:15	14	0	0	3	0	0	0	3	17	34		
16:15-16:30	9	1	0	0	0	0	0	0	10	39		
16:30-16:45	3	0	0	0	0	0	0	0	3	33		
16:45-17:00	8	0	0	0	0	0	0	1	9	39		
17:00-17:15	12	0	0	0	0	0	0	0	12	34		
17:15-17:30	6	0	0	0	0	0	0	0	6	30		
17:30-17:45	4	0	0	0	0	0	0	0	4	31		
17:45-18:00	5	0	0	0	0	0	0	0	5	27		

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 74. Conteo vehicular día 2.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
CONTEO DE TRÁFICO												
Vía:	VIA PRINCIPAL		Sector:		EL LIMON					Fecha:	16/11/2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	Acumulado por hora		
			2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total				
6:00-6:15	5	0	0	1	0	0	0	0	1	6		
6:15-6:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6:30-6:45	7	0	0	0	0	0	1	0	1	8		
6:45-7:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17	
7:00-7:15	5	1	0	0	0	0	0	0	0	6	17	
7:15-7:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	19	
7:30-7:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	
7:45-8:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15	
8:00-8:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	
8:15-8:30	1	0	0	0	2	0	0	0	2	3	12	
8:30-8:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	16	
8:45-9:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	
9:00-9:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	
9:15-9:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	
9:30-9:45	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	8	
9:45-10:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	
10:00-10:15	2	1	0	0	0	0	0	1	1	4	12	
10:15-10:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11	
10:30-10:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	
10:45-11:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	
11:00-11:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
11:30-11:45	5	2	0	1	0	0	0	0	1	8	12	
11:45-12:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	
12:00-12:15	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	12	
12:15-12:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	
12:30-12:45	3	1	0	0	0	2	0	2	6	13	13	
12:45-13:00	5	1	1	0	0	0	0	0	1	7	18	
13:00-13:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19	
13:15-13:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	
13:30-13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
13:45-14:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	
14:00-14:15	3	1	0	0	2	0	0	2	6	9	9	
14:15-14:30	9	0	0	0	0	0	0	0	9	16	16	
14:30-14:45	2	0	0	0	0	0	0	0	2	18	18	
14:45-15:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	19	19	
15:00-15:15	4	0	0	0	0	0	0	0	4	17	17	
15:15-15:30	3	0	0	0	0	0	0	0	3	11	11	
15:30-15:45	11	0	0	0	0	0	0	0	11	20	20	
15:45-16:00	5	0	0	1	0	1	0	2	7	25	25	
16:00-16:15	9	0	0	0	0	0	0	0	9	30	30	
16:15-16:30	5	0	0	0	0	0	0	0	5	32	32	
16:30-16:45	12	0	0	0	0	0	0	0	12	33	33	
16:45-17:00	8	1	0	0	0	0	0	0	9	35	35	
17:00-17:15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	28	28	
17:15-17:30	5	0	0	0	0	0	0	0	5	28	28	
17:30-17:45	7	0	1	0	0	0	0	0	8	24	24	
17:45-18:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	17	17	

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 75. Conteo vehicular día 3.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
CONTEO DE TRÁFICO												
Vía:	VIA PRINCIPAL		Sector:		EL LIMON					Fecha:	17/11/2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	Acumulado por hora		
			2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total				
6:00-6:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
6:15-6:30	1	0	1	0	0	0	0	0	1	2		
6:30-6:45	3	0	0	0	0	0	0	3	3	6		
6:45-7:00	5	1	0	0	0	0	0	0	6	6	16	
7:00-7:15	6	0	0	0	0	0	0	0	6	6	20	
7:15-7:30	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	20	
7:30-7:45	12	0	0	0	0	0	0	0	12	12	26	
7:45-8:00	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	23	
8:00-8:15	2	0	0	0	0	1	0	0	1	3	20	
8:15-8:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	19	
8:30-8:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8	
8:45-9:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	
9:00-9:15	2	1	0	0	0	0	0	0	3	3	6	
9:15-9:30	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	7	
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
9:45-10:00	9	0	0	0	0	0	0	0	9	9	14	
10:00-10:15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	13	
10:15-10:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	12	
10:30-10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	13	
10:45-11:00	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	7	
11:00-11:15	6	1	0	0	0	0	1	0	1	8	13	
11:15-11:30	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	15	
11:30-11:45	1	0	1	0	0	0	0	0	1	2	16	
11:45-12:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	15	
12:00-12:15	2	2	0	0	0	0	0	0	4	4	11	
12:15-12:30	8	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16	
12:30-12:45	2	0	0	0	0	0	0	2	2	4	18	
12:45-13:00	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	21	
13:00-13:15	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	21	
13:15-13:30	6	0	0	0	0	0	0	0	6	6	19	
13:30-13:45	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	18	
13:45-14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
14:15-14:30	7	2	0	1	0	0	0	1	10	10	13	
14:30-14:45	6	0	0	0	0	0	0	0	6	6	16	
14:45-15:00	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3	19	
15:00-15:15	6	0	0	0	0	0	0	0	6	6	25	
15:15-15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
15:30-15:45	9	0	0	0	0	0	0	1	1	10	19	
15:45-16:00	6	0	0	0	2	0	0	2	8	8	24	
16:00-16:15	10	0	0	0	0	0	0	0	10	10	28	
16:15-16:30	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	30	
16:30-16:45	8	1	1	0	0	0	0	1	10	10	30	
16:45-17:00	5	1	0	0	0	0	0	0	6	6	28	
17:00-17:15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	20	
17:15-17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
17:30-17:45	8	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16	
17:45-18:00	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	14	

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 76. Conteo vehicular día 4.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO											
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA											
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
CONTEO DE TRÁFICO											
Vía:	VIA PRINCIPAL			Sector:		EL LIMON				Fecha:	18/11/2021
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL	Acumulado por hora	
			2D	2DA	2DB	3A	V3A	Total			
6:00-6:15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
6:15-6:30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
6:30-6:45	0	1	2	0	0	0	0	0	2	3	
6:45-7:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18
7:00-7:15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	17
7:15-7:30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15
7:30-7:45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15
7:45-8:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16
8:00-8:15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	20
8:15-8:30	1	0	1	0	0	0	0	0	1	2	16
8:30-8:45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17
8:45-9:00	8	0	1	0	0	0	0	0	1	9	22
9:00-9:15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	20
9:15-9:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
9:45-10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
10:00-10:15	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	14
10:15-10:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	17
10:30-10:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	23
10:45-11:00	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6	29
11:00-11:15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	23
11:15-11:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	21
11:30-11:45	2	0	0	0	0	0	1	1	2	4	19
11:45-12:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
12:00-12:15	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	12
12:15-12:30	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	16
12:30-12:45	4	1	0	0	0	0	2	0	2	7	19
12:45-13:00	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	28
13:00-13:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	26
13:15-13:30	7	0	0	0	0	0	0	1	1	8	27
13:30-13:45	4	0	0	1	0	0	0	0	1	5	25
13:45-14:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18
14:00-14:15	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	17
14:15-14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
14:30-14:45	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	8
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	7
15:00-15:15	7	0	0	1	0	0	0	0	1	8	14
15:15-15:30	5	0	0	0	0	0	1	0	1	6	20
15:30-15:45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19
15:45-16:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	19
16:00-16:15	2	0	1	0	0	0	0	0	1	3	14
16:15-16:30	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	19
16:30-16:45	6	0	0	0	0	1	0	0	1	7	23
16:45-17:00	8	1	0	0	0	0	0	0	0	9	30
17:00-17:15	3	0	0	1	0	0	1	0	2	5	32
17:15-17:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25
17:30-17:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
17:45-18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 77. Conteo vehicular día 5.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
CONTEO DE TRÁFICO												
Vía:	VIA PRINCIPAL		Sector:		EL LIMON					Fecha:	19/11/2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	Acumulado por hora	
			2D	2DA	2DB	3A	3S3	Total				
6:00-6:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
6:15-6:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
6:30-6:45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
6:45-7:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
7:00-7:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12
7:15-7:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
7:30-7:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
7:45-8:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8
8:00-8:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
8:15-8:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10
8:30-8:45	3	0	0	0	0	0	1	0	1	4	12	
8:45-9:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13	
9:00-9:15	2	0	0	0	0	0	0	1	1	3	14	
9:15-9:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	16	
9:30-9:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	
9:45-10:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15	
10:00-10:15	3	0	0	0	0	1	1	0	2	5	17	
10:15-10:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	17	
10:30-10:45	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	20	
10:45-11:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20	
11:00-11:15	3	0	1	0	1	1	0	3	6	21		
11:15-11:30	6	2	0	0	2	0	0	2	10	26		
11:30-11:45	4	0	1	0	0	0	0	1	5	27		
11:45-12:00	11	2	0	0	0	0	0	0	13	34		
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
12:45-13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13:00-13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13:30-13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13:45-14:00	7	2	0	0	1	0	2	3	12	12		
14:00-14:15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	14		
14:15-14:30	4	0	0	0	0	0	0	1	5	19		
14:30-14:45	4	0	0	0	0	0	0	1	5	24		
14:45-15:00	11	1	0	1	0	0	0	1	13	25		
15:00-15:15	12	0	0	0	0	0	0	0	12	35		
15:15-15:30	6	0	0	0	0	0	0	0	6	36		
15:30-15:45	13	0	0	1	0	0	0	1	14	45		
15:45-16:00	5	0	0	1	0	0	1	2	7	39		
16:00-16:15	5	0	0	0	0	0	0	0	5	32		
16:15-16:30	15	0	0	0	0	0	0	0	15	41		
16:30-16:45	8	2	0	0	0	0	0	0	10	37		
16:45-17:00	7	0	0	0	0	0	0	0	7	37		
17:00-17:15	3	0	0	0	0	0	0	0	3	35		
17:15-17:30	14	0	0	0	0	0	0	0	14	34		
17:30-17:45	3	0	0	0	0	0	0	0	3	27		
17:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20		

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 78. Conteo vehicular día 6.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO												
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
CONTEO DE TRÁFICO												
Vía:	VIA PRINCIPAL		Sector:		EL LIMON					Fecha:	20/11/2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	Acumulado por hora	
			2D	2DA	2DB	3A	3S3	Total				
6:00-6:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
6:15-6:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
6:30-6:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
6:45-7:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11
7:00-7:15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	13
7:15-7:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11
7:30-7:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12
7:45-8:00	4	0	0	1	0	0	0	0	1	5	5	15
8:00-8:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	13
8:15-8:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	13
8:30-8:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	13
8:45-9:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	10
9:00-9:15	7	0	1	0	0	0	0	0	1	8	8	15
9:15-9:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	17
9:30-9:45	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	23
9:45-10:00	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	26
10:00-10:15	7	0	0	0	1	0	0	1	2	9	9	27
10:15-10:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	27
10:30-10:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	25
10:45-11:00	7	0	0	0	0	0	1	0	1	8	8	28
11:00-11:15	8	1	0	0	1	0	0	1	10	10	10	29
11:15-11:30	9	1	0	0	2	0	0	2	12	12	12	36
11:30-11:45	9	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	39
11:45-12:00	12	0	2	0	0	0	0	2	14	14	14	45
12:00-12:15	2	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	38
12:15-12:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	27
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
12:45-13:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5
13:00-13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:30-13:45	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5
13:45-14:00	6	1	0	1	0	0	0	1	8	8	8	12
14:00-14:15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	14
14:15-14:30	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	19
14:30-14:45	3	1	0	0	0	0	0	0	4	4	4	19
14:45-15:00	7	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	18
15:00-15:15	8	0	0	0	0	0	0	0	8	8	8	24
15:15-15:30	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	24
15:30-15:45	8	0	0	0	0	0	0	0	8	8	8	28
15:45-16:00	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	24
16:00-16:15	8	1	0	0	0	0	0	0	9	9	9	25
16:15-16:30	2	1	0	0	0	0	1	1	4	4	4	24
16:30-16:45	12	0	0	0	0	0	0	0	12	12	12	28
16:45-17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	26
17:00-17:15	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	22
17:15-17:30	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	20
17:30-17:45	6	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	14
17:45-18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	14

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 79. Conteo vehicular día 7.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
CONTEO DE TRÁFICO												
Vía:	VIA PRINCIPAL		Sector:		EL LIMON					Fecha:	21/11/2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	Acumulado por hora	
			2D	2DA	2DB	3A	3S3	Total				
6:00-6:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
6:15-6:30	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	
6:30-6:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
6:45-7:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	9
7:00-7:15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	12	13
7:15-7:30	5	0	1	0	0	0	0	0	1	6	18	18
7:30-7:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	24	22
7:45-8:00	3	0	0	1	0	0	0	0	1	4	21	21
8:00-8:15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	26	21
8:15-8:30	6	1	0	0	0	0	0	0	0	7	27	22
8:30-8:45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	28	23
8:45-9:00	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	29	27
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	22
9:15-9:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17	17
9:30-9:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	12
9:45-10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	5
10:00-10:15	3	0	0	0	0	1	0	0	1	4	9	9
10:15-10:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	9
10:30-10:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	13	13
10:45-11:00	8	0	0	1	2	0	0	0	3	11	23	23
11:00-11:15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	26
11:15-11:30	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	27	27
11:30-11:45	4	0	1	0	0	0	0	0	1	5	26	26
11:45-12:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	21	21
12:00-12:15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	24	24
12:15-12:30	4	0	0	0	1	0	0	1	5	26	26	
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21
12:45-13:00	8	0	0	0	1	0	0	1	9	24	24	
13:00-13:15	7	1	0	0	0	0	0	0	8	22	22	
13:15-13:30	8	0	0	1	0	0	0	1	9	26	26	
13:30-13:45	2	0	0	0	0	0	0	0	2	28	28	
13:45-14:00	7	0	0	1	1	0	0	2	9	28	28	
14:00-14:15	3	0	0	0	0	0	0	0	3	23	23	
14:15-14:30	7	0	0	0	0	0	0	0	7	21	21	
14:30-14:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	20	20	
14:45-15:00	4	0	0	0	0	0	0	0	4	15	15	
15:00-15:15	2	1	0	0	0	0	0	0	3	15	15	
15:15-15:30	5	0	0	0	0	0	0	0	5	13	13	
15:30-15:45	7	0	0	0	0	0	0	0	7	19	19	
15:45-16:00	2	0	0	0	1	0	0	1	3	18	18	
16:00-16:15	10	0	0	0	0	0	0	0	10	25	25	
16:15-16:30	2	0	0	0	0	0	0	0	2	22	22	
16:30-16:45	9	0	0	0	0	0	0	0	9	24	24	
16:45-17:00	5	0	0	0	0	0	0	0	5	26	26	
17:00-17:15	3	0	0	0	0	0	0	0	3	19	19	
17:15-17:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	18	18	
17:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	
17:45-18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5	5	

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

ANEXOS 3. ESTUDIOS DE SUELOS

Reconocimiento del terreno



Extracción de muestras



Pesaje de suelo para contenido de humedad



Ensayo de límites de atterberg



Pesaje de suelo para granulometría



Ensayo de límites de atterberg



Cuarteo de muestra para ensayo de proctor



Compresión de suelo para ensayo de proctor



Rasanteo de cilindro para ensayo de proctor



Pesaje de cilindro para ensayo de proctor



Pesaje de suelo para ensayo de CBR



Compresión de suelo para ensayo de CBR



ANEXOS 4.
TABLAS DE
ESTUDIOS DE
SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla 80. Contenido de humedad km 8+000

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 8+000		
N° Recipiente	72	56
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	138,50	142,40
Masa suelo seco + recipiente (gr)	89,40	90,60
Masa Recipiente (gr)	30,78	30,51
Masa de agua Ww (gr)	49,10	51,80
Masa suelo seco Ws (gr)	58,62	60,09
Contenido de humedad (W%)	83,76%	86,20%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 81. Contenido de humedad km 8+500

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 8+500		
N° Recipiente	43	46A
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	132,87	159,50
Masa suelo seco + recipiente (gr)	84,90	101,10
Masa Recipiente (gr)	24,51	30,70
Masa de agua Ww (gr)	47,97	58,40
Masa suelo seco Ws (gr)	60,39	70,40
Contenido de humedad (W%)	79,43%	82,95%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 82. Contenido de humedad km 9+000

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 9+000		
N° Recipiente	98	92
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	156,30	159,50
Masa suelo seco + recipiente (gr)	104,32	105,90
Masa Recipiente (gr)	32,63	33,13
Masa de agua Ww (gr)	51,98	53,60
Masa suelo seco Ws (gr)	71,69	72,77
Contenido de humedad (W%)	72,51%	73,66%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 83. Contenido de humedad km 9+500

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 9+500		
N° Recipiente	55	49
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	153,12	158,20
Masa suelo seco + recipiente (gr)	99,20	103,98
Masa Recipiente (gr)	30,40	30,57
Masa de agua Ww (gr)	53,92	54,22
Masa suelo seco Ws (gr)	68,80	73,41
Contenido de humedad (W%)	78,37%	73,86%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 84. Contenido de humedad km 10+000

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 10+000		
N° Recipiente	12	35
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	121,40	115,70
Masa suelo seco + recipiente (gr)	82,30	77,50
Masa Recipiente (gr)	25,25	24,68
Masa de agua Ww (gr)	39,10	38,20
Masa suelo seco Ws (gr)	57,05	52,82
Contenido de humedad (W%)	68,54%	72,32%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 85. Contenido de humedad km 10+500

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 10+500		
N° Recipiente	22	36
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	102,60	108,30
Masa suelo seco + recipiente (gr)	72,40	75,30
Masa Recipiente (gr)	24,02	24,80
Masa de agua Ww (gr)	30,20	33,00
Masa suelo seco Ws (gr)	48,38	50,50
Contenido de humedad (W%)	62,42%	65,35%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 86. Contenido de humedad km 11+000

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 11+000		
N° Recipiente	90	10
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	142,50	149,60
Masa suelo seco + recipiente (gr)	96,50	101,20
Masa Recipiente (gr)	30,69	23,60
Masa de agua Ww (gr)	46,00	48,40
Masa suelo seco Ws (gr)	65,81	77,60
Contenido de humedad (W%)	69,90%	62,37%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 87. Contenido de humedad km 11+500

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 11+500		
N° Recipiente	58	88
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	148,40	132,60
Masa suelo seco + recipiente (gr)	99,80	91,30
Masa Recipiente (gr)	30,87	30,52
Masa de agua Ww (gr)	48,60	41,30
Masa suelo seco Ws (gr)	68,93	60,78
Contenido de humedad (W%)	70,51%	67,95%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 88. Contenido de humedad km 12+000

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		
KM 12+000		
N° Recipiente	84	7
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	165,20	175,30
Masa suelo seco + recipiente (gr)	107,32	116,60
Masa Recipiente (gr)	30,93	32,82
Masa de agua Ww (gr)	57,88	58,70
Masa suelo seco Ws (gr)	76,39	83,78
Contenido de humedad (W%)	75,77%	70,06%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

GRAVEDAD ESPECÍFICA

Tabla 89. Gravedad específica km 8+000.

GRAVEDAD ESPECÌFICA		
KM 8+000		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Correcciòn	(k)	1,00
Volumen Del Picnòmetro	(ml)	500,00
Peso Del Picnòmetro	(g)	152,10
Peso Del Picnòmetro+Suelo+Agua	(g)	679,98
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	216,56
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	260,93
Peso De Suelo Seco	(g)	44,37
Masa Picnòmetro lleno de agua a temperatura de ensayo (Mpw,t)	(g)	651,21
GRAVEDAD ESPECÌFICA :		2,85

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 90. Gravedad específica km 8+500.

GRAVEDAD ESPECÌFICA		
KM 8+500		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Correcciòn	(k)	1,00
Volumen Del Picnòmetro	(ml)	500,00
Peso Del Picnòmetro	(g)	152,10
Peso Del Picnòmetro+Suelo+Agua	(g)	673,50
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	221,60
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	257,20
Peso De Suelo Seco	(g)	35,60
Masa Picnòmetro lleno de agua a temperatura de ensayo (Mpw,t)	(g)	651,21
GRAVEDAD ESPECÌFICA :		2,68

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 91. Gravedad específica km 9+000.

GRAVEDAD ESPECÌFICA		
KM 9+000		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Correcciòn	(k)	1,00
Volumen Del Picnòmetro	(ml)	500,00
Peso Del Picnòmetro	(g)	152,10
Peso Del Picnòmetro+Suelo+Agua	(g)	683,60
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	211,90
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	263,50
Peso De Suelo Seco	(g)	51,60
Masa Picnòmetro lleno de agua a temperatura de ensayo (Mpw,t)	(g)	651,21
GRAVEDAD ESPECÌFICA :		2,69

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 92. Gravedad específica km 9+500.

GRAVEDAD ESPECÌFICA		
KM 9+500		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Correcciòn	(k)	1,00
Volumen Del Picnòmetro	(ml)	500,00
Peso Del Picnòmetro	(g)	152,10
Peso Del Picnòmetro+Suelo+Agua	(g)	665,70
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	268,40
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	290,99
Peso De Suelo Seco	(g)	22,59
Masa Picnòmetro lleno de agua a temperatura de ensayo (Mpw,t)	(g)	651,21
GRAVEDAD ESPECÌFICA :		2,79

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 93. Gravedad específica km 10+000.

GRAVEDAD ESPECÌFICA		
KM 10+000		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Correcciòn	(k)	1,00
Volumen Del Picnòmetro	(ml)	500,00
Peso Del Picnòmetro	(g)	152,10
Peso Del Picnòmetro+Suelo+Agua	(g)	681,20
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	218,50
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	264,90
Peso De Suelo Seco	(g)	46,40
Masa Picnòmetro lleno de agua a temperatura de ensayo (Mpw,t)	(g)	651,21
GRAVEDAD ESPECÌFICA :		2,83

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 94. Gravedad específica km 10+500.

GRAVEDAD ESPECÌFICA		
KM 10+500		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Correcciòn	(k)	1,00
Volumen Del Picnòmetro	(ml)	500,00
Peso Del Picnòmetro	(g)	152,10
Peso Del Picnòmetro+Suelo+Agua	(g)	673,50
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	219,70
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	254,20
Peso De Suelo Seco	(g)	34,50
Masa Picnòmetro lleno de agua a temperatura de ensayo (Mpw,t)	(g)	651,21
GRAVEDAD ESPECÌFICA :		2,83

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 95. Gravedad específica km 11+000.

GRAVEDAD ESPECÌFICA		
KM 11+000		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Correcciòn	(k)	1,00
Volumen Del Picnòmetro	(ml)	500,00
Peso Del Picnòmetro	(g)	152,10
Peso Del Picnòmetro+Suelo+Agua	(g)	677,40
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	220,50
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	262,10
Peso De Suelo Seco	(g)	41,60
Masa Picnòmetro lleno de agua a temperatura de ensayo (Mpw,t)	(g)	651,21
GRAVEDAD ESPECÌFICA :		2,70

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 96. Gravedad específica km 11+500.

GRAVEDAD ESPECÌFICA		
KM 11+500		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Correcciòn	(k)	1,00
Volumen Del Picnòmetro	(ml)	500,00
Peso Del Picnòmetro	(g)	152,10
Peso Del Picnòmetro+Suelo+Agua	(g)	680,40
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	210,70
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	256,10
Peso De Suelo Seco	(g)	45,40
Masa Picnòmetro lleno de agua a temperatura de ensayo (Mpw,t)	(g)	651,21
GRAVEDAD ESPECÌFICA :		2,80

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 97. Gravedad específica km 12+000.

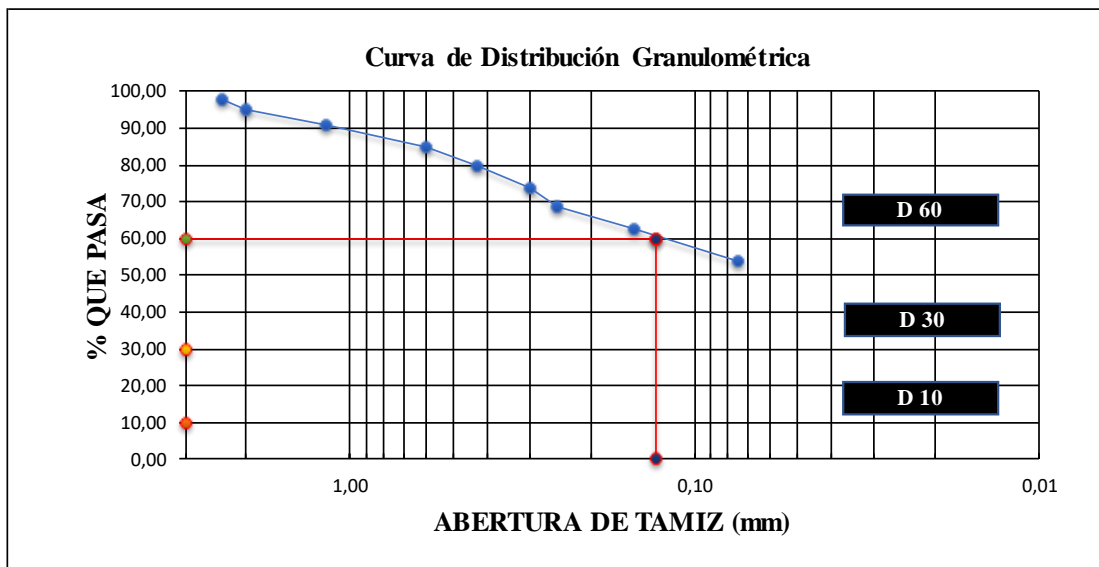
GRAVEDAD ESPECÌFICA		
KM 12+000		
Temperatura De Mezcla	°C	20,00
Densidad Del Agua	(g/cm ³)	0,99821
Factor De Correcciòn	(k)	1,00
Volumen Del Picnòmetro	(ml)	500,00
Peso Del Picnòmetro	(g)	152,10
Peso Del Picnòmetro+Suelo+Agua	(g)	677,40
Peso De Recipiente De Traspaso	(g)	218,30
Peso De Recipiente De Traspaso + Suelo Seco	(g)	259,60
Peso De Suelo Seco	(g)	41,30
Masa Picnòmetro lleno de agua a temperatura de ensayo (Mpw,t)	(g)	651,21
GRAVEDAD ESPECÌFICA :		2,73

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

GRANULOMETRÍA

Tabla 98. Granulometría km 8+000.

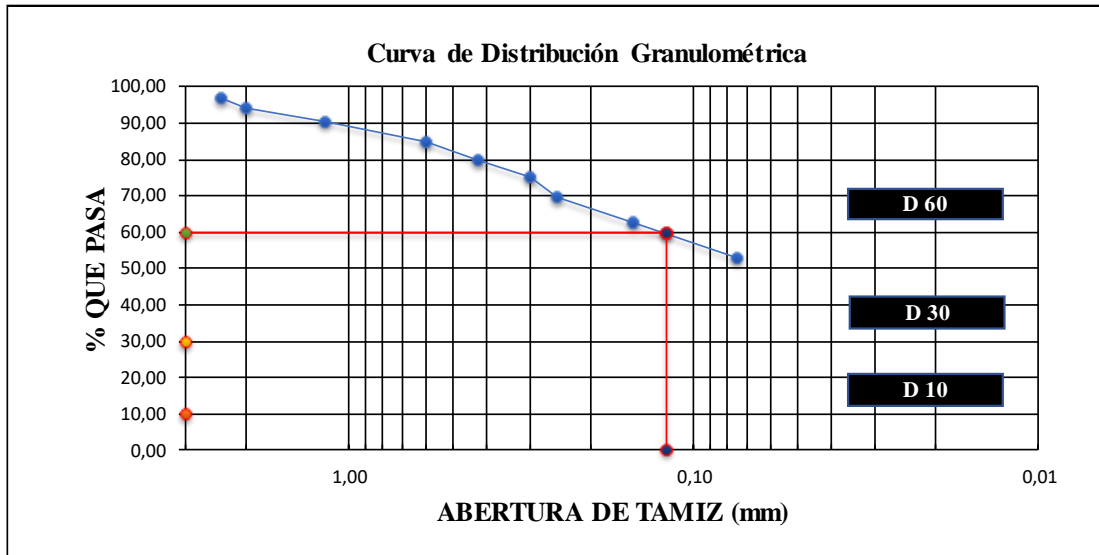
GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
KM 8+000					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	11,20	11,20	2,24	97,76
10	2,00	13,69	24,89	4,99	95,01
16	1,18	20,54	45,43	9,10	90,90
30	0,60	29,16	74,59	14,95	85,05
40	0,43	26,93	101,52	20,34	79,66
50	0,30	29,39	130,91	26,23	73,77
60	0,25	25,10	156,01	31,26	68,74
100	0,15	31,06	187,07	37,49	62,51
200	0,08	42,17	229,24	45,94	54,06
FUENTE		269,80	499,04	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado		0,19%		Error Permitido 1,00%	
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	0	45,94	54,06		



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 99. Granulometría km 8+500.

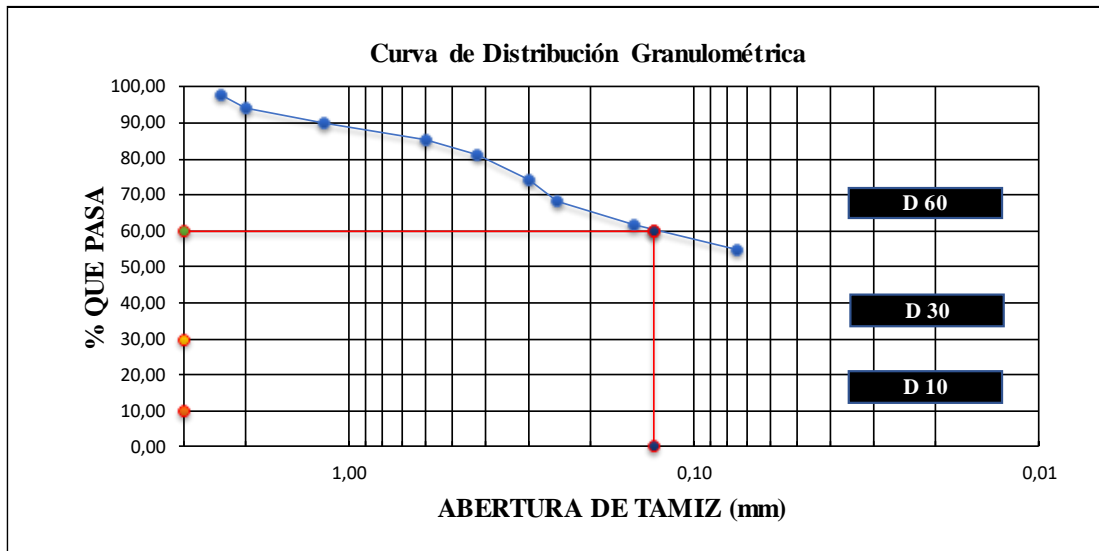
GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
KM 8+500					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	15,10	15,10	3,03	96,97
10	2,00	14,32	29,42	5,91	94,09
16	1,18	18,67	48,09	9,66	90,34
30	0,60	28,10	76,19	15,31	84,69
40	0,43	25,23	101,42	20,38	79,62
50	0,30	21,20	122,62	24,64	75,36
60	0,25	29,26	151,88	30,51	69,49
100	0,15	34,88	186,76	37,52	62,48
200	0,08	47,57	234,33	47,08	52,92
FUENTE		263,40	497,73	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado	0,45%			Error Permitido	1,00%
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	0	47,08	52,92		



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 100. Granulometría km 9+000.

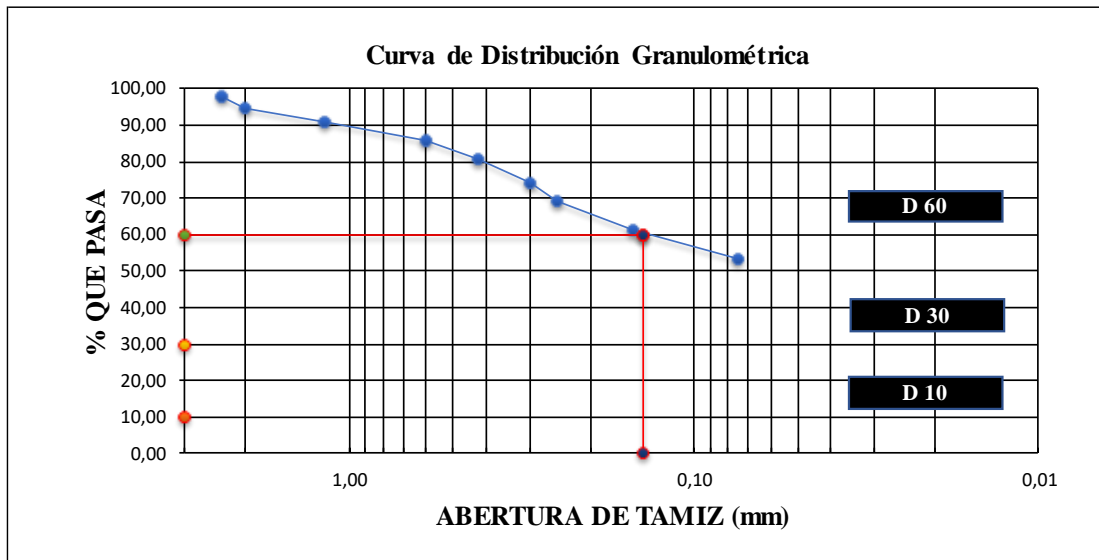
GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
KM 9+000					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	10,56	10,56	2,12	97,88
10	2,00	18,20	28,76	5,77	94,23
16	1,18	21,20	49,96	10,02	89,98
30	0,60	24,21	74,17	14,87	85,13
40	0,43	20,52	94,69	18,98	81,02
50	0,30	32,87	127,56	25,57	74,43
60	0,25	31,31	158,87	31,85	68,15
100	0,15	32,90	191,77	38,45	61,55
200	0,08	33,10	224,87	45,08	54,92
FUENTE		273,90	498,77	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado		0,25%		Error Permitido	1,00%
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	0	45,08	54,92		



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 101. Granulometría km 9+500.

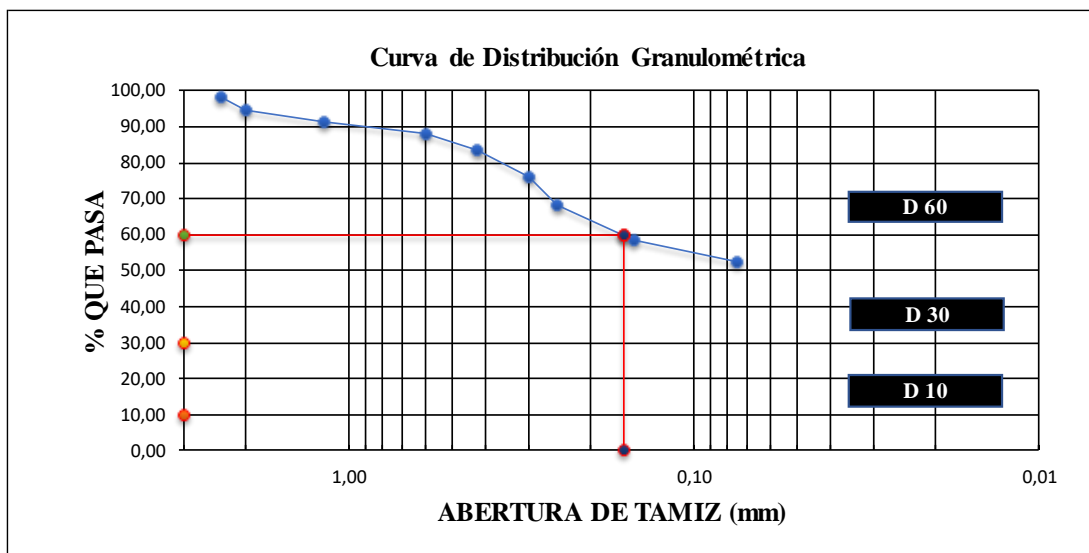
GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
KM 9+500					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	11,75	11,75	2,37	97,63
10	2,00	15,47	27,22	5,48	94,52
16	1,18	19,18	46,40	9,34	90,66
30	0,60	23,91	70,31	14,15	85,85
40	0,43	24,78	95,09	19,14	80,86
50	0,30	33,23	128,32	25,83	74,17
60	0,25	24,64	152,96	30,79	69,21
100	0,15	39,66	192,62	38,78	61,22
200	0,08	38,91	231,53	46,61	53,39
FUENTE		265,20	496,73	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado		0,65%		Error Permitido	1,00%
PORCENTAJE DE MATERIAL					
		Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)	
SUCS		0	46,61	53,39	



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 102. Granulometría km 10+000.

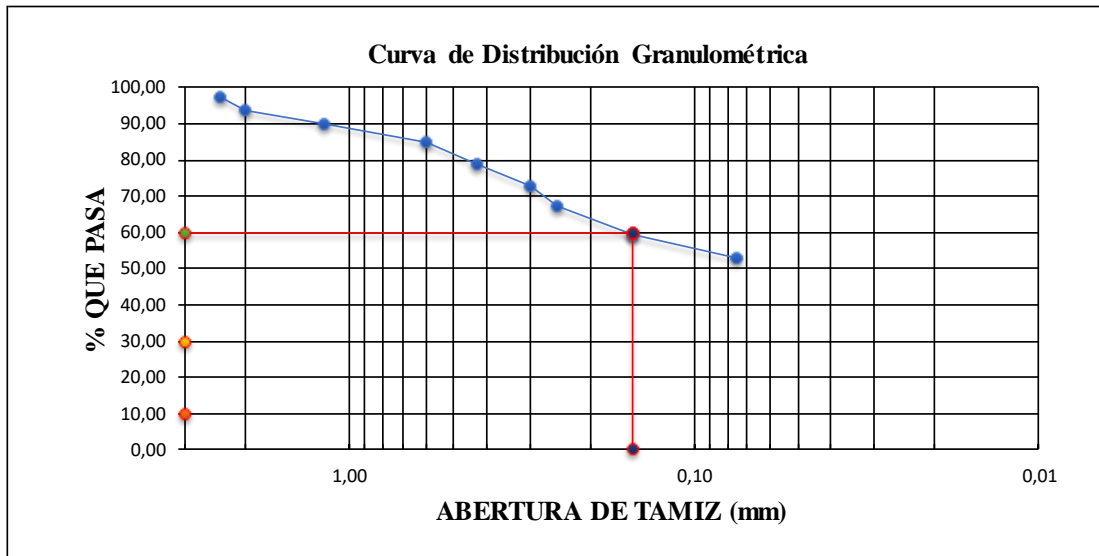
GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
KM 10+000					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	9,40	9,40	1,89	98,11
10	2,00	16,80	26,20	5,26	94,74
16	1,18	16,45	42,65	8,56	91,44
30	0,60	17,00	59,65	11,97	88,03
40	0,43	22,64	82,29	16,51	83,49
50	0,30	38,10	120,39	24,15	75,85
60	0,25	37,50	157,89	31,67	68,33
100	0,15	48,90	206,79	41,48	58,52
200	0,08	29,82	236,61	47,46	52,54
FUENTE		261,90	498,51	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado		0,30%		Error Permitido	1,00%
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	0	47,46	52,54		



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 103. Granulometría km 10+500.

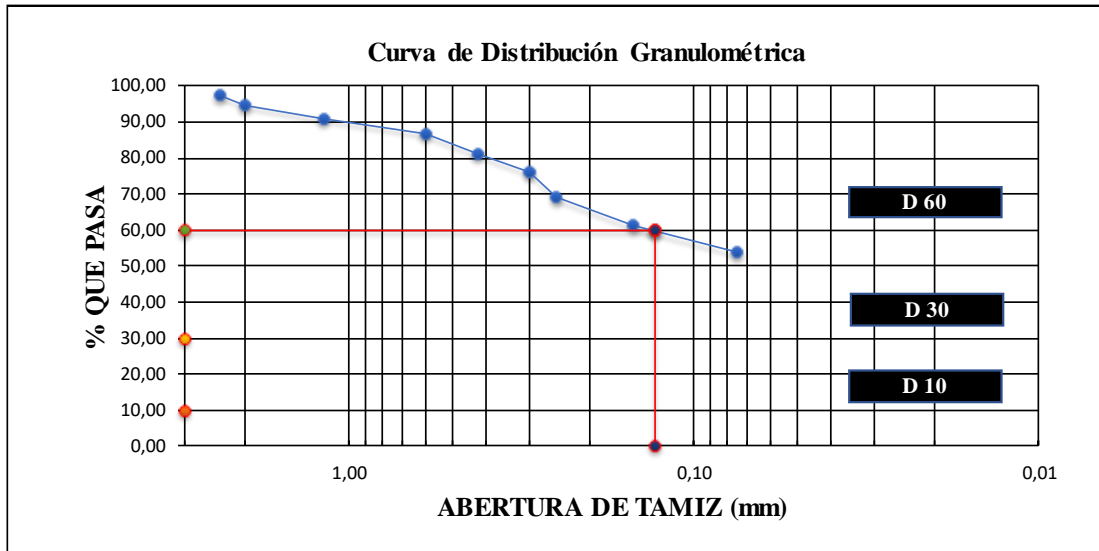
GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
KM 10+500					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	12,10	12,10	2,44	97,56
10	2,00	19,72	31,82	6,40	93,60
16	1,18	18,30	50,12	10,09	89,91
30	0,60	25,63	75,75	15,24	84,76
40	0,43	30,32	106,07	21,35	78,65
50	0,30	29,21	135,28	27,23	72,77
60	0,25	27,40	162,68	32,74	67,26
100	0,15	38,10	200,78	40,41	59,59
200	0,08	32,91	233,69	47,03	52,97
FUENTE		263,20	496,89	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado	0,62%			Error Permitido	1,00%
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	0	47,03	52,97		



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 104. Granulometría km 11+000.

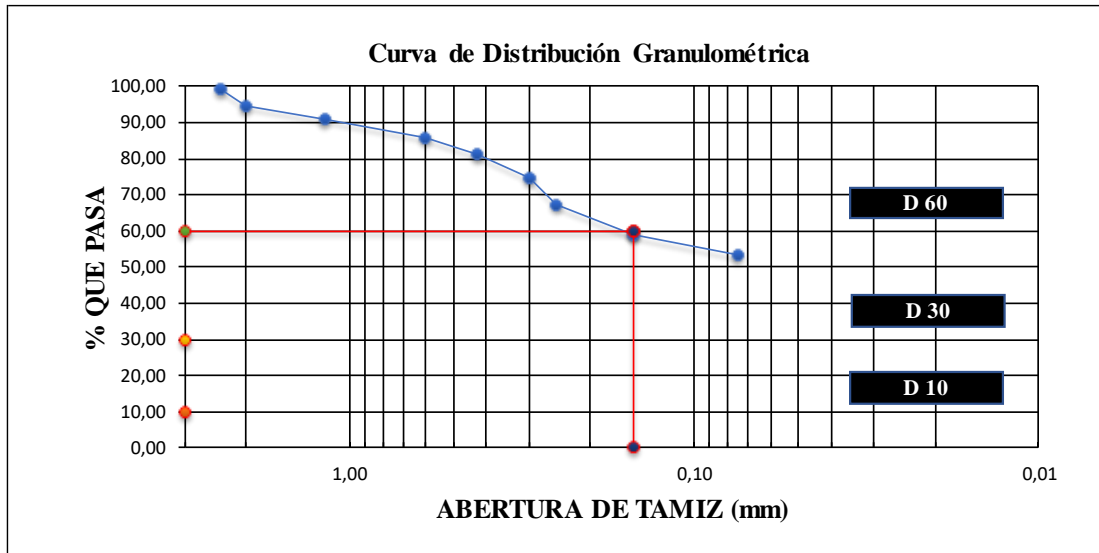
GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
KM 11+000					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	14,20	14,20	2,86	97,14
10	2,00	13,10	27,30	5,49	94,51
16	1,18	17,87	45,17	9,08	90,92
30	0,60	21,30	66,47	13,36	86,64
40	0,43	27,83	94,30	18,96	81,04
50	0,30	24,70	119,00	23,93	76,07
60	0,25	33,93	152,93	30,75	69,25
100	0,15	39,00	191,93	38,59	61,41
200	0,08	36,52	228,45	45,93	54,07
FUENTE		268,90	497,35	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado		0,53%		Error Permitido	1,00%
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	0	45,93	54,07		



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 105. Granulometría km 11+500.

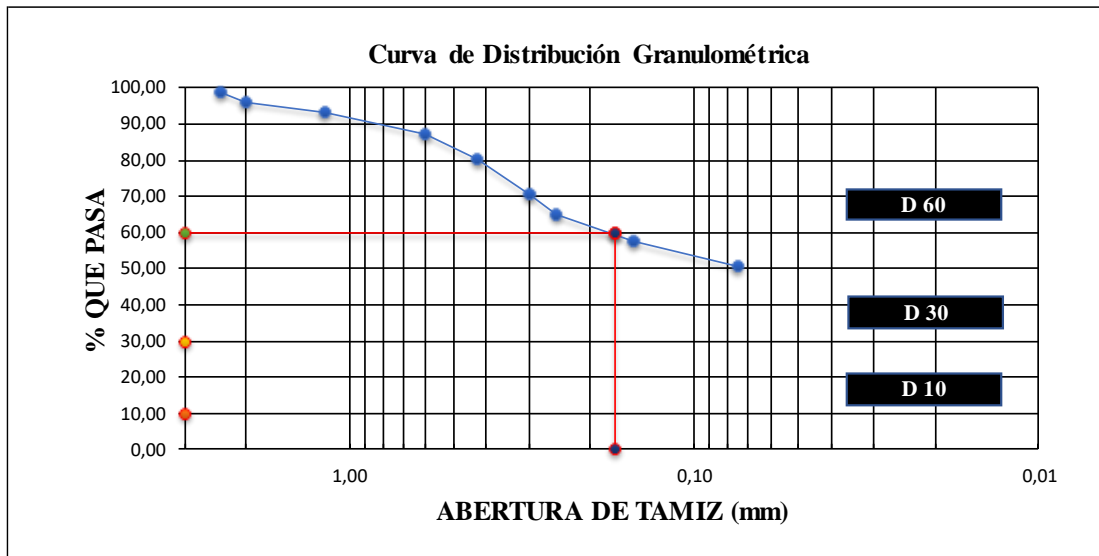
GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
KM 11+500					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	4,70	4,70	0,95	99,05
10	2,00	21,35	26,05	5,24	94,76
16	1,18	19,86	45,91	9,24	90,76
30	0,60	23,73	69,64	14,02	85,98
40	0,43	22,99	92,63	18,64	81,36
50	0,30	32,32	124,95	25,15	74,85
60	0,25	38,55	163,50	32,91	67,09
100	0,15	39,88	203,38	40,93	59,07
200	0,08	28,77	232,15	46,72	53,28
FUENTE		264,70	496,85	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado		0,63%		Error Permitido 1,00%	
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	0	46,72	53,28		



Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 106. Granulometría km 12+000.

GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
KM 12+000					
PESO MUESTRA:		500 gr			
# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8	2,36	5,20	5,20	1,04	98,96
10	2,00	15,73	20,93	4,20	95,80
16	1,18	13,97	34,90	7,00	93,00
30	0,60	29,45	64,35	12,90	87,10
40	0,43	33,48	97,83	19,62	80,38
50	0,30	48,20	146,03	29,28	70,72
60	0,25	28,50	174,53	35,00	65,00
100	0,15	36,40	210,93	42,30	57,70
200	0,08	34,64	245,57	49,24	50,76
FUENTE		253,10	498,67	100,00	
RESULTADOS					
Error Calculado		0,27%		Error Permitido 1,00%	
PORCENTAJE DE MATERIAL					
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)		
SUCS	0	49,24	50,76		

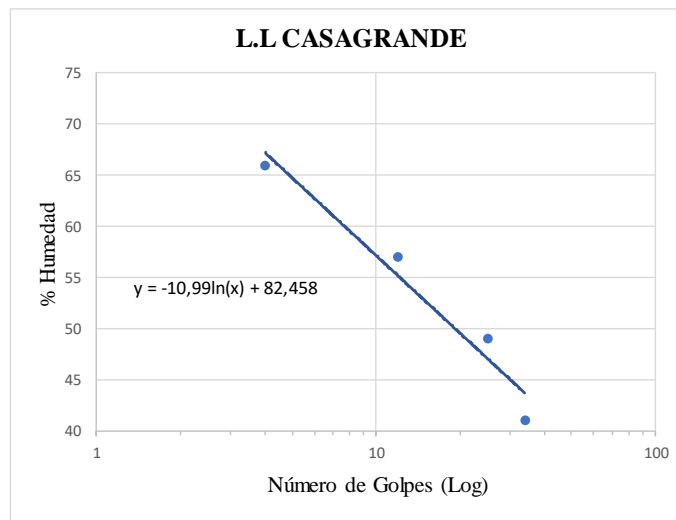


Fuente. Elaboración de Diego Llerena

LIMITES DE ATTERBERG

Tabla 107. Límites de atterberg km 8+000.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 8+000								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	6,40	6,60	6,60	6,50	7,60	4,20	4,30	6,90
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	21,30	28,50	24,80	20,40	27,10	19,20	18,50	26,20
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	15,30	19,90	18,40	15,20	20,91	14,10	14,50	20,40
PESO AGUA (W_w) (gr)	6,00	8,60	6,40	5,20	6,19	5,10	4,00	5,80
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	8,90	13,30	11,80	8,70	13,31	9,90	10,20	13,50
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	67,42	64,66	54,24	59,77	46,51	51,52	39,22	42,96
PROMEDIO $W\%$	66,04		57,00		49,01		41,09	
NÚMERO DE GOLPES	4		12		25		34	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	47,08							

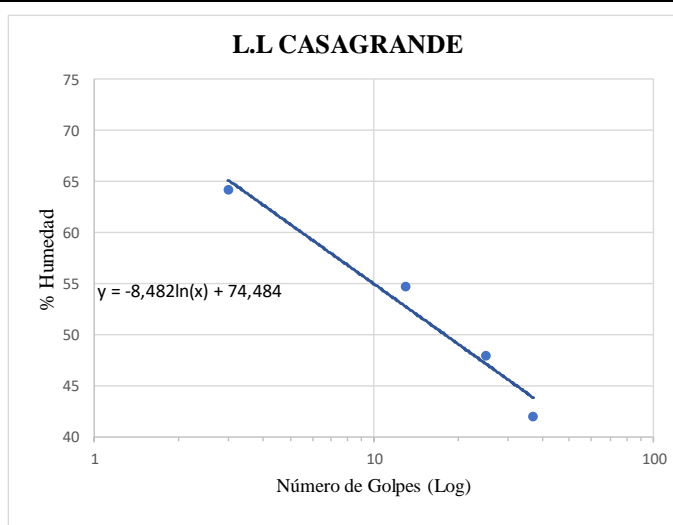


LÍMITE PLÁSTICO					
KM 8+000					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	6,40	6,60	4,20	6,50	4,90
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	7,30	7,80	5,70	7,90	6,10
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	7,10	7,53	5,30	7,56	5,83
PESO AGUA (W_w) (gr)	0,20	0,27	0,40	0,34	0,27
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	0,70	0,93	1,10	1,06	0,93
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	28,57	29,03	36,36	32,08	29,03
PROMEDIO $W\%$	31,02				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	47,08				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	31,02				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	16,07				
SUELO (SUCS)	CL				
AASHTO	A-7-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 108. Límites de atterberg km 8+500.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 8+500								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	5,90	6,10	5,80	6,40	6,90	4,10	5,20	5,80
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r)(gr)	23,40	22,60	20,10	22,40	21,60	19,30	20,40	21,70
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	16,40	16,30	14,99	16,80	16,90	14,31	15,80	17,10
PESO AGUA (W _w) (gr)	7,00	6,30	5,11	5,60	4,70	4,99	4,60	4,60
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	10,50	10,20	9,19	10,40	10,00	10,21	10,60	11,30
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	66,67	61,76	55,60	53,85	47,00	48,87	43,40	40,71
PROMEDIO W%	64,22		54,73		47,94		42,05	
NÚMERO DE GOLPES	3		13		25		37	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	47,18							

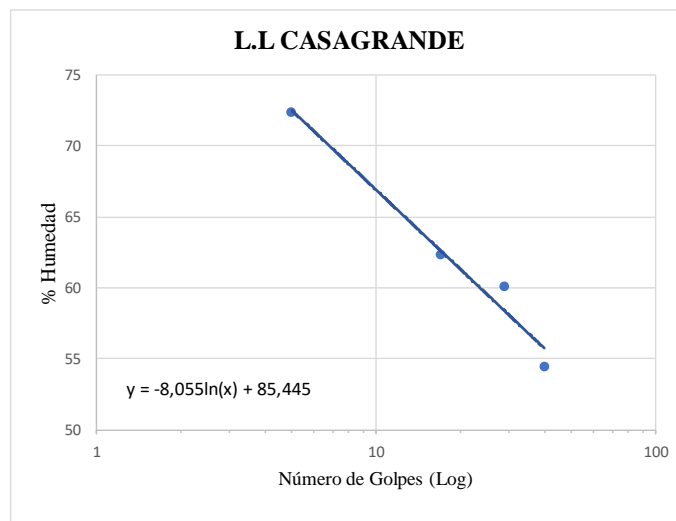


LÍMITE PLÁSTICO					
KM 8+500					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	4,20	5,10	4,90	6,90	6,00
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r)(gr)	5,10	6,40	6,20	7,80	7,30
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	4,89	6,08	5,87	7,57	6,97
PESO AGUA (W _w) (gr)	0,21	0,32	0,33	0,23	0,33
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	0,69	0,98	0,97	0,67	0,97
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	30,43	32,65	34,02	34,33	34,02
PROMEDIO W%	33,09				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	47,18				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	33,09				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	14,09				
SUELO (SUCS)	CL				
AASHTO	A-7-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 109. Límites de atterberg km 9+000.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 9+000								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	7,50	7,10	4,40	4,40	4,30	4,10	4,40	4,20
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	21,60	26,10	19,00	19,50	30,70	21,40	18,50	22,40
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	15,70	18,10	13,40	13,70	20,50	15,10	13,60	15,90
PESO AGUA (W_w) (gr)	5,90	8,00	5,60	5,80	10,20	6,30	4,90	6,50
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	8,20	11,00	9,00	9,30	16,20	11,00	9,20	11,70
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	71,95	72,73	62,22	62,37	62,96	57,27	53,26	55,56
PROMEDIO $W\%$	72,34		62,29		60,12		54,41	
NÚMERO DE GOLPES	5		17		29		40	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	59,52							

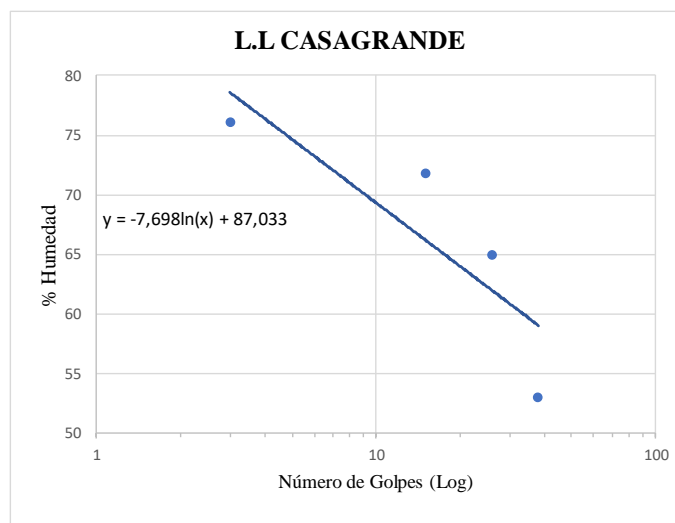


LÍMITE PLÁSTICO					
KM 9+000					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	5,40	4,20	6,10	5,20	4,90
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	6,70	5,90	7,20	6,50	6,10
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	6,27	5,36	6,83	6,11	5,72
PESO AGUA (W_w) (gr)	0,43	0,54	0,37	0,39	0,38
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	0,87	1,16	0,73	0,91	0,82
CONTENIDO DE HUMEDAD $W\%$	49,43	46,55	50,68	42,86	46,34
PROMEDIO $W\%$	47,17				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	59,52				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	47,17				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	12,34				
SUELO (SUCS)	CH				
AASHTO	A-7-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 110. Límites de atterberg km 9+500.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 9+500								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	7,10	6,00	6,90	6,40	7,60	6,20	4,30	4,20
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r)(gr)	23,00	23,20	22,20	19,10	18,40	18,50	18,70	18,40
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	16,10	15,80	15,80	13,80	14,20	13,60	13,80	13,40
PESO AGUA (W _w) (gr)	6,90	7,40	6,40	5,30	4,20	4,90	4,90	5,00
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	9,00	9,80	8,90	7,40	6,60	7,40	9,50	9,20
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	76,67	75,51	71,91	71,62	63,64	66,22	51,58	54,35
PROMEDIO W%	76,09		71,77		64,93		52,96	
NÚMERO DE GOLPES	3		15		26		38	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	62,25							



LÍMITE PLÁSTICO					
KM 9+500					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	6,10	6,30	6,20	6,30	6,50
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r)(gr)	7,90	7,52	7,60	7,17	7,90
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	7,30	7,10	7,10	6,87	7,45
PESO AGUA (W _w) (gr)	0,60	0,42	0,50	0,30	0,45
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	1,20	0,80	0,90	0,57	0,95
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	50,00	52,50	55,56	52,63	47,37
PROMEDIO W%	51,61				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	62,25				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	51,61				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	10,64				
SUELO (SUCS)	CH				
AASHTO	A-7-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 111. Límites de atterberg km 10+000.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 10+000								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	4,50	5,20	4,90	6,10	5,40	4,90	6,20	4,80
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r)(gr)	22,30	21,50	20,90	21,80	22,10	19,80	21,80	18,40
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	15,30	14,90	15,01	15,99	16,40	14,99	16,99	14,10
PESO AGUA (W _w) (gr)	7,00	6,60	5,89	5,81	5,70	4,81	4,81	4,30
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	10,80	9,70	10,11	9,89	11,00	10,09	10,79	9,30
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	64,81	68,04	58,26	58,75	51,82	47,67	44,58	46,24
PROMEDIO W%	66,43		58,50		49,74		45,41	
NÚMERO DE GOLPES	3		15		27		32	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	50,27							

L.L CASAGRANDE

El gráfico muestra la relación entre el número de golpes (Log) en el eje X y el porcentaje de humedad en el eje Y. Se observan cuatro puntos de datos que siguen una tendencia descendente, con una línea de regresión que los conecta. La ecuación de la línea es $y = -8,23\ln(x) + 76,766$.

LÍMITE PLÁSTICO					
KM 10+000					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	5,80	5,70	6,40	6,10	5,90
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r)(gr)	7,10	6,90	7,30	7,50	6,90
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	6,70	6,56	7,04	7,14	6,61
PESO AGUA (W _w) (gr)	0,40	0,34	0,26	0,36	0,29
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	0,90	0,86	0,64	1,04	0,71
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	44,93	39,53	40,63	34,62	40,85
PROMEDIO W%	40,11				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	50,27				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	40,11				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	10,17				
SUELO (SUCS)	CH				
AASHTO	A-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 112. Límites de atterberg km 10+500.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 10+500								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	6,30	5,20	6,70	6,60	6,20	6,50	6,60	6,20
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	21,50	19,40	22,90	21,50	20,60	22,40	20,30	22,60
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	16,20	14,40	17,70	16,70	16,30	17,60	16,60	18,10
PESO AGUA (W_w) (gr)	5,30	5,00	5,20	4,80	4,30	4,80	3,70	4,50
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	9,90	9,20	11,00	10,10	10,10	11,10	10,00	11,90
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	53,54	54,35	47,27	47,52	42,57	43,24	37,00	37,82
PROMEDIO W%	53,94		47,40		42,91		37,41	
NÚMERO DE GOLPES	6		17		25		37	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	42,30							

L.L CASAGRANDE

El gráfico muestra una relación inversa entre el número de golpes y el porcentaje de humedad. Los datos representados son:

Número de Golpes (Log)	% Humedad
6	53,94
17	47,40
25	42,91
37	37,41

La ecuación de la línea de tendencia es: $y = -8,762\ln(x) + 70,506$

LÍMITE PLÁSTICO					
KM 10+500					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	5,10	5,90	5,20	5,10	5,20
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	6,90	7,30	7,50	6,80	6,70
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	6,40	6,96	6,99	6,37	6,37
PESO AGUA (W_w) (gr)	0,50	0,34	0,51	0,43	0,33
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	1,30	1,06	1,79	1,27	1,17
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	38,46	32,08	28,49	33,86	28,21
PROMEDIO W%	32,22				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	42,30				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	32,22				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	10,08				
SUELO (SUCS)	CL				
AASHTO	A-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 113. Límites de atterberg km 11+000.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 11+000								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	7,10	6,80	4,90	4,90	7,20	6,70	5,20	6,60
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	26,20	21,40	22,10	19,80	24,30	22,60	21,90	20,10
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	19,70	16,10	16,50	15,10	19,30	17,94	17,60	16,50
PESO AGUA (W_w) (gr)	6,50	5,30	5,60	4,70	5,00	4,66	4,30	3,60
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	12,60	9,30	11,60	10,20	12,10	11,24	12,40	9,90
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	51,59	56,99	48,28	46,08	41,32	41,46	34,68	36,36
PROMEDIO W%	54,29		47,18		41,39		35,52	
NÚMERO DE GOLPES	5		14		29		37	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	41,00							

L.L. CASAGRANDE

El gráfico muestra un eje vertical etiquetado como '% Humedad' con valores de 30 a 60 en incrementos de 5. El eje horizontal está etiquetado como 'Número de Golpes (Log)' con valores de 1 y 100. Seis puntos de datos azules están conectados por una línea azul que desciende de izquierda a derecha. La ecuación de la línea de tendencia es $y = -8,723\ln(x) + 69,077$.

LÍMITE PLÁSTICO					
KM 11+000					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	6,40	6,10	5,90	6,20	6,00
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	7,20	7,40	7,10	7,50	7,20
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	7,01	7,09	6,82	7,21	6,93
PESO AGUA (W_w) (gr)	0,19	0,31	0,28	0,29	0,27
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	0,61	0,99	0,92	1,01	0,93
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	31,15	31,18	30,43	28,71	29,03
PROMEDIO W%	30,10				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	41,00				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	30,10				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	10,90				
SUELO (SUCS)	CL				
AASHTO	A-7-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 114. Límites de atterberg km 11+500.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 11+500								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	6,40	4,20	7,10	4,00	6,90	4,10	6,20	4,10
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r)(gr)	22,10	20,60	21,40	17,20	20,30	16,70	21,60	15,10
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	15,70	13,80	16,20	11,90	15,50	12,30	16,80	11,70
PESO AGUA (W _w) (gr)	6,40	6,80	5,20	5,30	4,80	4,40	4,80	3,40
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	9,30	9,60	9,10	7,90	8,60	8,20	10,60	7,60
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	68,82	70,83	57,14	67,09	55,81	53,66	45,28	44,74
PROMEDIO W%	69,83		62,12		54,74		45,01	
NÚMERO DE GOLPES	5		13		27		35	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	52,55							

L.L CASAGRANDE

El gráfico muestra una relación inversa entre el número de golpes y el porcentaje de humedad. La ecuación de la línea de regresión es $y = -11,61 \ln(x) + 89,926$.

LÍMITE PLÁSTICO					
KM 11+500					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W _r (gr)	5,90	6,10	6,40	5,90	6,00
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W _m +W _r)(gr)	7,40	7,20	7,10	7,50	7,20
PESO SECO + RECIPIENTE (W _s +W _r) (gr)	6,89	6,83	6,85	6,89	7,43
PESO AGUA (W _w) (gr)	0,51	0,37	0,25	0,61	-0,23
PESO DE LA MUESTRA SECA (W _s)	0,99	0,73	0,45	0,99	1,43
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	51,52	50,68	55,56	61,62	-16,08
PROMEDIO W%	40,66				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	52,55				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	40,66				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	11,90				
SUELO (SUCS)	CH				
AASHTO	A-7-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 115. Límites de atterberg km 12+000.

LÍMITE LÍQUIDO - CASA GRANDE								
KM 12+000								
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	4,10	4,00	4,00	4,20	7,20	4,10	4,10	4,10
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	22,00	21,80	18,80	21,40	21,50	23,00	18,50	19,20
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	15,10	15,20	13,60	15,26	16,90	17,30	14,60	15,20
PESO AGUA (W_w) (gr)	6,90	6,60	5,20	6,14	4,60	5,70	3,90	4,00
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	11,00	11,20	9,60	11,06	9,70	13,20	10,50	11,10
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	62,73	58,93	54,17	55,52	47,42	43,18	37,14	36,04
PROMEDIO W%	60,83		54,84		45,30		36,59	
NÚMERO DE GOLPES	3		18		28		36	
LÍMITE LÍQUIDO L.L. (%)	45,32							

L.L CASAGRANDE

El gráfico muestra una relación inversa entre el número de golpes y el porcentaje de humedad. Los datos representados son:

Número de Golpes (Log)	% Humedad
3	62,73
18	54,17
28	43,18
36	36,04

La ecuación de la línea de tendencia es: $y = -8,251\ln(x) + 71,883$

LÍMITE PLÁSTICO					
KM 12+000					
N° MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO DEL RECIPIENTE W_r (gr)	6,10	6,10	5,90	6,40	6,00
PESO HÚMEDO + RECIPIENTE (W_m+W_r) (gr)	7,20	7,40	7,10	7,50	7,10
PESO SECO + RECIPIENTE (W_s+W_r) (gr)	6,93	7,08	6,80	7,24	6,84
PESO AGUA (W_w) (gr)	0,27	0,32	0,30	0,26	0,26
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_s)	0,83	0,98	0,90	0,84	0,84
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	32,53	32,65	33,48	30,95	30,49
PROMEDIO W%	32,02				
LÍMITE LÍQUIDO LL (%)	45,32				
LÍMITE PLÁSTICO LP (%)	32,02				
ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)	13,30				
SUELO (SUCS)	CL				
AASHTO	A-7-5				

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

PROCTOR

Tabla 116. Proctor modificado 8+000.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 8+000								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13949	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	16221	16675	16904	16675				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2272	2726	2955	2726				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,040	1,248	1,353	1,248				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W_r	33,10	27,10	30,70	30,50	32,60	26,10	25,20	36,30
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	92,50	89,70	101,30	99,20	95,80	97,10	92,40	102,20
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	76,60	72,90	79,90	77,80	74,20	72,70	67,50	77,20
Peso sólidos W_s	43,50	45,80	49,20	47,30	41,60	46,60	42,30	40,90
Peso del agua W_w	15,90	16,80	21,40	21,40	21,60	24,40	24,90	25,00
Cont. Humedad $\omega\%$	36,55	36,68	43,50	45,24	51,92	52,36	58,87	61,12
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	36,62		44,37		52,14		59,99	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,761		0,864		0,889		0,780	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
DENSIDAD MÁXIMA	0,89							
HUMEDAD ÓPTIMA	49,00							

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 117. Proctor modificado 8+500.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 8+500								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13949	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2195,65	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	16174	16585	16894	16596				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2225	2636	2945	2647				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,013	1,201	1,341	1,206				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W_r	30,40	30,57	30,78	30,51	25,25	24,68	33,13	32,64
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	103,06	98,46	94,62	97,49	109,57	108,19	138,58	138,28
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	87,03	82,61	77,50	79,90	82,49	81,70	101,61	101,13
Peso solidos W_s	56,63	52,04	46,72	49,39	57,24	57,02	68,48	68,49
Peso del agua W_w	16,03	15,85	17,12	17,59	27,08	26,49	36,97	37,15
Cont. Humedad $\omega\%$	28,31	30,46	36,64	35,61	47,31	46,46	53,99	54,24
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	29,38		36,13		46,88		54,11	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,783		0,882		0,913		0,782	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
DENSIDAD MÁXIMA	0,925							
HUMEDAD ÓPTIMA	43,00							

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 118. Proctor modificado 9+000.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 9+000								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13329	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2195,65	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	15714	16145	16384	16163				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2385	2816	3055	2834				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,086	1,283	1,391	1,291				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W_r	24,02	26,40	30,40	31,88	24,78	30,52	30,87	24,80
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	97,50	89,30	95,40	92,10	99,20	101,60	105,80	112,10
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	81,20	76,60	78,30	76,80	77,10	80,60	80,30	82,70
Peso sólidos W_s	57,18	50,20	47,90	44,92	52,32	50,08	49,43	57,90
Peso del agua W_w	16,30	12,70	17,10	15,30	22,10	21,00	25,50	29,40
Cont. Humedad $\omega\%$	28,51	25,30	35,70	34,06	42,24	41,93	51,59	50,78
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	26,90		34,88		42,09		51,18	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,856		0,951		0,979		0,854	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>								
DENSIDAD MÁXIMA	0,975							
HUMEDAD ÓPTIMA	39,50							

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 119. Proctor modificado 9+500.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 9+500								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13949	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	16087	16726	16992	16274				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2138	2777	3043	2325				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	0,979	1,271	1,393	1,064				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W_r	32,60	33,10	26,10	27,10	25,20	30,10	26,30	30,70
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	134,20	125,90	110,40	98,20	101,40	99,50	110,60	107,10
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	112,10	107,60	88,50	81,20	79,20	78,90	81,60	82,40
Peso sólidos W_s	79,50	74,50	62,40	54,10	54,00	48,80	55,30	51,70
Peso del agua W_w	22,10	18,30	21,90	17,00	22,20	20,60	29,00	24,70
Cont. Humedad $\omega\%$	27,80	24,56	35,10	31,42	41,11	42,21	52,44	47,78
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	26,18	33,26	41,66	50,11				
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,776	0,954	0,983	0,709				
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
DENSIDAD MÁXIMA	1,000							
HUMEDAD ÓPTIMA	38,00							

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 120. Proctor modificado 10+000.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 10+000								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13329	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2195,65	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	15731	16242	16414	16213				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2402	2913	3085	2884				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,094	1,327	1,405	1,314				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W_r	32,42	30,74	26,48	27,62	24,80	24,04	30,57	30,73
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	151,29	164,00	103,91	118,17	117,57	118,90	179,08	171,25
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	122,90	133,29	82,39	93,90	88,40	89,87	127,93	122,80
Peso sólidos W_s	90,48	102,55	55,91	66,28	63,60	65,83	97,36	92,07
Peso del agua W_w	28,39	30,71	21,52	24,27	29,17	29,03	51,15	48,45
Cont. Humedad $\omega\%$	31,38	29,95	38,49	36,62	45,86	44,10	52,54	52,62
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	30,66		37,55		44,98		52,58	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,837		0,965		0,969		0,861	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>								
DENSIDAD MÁXIMA	0,985							
HUMEDAD ÓPTIMA	42,00							

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 121. Proctor modificado 10+500.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 10+500								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13329	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2195,65	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	15354	16094	16183	15512				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2025	2765	2854	2183				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	0,922	1,259	1,300	0,994				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W_r	30,52	30,40	24,80	31,80	24,02	30,87	26,42	30,52
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	92,10	83,50	95,40	102,40	97,30	104,60	99,40	109,20
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	78,30	70,80	76,50	83,10	74,30	82,10	74,50	82,80
Peso sólidos W_s	47,78	40,40	51,70	51,30	50,28	51,23	48,08	52,28
Peso del agua W_w	13,80	12,70	18,90	19,30	23,00	22,50	24,90	26,40
Cont. Humedad $\omega\%$	28,88	31,44	36,56	37,62	45,74	43,92	51,79	50,50
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	30,16		37,09		44,83		51,14	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,709		0,919		0,897		0,658	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
DENSIDAD MÁXIMA	0,950							
HUMEDAD ÓPTIMA	40,30							

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 122. Proctor modificado 11+000.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 11+000								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13949	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	16412	16726	16914	16878				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2463	2777	2965	2929				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,127	1,271	1,357	1,341				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W_r	27,10	32,60	26,30	33,10	30,70	26,10	25,20	30,50
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	94,50	98,10	101,20	98,40	104,60	102,90	125,20	134,90
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	78,30	83,10	80,50	79,90	81,40	79,90	90,50	98,90
Peso solidos W_s	51,20	50,50	54,20	46,80	50,70	53,80	65,30	68,40
Peso del agua W_w	16,20	15,00	20,70	18,50	23,20	23,00	34,70	36,00
Cont. Humedad $\omega\%$	31,64	29,70	38,19	39,53	45,76	42,75	53,14	52,63
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	30,67		38,86		44,26		52,89	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,863		0,915		0,941		0,877	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>								
DENSIDAD MÁXIMA	0,931							
HUMEDAD ÓPTIMA	42,50							

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 123. Proctor modificado 11+500.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 11+500								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13329	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2195,65	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	15503	15931	16212	15910				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2174	2602	2883	2581				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	0,990	1,185	1,313	1,176				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W_r	30,40	26,42	24,78	30,87	30,52	31,88	24,80	24,02
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	80,10	73,20	95,50	99,60	87,30	86,20	97,40	99,10
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	67,80	61,60	75,20	80,13	67,94	68,20	71,21	71,80
Peso solidos W_s	37,40	35,18	50,42	49,26	37,42	36,32	46,41	47,78
Peso del agua W_w	12,30	11,60	20,30	19,47	19,36	18,00	26,19	27,30
Cont. Humedad $\omega\%$	32,89	32,97	40,26	39,52	51,74	49,56	56,43	57,14
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	32,93		39,89		50,65		56,78	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,745		0,847		0,872		0,750	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
DENSIDAD MÁXIMA	0,880							
HUMEDAD ÓPTIMA	45,50							

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 124. Proctor modificado 12+000.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
KM 12+000								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13949	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Numero	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	8	16	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	16204	16617	16814	16640				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2255	2668	2865	2691				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,032	1,221	1,311	1,232				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W_r	26,10	33,10	27,30	32,60	30,50	25,20	26,30	30,70
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	92,50	89,30	91,60	95,20	97,50	99,30	101,50	104,20
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	75,10	74,90	72,14	76,40	74,30	74,40	73,90	77,30
Peso solidos W_s	49,00	41,80	44,84	43,80	43,80	49,20	47,60	46,60
Peso del agua W_w	17,40	14,40	19,46	18,80	23,20	24,90	27,60	26,90
Cont. Humedad $\omega\%$	35,51	34,45	43,40	42,92	52,97	50,61	57,98	57,73
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	34,98		43,16		51,79		57,85	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0,765		0,853		0,864		0,780	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p>								
DENSIDAD MÁXIMA	0,879							
HUMEDAD ÓPTIMA	46,80							

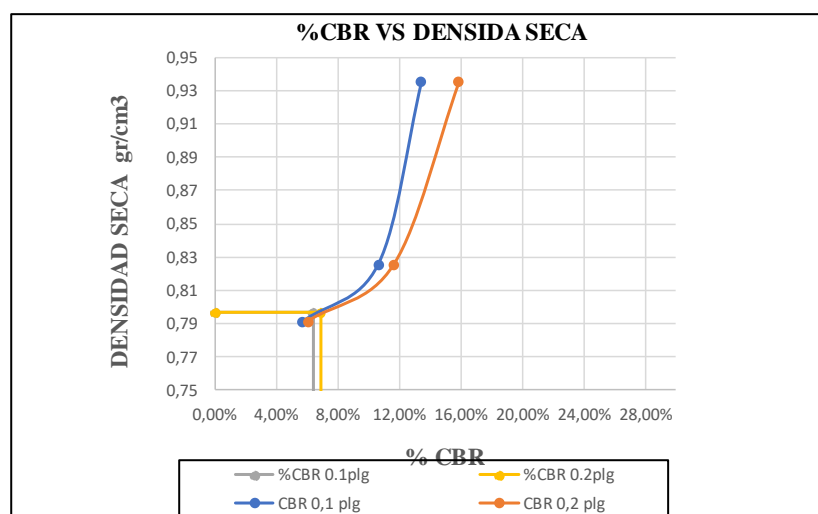
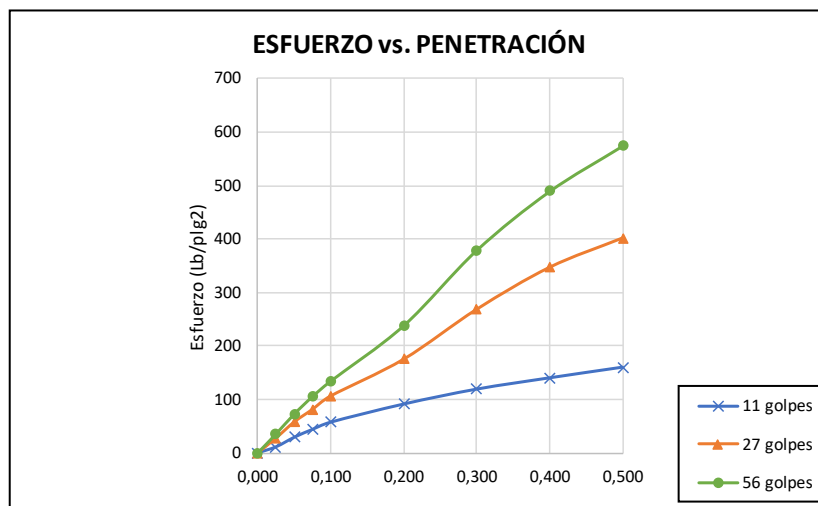
Fuente. Elaboración de Diego Llerena

CBR

Tabla 125. CBR km 8+000.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 8+000						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,11	Diámetro	15,17	Diámetro	15,13
	Altura	12,89	Altura	12,71	Altura	12,85
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10992		11778		11365	
Masa Molde (gr)	8141		8941		8212	
Masa muestra húmeda (gr)	2851		2837		3153	
Volumen muestra (cm3)	2311,31		2297,17		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,233		1,235		1,365	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	26,48	27,62	24,80	24,04	30,57	30,73
Masa suelo hum+recip. (gr)	114,42	111,57	122,24	114,40	99,25	109,49
Masa suelo seco+recip. (gr)	83,48	80,91	89,48	84,86	78,38	83,85
Masa de agua (gr)	30,94	30,66	32,76	29,54	20,87	25,64
Masa suelo seco (gr)	57,00	53,29	64,68	60,82	47,81	53,12
Contenido de humedad W%	54,28%	57,53%	50,65%	48,57%	43,65%	48,27%
Promedio W%	55,91%		49,61%		45,96%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,791		0,825		0,935	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11056		11957		11420	
Masa Molde (gr)	8141		8941		8212	
Masa muestra húmeda (gr)	2915		3016		3208	
Volumen muestra (cm3)	2311,31		2297,17		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,261		1,313		1,389	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	30,30	30,20	27,10	22,90	27,90	28,00
Masa suelo hum+recip. (gr)	106,70	123,80	154,10	112,50	125,50	135,00
Masa suelo seco+recip. (gr)	79,64	89,74	110,58	82,55	94,46	101,07
Masa de agua (gr)	27,06	34,06	43,52	29,95	31,04	33,93
Masa suelo seco (gr)	49,34	59,54	83,48	59,65	66,56	73,07
Contenido de humedad W%	54,84%	57,21%	52,13%	50,21%	46,63%	46,43%
Promedio W%	56,02%		51,17%		46,53%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg2		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg2)	dial	Presión (lb/plg2)	dial	Presión (lb/plg2)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	33,8	11,27	83,6	27,87	106,7	35,57
0,050	87,3	29,10	173,5	57,83	218,3	72,77
0,075	131,3	43,77	243,9	81,30	316,5	105,50
0,100	171,6	57,20	318,7	106,23	403,1	134,37
0,200	272,8	90,93	524,6	174,87	714,2	238,07
0,300	356,1	118,70	803,6	267,87	1136,8	378,93
0,400	419,3	139,77	1038,8	346,27	1468,1	489,37
0,500	478,9	159,63	1203,1	401,03	1723,2	574,40

N° MOLDE	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	57,20	5,72%	0,791	90,93	6,06%	0,791
B	106,23	10,62%	0,825	174,87	11,66%	0,825
C	134,37	13,44%	0,935	238,07	15,87%	0,935
Densidad Seca Máxima				0,89		
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,80	13,4%	15,9%	15,9%	



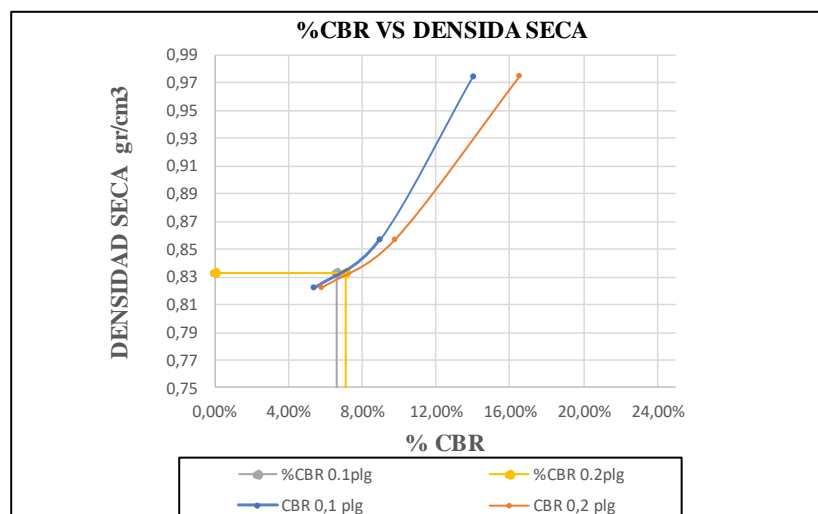
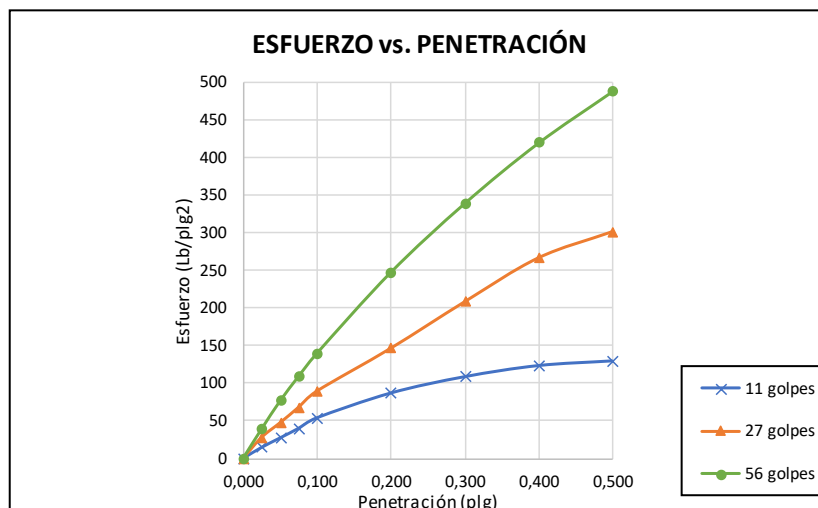
CBR 6,40%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 126. CBR km 8+500.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 8+500						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,11	Diámetro	15,17	Diámetro	15,13
	Altura	12,8	Altura	12,71	Altura	12,85
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10230		10811		11386	
Masa Molde (gr)	7479		8041		8312	
Masa muestra húmeda (gr)	2751		2770		3074	
Volumen muestra (cm3)	2295,18		2297,17		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,199		1,206		1,331	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	30,73	32,60	30,65	32,52	29,40	31,90
Masa suelo hum+recip. (gr)	170,42	168,78	165,67	175,68	181,50	164,10
Masa suelo seco+recip. (gr)	125,28	127,15	126,86	133,91	142,30	127,50
Masa de agua (gr)	45,14	41,63	38,81	41,77	39,20	36,60
Masa suelo seco (gr)	94,55	94,55	96,21	101,39	112,90	95,60
Contenido de humedad W%	47,74%	44,03%	40,34%	41,20%	34,72%	38,28%
Promedio W%	45,89%		40,77%		36,50%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,822		0,857		0,975	
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10462		10986		11503	
Masa Molde (gr)	7479		8041		8312	
Masa muestra húmeda (gr)	2983		2945		3191	
Volumen muestra (cm3)	2295,18		2297,17		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,300		1,282		1,381	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	29,70	32,80	31,10	31,80	30,10	30,30
Masa suelo hum+recip. (gr)	172,10	170,90	174,10	179,80	184,20	167,10
Masa suelo seco+recip. (gr)	126,85	124,85	130,67	133,30	142,16	127,24
Masa de agua (gr)	45,25	46,05	43,43	46,50	42,04	39,86
Masa suelo seco (gr)	97,15	92,05	99,57	101,50	112,06	96,94
Contenido de humedad W%	46,58%	50,03%	43,62%	45,81%	37,52%	41,12%
Promedio W%	48,30%		44,72%		39,32%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	43,6	14,53	83,6	27,87	116,7	38,90
0,050	81,3	27,10	141,7	47,23	228,3	76,10
0,075	119,4	39,80	203,2	67,73	326,5	108,83
0,100	161,6	53,87	268,1	89,37	419,1	139,70
0,200	260,1	86,70	438,6	146,20	742,1	247,37
0,300	325,1	108,37	623,6	207,87	1016,8	338,93
0,400	369,5	123,17	798,8	266,27	1258,1	419,37
0,500	388,2	129,40	903,1	301,03	1463,2	487,73

N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	53,87	5,39%	0,822	86,70	5,78%	0,822
B	89,37	8,94%	0,857	146,20	9,75%	0,857
C	139,70	13,97%	0,975	247,37	16,49%	0,975
Densidad Seca Máxima		0,93				
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,83	14,0%	16,5%	16,5%	



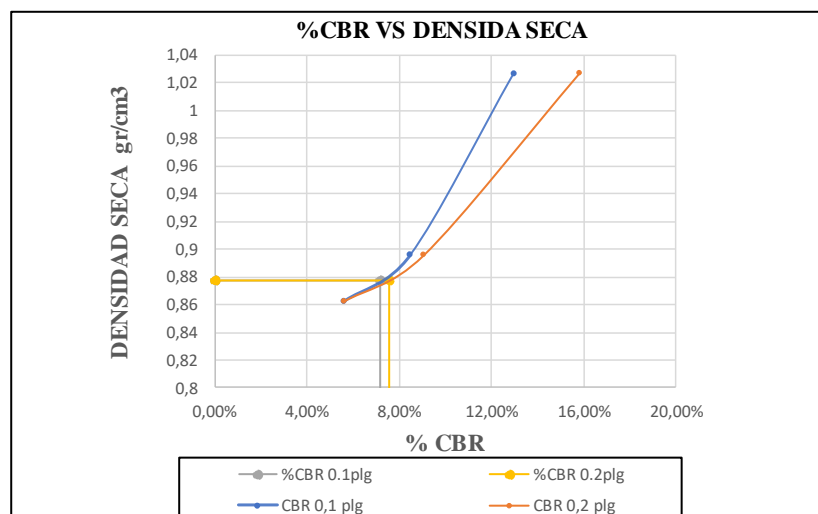
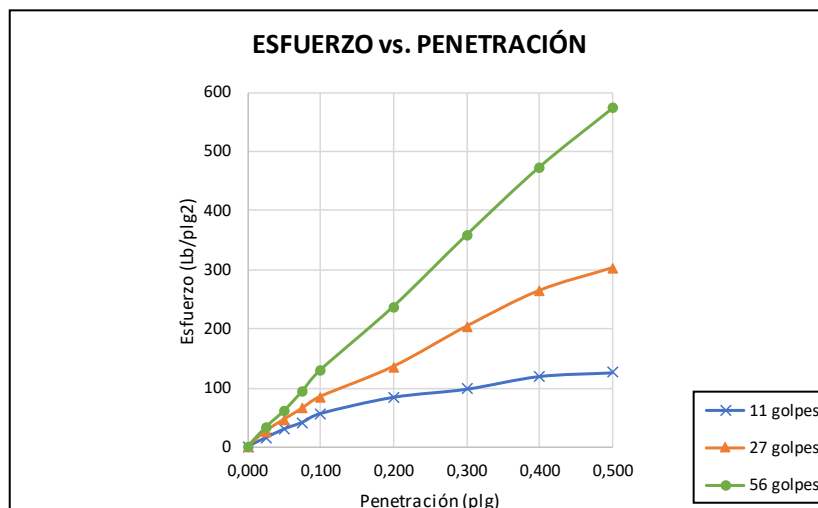
CBR 6,60%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 127. CBR km 9+000.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 9+000						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,11	Diámetro	15,17	Diámetro	15,13
	Altura	12,8	Altura	12,71	Altura	12,85
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10683		10382		11312	
Masa Molde (gr)	7835		7521		8194	
Masa muestra húmeda (gr)	2848		2861		3118	
Volumen muestra (cm3)	2295,18		2297,17		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,241		1,245		1,350	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	27,90	22,60	28,00	30,10	32,80	31,10
Masa suelo hum+recip. (gr)	185,20	175,90	166,80	196,30	188,30	192,60
Masa suelo seco+recip. (gr)	136,70	129,70	127,40	150,10	150,50	154,60
Masa de agua (gr)	48,50	46,20	39,40	46,20	37,80	38,00
Masa suelo seco (gr)	108,80	107,10	99,40	120,00	117,70	123,50
Contenido de humedad W%	44,58%	43,14%	39,64%	38,50%	32,12%	30,77%
Promedio W%	43,86%		39,07%		31,44%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,863		0,896		1,027	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10716		10499		11391	
Masa Molde (gr)	7835		7521		8194	
Masa muestra húmeda (gr)	2881		2978		3197	
Volumen muestra (cm3)	2295,18		2297,17		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,255		1,296		1,384	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	32,80	31,80	29,70	30,30	31,10	29,90
Masa suelo hum+recip. (gr)	191,30	179,10	170,40	199,70	193,40	195,70
Masa suelo seco+recip. (gr)	140,50	131,40	128,90	150,50	150,90	155,40
Masa de agua (gr)	50,80	47,70	41,50	49,20	42,50	40,30
Masa suelo seco (gr)	107,70	99,60	99,20	120,20	119,80	125,50
Contenido de humedad W%	47,17%	47,89%	41,83%	40,93%	35,48%	32,11%
Promedio W%	47,53%		41,38%		33,79%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	45,089	15,03	79,4	26,47	98,4	32,80
0,050	89,4	29,80	138,2	46,07	181,6	60,53
0,075	123,889	41,30	195,1	65,03	281,5	93,83
0,100	169,3	56,43	254,5	84,83	389,5	129,83
0,200	252,289	84,10	407,1	135,70	711,8	237,27
0,300	293,689	97,90	610,3	203,43	1074,1	358,03
0,400	358,889	119,63	792,6	264,20	1419,6	473,20
0,500	378,189	126,06	907,9	302,63	1718,3	572,77

N° MOLDE	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	56,43	5,64%	0,863	84,10	5,61%	0,863
B	84,83	8,48%	0,896	135,70	9,05%	0,896
C	129,83	12,98%	1,027	237,27	15,82%	1,027
Densidad Seca Máxima				0,98		
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,88	13,0%	15,8%	15,8%	



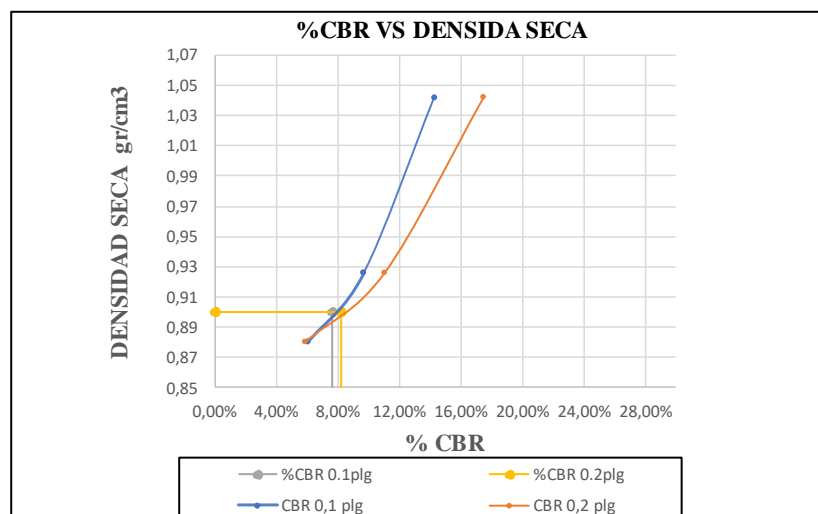
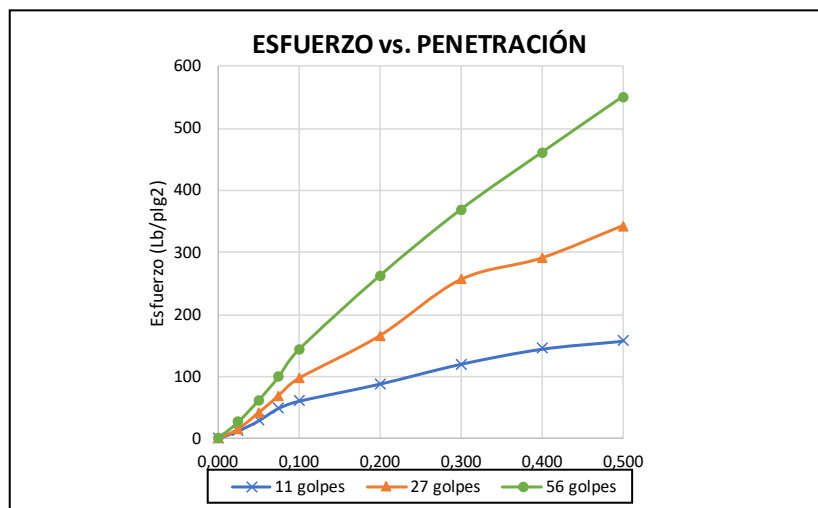
CBR 7,20%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 128. CBR km 9+500.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 9+500						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,17	Diámetro	15,11	Diámetro	15,13
	Altura	12,71	Altura	12,89	Altura	12,6
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11760		11010		11266	
Masa Molde (gr)	8941		8141		8212	
Masa muestra húmeda (gr)	2819		2869		3054	
Volumen muestra (cm3)	2297,17		2311,31		2265,30	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,227		1,241		1,348	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	24,80	26,50	30,60	30,70	27,60	24,80
Masa suelo hum+recip. (gr)	174,20	154,80	179,50	194,80	187,30	189,40
Masa suelo seco+recip. (gr)	131,50	118,90	140,30	154,60	152,90	150,20
Masa de agua (gr)	42,70	35,90	39,20	40,20	34,40	39,20
Masa suelo seco (gr)	106,70	92,40	109,70	123,90	125,30	125,40
Contenido de humedad W%	40,02%	38,85%	35,73%	32,45%	27,45%	31,26%
Promedio W%	39,44%		34,09%		29,36%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,880		0,926		1,042	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11851		11135		11309	
Masa Molde (gr)	8941		8141		8212	
Masa muestra húmeda (gr)	2910		2994		3097	
Volumen muestra (cm3)	2297,17		2311,31		2265,30	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,267		1,295		1,367	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	30,30	27,10	30,20	22,90	28,00	27,90
Masa suelo hum+recip. (gr)	165,90	134,60	171,30	174,70	182,90	175,30
Masa suelo seco+recip. (gr)	126,10	104,20	135,10	132,30	145,40	137,90
Masa de agua (gr)	39,80	30,40	36,20	42,40	37,50	37,40
Masa suelo seco (gr)	95,80	77,10	104,90	109,40	117,40	110,00
Contenido de humedad W%	41,54%	39,43%	34,51%	38,76%	31,94%	34,00%
Promedio W%	40,49%		36,63%		32,97%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)	dial	Presión (lb/plg ²)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	36,6	12,20	47,1	15,70	79,4	26,47
0,050	85,2	28,40	123,5	41,17	182,6	60,87
0,075	146,4	48,80	207,2	69,07	297,3	99,10
0,100	181,6	60,53	291,3	97,10	429,5	143,17
0,200	264,7	88,23	496,9	165,63	787,4	262,47
0,300	360,5	120,17	768,2	256,07	1107,3	369,10
0,400	433,7	144,57	872,6	290,87	1383,5	461,17
0,500	472,5	157,50	1028,2	342,73	1653,8	551,27

N° MOLDE	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	60,53	6,05%	0,880	88,23	5,88%	0,880
B	97,10	9,71%	0,926	165,63	11,04%	0,926
C	143,17	14,32%	1,042	262,47	17,50%	1,042
Densidad Seca Máxima			1,00			
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,90	14,3%	17,5%	17,5%	



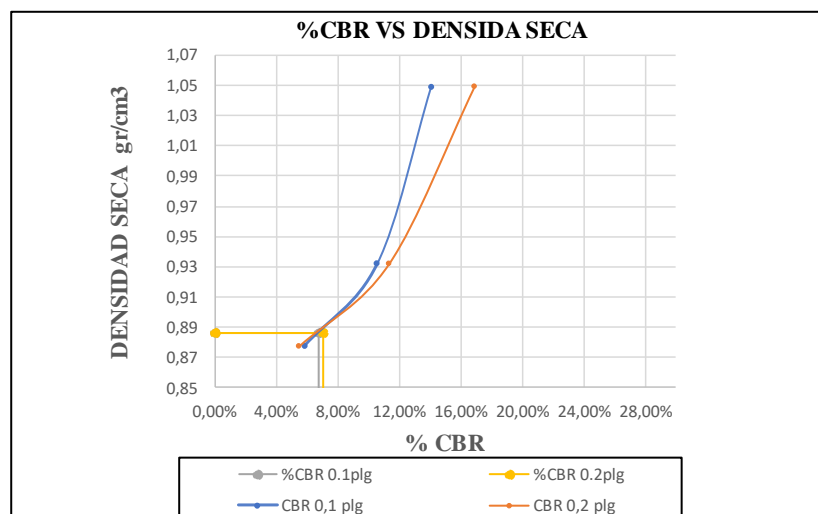
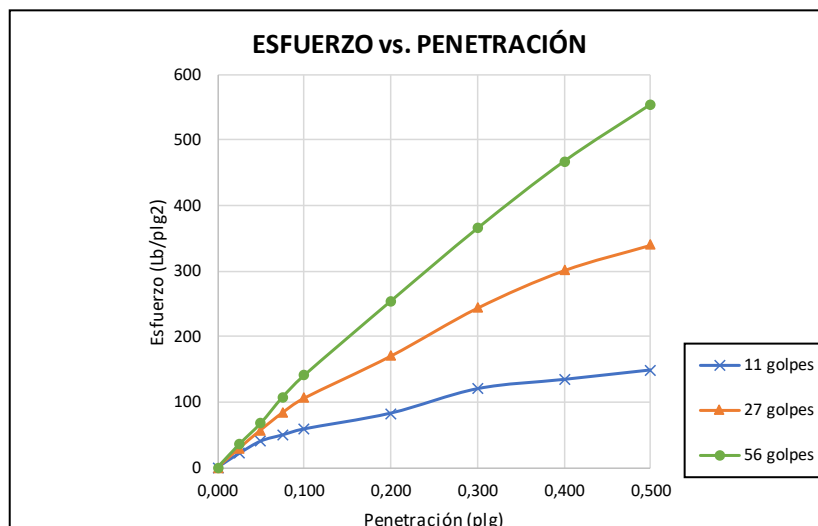
CBR 7,60%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 129. CBR km 10+000.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 10+000						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,7	Diámetro	15,13	Diámetro	15,11
	Altura	12,3	Altura	12,85	Altura	12,8
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11032		11321		10783	
Masa Molde (gr)	8041		8312		7479	
Masa muestra húmeda (gr)	2991		3009		3304	
Volumen muestra (cm3)	2381,12		2310,25		2295,18	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,256		1,302		1,440	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	30,70	32,50	30,70	31,90	29,40	32,60
Masa suelo hum+recip. (gr)	174,50	183,80	193,60	189,30	196,70	192,50
Masa suelo seco+recip. (gr)	131,10	138,30	147,20	144,60	150,90	149,50
Masa de agua (gr)	43,40	45,50	46,40	44,70	45,80	43,00
Masa suelo seco (gr)	100,40	105,80	116,50	112,70	121,50	116,90
Contenido de humedad W%	43,23%	43,01%	39,83%	39,66%	37,70%	36,78%
Promedio W%	43,12%		39,75%		37,24%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,878		0,932		1,049	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11105		11383		10843	
Masa Molde (gr)	8041		8312		7479	
Masa muestra húmeda (gr)	3064		3071		3364	
Volumen muestra (cm3)	2381,12		2310,25		2295,18	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,287		1,329		1,466	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	32,80	29,70	30,10	30,30	32,80	31,80
Masa suelo hum+recip. (gr)	194,70	189,50	199,10	179,40	189,50	193,70
Masa suelo seco+recip. (gr)	145,10	139,80	150,20	137,40	146,80	149,00
Masa de agua (gr)	49,60	49,70	48,90	42,00	42,70	44,70
Masa suelo seco (gr)	112,30	110,10	120,10	107,10	114,00	117,20
Contenido de humedad W%	44,17%	45,14%	40,72%	39,22%	37,46%	38,14%
Promedio W%	44,65%		39,97%		37,80%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	64,1	21,37	88,5	29,50	105,7	35,23
0,050	120,5	40,17	172,7	57,57	203,2	67,73
0,075	148,3	49,43	251,4	83,80	321,6	107,20
0,100	175,9	58,63	318,1	106,03	421,5	140,50
0,200	247,9	82,63	511,2	170,40	761,6	253,87
0,300	359,1	119,70	731,1	243,70	1094,7	364,90
0,400	401,4	133,80	903,4	301,13	1401,2	467,07
0,500	444,6	148,20	1020,2	340,07	1662,4	554,13

N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	58,63	5,86%	0,878	82,63	5,51%	0,878
B	106,03	10,60%	0,932	170,40	11,36%	0,932
C	140,50	14,05%	1,049	253,87	16,92%	1,049
Densidad Seca Máxima		0,99				
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,89	14,1%	16,9%	16,9%	



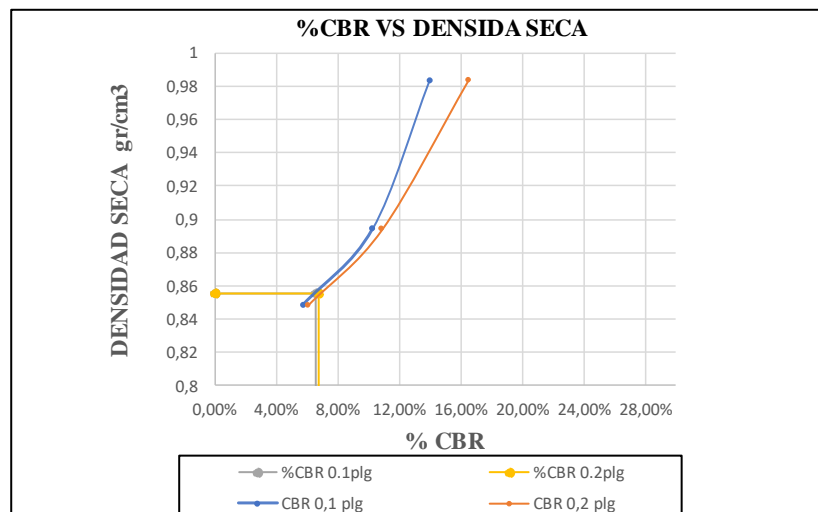
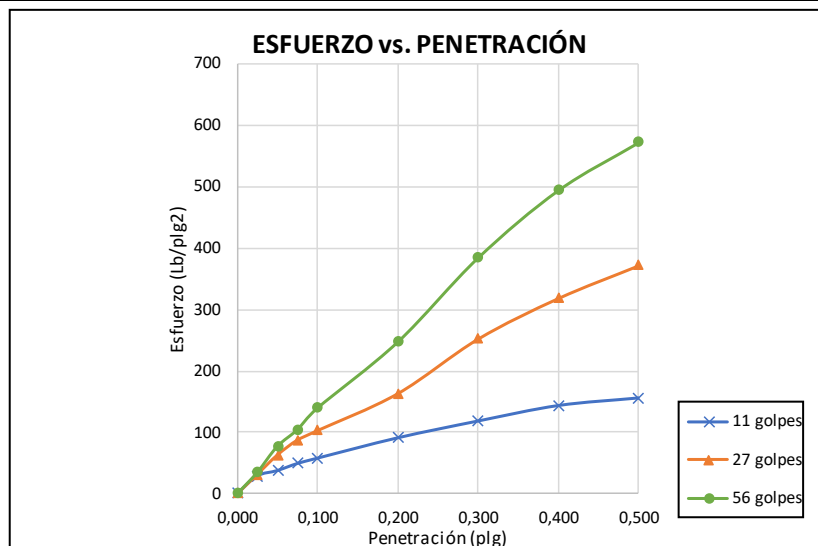
CBR 6,80%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 130. CBR km 10+500.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 10+500						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,17	Diámetro	15,11	Diámetro	15,13
	Altura	12,71	Altura	12,8	Altura	12,85
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10332		10712		11303	
Masa Molde (gr)	7521		7835		8194	
Masa muestra húmeda (gr)	2811		2877		3109	
Volumen muestra (cm3)	2297,17		2295,18		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,224		1,253		1,346	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	30,10	28,00	22,60	27,90	32,80	31,10
Masa suelo hum+recip. (gr)	179,40	174,20	189,60	185,80	176,30	195,20
Masa suelo seco+recip. (gr)	133,10	129,90	142,70	139,60	137,30	151,50
Masa de agua (gr)	46,30	44,30	46,90	46,20	39,00	43,70
Masa suelo seco (gr)	103,00	101,90	120,10	111,70	104,50	120,40
Contenido de humedad W%	44,95%	43,47%	39,05%	41,36%	37,32%	36,30%
Promedio W%	44,21%		40,21%		36,81%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,849		0,894		0,984	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10486		10930		11438	
Masa Molde (gr)	7521		7835		8194	
Masa muestra húmeda (gr)	2965		3095		3244	
Volumen muestra (cm3)	2297,17		2295,18		2310,25	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,291		1,348		1,404	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	29,70	30,10	31,10	29,90	32,80	31,80
Masa suelo hum+recip. (gr)	191,40	189,50	172,80	191,60	199,50	186,30
Masa suelo seco+recip. (gr)	140,60	139,10	131,50	143,20	153,30	144,50
Masa de agua (gr)	50,80	50,40	41,30	48,40	46,20	41,80
Masa suelo seco (gr)	110,90	109,00	100,40	113,30	120,50	112,70
Contenido de humedad W%	45,81%	46,24%	41,14%	42,72%	38,34%	37,09%
Promedio W%	46,02%		41,93%		37,71%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	87,1	29,03	94,4	31,47	104,6	34,87
0,050	113,5	37,83	189,3	63,10	231,5	77,17
0,075	147,8	49,27	262,6	87,53	313,3	104,43
0,100	173,7	57,90	308,9	102,97	418,9	139,63
0,200	272,5	90,83	489,1	163,03	741,4	247,13
0,300	354,1	118,03	755,3	251,77	1152,1	384,03
0,400	429,3	143,10	953,7	317,90	1481,5	493,83
0,500	466,1	155,37	1113,5	371,17	1715,3	571,77

N° MOLDE	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	57,90	5,79%	0,849	90,83	6,06%	0,849
B	102,97	10,30%	0,894	163,03	10,87%	0,894
C	139,63	13,96%	0,984	247,13	16,48%	0,984
Densidad Seca Máxima		0,95				
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,86	14,0%	16,5%	16,5%	



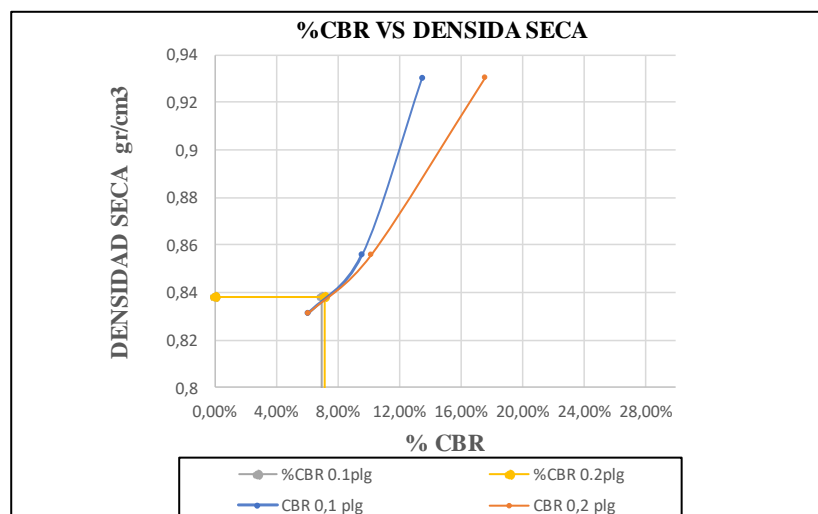
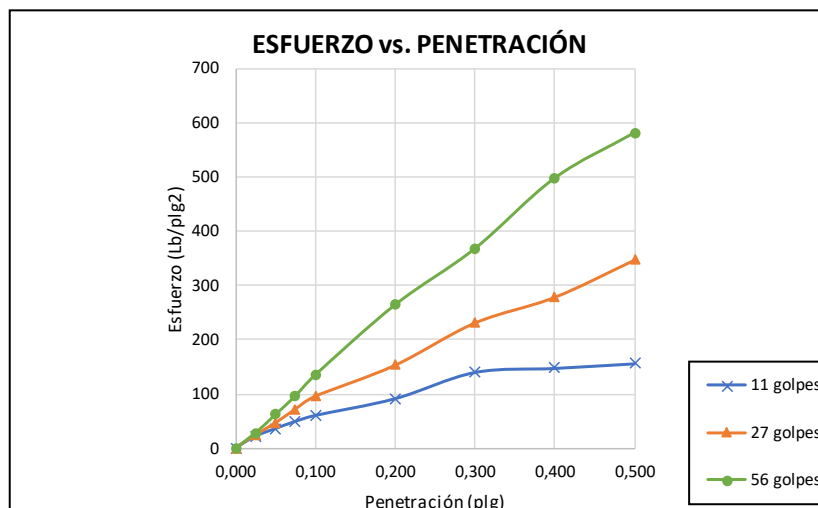
CBR 6,70%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 131. CBR km 11+000.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 11+000						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,11	Diámetro	15,17	Diámetro	15,2
	Altura	12,6	Altura	12,7	Altura	12,7
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10945		10895		11892	
Masa Molde (gr)	8212		8141		8941	
Masa muestra húmeda (gr)	2733		2754		2951	
Volumen muestra (cm3)	2259,31		2295,37		2304,45	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,210		1,200		1,281	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	24,80	26,50	30,70	30,60	27,60	24,00
Masa suelo hum+recip. (gr)	177,90	194,10	204,50	188,90	178,50	193,60
Masa suelo seco+recip. (gr)	130,10	141,50	153,80	144,30	138,30	146,10
Masa de agua (gr)	47,80	52,60	50,70	44,60	40,20	47,50
Masa suelo seco (gr)	105,30	115,00	123,10	113,70	110,70	122,10
Contenido de humedad W%	45,39%	45,74%	41,19%	39,23%	36,31%	38,90%
Promedio W%	45,57%		40,21%		37,61%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,831		0,856		0,931	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10996		10954		11971	
Masa Molde (gr)	8212		8141		8941	
Masa muestra húmeda (gr)	2784		2813		3030	
Volumen muestra (cm3)	2259,31		2295,37		2304,45	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,232		1,226		1,315	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	27,10	27,90	28,10	30,30	30,20	22,90
Masa suelo hum+recip. (gr)	181,40	194,80	185,20	199,10	201,40	197,30
Masa suelo seco+recip. (gr)	130,70	141,70	137,10	148,90	154,20	147,60
Masa de agua (gr)	50,70	53,10	48,10	50,20	47,20	49,70
Masa suelo seco (gr)	103,60	113,80	109,00	118,60	124,00	124,70
Contenido de humedad W%	48,94%	46,66%	44,13%	42,33%	38,06%	39,86%
Promedio W%	47,80%		43,23%		38,96%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	65,8	21,93	72,5	24,17	83,1	27,70
0,050	108,3	36,10	139,4	46,47	184,7	61,57
0,075	148,2	49,40	215,9	71,97	287,4	95,80
0,100	181,4	60,47	287,1	95,70	404,1	134,70
0,200	274,6	91,53	459,2	153,07	792,4	264,13
0,300	420,8	140,27	693,6	231,20	1103,5	367,83
0,400	443,5	147,83	836,3	278,77	1493,8	497,93
0,500	469,1	156,37	1042,6	347,53	1745,1	581,70

N° MOLDE	Presión (lb/plg2)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg2)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	60,47	6,05%	0,831	91,53	6,10%	0,831
B	95,70	9,57%	0,856	153,07	10,20%	0,856
C	134,70	13,47%	0,931	264,13	17,61%	0,931
Densidad Seca Máxima			0,93			
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,84	13,5%	17,6%	17,6%	



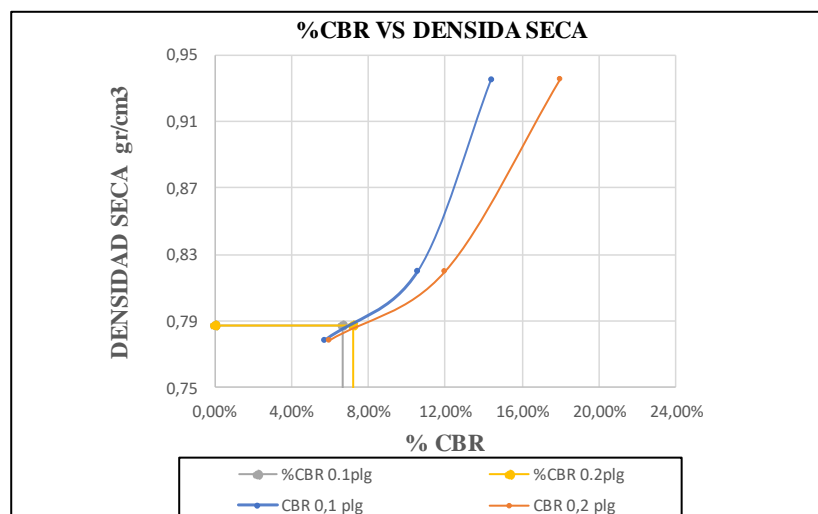
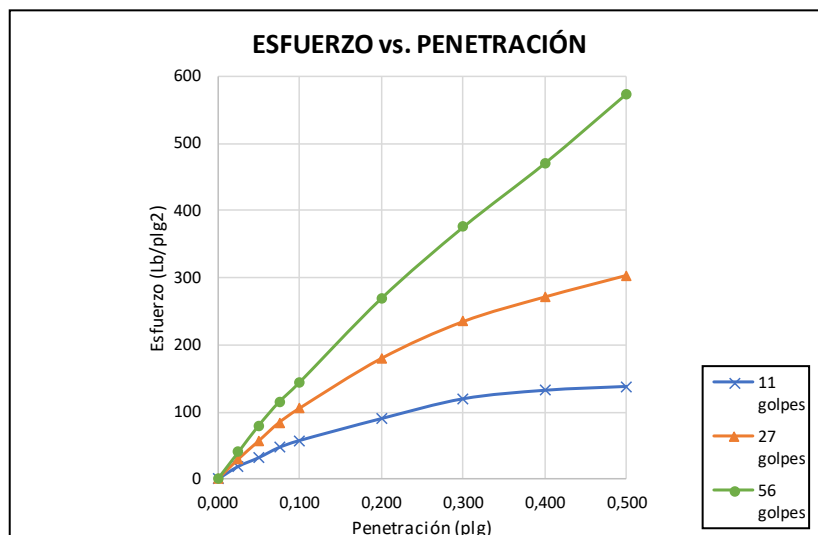
CBR 6,94%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 132. CBR km 11+500.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 11+500						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,11	Diámetro	15,13	Diámetro	15,17
	Altura	12,8	Altura	12,85	Altura	12,71
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10122		11072		11036	
Masa Molde (gr)	7479		8312		8041	
Masa muestra húmeda (gr)	2643		2760		2995	
Volumen muestra (cm3)	2295,18		2310,25		2297,17	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,152		1,195		1,304	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	32,60	32,50	30,70	32,50	29,50	32,10
Masa suelo hum+recip. (gr)	195,80	203,20	188,40	189,30	193,60	199,20
Masa suelo seco+recip. (gr)	142,30	148,60	138,40	140,70	146,10	153,20
Masa de agua (gr)	53,50	54,60	50,00	48,60	47,50	46,00
Masa suelo seco (gr)	109,70	116,10	107,70	108,20	116,60	121,10
Contenido de humedad W%	48,77%	47,03%	46,43%	44,92%	40,74%	37,99%
Promedio W%	47,90%		45,67%		39,36%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,779		0,820		0,936	
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10218		11207		11298	
Masa Molde (gr)	7479		8312		8041	
Masa muestra húmeda (gr)	2739		2895		3257	
Volumen muestra (cm3)	2295,18		2310,25		2297,17	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,193		1,253		1,418	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	31,80	30,50	29,70	30,30	31,10	32,80
Masa suelo hum+recip. (gr)	188,40	195,30	198,30	201,40	199,20	187,10
Masa suelo seco+recip. (gr)	136,70	138,60	143,20	147,60	149,60	142,90
Masa de agua (gr)	51,70	56,70	55,10	53,80	49,60	44,20
Masa suelo seco (gr)	104,90	108,10	113,50	117,30	118,50	110,10
Contenido de humedad W%	49,29%	52,45%	48,55%	45,87%	41,86%	40,15%
Promedio W%	50,87%		47,21%		41,00%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	57,1	19,03	89,5	29,83	119,4	39,80
0,050	95,8	31,93	170,8	56,93	239,1	79,70
0,075	141,3	47,10	253,2	84,40	345,1	115,03
0,100	172,3	57,43	317,1	105,70	432,5	144,17
0,200	269,5	89,83	539,6	179,87	807,4	269,13
0,300	357,4	119,13	704,1	234,70	1126,1	375,37
0,400	395,1	131,70	814,1	271,37	1411,7	470,57
0,500	412,2	137,40	910,6	303,53	1722,6	574,20

N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	57,43	5,74%	0,779	89,83	5,99%	0,779
B	105,70	10,57%	0,820	179,87	11,99%	0,820
C	144,17	14,42%	0,936	269,13	17,94%	0,936
Densidad Seca Máxima				0,88		
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,79	14,4%	17,9%	17,9%	



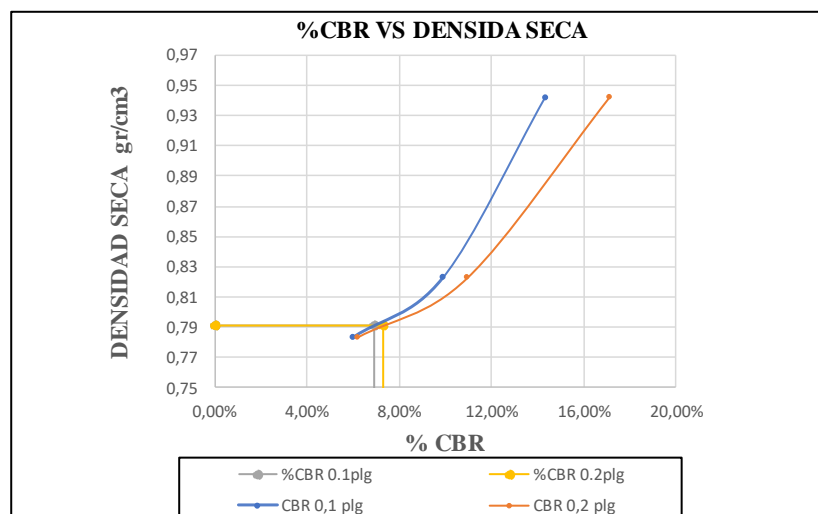
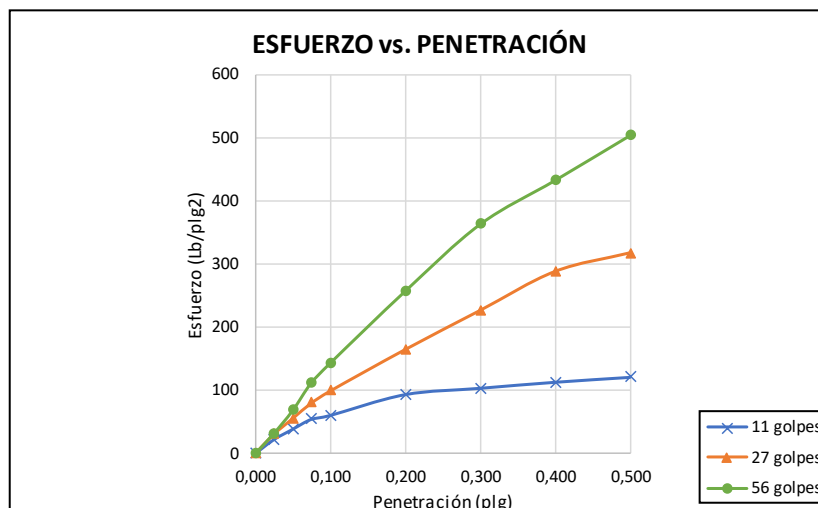
CBR 6,70%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 133. CBR km 12+000.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						
KM 12+000						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15,11	Diámetro	15,17	Diámetro	15,13
	Altura	12,33	Altura	12,5	Altura	12,1
N° de golpes	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10728		10224		10685	
Masa Molde (gr)	8149		7521		7835	
Masa muestra húmeda (gr)	2579		2703		2850	
Volumen muestra (cm3)	2210,90		2259,22		2175,41	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,166		1,196		1,310	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
N° Recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa del recipiente	28,00	30,10	27,90	22,60	32,80	31,10
Masa suelo hum+recip. (gr)	187,20	195,30	183,40	199,10	201,40	196,30
Masa suelo seco+recip. (gr)	135,30	140,70	135,80	142,90	154,20	149,70
Masa de agua (gr)	51,90	54,60	47,60	56,20	47,20	46,60
Masa suelo seco (gr)	107,30	110,60	107,90	120,30	121,40	118,60
Contenido de humedad W%	48,37%	49,37%	44,11%	46,72%	38,88%	39,29%
Promedio W%	48,87%		45,42%		39,09%	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0,784		0,823		0,942	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	10831		10398		10797	
Masa Molde (gr)	8149		7521		7835	
Masa muestra húmeda (gr)	2682		2877		2962	
Volumen muestra (cm3)	2210,90		2259,22		2175,41	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,213		1,273		1,362	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
N° Recipiente	A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente	29,70	32,80	31,10	29,90	29,70	30,30
Masa suelo hum+recip. (gr)	179,40	188,20	195,10	183,60	196,10	187,30
Masa suelo seco+recip. (gr)	127,50	136,30	141,70	132,20	148,20	141,60
Masa de agua (gr)	51,90	51,90	53,40	51,40	47,90	45,70
Masa suelo seco (gr)	97,80	103,50	110,60	102,30	118,50	111,30
Contenido de humedad W%	53,07%	50,14%	48,28%	50,24%	40,42%	41,06%
Promedio W%	51,61%		49,26%		40,74%	
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg ²		Vel.Carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
N° MOLDE	A		B		C	
Penetración (plg)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)	dial	Presión (lb/plg²)
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	66,9	22,30	92,3	30,77	96,3	32,10
0,050	115,7	38,57	166,6	55,53	204,7	68,23
0,075	163,1	54,37	240,2	80,07	336,9	112,30
0,100	181,2	60,40	297,1	99,03	429,5	143,17
0,200	279,8	93,27	493,7	164,57	771,1	257,03
0,300	309,9	103,30	679,2	226,40	1089,1	363,03
0,400	338,3	112,77	864,1	288,03	1297,8	432,60
0,500	361,6	120,53	952,5	317,50	1510,9	503,63

N° MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	60,40	6,04%	0,784	93,27	6,22%	0,784
B	99,03	9,90%	0,823	164,57	10,97%	0,823
C	143,17	14,32%	0,942	257,03	17,14%	0,942
Densidad Seca Máxima		0,88				
DSM		%CBR 0.1plg	%CBR 0.2plg	%CBR MAYOR		
90%		0,79	14,3%	17,1%	17,1%	



CBR 6,90%

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

ANEXOS 5. TABLAS DE CORTE Y RELLENO

Tabla 134. Corte y relleno.

Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno acumulado	Volumen de corte acumulado
7+920.00	0,00	23,04	0,00	393,58	0,00	393,58
7+940.00	0,00	38,29	0,00	612,27	0,00	1005,85
7+960.00	0,01	33,80	0,08	716,55	0,08	1722,40
7+980.00	0,00	31,00	0,08	646,23	0,16	2368,63
8+000.00	1,55	16,93	15,06	483,90	15,22	2852,53
8+020.00	3,23	2,92	46,01	202,13	61,23	3054,66
8+040.00	0,36	10,96	35,89	138,83	97,12	3193,49
8+060.00	1,20	7,11	15,62	180,71	112,74	3374,20
8+080.00	2,34	2,12	35,42	92,28	148,16	3466,48
8+100.00	0,91	3,65	32,56	57,65	180,72	3524,13
8+120.00	0,00	24,52	9,36	279,55	190,08	3803,68
8+140.00	0,00	45,15	0,00	689,15	190,08	4492,83
8+160.00	0,00	54,14	0,00	991,12	190,08	5483,95
8+180.00	0,00	40,10	0,00	942,33	190,08	6426,28
8+200.00	0,00	50,95	0,00	912,89	190,08	7339,17
8+220.00	0,00	31,03	0,00	824,01	190,08	8163,18
8+240.00	0,00	9,21	0,00	402,98	190,08	8566,16
8+260.00	0,00	12,55	0,00	217,96	190,08	8784,12
8+280.00	0,00	23,80	0,00	364,06	190,08	9148,18
8+300.00	0,00	26,86	0,00	506,92	190,08	9655,10
8+320.00	0,00	22,26	0,00	491,24	190,08	10146,34
8+340.00	0,00	17,15	0,00	394,13	190,08	10540,47
8+360.00	0,00	11,05	0,00	282,00	190,08	10822,47
8+380.00	0,01	5,33	0,05	163,79	190,13	10986,26
8+400.00	0,22	3,46	2,32	86,97	192,45	11073,23
8+420.00	0,00	6,72	2,27	100,89	194,72	11174,12
8+440.00	0,01	8,33	0,10	149,36	194,82	11323,48
8+460.00	0,12	10,01	1,35	181,81	196,17	11505,29
8+480.00	0,00	13,31	1,20	233,24	197,37	11738,53
8+500.00	0,00	14,80	0,00	281,06	197,37	12019,59
8+520.00	0,00	12,05	0,00	268,42	197,37	12288,01
8+540.00	0,07	9,91	0,68	219,55	198,05	12507,56
8+560.00	0,18	8,13	2,51	180,43	200,56	12687,99
8+580.00	0,00	9,47	1,83	176,08	202,39	12864,07
8+600.00	0,00	19,73	0,00	292,29	202,39	13156,36
8+620.00	0,00	24,17	0,00	438,87	202,39	13595,23
8+640.00	0,50	7,95	4,97	321,20	207,36	13916,43

8+660.00	4,24	0,18	47,33	81,31	254,69	13997,74
8+680.00	13,03	0,84	172,67	10,25	427,36	14007,99
8+700.00	0,25	4,66	131,80	55,36	559,16	14063,35
8+720.00	0,00	14,95	2,31	204,71	561,47	14268,06
8+740.00	0,02	14,64	0,21	294,53	561,68	14562,59
8+760.00	5,96	1,95	61,57	162,91	623,25	14725,50
8+780.00	6,50	15,19	128,54	164,44	751,79	14889,94
8+800.00	1,61	35,78	81,87	502,05	833,66	15391,99
8+820.00	0,00	6,14	15,09	455,04	848,75	15847,03
8+840.00	0,00	17,50	0,02	239,71	848,77	16086,74
8+860.00	0,00	31,89	0,00	493,90	848,77	16580,64
8+880.00	0,00	39,84	0,00	730,47	848,77	17311,11
8+900.00	0,50	56,49	4,80	994,83	853,57	18305,94
8+920.00	6,98	31,08	74,78	875,70	928,35	19181,64
8+940.00	5,92	13,95	128,97	450,28	1057,32	19631,92
8+960.00	12,13	10,13	180,45	240,80	1237,77	19872,72
8+980.00	19,29	2,46	321,16	123,41	1558,93	19996,13
9+000.00	2,44	15,94	217,27	184,01	1776,20	20180,14
9+020.00	0,00	58,01	24,68	731,12	1800,88	20911,26
9+040.00	0,00	88,20	0,00	1415,41	1800,88	22326,67
9+060.00	0,00	39,86	0,00	1297,56	1800,88	23624,23
9+080.00	0,00	25,84	0,00	660,53	1800,88	24284,76
9+100.00	0,43	18,88	4,23	451,46	1805,11	24736,22
9+120.00	8,11	22,78	85,47	416,62	1890,58	25152,84
9+140.00	3,88	41,67	126,33	622,38	2016,91	25775,22
9+160.00	8,74	29,07	138,97	656,03	2155,88	26431,25
9+180.00	38,93	1,05	405,79	330,54	2561,67	26761,79
9+200.00	12,54	0,00	442,06	11,88	3003,73	26773,67
9+220.00	4,15	30,02	165,84	302,95	3169,57	27076,62
9+240.00	13,48	31,31	183,28	604,94	3352,85	27681,56
9+260.00	0,00	47,12	137,56	780,60	3490,41	28462,16
9+280.00	6,99	15,67	67,36	639,75	3557,77	29101,91
9+300.00	6,32	3,40	128,18	196,46	3685,95	29298,37
9+320.00	7,09	5,36	130,79	90,17	3816,74	29388,54
9+340.00	20,64	6,33	287,39	112,81	4104,13	29501,35
9+360.00	8,47	14,05	321,84	187,51	4425,97	29688,86
9+380.00	3,88	2,06	114,21	171,85	4540,18	29860,71

9+400.00	4,99	0,04	86,17	23,58	4626,35	29884,29
9+420.00	3,63	0,35	85,80	4,02	4712,15	29888,31
9+440.00	2,21	9,61	58,37	99,64	4770,52	29987,95
9+460.00	0,07	17,35	23,45	263,58	4793,97	30251,53
9+480.00	0,02	14,82	0,97	305,08	4794,94	30556,61
9+500.00	0,00	26,04	0,21	408,56	4795,15	30965,17
9+520.00	0,00	52,70	0,00	787,41	4795,15	31752,58
9+540.00	0,00	52,97	0,00	1001,87	4795,15	32754,45
9+560.00	0,00	34,43	0,00	835,24	4795,15	33589,69
9+580.00	4,78	0,16	46,63	359,22	4841,78	33948,91
9+600.00	0,00	24,23	46,16	250,53	4887,94	34199,44
9+620.00	0,00	11,24	0,00	362,22	4887,94	34561,66
9+640.00	10,11	0,07	99,86	113,50	4987,80	34675,16
9+660.00	0,12	8,41	102,24	84,73	5090,04	34759,89
9+680.00	0,00	41,95	1,18	499,72	5091,22	35259,61
9+700.00	0,00	54,89	0,00	931,43	5091,22	36191,04
9+720.00	0,00	76,28	0,00	1259,94	5091,22	37450,98
9+740.00	0,00	45,88	0,00	1221,57	5091,22	38672,55
9+760.00	0,00	4,99	0,00	519,35	5091,22	39191,90
9+780.00	0,00	8,84	0,00	139,25	5091,22	39331,15
9+800.00	0,00	10,74	0,00	195,83	5091,22	39526,98
9+820.00	3,46	1,93	34,55	126,68	5125,77	39653,66
9+840.00	9,56	0,05	130,18	19,76	5255,95	39673,42
9+860.00	6,69	0,10	162,55	1,42	5418,50	39674,84
9+880.00	5,09	1,53	119,14	15,92	5537,64	39690,76
9+900.00	0,02	13,64	54,37	145,11	5592,01	39835,87
9+920.00	0,00	51,55	0,17	636,97	5592,18	40472,84
9+940.00	0,00	28,45	0,00	788,61	5592,18	41261,45
9+960.00	0,00	30,11	0,00	586,43	5592,18	41847,88
9+980.00	0,00	38,17	0,00	682,80	5592,18	42530,68
10+000.00	0,00	50,95	0,00	891,22	5592,18	43421,90
10+020.00	0,00	77,90	0,00	1288,60	5592,18	44710,50
10+040.00	0,00	104,95	0,00	1828,57	5592,18	46539,07
10+060.00	0,00	115,83	0,00	2207,84	5592,18	48746,91
10+080.00	0,00	116,56	0,00	2323,97	5592,18	51070,88
10+100.00	0,00	132,98	0,00	2495,40	5592,18	53566,28
10+120.00	0,00	136,20	0,00	2673,12	5592,18	56239,40

10+140.00	0,00	116,63	0,00	2514,98	5592,18	58754,38
10+160.00	0,00	89,48	0,00	2061,10	5592,18	60815,48
10+180.00	0,00	91,50	0,00	1809,84	5592,18	62625,32
10+200.00	0,00	85,18	0,00	1777,62	5592,18	64402,94
10+220.00	0,00	87,78	0,00	1759,47	5592,18	66162,41
10+240.00	0,00	56,98	0,00	1451,79	5592,18	67614,20
10+260.00	0,00	38,57	0,00	955,55	5592,18	68569,75
10+280.00	0,00	17,11	0,00	559,20	5592,18	69128,95
10+300.00	0,00	20,46	0,00	375,94	5592,18	69504,89
10+320.00	0,00	27,78	0,00	484,65	5592,18	69989,54
10+340.00	0,00	36,47	0,00	642,51	5592,18	70632,05
10+360.00	0,00	43,69	0,00	801,63	5592,18	71433,68
10+380.00	0,00	18,42	0,00	621,13	5592,18	72054,81
10+400.00	0,70	7,79	7,40	256,99	5599,58	72311,80
10+420.00	10,24	0,14	111,24	77,67	5710,82	72389,47
10+440.00	15,77	0,00	260,03	1,40	5970,85	72390,87
10+460.00	0,00	15,23	157,66	152,33	6128,51	72543,20
10+480.00	0,00	49,93	0,00	641,95	6128,51	73185,15
10+500.00	0,00	38,33	0,00	855,31	6128,51	74040,46
10+520.00	0,00	21,34	0,00	588,17	6128,51	74628,63
10+540.00	1,89	9,15	18,30	310,45	6146,81	74939,08
10+560.00	14,26	5,67	149,16	163,78	6295,97	75102,86
10+580.00	2,64	0,00	165,40	58,73	6461,37	75161,59
10+600.00	0,00	32,96	26,74	327,09	6488,11	75488,68
10+620.00	0,00	47,97	0,00	795,64	6488,11	76284,32
10+640.00	0,00	79,51	0,00	1274,74	6488,11	77559,06
10+660.00	0,00	116,78	0,00	2005,01	6488,11	79564,07
10+680.00	0,00	94,09	0,00	2222,48	6488,11	81786,55
10+700.00	0,00	71,57	0,00	1706,91	6488,11	83493,46
10+720.00	0,00	43,43	0,00	1143,82	6488,11	84637,28
10+740.00	0,00	46,97	0,00	864,20	6488,11	85501,48
10+760.00	0,00	66,28	0,00	1083,79	6488,11	86585,27
10+780.00	0,00	35,27	0,00	978,03	6488,11	87563,30
10+800.00	0,05	8,43	0,48	428,80	6488,59	87992,10
10+820.00	15,53	0,00	155,77	84,34	6644,36	88076,44
10+840.00	26,34	0,00	429,89	0,00	7074,25	88076,44
10+860.00	0,69	4,16	285,27	39,24	7359,52	88115,68

10+880.00	0,00	76,57	7,56	813,95	7367,08	88929,63
10+900.00	0,00	79,56	0,00	1547,67	7367,08	90477,30
10+920.00	0,00	51,38	0,00	1286,15	7367,08	91763,45
10+940.00	0,00	52,15	0,00	1035,29	7367,08	92798,74
10+960.00	0,00	49,81	0,00	1020,10	7367,08	93818,84
10+980.00	0,00	59,37	0,00	1093,71	7367,08	94912,55
11+000.00	0,00	71,71	0,00	1310,28	7367,08	96222,83
11+020.00	0,00	44,87	0,00	1140,82	7367,08	97363,65
11+040.00	0,63	0,41	6,22	457,19	7373,30	97820,84
11+060.00	0,00	6,65	6,07	68,81	7379,37	97889,65
11+080.00	0,00	54,27	0,00	612,97	7379,37	98502,62
11+100.00	0,00	19,59	0,00	729,41	7379,37	99232,03
11+120.00	1,53	5,25	16,76	238,60	7396,13	99470,63
11+140.00	0,00	11,93	15,49	171,22	7411,62	99641,85
11+160.00	0,00	12,26	0,00	243,32	7411,62	99885,17
11+180.00	0,86	2,72	8,25	151,34	7419,87	100036,51
11+200.00	8,51	1,06	93,65	37,76	7513,52	100074,27
11+220.00	19,89	0,00	284,00	10,56	7797,52	100084,83
11+240.00	44,62	0,00	645,10	0,00	8442,62	100084,83
11+260.00	30,59	0,00	752,09	0,00	9194,71	100084,83
11+280.00	24,39	0,00	549,82	0,00	9744,53	100084,83
11+300.00	23,28	0,00	476,74	0,00	10221,27	100084,83
11+320.00	0,96	12,16	242,45	121,61	10463,72	100206,44
11+340.00	0,00	42,07	9,63	542,35	10473,35	100748,79
11+360.00	0,00	91,93	0,00	1339,99	10473,35	102088,78
11+380.00	0,21	43,19	2,07	1351,19	10475,42	103439,97
11+400.00	21,47	0,00	216,79	431,94	10692,21	103871,91
11+420.00	64,04	0,00	855,12	0,00	11547,33	103871,91
11+440.00	66,35	0,00	1310,69	0,00	12858,02	103871,91
11+460.00	11,44	0,00	800,05	0,00	13658,07	103871,91
11+480.00	0,00	24,99	117,54	252,10	13775,61	104124,01
11+500.00	0,00	40,58	0,00	665,97	13775,61	104789,98
11+520.00	0,00	38,97	0,00	790,13	13775,61	105580,11
11+540.00	9,49	2,80	101,82	404,48	13877,43	105984,59
11+560.00	20,39	0,00	317,10	25,29	14194,53	106009,88
11+580.00	6,36	0,00	281,21	0,00	14475,74	106009,88
11+600.00	26,43	0,00	328,04	0,00	14803,78	106009,88

11+620.00	49,31	0,00	743,13	0,00	15546,91	106009,88
11+640.00	22,49	0,00	695,37	0,00	16242,28	106009,88
11+660.00	20,80	0,00	447,52	0,00	16689,80	106009,88
11+680.00	1,85	3,84	230,35	38,27	16920,15	106048,15
11+700.00	0,00	8,58	18,59	124,15	16938,74	106172,30
11+720.00	0,26	8,50	2,60	170,77	16941,34	106343,07
11+740.00	0,00	12,65	2,58	211,13	16943,92	106554,20
11+760.00	0,00	19,32	0,00	318,19	16943,92	106872,39
11+780.00	0,00	23,26	0,00	429,11	16943,92	107301,50
11+800.00	0,00	27,80	0,00	516,19	16943,92	107817,69
11+820.00	0,00	25,53	0,00	534,18	16943,92	108351,87
11+840.00	0,00	25,10	0,00	506,27	16943,92	108858,14
11+860.00	0,00	30,90	0,00	559,97	16943,92	109418,11

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

ANEXOS 6.

APUS

Tabla 135. APU rubro 1.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	1				Unidad Ha
Descripción	Desbroce y limpieza				Hoja 1 De 10
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					2,30
Retroexcavadora	1	35,00	35,00	6,000	210,00
SUBTOTAL M					212,30
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Peón E2	1	3,62	3,62	6,000	21,72
Operador de retroexcavadora C1	1	4,06	4,06	6,000	24,36
SUBTOTAL N					46,08
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					258,38
INDIRECTOS (%) 20.00%					51,68
COSTO TOTAL DEL RUBRO					310,06
VALOR UNITARIO					310,06

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 136. APU rubro 2.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	2				Unidad Km
Descripción	Replanteo y nivelación				Hoja 2 De 10
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					16,10
Equipo topográfico	1	10,00	10,00	14,20	142,00
SUBTOTAL M					158,10
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Peon EO E2	2	3,62	7,24	14,20	102,81
Topógrafo EO C1	2	4,06	8,12	14,20	115,30
Cadenero	2	3,66	7,32	14,20	103,94
SUBTOTAL N					322,06
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Pintura esmalte	gl	1	17,00	17,00	
Clavos de 2"	Kg	1	1,50	1,50	
Estacas de madera de 30 cm	u	10	0,75	7,50	
SUBTOTAL O					26,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					506,16
INDIRECTOS (%) 20.00%					101,23
COSTO TOTAL DEL RUBRO					607,39
VALOR UNITARIO					607,39

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 137. APU rubro 3.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	3				Unidad m3
Descripción	Desalojo del material de excavación				Hoja 3 De 10
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					0,02
Volqueta	1	20,00	20,00	0,042	0,84
Cargadora	1	20,00	20,00	0,042	0,84
SUBTOTAL M					1,70
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador: Cargadora frontal C1	1	4,06	4,06	0,042	0,17
Chofer: Volqueta C1	1	5,31	5,31	0,042	0,22
SUBTOTAL N					0,39
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,09
INDIRECTOS (%) 20.00%					0,42
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,51
VALOR UNITARIO					2,51

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 138. APU rubro 4.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	4				Unidad m3
Descripción	Excavación de suelo sin clasificar con maquinaria.				Hoja 4 De 10
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					0,01
Excavadora oruga	1	40,00	40,00	0,021	0,84
Cargadora frontal	1	35,00	35,00	0,021	0,74
Volqueta (8m3)	3	25,00	75,00	0,008	0,60
SUBTOTAL M					2,19
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de excavadora C1	1	4,06	4,06	0,021	0,09
Operador de cargadora frontal C1	1	4,06	4,06	0,021	0,09
Chofer volquetas C1	3	5,31	15,93	0,008	0,13
SUBTOTAL N					0,30
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,49
INDIRECTOS (%) 20.00%					0,50
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,99
VALOR UNITARIO					2,99

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 139. APU rubro 5.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	5				Unidad m3
Descripción	Sub-base clase 3			Hoja 5 De 10	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					0,02
Motoniveladora	1	40,00	40,00	0,014	0,56
Rodillo vibrador	1	35,00	35,00	0,014	0,49
Volqueta (8m3)	2	25,00	50,00	0,014	0,70
Tanquero	1	30,00	30,00	0,014	0,42
SUBTOTAL M					2,19
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de motoniveladora C1	1	4,06	4,06	0,01	0,06
Operador de rodillo C1	1	3,85	3,85	0,01	0,05
Chofer volquetas C1	2	5,31	10,62	0,01	0,15
Chofer tanqueros C1	1	5,31	5,31	0,01	0,07
Maestro mayor	1	4,06	4,06	0,01	0,06
Peón	2	3,62	7,24	0,01	0,10
SUBTOTAL N					0,49
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Sub-base clase 2	m3	1,20	8,50	10,20	
Agua	m3	0,10	2,50	0,25	
SUBTOTAL O					10,45
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13,14
INDIRECTOS (%) 20.00%					2,63
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15,76
VALOR UNITARIO					15,76

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 140. APU rubro 6.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	6				Unidad m3
Descripción	Base clase IV.			Hoja 6 De 10	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					0,02
Motoniveladora	1	40,00	40,00	0,014	0,56
Rodillo vibrador	1	35,00	35,00	0,014	0,49
Volqueta (8m3)	2	25,00	50,00	0,014	0,70
Tanquero	1	30,00	30,00	0,014	0,42
SUBTOTAL M					2,19
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de motoniveladora C1	1	4,06	4,06	0,014	0,06
Operador de rodillo C1	1	3,85	3,85	0,014	0,05
Chofer volquetas C1	1	5,31	5,31	0,014	0,07
Chofer tanqueros C1	1	5,31	5,31	0,014	0,07
Maestro mayor	1	4,06	4,06	0,014	0,06
Peón	2	3,62	7,24	0,014	0,10
SUBTOTAL N					0,42
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Base clase 4	m3	1,20	12,00	14,40	
Agua	m3	0,20	2,50	0,50	
SUBTOTAL O					14,90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					17,51
INDIRECTOS (%) 20.00%					3,50
COSTO TOTAL DEL RUBRO					21,01
VALOR UNITARIO					21,01

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 141. APU rubro 7.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	7				Unidad m2
Descripción	Carpeta asfáltica e=5 cm			Hoja 7 De 10	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					0,02
Planta asfáltica	1	160,00	160,00	0,005	0,80
Cargadora frontal	1	35,00	35,00	0,005	0,18
Volqueta (8m3)	1	25,00	25,00	0,005	0,13
Escoba mecánica	1	25,00	25,00	0,005	0,13
Rodillo neumático	1	25,00	25,00	0,005	0,13
Rodillo compactador	1	25,00	25,00	0,005	0,13
Distribuidor de asfalto	1	55,00	55,00	0,005	0,28
Acabadora de asfalto	1	65,00	65,00	0,005	0,33
SUBTOTAL M					2,09
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de planta asfáltica C1	1	4,04	4,04	0,005	0,02
Operador de cargadora frontal C1	1	4,04	4,04	0,005	0,02
Chofer volquetas C1	1	5,29	5,29	0,005	0,03
Operador distribuidor de asfalto C2	1	3,85	3,85	0,005	0,02
Operador de acabadora de pavimento asfáltico	1	3,85	3,85	0,005	0,02
Operador de barredora autopropulsada C2	1	3,85	3,85	0,005	0,02
Operador de rodillo C2	2	3,85	7,70	0,005	0,04
Maestro mayor	1	4,04	4,04	0,005	0,02
Peón	12	3,60	43,20	0,005	0,22
SUBTOTAL N					0,40
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Asfalto AC 10	gl	1,85	2,50	4,63	
Arena	m3	0,05	13,00	0,59	
Ripio	m3	0,05	15,00	0,68	
Diésel	gl	0,30	1,04	0,31	
SUBTOTAL O					6,20
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8,69
INDIRECTOS (%) 20.00%					1,74
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10,43
VALOR UNITARIO					10,43

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 142. APU rubro 8.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	8				Unidad lt
Descripción	Imprimación asfáltica				Hoja 8 De 10
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					0,00
Distribuidor de asfalto	1	30,00	30,00	0,001	0,02
Barredora autopropulsada	1	25,00	25,00	0,001	0,02
SUBTOTAL M					0,04
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de barredora autopropulsada C2	1	3,86	3,86	0,001	0,003
Operador de distribuidor de asfalto c2	1	3,86	3,86	0,001	0,003
Peón E2	1	3,62	3,62	0,001	0,002
SUBTOTAL N					0,01
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Asfalto diluido tipo MC 250	lt	0,70	0,42	0,29	
Diesel para mezcla	lt	0,30	0,53	0,16	
					0,00
SUBTOTAL O					0,45
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,50
INDIRECTOS (%) 20.00%					0,10
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,60
VALOR UNITARIO					0,60

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 143. APU rubro 9.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	9				Unidad m3
Descripción	Relleno y compactación de suelo.				Hoja 9 De 10
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					0,03
Rodillo vibrador 8 Ton	1	30,00	30,00	0,021	0,63
Cargadora frontal	1	35,00	35,00	0,021	0,74
Tanquero de agua	1	30,00	30,00	0,021	0,63
Motoniveladora	1	40,00	40,00	0,021	0,84
SUBTOTAL M					2,87
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de motoniveladora C1	1	4,06	4,06	0,021	0,09
Operador de cargadora C1	1	4,06	4,06	0,021	0,09
Operador de rodillo C1	1	4,06	4,06	0,021	0,09
Chofer tanqueros C1	1	5,31	5,31	0,021	0,11
Maestro mayor	1	4,06	4,06	0,021	0,09
Peón	3	3,62	10,86	0,021	0,23
SUBTOTAL N					0,68
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				0,00	
				0,00	
				0,00	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,55
INDIRECTOS (%) 20.00%					0,71
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,26
VALOR UNITARIO					4,26

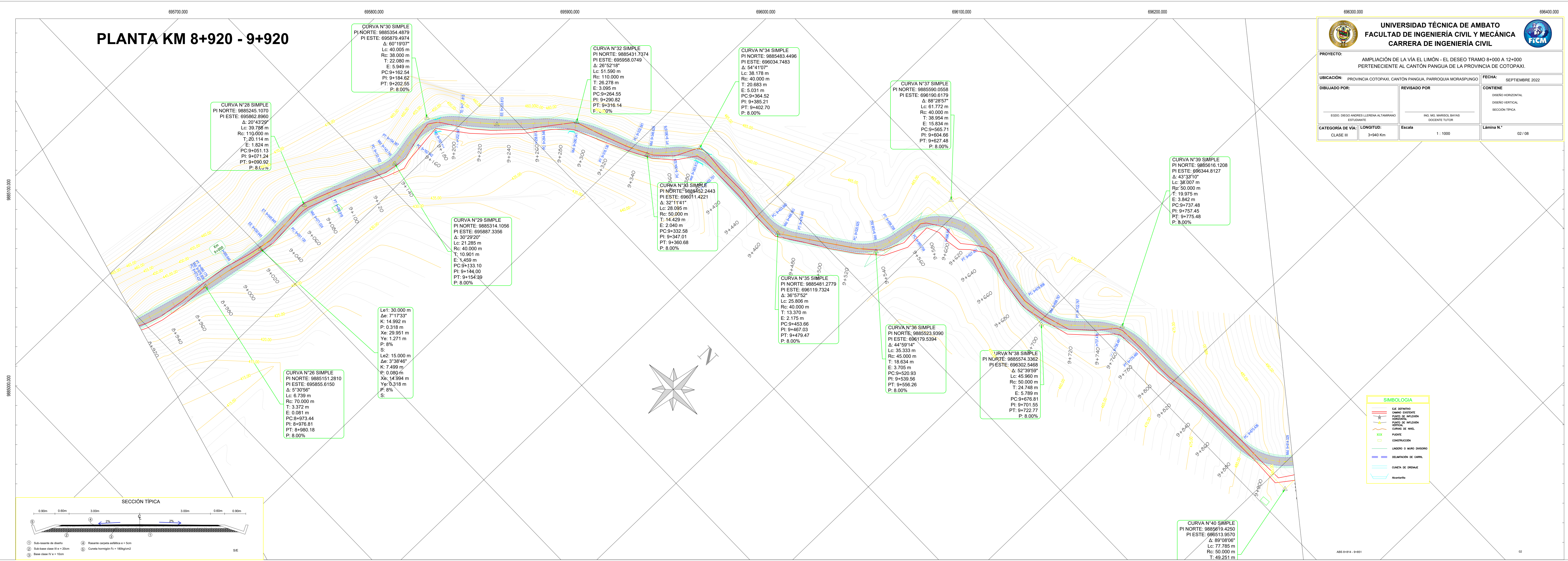
Fuente. Elaboración de Diego Llerena

Tabla 144. APU rubro 10.

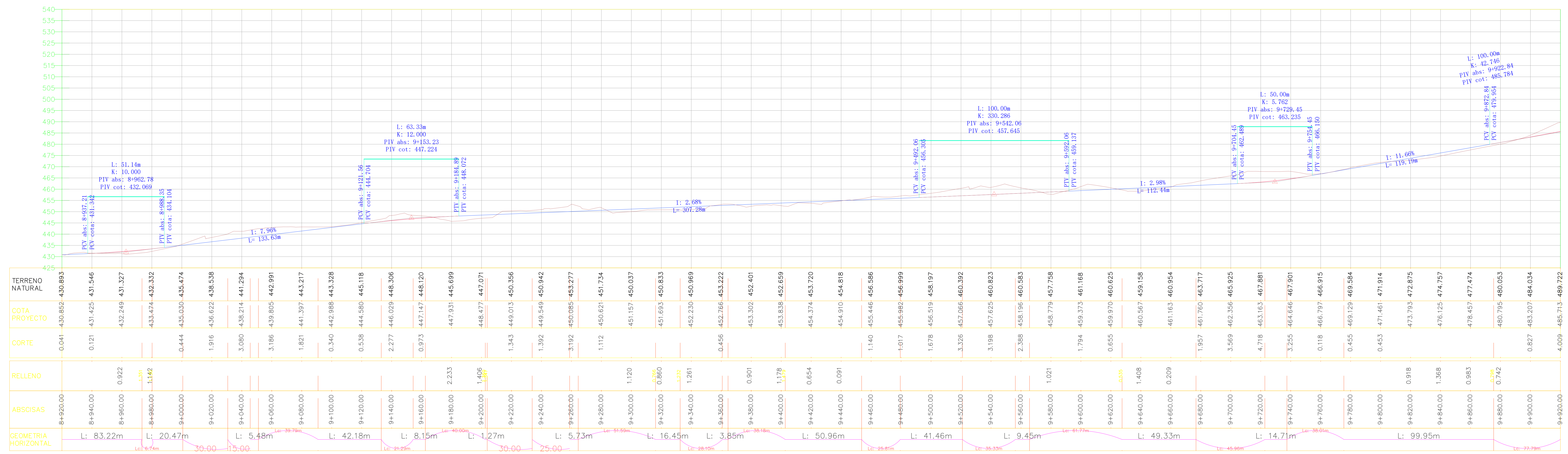
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Proyecto:	Ampliación de la vía el Limón el Deseo Abs 8+000 a 12+000				
Rubro	10				Unidad ml
Descripción	Hormigón para cunetas				Hoja 10 De 10
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% MO					0,17
Concreteira 1 saco	1	5,00	5,00	0,10	0,50
SUBTOTAL M					0,67
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1	4,06	4,06	0,10	0,41
Albañil D2	2	3,66	7,32	0,10	0,73
Peón E2	6	3,62	21,72	0,10	2,17
SUBTOTAL N					3,31
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Cemento	saco	0,60	8,20	4,92	
Arena	m3	0,06	13,00	0,78	
Ripio	m3	0,09	15,00	1,35	
Agua	m3	0,02	1,50	0,03	
Tabla de monte	u	0,12	2,60	0,31	
Clavos 2"	Kg	0,25	1,75	0,44	
SUBTOTAL O					7,83
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11,81
INDIRECTOS (%) 20.00%					2,36
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14,17
VALOR UNITARIO					14,17

Fuente. Elaboración de Diego Llerena

ANEXOS 7. PLANOS



PERFÍL LONGITUDINAL KM 8+920 - 9+920



PLANTA KM 9+920 - 10+920

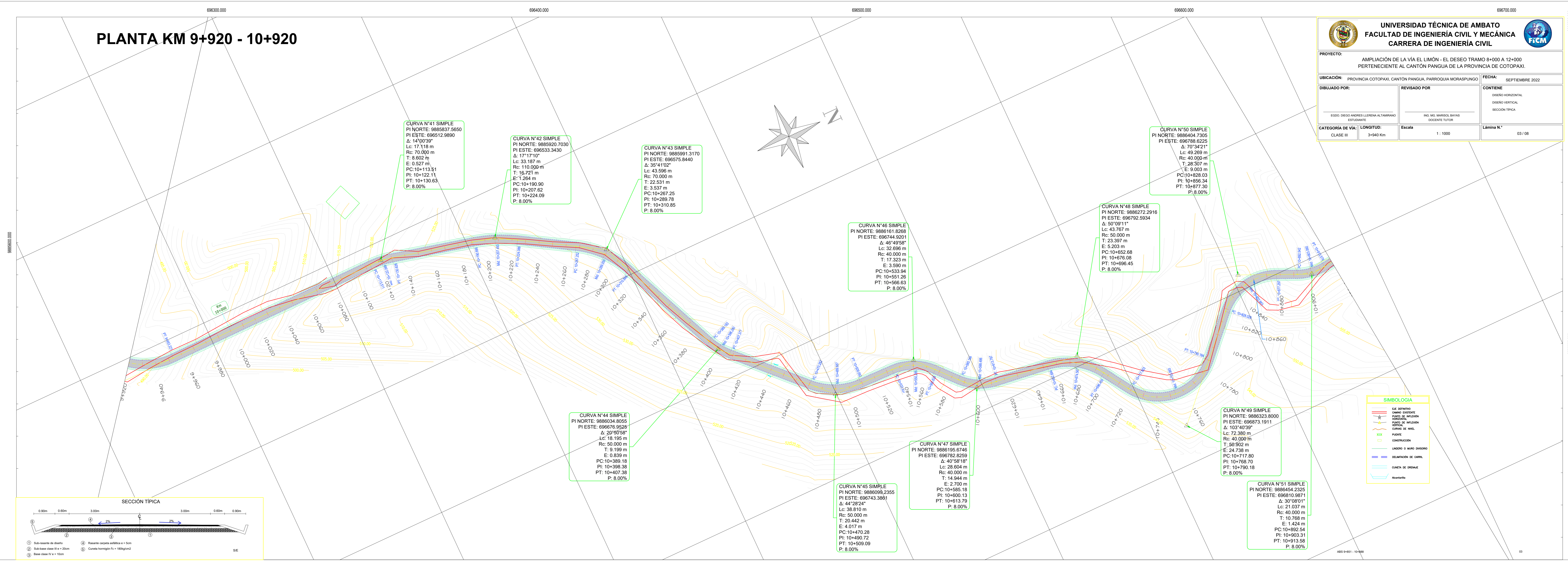

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN - EL DESEO TRAMO 8+000 A 12+000
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN: PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPUNGO **FECHA:** SEPTIEMBRE 2022

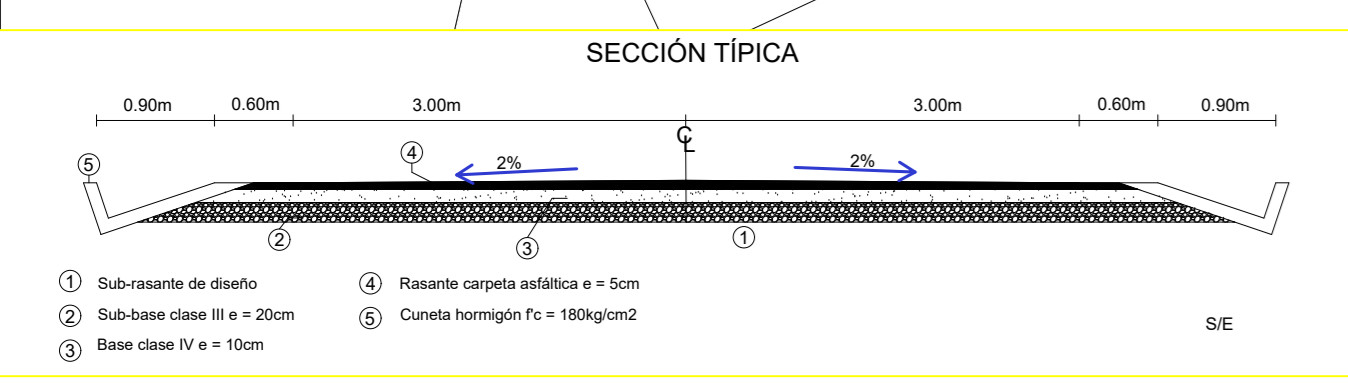
DIBUJADO POR: **REVISADO POR:** **CONTIENE:** DISEÑO HORIZONTAL, DISEÑO VERTICAL, SECCIÓN TÍPICA

CATEGORÍA DE VÍA: **LONGITUD:** **Escala:** 1:1000 **Lámina N.º:** 03/08

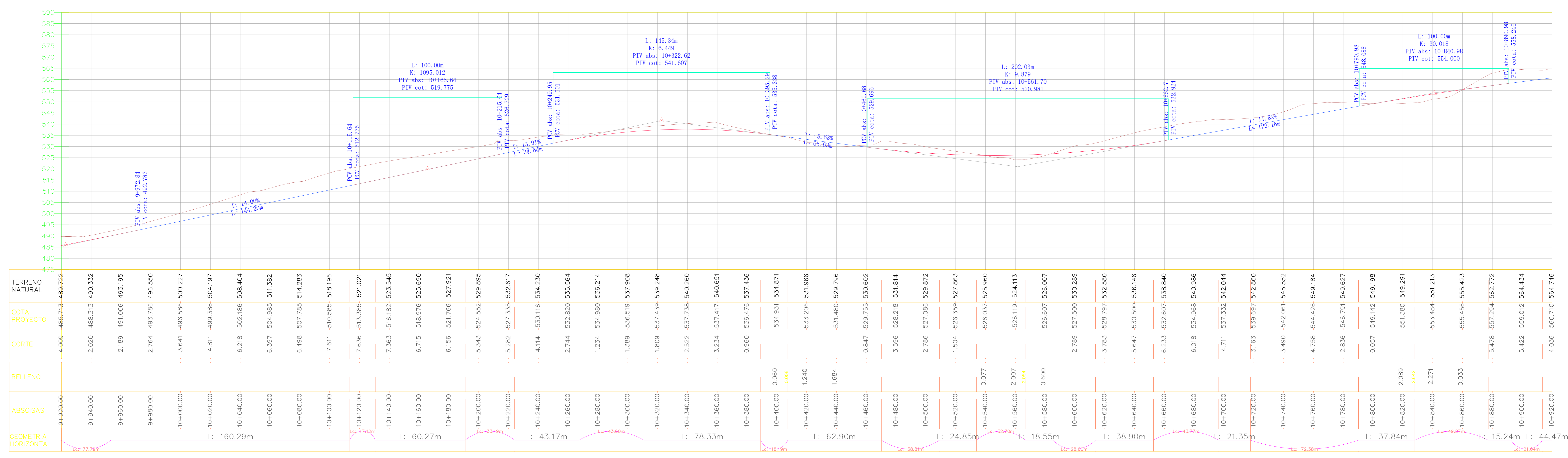


SIMBOLOGÍA

- Línea existente
- Línea proyectada
- Línea de alineación
- Línea de borde de rodadura
- Línea de borde de cuneta
- Línea de drenaje
- Anillo
- Construcción
- Límite o muro divisorio
- Señalización de campo
- Señalización de drenaje
- Anillo



PERFÍL LONGITUDINAL KM 9+920 - 10+920



PLANTA KM 10+920 - 11+860



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

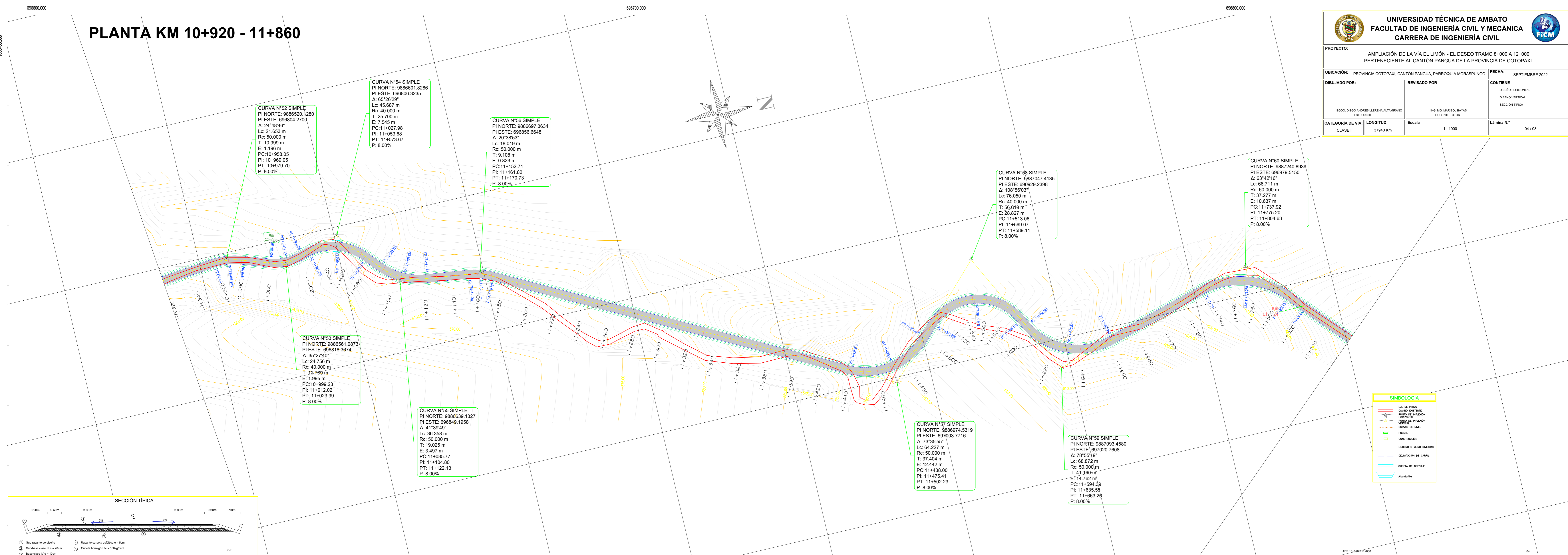


PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN - EL DESEO TRAMO 8+000 A 12+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

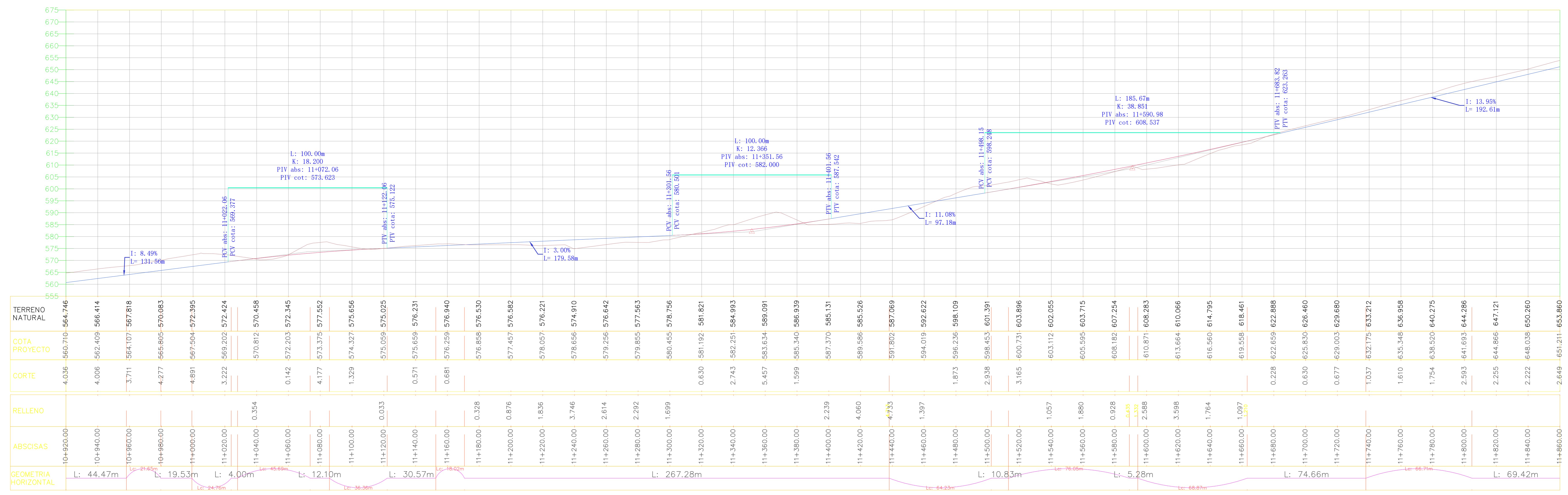
UBICACIÓN: PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPUNGO **FECHA:** SEPTIEMBRE 2022

REVISADO POR: ING. M. MARCELO BAYAS **CONTIENE:** DISEÑO HORIZONTAL, DISEÑO VERTICAL, SECCIÓN TIPO

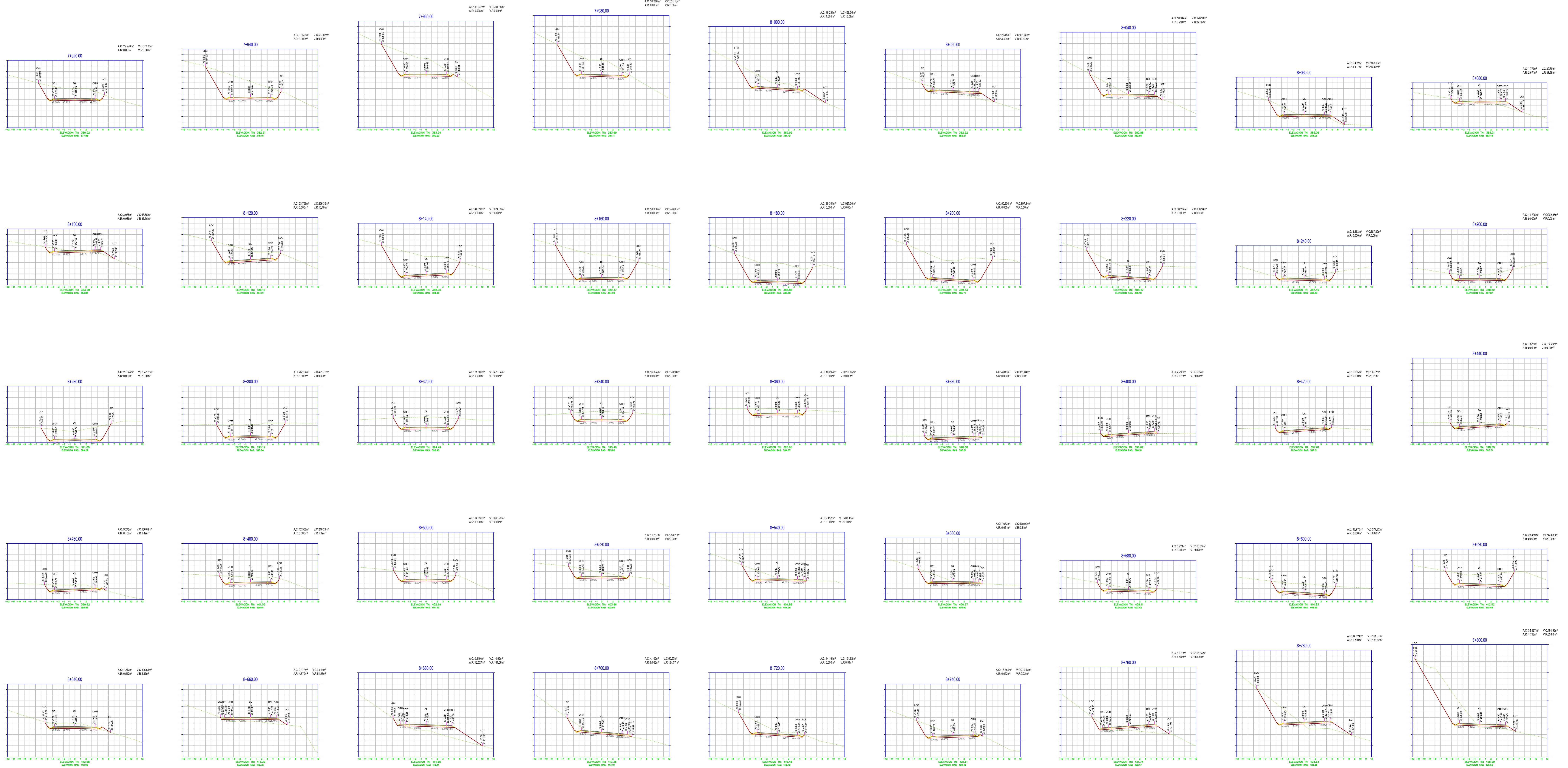
CATEGORÍA DE VÍA: CLASE III **LONGITUD:** 3+940 Km **Escala:** 1:1000 **Lámina N.º:** 04 / 08



PERFÍL LONGITUDINAL KM 10+920 - 11+860

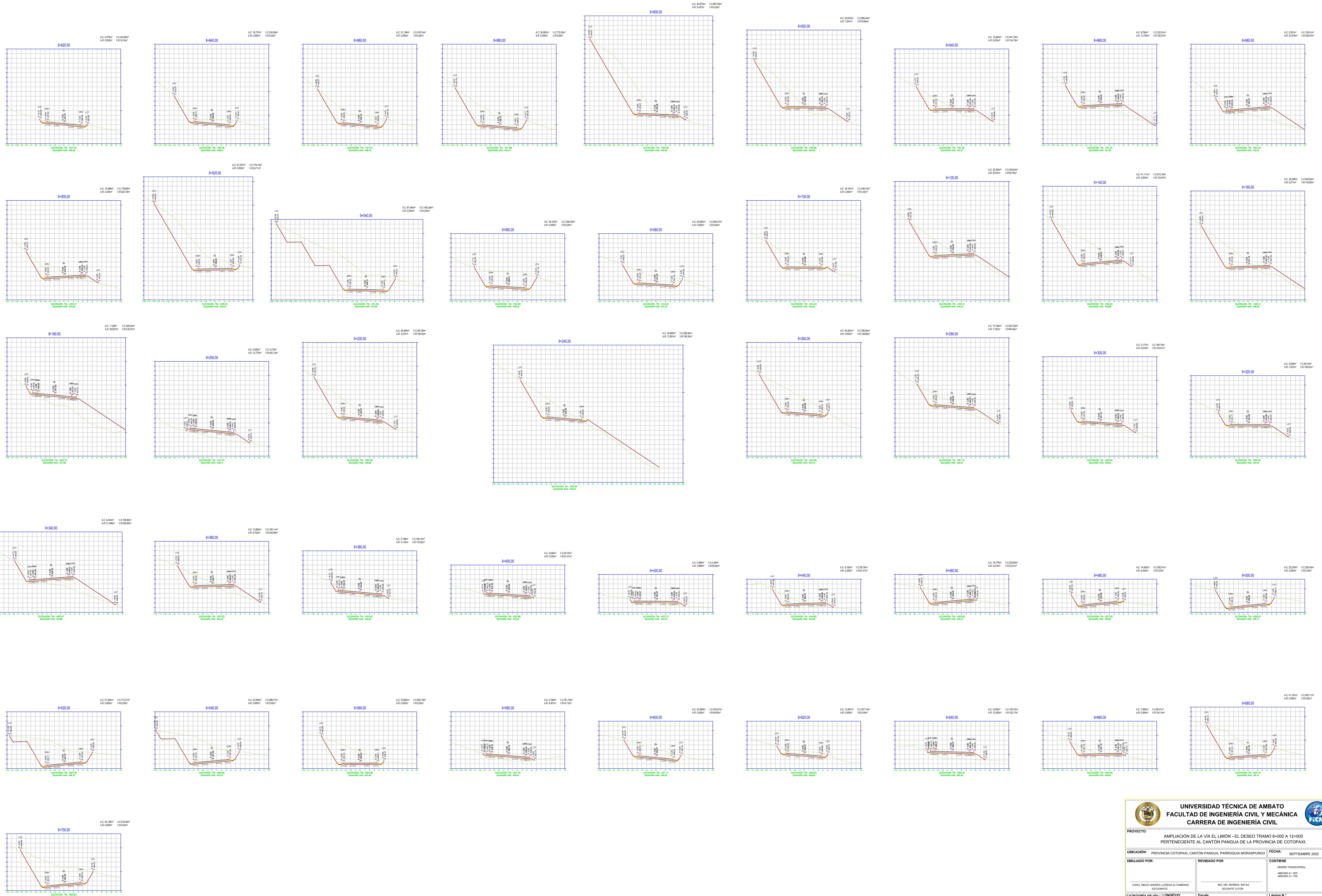


DISEÑO TRANSVERSAL KM 7 + 920 - 8 + 800



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: AMPLIACION DE LA VÍA EL LIMÓN - EL DESEO TRAMO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI		
UBICACIÓN: PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPUNGO		FECHA: SEPTIEMBRE 2022
DIBUJADO POR: EDOG DIEGO ANDRÉS LEERNA ALTAIRIANO ESTUDIANTE	REVISADO POR: ING. WIL MARCELO BAYAS DOCENTE TUTOR	CONTENIDO: DISEÑO TRANSVERSAL ABSCISA 1 + 920 ABSCISA 8 + 800
CATEGORÍA DE VÍA: CLASE III	LONGITUD: 3+940 Km	Escala: 1 : 250 Lámina N.º: 05 / 08

DISEÑO TRANSVERSAL KM 8 + 820 - 9 + 700



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN - EL DESEO TRAMO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI		
UBICACIÓN: PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPUUNGO	FECHA: SEPTIEMBRE 2022	
DIBUJADO POR: EDOG DIEGO ANDRÉS LERENA ALTAIRANO	REVISADO POR: ING. WIL MARCOS BAYAS	CONTIENE: ABSCISA 8 + 820 ABSCISA 9 + 700
CATEGORÍA DE VÍA: CLASE III	LONGITUD: 3+940 Km	Escala: 1 : 250
		Lámina N.º: 06 / 08

DISEÑO TRANSVERSAL KM 9 + 720 - 10 + 780



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN - EL DESEO TRAMO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTAPALLI			FECHA: SEPTIEMBRE 2022
UBICACIÓN: PROVINCIA COTAPALLI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPUNGO	DIBUJADO POR: EDOG DIEGO ANDRÉS LERENA ALTAIRANO AR 1478P / VR 1423P		REVISADO POR: ING. WIL MARCELO BAYAS INGENIERO EDOG DIEGO ANDRÉS LERENA ALTAIRANO AR 1478P / VR 1423P
CATEGORÍA DE VÍA: CLASE III LONGITUD: 3+940 Km	ESCALA: 1 : 250	LÁMINA N.º: 07 / 08	CONTENIDO: DISEÑO TRANSVERSAL ABSCISA 9 + 720 ABSCISA 10 + 780

DISEÑO TRANSVERSAL KM 10 + 800 - 11 + 860



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL LIMÓN - EL DESEO TRAMO 8+000 A 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI		
UBICACIÓN: PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPUNGO		FECHA: SEPTIEMBRE 2022
DIBUJADO POR: EDOG DIEGO ANDRÉS LEJERÍA ALTAIRRANO ESTUDIANTE	REVISADO POR: ING. WIL MARCELO BAYAS DOCENTE TUTOR	CONTIENE: DISEÑO TRANSVERSAL ABSCISA 10 + 800 ABSCISA 11 + 860
CATEGORÍA DE VÍA: CLASE III	LONGITUD: 3+940 Km	Escala: 1 : 250 Límina N.º: 08 / 08