



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE PRINCIPAL “SUBIDA  
AL BELÉN” DE LONGITUD 2.9 KM, SECTOR EL BELÉN, UBICADO EN LA  
PARROQUIA RURAL TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE  
PICHINCHA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingeniero e Ingeniera Civil

**AUTORES:** Luis Gonzalo Ramos Morales  
Mónica Elizabeth Sarango Alba  
**TUTOR:** Byron Iván Altamirano León

Quito - Ecuador

2023

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Luis Gonzalo Ramos Morales con documento de identificación N° 1718828435 y Mónica Elizabeth Sarango Alba con documento de identificación N° 1105216848; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 14 de marzo del 2023

Atentamente,



Luis Gonzalo Ramos Morales

1718828435



Mónica Elizabeth Sarango Alba

1105216848

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Luis Gonzalo Ramos Morales con documento de identificación N° 1718828435 y Mónica Elizabeth Sarango Alba con documento de identificación N° 1105216848; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Propuesta de mejoramiento Vial de la Calle principal “Subida al Belén” de longitud 2.9 km, Sector El Belén, ubicado en la Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de marzo del 2023

Atentamente,

Luis Gonzalo Ramos Morales

1718828435

Mónica Elizabeth Sarango Alba

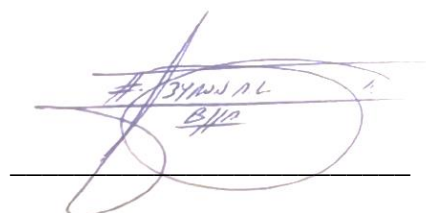
1105216848

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Byron Iván Altamirano León con documento de identificación N° 1709301590, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE PRINCIPAL “SUBIDA AL BELÉN” DE LONGITUD 2.9 KM, SECTOR EL BELÉN, UBICADO EN LA PARROQUIA RURAL TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Luis Gonzalo Ramos Morales con documento de identificación N° 1718828435 y Mónica Elizabeth Sarango Alba con documento de identificación N° 1105216848, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de marzo del 2023

Atentamente,



Ing. Byron Iván Altamirano León, MSc.

1709301590



## **DEDICATORIA**

A Dios

Por darme la vida y estar siempre conmigo.

A mis Padres

María y Gonzalo quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y constancia.

A mi esposa e hijos

Fanny, Niky y Matías por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias por sus oraciones y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas

Luis Gonzalo

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia, en especial a mis padres Juan y Martha que siempre me apoyaron, gracias por enseñarme a ser la persona que hoy soy, mis principios, valores, perseverancia y empeño. Gracias por siempre darme su amor y apoyo para lograr esta meta.

A mi hija Milena, por estar conmigo en todo momento. A mis hermanos Sebastián y Emiliano por su cariño. También le dedico a mi abuela Manuela, que desde el cielo sigues siendo esa luz que siempre me está motivando a seguir adelante con mis sueños, gracias por siempre estar para mí.

Mónica Elizabeth

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida.

A mis Padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez, a mi esposa por su apoyo y paciencia durante este proyecto de estudio.

A mi tutor Ing. Byron Iván Altamirano León, cuya guía, conocimiento y enseñanza permitieron el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, quiero agradecer a mi compañera de titulación Mónica Elizabeth y demás amigos que de una u otra manera me han brindado su cooperación y participación en este proyecto.

Luis Gonzalo

Mi gratitud entera para Dios y la Santísima Virgen María, por su bendición y guiar cada uno de mis pasos.

A mis padres, por su apoyo y compañía durante todo este proceso académico.

A mi hija, mis hermanos, abuelos y demás familiares por ser un apoyo incondicional en mi vida.

Al Ing. Byron Altamirano por su guía, conocimiento y predisposición para la culminación del presente trabajo de titulación. Deseo agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana por brindarme una de las mejores experiencias de mi vida, a sus docentes y personal administrativo que siempre estuvieron para brindarnos su cordial ayuda.

Por último, quiero agradecer a mi compañero de titulación Luis Gonzalo, amigos y demás personas que han sido parte de esta experiencia.

Mónica Elizabeth

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES Y GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1    Antecedentes.....	1
1.2    Introducción.....	2
1.3    Evaluación del sistema vial existente .....	3
1.4    Problema de estudio.....	5
1.4.1    Antecedentes .....	5
1.4.2    Delimitación .....	6
1.5    Justificación .....	8
1.6    Objetivos.....	8
1.6.1    Objetivo general .....	8
1.6.2    Objetivo específico.....	9
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1    Topografía y relieve.....	10
2.1.1    Levantamiento topográfico .....	10
2.2    Obras viales .....	10
2.2.1    Proyecto de construcción .....	11
2.2.2    Proyectos de mejoramiento .....	11
2.2.3    Proyectos de rehabilitación .....	12
2.3    Vías.....	13
2.3.1    Clase de carretera .....	13
2.4    Estudio de tráfico.....	14
2.4.1    Tránsito promedio diario anual .....	14

2.4.2	Tipos de conteo .....	15
2.4.3	Proyección del tránsito .....	16
2.4.4	Criterios para determinar el tráfico futuro.....	17
2.4.5	Tráfico generado .....	18
2.4.6	Tráfico por desarrollo.....	18
2.5	Pavimentos.....	19
2.5.1	Tipos de pavimentos.....	19
2.5.2	Diseño de pavimentos .....	19
2.5.3	Pavimentos rígidos .....	20
2.5.4	Métodos de diseños de pavimentos.....	21
2.5.5	Software pavimR.....	25
2.6	Impacto socioeconómico y ambiental .....	26
2.6.1	Estudio de impacto ambiental .....	26
2.6.2	Evaluación socioeconómica .....	26
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>27</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>		<b>27</b>
3.1	Modalidad básica de la investigación.....	27
3.1.1	Investigación de campo .....	27
3.1.2	Investigación bibliográfica.....	27
3.1.3	Investigación experimental .....	27
3.2	Nivel o tipo de investigación .....	27
3.2.1	Nivel exploratorio .....	27
3.2.2	Nivel descriptivo .....	28
3.3	Población .....	28
3.3.1	Grupos étnicos.....	29
3.3.2	Densidad demográfica.....	29
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>31</b>

<b>ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....</b>	<b>31</b>
4.1 Alcance .....	31
4.2 Levantamiento topográfico.....	31
4.2.1 Trabajo de campo .....	32
4.2.2 Trabajo de oficina.....	32
4.3 Puntos de posicionamiento GPS ( <i>Global Positioning System</i> ) .....	32
4.4 Hitos del proyecto.....	33
4.5 Descripción de la planimetría – altimetría.....	33
4.5.1 Planimetría .....	33
4.5.2 Altimetría .....	34
4.6 Descripción del terreno.....	34
4.6.1 Terreno plano .....	35
4.6.2 Terreno ondulado .....	35
4.6.3 Terreno montañoso.....	35
4.6.4 Terreno escarpado .....	35
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>36</b>
<b>ESTUDIO DE TRÁFICO.....</b>	<b>36</b>
5.1 Alcance .....	36
5.2 Metodología.....	36
5.3 Conteo de tránsito.....	36
5.4 Estaciones de conteo.....	36
5.5 Determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA).....	37
5.5.1 Clasificación vehicular .....	37
5.5.2 Transito promedio diario observado (TPDO) .....	38
5.5.3 Transito promedio semanal .....	39
5.5.4 Tráfico promedio diario mensual .....	40
5.5.5 Tráfico promedio diario anual.....	40

5.6	Proyección del tráfico actual .....	42
5.6.2	Tráfico desviado (TD).....	43
5.6.3	Tráfico desarrollado (Td) .....	44
5.6.4	Tráfico generado (Tg) .....	44
5.6.5	Asignación de tráfico .....	45
5.7	Determinación tipo de vía según MTOP .....	45
5.8	Cálculo del número de ejes equivalentes por AASHTO .....	46
5.8.1	Factor carril (fc): .....	46
5.8.2	Factor dirección (Fd):.....	47
5.8.3	Factores equivalentes de carga:.....	47
<b>CAPÍTULO VI .....</b>		<b>50</b>
<b>DISEÑO GEOMÉTRICO .....</b>		<b>50</b>
6.1	Descripción de las normas .....	50
6.2	Alcance .....	50
6.3	Criterios de diseño .....	50
6.3.1	Tipo de terreno .....	50
6.3.2	Velocidad de diseño .....	51
6.3.3	Radio mínimo de curvatura .....	53
6.3.4	Distancia de visibilidad .....	55
6.3.5	Distancia de cruce (Dc).....	58
6.4	Determinación de la sección transversal .....	59
6.4.1	Antecedentes .....	59
6.4.2	Sección transversal .....	60
6.5	Alineamiento horizontal .....	64
6.5.1	Tangentes .....	65
6.5.2	Curvas circulares .....	65
6.5.3	Curvas de transición .....	66

6.5.4	Peralte.....	67
6.5.5	Sobreanchos .....	70
6.5.6	Resumen del diseño horizontal .....	71
6.6	Alineamiento vertical .....	71
6.6.1	Gradientes.....	71
6.6.2	Curvas verticales .....	73
6.6.3	Resumen del diseño vertical.....	76
6.7	Movimiento de tierra .....	76
6.7.1	Especificaciones y cantidades de obra .....	77
6.7.2	Curva de masas.....	77
<b>CAPÍTULO VII.....</b>		<b>79</b>
<b>ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....</b>		<b>79</b>
7.1	Antecedentes.....	79
7.2	Descripción geológica - geotécnica de la zona de estudio .....	79
7.2.1	Amenazas, vulnerabilidad y riesgos.....	80
7.3	Estudios previos de la estructura de pavimento flexible .....	82
7.4	Trabajo en campo .....	82
7.5	Estudios de laboratorio .....	83
7.5.1	Propiedades físicas de la subrasante.....	84
7.5.2	Resultados de los ensayos .....	84
7.5.3	Propiedades mecánicas de la sub rasante .....	85
7.5.4	Módulo resiliente de diseño (mr) .....	89
7.5.5	Material de mejoramiento para subrasante.....	89
7.5.6	Material de subbase .....	90
7.5.7	Material de base .....	91
7.6	Método de diseño.....	94

7.6.1	Diseño de pavimento por el método AASHTO 93 .....	94
7.6.2	Número estructural necesario .....	100
7.6.3	Determinación y elección de espesores de estructura de pavimento .....	106
7.7	Fuente del material pétreo .....	111
7.8	Escombreras.....	112
<b>CAPÍTULO VIII .....</b>		<b>113</b>
<b>DISEÑO HIDRÁULICO .....</b>		<b>113</b>
8.1	Alcance .....	113
8.2	Información básica .....	113
8.2.1	Cartografía y topografía .....	113
8.2.2	Tipos y uso de suelo de las cuencas de drenaje.....	114
8.2.3	Hidrografía .....	114
8.2.4	Información hidrometeorológica.....	115
8.3	Caracterización climática .....	115
8.3.1	Parámetros climatológicos .....	116
8.4	Inventario de estructuras de drenaje existentes .....	121
8.4.1	Inventario de estructuras de drenaje longitudinales .....	121
8.4.2	Inventario de estructuras de drenaje transversales .....	121
8.5	Parámetros de diseño .....	122
8.5.1	Determinación de la intensidad de lluvia (curvas IDF).....	122
8.5.2	Periodo de retorno .....	125
8.5.3	Determinación del tiempo de concentración .....	125
8.6	Estudio de cuencas hidrográficas .....	126
8.6.1	Método racional.....	126
8.6.2	Determinación del coeficiente de escorrentía .....	127
8.7	Diseño hidráulico de estructuras de drenaje .....	127
8.7.1	Drenaje longitudinal .....	128



8.7.2	Drenaje transversal.....	133
<b>CAPÍTULO IX .....</b>		<b>143</b>
<b>DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL .....</b>		<b>143</b>
9.1	Normativa utilizada .....	143
9.2	Señalización vertical.....	143
9.2.1	Señales regulatorias (Código R).....	143
9.2.2	Señales preventivas (Código P).....	147
9.2.3	Colocación lateral y altura.....	152
9.2.4	Retroreflectividad e iluminación .....	152
9.3	Señalización horizontal.....	153
9.3.1	Zonas de no rebasar .....	153
9.3.2	Símbolos y leyendas.....	164
9.4	Ubicación de la señalización .....	167
<b>CAPÍTULO X.....</b>		<b>169</b>
<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>		<b>169</b>
10.1	Diagnóstico de la problemática.....	169
10.2	Área de influencia socioeconómica .....	170
10.3	Localización de escombrera.....	170
10.4	Caracterización ambiental.....	170
10.5	Sistemas abióticos y bióticos .....	170
10.5.1	Sistema abiótico .....	170
10.5.2	Geología .....	171
10.5.3	Uso y cobertura del suelo .....	171
10.5.4	Recurso del agua .....	173
10.5.5	Sistema biótico .....	175
10.5.6	Medio antrópico .....	176
10.6	Evaluación de impactos ambientales .....	178

10.6.1	Magnitud .....	178
10.6.2	Importancia de los impactos.....	179
10.6.3	Identificación de impactos ambientales .....	180
10.6.4	Matriz de Leopold .....	181
10.7	Plan de manejo ambiental .....	183
10.7.1	Plan de prevención y mitigación de impacto .....	183
10.7.3	Educación y concienciación ambiental a la comunidad.....	188
10.7.4	Seguimiento y monitoreo .....	188
<b>CAPÍTULO XI .....</b>		<b>191</b>
<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA .....</b>		<b>191</b>
11.1	Presupuesto de obra .....	191
11.1.1	Cantidades de obra .....	191
11.1.2	Análisis de precios unitarios .....	192
11.1.3	Presupuesto de obra.....	192
11.2	Beneficios valorados .....	193
11.2.1	Costo de combustibles:.....	194
11.2.2	Lubricantes .....	195
11.2.3	Neumáticos.....	195
11.2.4	Amortiguadores .....	196
11.2.5	Sistema de frenos .....	197
11.2.6	Transporte productos.....	197
11.3	Mantenimiento vial .....	198
11.4	Viabilidad financiera y económica .....	198
11.4.1	Valor actual neto .....	198
11.5	Cronograma de trabajos .....	202
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>203</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>205</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>206</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>210</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Relación función clase MOP y tráfico .....	13
<b>Tabla 2.</b> Índices de serviciabilidad .....	24
<b>Tabla 3.</b> Tabla de factores en función del carril .....	25
<b>Tabla 4.</b> Punto GPS del proyecto .....	33
<b>Tabla 5.</b> Tabla nacional de pesos y dimensiones .....	37
<b>Tabla 6.</b> Conteo vehicular estación 1 .....	38
<b>Tabla 7.</b> Conteo vehicular estación 2 .....	38
<b>Tabla 8.</b> Conteo total vehicular por día .....	39
<b>Tabla 9.</b> Tráfico promedio diario semanal .....	39
<b>Tabla 10.</b> Tabla de tráfico promedio diario mensual .....	40
<b>Tabla 11.</b> Consumo de combustible de la provincia de Pichincha .....	41
<b>Tabla 12.</b> Factor de ajuste mensual del proyecto .....	41
<b>Tabla 13.</b> Transito promedio diario anual de la vía .....	42
<b>Tabla 14.</b> Tasa de crecimiento vehicular del proyecto .....	42
<b>Tabla 15.</b> Cálculo del tráfico proyectado .....	43
<b>Tabla 16.</b> TPDA proyectado .....	45
<b>Tabla 17.</b> Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado .....	46
<b>Tabla 18.</b> Clasificación de la función de la vía .....	46
<b>Tabla 19.</b> Factor carril .....	47
<b>Tabla 20.</b> Factor dirección .....	47
<b>Tabla 21.</b> ESALS para el año base de estudio .....	48
<b>Tabla 22.</b> ESALS para proyección a 10 y 20 años .....	49
<b>Tabla 23.</b> Tipos de terreno .....	51
<b>Tabla 24.</b> Velocidades de diseño en función del tipo de terreno y TPDA .....	52
<b>Tabla 25.</b> Velocidad de circulación en la vía .....	53

<b>Tabla 26.</b> Radios mínimos de curva en función del peralte (e) y del coeficiente de fricción lateral (f).....	54
<b>Tabla 27.</b> Distancia de visibilidad mínima de parada de un vehículo, criterio de diseño pavimentos .....	56
<b>Tabla 28.</b> Distancias mínimas de visibilidad y velocidades de los vehículos rebasados y rebosante.....	57
<b>Tabla 29.</b> Valores de diseño para el ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico, para el Ecuador .....	61
<b>Tabla 30.</b> Ancho de espaldones, en relación con el tipo de carretera, recomendado para el Ecuador.....	62
<b>Tabla 31.</b> Valores de diseño recomendables de los taludes en terrenos planos .....	63
<b>Tabla 32.</b> Gradiente para bombeo .....	64
<b>Tabla 33.</b> Valores mínimos recomendables de longitud de espiral .....	67
<b>Tabla 34.</b> Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte.....	69
<b>Tabla 35.</b> Resumen de curvas del diseño geométrico .....	71
<b>Tabla 36.</b> Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas .....	72
<b>Tabla 37.</b> Valores de K para las diferentes velocidades de diseño.....	74
<b>Tabla 38.</b> Valores de K para las diferentes velocidades de diseño.....	75
<b>Tabla 39.</b> Resumen de curva verticales .....	76
<b>Tabla 40.</b> Volúmenes de corte y relleno.....	77
<b>Tabla 41.</b> Espaciamiento aproximado de las perforaciones .....	82
<b>Tabla 42.</b> Resultado del Proctor Modificado.....	85
<b>Tabla 43.</b> Resultados del ensayo triaxial .....	86
<b>Tabla 44.</b> Resultados del ensayo CBR a través del cono dinámico de penetración .....	87
<b>Tabla 45.</b> Clasificación del suelo en función del CBR.....	87
<b>Tabla 46.</b> Valores de CBR acumulado .....	89
<b>Tabla 47.</b> TPDA ejes equivalentes para los periodos de 10 y 20 años.....	94
<b>Tabla 48.</b> Niveles de confiabilidad sugeridos para varias clasificaciones funcionales .....	95

<b>Tabla 49.</b>	Valores de la desviación estándar normal ( $Z_r$ ).....	95
<b>Tabla 50.</b>	Valor de desviación estándar ( $S_o$ ) para pavimentos flexibles.....	96
<b>Tabla 51.</b>	Valores del índice de serviciabilidad de diseño .....	96
<b>Tabla 52.</b>	Calidad del drenaje.....	97
<b>Tabla 53.</b>	Estadísticas de la estación Izobamba .....	98
<b>Tabla 54.</b>	Coefficientes de drenaje recomendados .....	99
<b>Tabla 55.</b>	Índice de Marshall para distintos tipos de tráfico vehicular.....	105
<b>Tabla 56.</b>	Número estructural para un diseño a 20 años .....	107
<b>Tabla 57.</b>	Espesores de cálculos adoptados en pulgadas.....	109
<b>Tabla 58.</b>	Espesores mínimos (pulgadas).....	109
<b>Tabla 59.</b>	Espesores finales de cálculo para el pavimento .....	110
<b>Tabla 60.</b>	Características del material de la mina.....	111
<b>Tabla 61.</b>	Indicadores de laboratorio para los agregados. ....	112
<b>Tabla 62.</b>	Temperatura del aire a la sombra ( $^{\circ}\text{C}$ ) .....	116
<b>Tabla 63.</b>	Humedad relativa (%) .....	117
<b>Tabla 64.</b>	Heliofanía mensual.....	118
<b>Tabla 65.</b>	Velocidad media y frecuencias de viento.....	119
<b>Tabla 66.</b>	Evaporación y nubosidad media .....	120
<b>Tabla 67.</b>	Precipitación media mensual.....	120
<b>Tabla 68.</b>	Periodos de retorno de diseño en obras de drenaje vial .....	125
<b>Tabla 69.</b>	Coefficiente de escorrentía según el MTOP.....	127
<b>Tabla 70.</b>	Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales .....	128
<b>Tabla 71.</b>	Valores del coeficiente de manning .....	130
<b>Tabla 72.</b>	Velocidades máximas permisibles a la salida de la alcantarilla.....	135
<b>Tabla 73.</b>	Tabla resumen diseño de alcantarillas.....	141
<b>Tabla 74.</b>	Espaciamiento máx. de delineadores de curva horizontal, de acuerdo con el radio de curvatura.....	151

<b>Tabla 75.</b>	<b>Distancia de rebasamiento.....</b>	<b>153</b>
<b>Tabla 76.</b>	<b>Distancia mínima de rebasamiento .....</b>	<b>154</b>
<b>Tabla 77.</b>	<b>Relación señalización lineal de separación. de circulación opuesta segmentada .</b>	<b>155</b>
<b>Tabla 78.</b>	<b>Ubicación de la señalética en la vía .....</b>	<b>167</b>
<b>Tabla 79.</b>	<b>Valores asignados al riesgo del impacto ambiental .....</b>	<b>179</b>
<b>Tabla 80.</b>	<b>Valoración de los impactos ambientales del proyecto .....</b>	<b>181</b>
<b>Tabla 81.</b>	<b>Rangos de comparación para la magnitud e importancia.....</b>	<b>181</b>
<b>Tabla 82.</b>	<b>Matriz de Leopold .....</b>	<b>182</b>
<b>Tabla 83.</b>	<b>Plan de prevención y mitigación de impactos en el suelo.....</b>	<b>183</b>
<b>Tabla 84.</b>	<b>Plan de prevención y mitigación de impactos en el aire .....</b>	<b>184</b>
<b>Tabla 85.</b>	<b>Plan de manejo de desechos .....</b>	<b>185</b>
<b>Tabla 86.</b>	<b>Plan de seguridad y salud ocupacional.....</b>	<b>185</b>
<b>Tabla 87.</b>	<b>Plan de contingencia.....</b>	<b>186</b>
<b>Tabla 88.</b>	<b>Plan de rehabilitación .....</b>	<b>186</b>
<b>Tabla 89.</b>	<b>Plan de cierre y abandono y entrega del área del proyecto .....</b>	<b>187</b>
<b>Tabla 90.</b>	<b>Plan de cierre y abandono y entrega del área del proyecto .....</b>	<b>188</b>
<b>Tabla 91.</b>	<b>Plan de seguimiento y monitoreo .....</b>	<b>189</b>
<b>Tabla 92.</b>	<b>Presupuesto del proyecto.....</b>	<b>193</b>
<b>Tabla 93.</b>	<b>Cálculo beneficio uso de combustible vehicular al año .....</b>	<b>194</b>
<b>Tabla 94.</b>	<b>Cálculo beneficio cambios lubricantes al año .....</b>	<b>195</b>
<b>Tabla 95.</b>	<b>Cálculo beneficio cambio de neumáticos de los vehículos al año .....</b>	<b>196</b>
<b>Tabla 96.</b>	<b>Cálculo beneficio cambio de los amortiguadores de los vehículos al año .....</b>	<b>196</b>
<b>Tabla 97.</b>	<b>Cálculo Beneficios Cambio de Sistema de Frenos los vehículos al año.....</b>	<b>197</b>
<b>Tabla 98.</b>	<b>Cálculo beneficio valorado transporte de los productos al año.....</b>	<b>197</b>
<b>Tabla 99.</b>	<b>Costo del mantenimiento vial.....</b>	<b>198</b>
<b>Tabla 100.</b>	<b>Flujo de caja del proyecto .....</b>	<b>202</b>
<b>Tabla 101.</b>	<b>Factores financieros del proyecto.....</b>	<b>202</b>

**Tabla 102.** Ubicación del drenaje transversal ..... 204



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estado actual de la vía .....	3
<b>Figura 2.</b> Árbol de problemas.....	4
<b>Figura 3.</b> Ubicación del proyecto .....	6
<b>Figura 4.</b> Localización del sector de análisis .....	7
<b>Figura 5.</b> Levantamiento topográfico con Estación Total.....	10
<b>Figura 6.</b> Construcción de vía. ....	11
<b>Figura 7.</b> Ampliación de vía principal.....	12
<b>Figura 8.</b> Vía en rehabilitación.....	12
<b>Figura 9.</b> Estructura del pavimento flexible .....	20
<b>Figura 10.</b> Esquema del pavimento rígido .....	21
<b>Figura 11.</b> Pantalla de inicio de PavimR.....	25
<b>Figura 12.</b> Ubicación del barrio "El Belén" .....	29
<b>Figura 13.</b> Tabla de crecimiento población según la SENPLADES .....	30
<b>Figura 14.</b> Ubicación del proyecto vial .....	31
<b>Figura 15.</b> Faja topográfica, vía al Belén .....	34
<b>Figura 16.</b> Vías de enlace al proyecto .....	44
<b>Figura 17.</b> Tipos de eje.....	47
<b>Figura 18.</b> Perfil del terreno .....	51
<b>Figura 19.</b> Distancia de visibilidad de parada. ....	55
<b>Figura 20.</b> Esquema de cruce vial .....	59
<b>Figura 21.</b> Sección transversal .....	60
<b>Figura 22.</b> Sección típica de cuneta.....	63
<b>Figura 23.</b> Sección transversal adoptada .....	64
<b>Figura 24.</b> Elementos geométricos que conforman una curva circular simple .....	65
<b>Figura 25.</b> Curvas de transición .....	66
<b>Figura 26.</b> Estabilidad del vehículo en curva .....	s68

<b>Figura 27</b> Transición del peralte .....	69
<b>Figura 28.</b> Diagrama de curva de masas .....	78
<b>Figura 29.</b> Ubicación del proyecto en el mapa de zonas de vida .....	79
<b>Figura 30.</b> Geomorfología de la parroquia Tambillo .....	80
<b>Figura 31.</b> Cartografía susceptibilidad a movimientos en masa .....	81
<b>Figura 32.</b> Cartografía de riesgos volcánicos .....	82
<b>Figura 33.</b> Toma de muestras para ensayos de laboratorio .....	83
<b>Figura 34.</b> Granulometría para las subbases .....	91
<b>Figura 35.</b> Límites granulométricos de la base clase 1 .....	92
<b>Figura 36.</b> Límites granulométricos de la base clase 2 .....	93
<b>Figura 37.</b> Límites granulométricos de la base clase 3 .....	93
<b>Figura 38.</b> Límites granulométricos de la base clase 4 .....	94
<b>Figura 39.</b> Distribución temporal de precipitación .....	98
<b>Figura 40.</b> Datos entregados por pavimR para la subrasante .....	100
<b>Figura 41.</b> Tabla de coeficientes estructurales para mejoramiento .....	101
<b>Figura 42.</b> Datos entregados por pavimR para el mejoramiento.....	102
<b>Figura 43.</b> Tabla de coeficientes estructurales para la subbase.....	103
<b>Figura 44.</b> Datos entregados por pavimR para la subbase .....	103
<b>Figura 45.</b> Tabla de coeficientes estructurales para la base .....	104
<b>Figura 46.</b> Datos entregados por pavimR para la base.....	105
<b>Figura 47.</b> Tabla de coeficientes estructurales para la capa de rodadura .....	106
<b>Figura 48.</b> Detalle de los números estructurales .....	108
<b>Figura 49.</b> Espesores de diseño del pavimento .....	110
<b>Figura 50.</b> Cobertura y uso de suelo de la parroquia Tambillo.....	114
<b>Figura 51.</b> Estructura hidrológica.....	115
<b>Figura 52.</b> Distribución temporal de temperatura .....	117
<b>Figura 53.</b> Partes del drenaje transversal.....	122

<b>Figura 54.</b> Zonificación de intensidades de precipitación demarcación esmeraldas .....	124
<b>Figura 55.</b> Datos de la estación Izobamba .....	124
<b>Figura 56.</b> Sección típica de cuneta triangular .....	129
<b>Figura 57.</b> Relaciones geométricas para secciones transversales.....	131
<b>Figura 58.</b> Sección típica de cuneta triangular .....	133
<b>Figura 59.</b> Diseño típico del ingreso y salida de alcantarilla. ....	136
<b>Figura 60.</b> Datos ingresados en Hcanales .....	139
<b>Figura 61.</b> Esquema de elementos hidráulicos para sección circular.....	140
<b>Figura 62.</b> Señal de prioridad de paso Pare y sus dimensiones establecidas por el reglamento .....	144
<b>Figura 63.</b> Señal de prioridad de paso de Ceda el paso y sus dimensiones establecida por el reglamento .....	145
<b>Figura 64.</b> Señal de dirección doble vías y sus dimensiones establecidas por el reglamento	145
<b>Figura 65.</b> Señal regulatoria de NO REBASAR .....	146
<b>Figura 66.</b> Señal de velocidad máxima permitida en la vía .....	147
<b>Figura 67.</b> Señal preventiva del sentido de curvas horizontales .....	148
<b>Figura 68.</b> Señal preventiva de curva cerrada izquierda y derecha.....	148
<b>Figura 69.</b> Señal de curva y contra curva abierta .....	149
<b>Figura 70.</b> Señal preventiva de obstáculos presentes en la vía .....	150
<b>Figura 71.</b> Señal de nombres de calles y avenidas .....	150
<b>Figura 72.</b> Señal informativa de delineadores de curva horizontal.....	151
<b>Figura 73.</b> Zonas de NO REBASAR en curva horizontal.....	154
<b>Figura 74.</b> Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.....	156
<b>Figura 75.</b> Patrón de doble línea continua de circulación .....	156
<b>Figura 76.</b> Patrón de doble línea mixta continua y mixta .....	157
<b>Figura 77.</b> Líneas de separación de carriles .....	158
<b>Figura 78.</b> Señalización de líneas de borde .....	159
<b>Figura 79.</b> Líneas continuas de borde .....	159

<b>Figura 80.</b> Líneas de prohibición de estacionamiento en calzada.....	160
<b>Figura 81.</b> Transiciones.....	161
<b>Figura 82.</b> Línea de pare en intersección con señal vertical .....	162
<b>Figura 83.</b> Líneas de ceda el paso con señal vertical .....	163
<b>Figura 84.</b> Líneas de ceda el paso con señal vertical .....	163
<b>Figura 85.</b> Líneas de cruce cebra.....	164
<b>Figura 86.</b> Flechas con velocidades mayores a 50 km/h.....	166
<b>Figura 87.</b> Leyendas de la vía .....	167
<b>Figura 88.</b> Área de influencia del proyecto .....	169
<b>Figura 89.</b> Cobertura y uso de suelo.....	173
<b>Figura 90.</b> Estructura hidrográfica .....	174
<b>Figura 91.</b> Red hidrológica de Tambillo .....	175

## RESUMEN

El GAD parroquial de Tambillo en su afán de mejorar la red de carreteras y caminos del sector, empezó la labor de identificar las carencias que esta presenta, con la realización de estudios de prefactibilidad, con el propósito de obtener la documentación técnica, planos, informes y cantidades de obra, que permitan iniciar con la rehabilitación y mejoramiento de las vías para mejorar el flujo vehicular del transporte. La vía del presente estudio tiene una longitud aproximada de 2.9 km, Por lo tanto, con el presente proyecto se pretende dar ahorro en el costo de operación y mantenimiento de los vehículos y disminuir los tiempos de viaje de los usuarios, y lo más significativo de este proyecto es el uso de las vías para acercar dos barrios de la parroquia como son El Belén y EL Capulí; el lugar de desarrollo del proyecto es en la parte Noreste de la parroquia tambillo, Cantón Mejía, en las cercanías de la Panamericana Sur. Se planteó el diseño geométrico, estructural e hidráulico de la vía, misma cual debe cumplir con todas las normativas nacionales con el fin de obtener un diseño óptimo, mismo que ayudará a impulsar el desarrollo socioeconómico del sector ya que es una zona agrícola y ganadera por tradición.

**Palabras claves:** Pavimento flexible, rasante, tráfico promedio diario anual (TPDA), tránsito, velocidad de diseño, vía, California bearing ratio (CBR).

## ABSTRACT

The parish GAD of Tambillo in its eagerness to improve the network of roads and paths of the sector, began the work of identifying the deficiencies that it presents, with the realization of prefeasibility studies, with the purpose of obtaining the technical documentation, plans, reports and quantities of work, which allow to start with the rehabilitation and improvement of the roads to improve the vehicular flow of transport. The road of this study has an approximate length of 2.9 km, Therefore, with this project it is intended to save on the cost of operation and maintenance of vehicles and reduce travel times for users, and the most significant of this project is the use of roads to bring two neighborhoods of the parish such as El Belén and El Capulí; the place of development of the project is in the northeastern part of the parish tambillo, Canton Mejía, in the vicinity of the Panamericana Sur. The geometric, structural and hydraulic design of the road was proposed, which must comply with all national regulations in order to obtain an optimal design, which will help boost the socioeconomic development of the sector since it is an agricultural and livestock area by tradition.

**Keywords:** flexible pavement, grade, average anual daily traffic (TPDA), traffic, design speed, road, California Bearing Ratio (CBR).

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

### 1.1 Antecedentes

A lo largo de la historia, para crecer y desarrollarse, los seres humanos y las comunidades han tenido que adaptarse para satisfacer sus necesidades, generando cambios que garantizan la comunicación, el transporte, el traslado de productos, entre otros aspectos. Aquí es donde la ingeniería realiza una gran contribución, desde la tasación de terrenos hasta la construcción de carreteras, pasando por la mejora de la calidad de vida de los vecinos y transportistas en las zonas que conectan.

Las comunidades deben contar con vías en óptimas condiciones geométricas y de infraestructura, para lo cual el gobierno nacional también ha llamado proyectos de inversión público-privada a alianzas público-privadas. Estas concesiones son para la construcción y mantenimiento continuo de caminos en el territorio nacional.

Sin embargo, para la construcción de una carretera, es ineludible contar con una franja de terreno, donde se realiza la adecuación, construcción y explotación asociada a los efectos de admitir el tráfico de vehículos en una vía. Respetando los niveles de seguridad, confort y diseño, a través del espacio y el tiempo. Por otro lado, el diseño es la parte más importante de la construcción de la vía, ya que establece los aspectos geométricos que definen el trazado de la vía con el objetivo principal de hacerla funcional, estética, segura, cómoda, económica y eficiente. Sobre todo, para no afectar al medio ambiente. La consideración de cada uno de estos factores tiene un punto de alto impacto que en muchos casos no se puede lograr debido a severas complicaciones presupuestarias o agentes externos como condiciones climáticas y deslizamientos de tierra.

El principal núcleo de población de Tambillo es la cabecera cantonal, donde se ubican el parque central y la iglesia; También es punto de conexión de buses interprovinciales. Este es el lugar más conocido por la gente ajena a la parroquia, lo cual no es casualidad, ya que es donde se realiza la fiesta parroquial, lo que explica la llegada de turistas de todo el país. Cuatro barrios, El Murco, Santa Elena de Pasochoa, Miraflores y El Belén, son parte de la parroquia y están alejados de la ciudad principal, lo que dificulta la prestación de servicios básicos y sociales a los residentes. Efectivamente, en la parroquia hay un solo centro de salud, lo que hace imposible llegar a los 21 distritos de Tambillo (Gobierno Provincial de Tambillo , 2020-2023).

## **1.2 Introducción**

Actualmente la parroquia Tambillo se encuentra en proceso de desarrollo ya que se vincula al sector agropecuario con el inconveniente de convertirla en una zona residencial. Sin una planificación del saneamiento, los asentamientos humanos y sus actividades han causado problemas de salud y contaminación del agua a lo largo del tiempo. En los últimos años, la población de la parroquia rural de Tambillo en el cantón Mejía en Pichincha ha aumentado significativamente, al igual que el tráfico. Esto significa que la ruta no funciona de manera óptima porque no está diseñada correctamente, lo que resulta en una vida útil corta (Samaniego M. , 2019).

El rediseño de la red de alcantarillado, la selección del sitio para una nueva planta de tratamiento y el diseño de la estructura de descarga del río Tambillo fueron un esfuerzo de ingeniería para lograr la eficiencia técnica y económica del sistema para brindar el servicio de saneamiento y las poblaciones futuras, para mejorar los sistemas de alcantarillado y la calidad de vida, tratar adecuadamente las aguas residuales adyacentes, para evitar futuros daños y molestias al medio ambiente (Córdova C. , 2022).

La red vial sin duda responde a las necesidades esenciales del mundo moderno: la disponibilidad de infraestructura de transporte que pueda llegar a todos los rincones del



territorio. La construcción y mejora de rutas significa que las demandas tan esperadas serán atendidas. En general, toda construcción de carreteras se considera un claro avance, integrada en el patrimonio público y funcionando en buen estado durante un período de tiempo muy prolongado. Pero esta expectativa es decepcionante para algunos (Calderón, 2021).

Las rutas son prematuras o incluso peores cuando la mayoría de las redes están interrumpidas y las conexiones para las que están diseñadas están interrumpidas. Las causas varían de un caso a otro, pero la mayoría de las veces son una combinación de fallas de diversa gravedad en la planificación, construcción, mantenimiento y gestión del tráfico (CHQ, 2016).

### **1.3 Evaluación del sistema vial existente**

El sistema vial de la zona se encuentra empedrada en la mayoría de sus tramos, con desniveles, sumergido debido al encharcamiento y adoquines sueltos, causando daños a los vehículos que transitan por el sitio. El empedrado ha sido usado por muchos años, el estado de las zanjas existentes es deficiente, lleno de vegetación y no hay señales de la presencia de alcantarillas.

#### **Figura 1.**

*Estado actual de la vía*



(a)



(b)

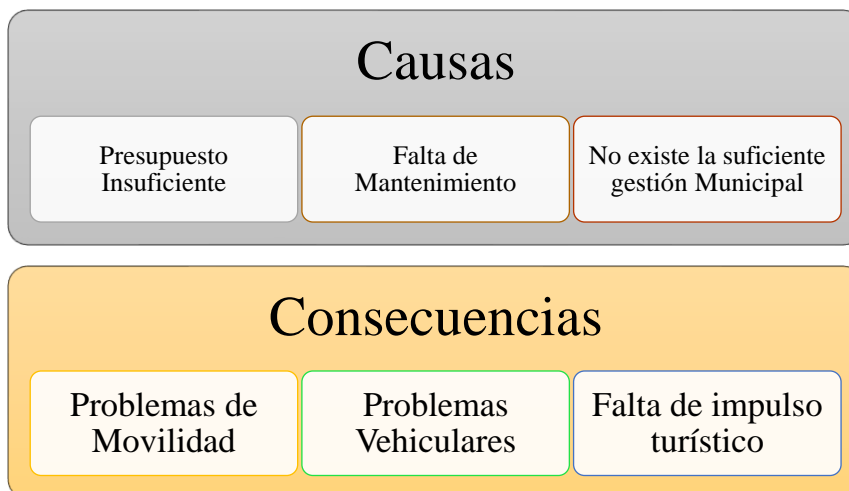


(c)

*Nota.* Figura a estado tramo empedrado, figura b fin de tramo empedrado inicio de tramo de adoquín, figura c vista de la vía en el horizonte. Elaborador por: Los Autores

**Figura 2.**

*Árbol de problemas*



*Nota.* Caudas y consecuencias del problema. Elaborador por: Los Autores

## **1.4 Problema de estudio**

### **1.4.1 Antecedentes**

En los últimos años, la población la parroquia rural Tambillo, cantón Mejía, provincia Pichincha, ha aumentado significativamente, por lo tanto, el tráfico rodado también incrementó. Esto significa que la calle no funciona de manera óptima debido a que no cuenta con un diseño adecuado dando como resultado una vida útil corta.

#### ***1.4.1.1 Alcance:***

Esta problemática que posee este sector, hace que ocurra los siguientes acontecimientos que deben ser solucionados, los cuales son:

Destrucción en las calles.

Depreciación acelerada en los vehículos.

Tiempos de demora en llegar a diversos lugares.

Problemas de drenaje vial.

La red vial sin duda responde a las necesidades esenciales del mundo moderno: la disponibilidad de infraestructura de transporte que pueda llegar a todos los rincones del territorio. (Rosellon y Vence, 2019). La construcción y mejora de rutas significa que las demandas tan esperadas serán atendidas. En general, toda construcción vial se considera un claro avance, integrada en el patrimonio público y funcionando en buen estado durante un período de tiempo muy prolongado. Pero esta expectativa es decepcionante para algunos.

Las rutas son prematuras o incluso peores cuando la mayoría de las redes están interrumpidas y las conexiones para las que están diseñadas están interrumpidas. Las causas varían de un caso a otro, pero la mayoría de las veces son una combinación de fallas de diversa gravedad en la planificación, construcción, mantenimiento y gestión del tráfico. (Bull, 2003). Como resultado, muchas redes viales están muy por debajo de lo que se desea y lo que se desea.

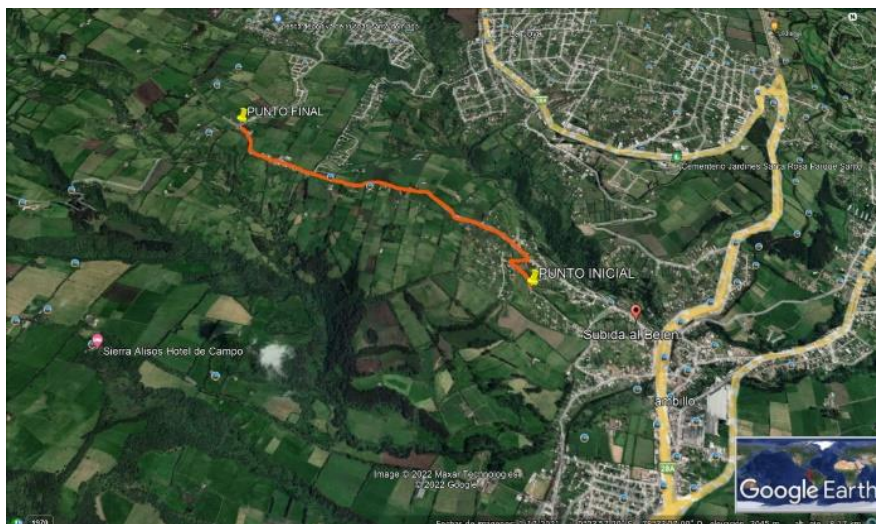
## 1.4.2 Delimitación

El tramo de la calle principal “Subida al belén” presenta las siguientes coordenadas inicial y final (UTM WGS 84) ubicados en la zona 17M respectivamente como se indica a continuación:

<u>Punto Inicial</u>	Coordenada Este: 772384.27 m E Coordenada Norte: 9955755.10 m S
<u>Punto Final</u>	Coordenada Este: 770520.09 m E Coordenada Norte: 9957254.01 m S

### Figura 3.

*Ubicación del proyecto*



*Nota.* La línea marcada con rojo representa la longitud del proyecto. Elaborado por: Los Autores, a través de Google Earth Pro, 2021

Fuente: Los Autores

### 1.4.2.1 Límites

El plan de desarrollo territorial (2015) nos menciona que los límites del barrio Belén son:

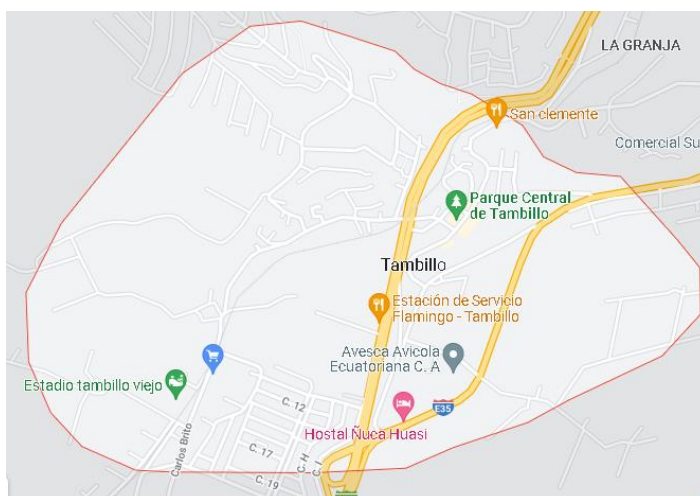
- Norte: Parroquia de Cutuglagua
- Norte-Noreste: Parroquia Uyumbicho

- Cantón Rumiñahui,
- Parroquia Rumipamba
- Oeste: Parroquia de Alóag
- Sur-Sureste: Parroquia de Machachi

Al sur se encuentra la carretera nacional “García Moreno” en el punto “Curva de LEIVA” para continuar por la quebrada Jalupana hacia arriba hasta el lindero entre los parceleros señores Yépez y La Torre, siguiendo la división hasta el camino de El Belén que va a Tambillo, sigue ese camino hasta el lindero entre los parceleros Dr. Reinaldo Saltos y Manuel Mena hasta descender a la quebrada denominada San Antonio y de esta quebrada hacia arriba hasta el Atacaso, quebrada que es lindero entre las haciendas “La Recoletilla” y “El Belén”; por el ORIENTE, la línea del ferrocarril del Sur hasta la hacienda “Carapungo” del Dr., Julio Tobar Donoso y de ésta parte, el lindero entre las haciendas del Dr. Eduardo Miño Cabezas y el Dr. Manuel Cajiao, hasta salir a la carretera Nacional; y, por el OCCIDENTE, las montañas occidentales en donde termina la jurisdicción del Cantón Mejía (INEC, 2021).

**Figura 4.**

*Localización del sector de análisis*



Nota. Se indica el área de influencia del proyecto. Elaborador por: Los autores a través de Google Maps.com

## **1.5 Justificación**

El presente trabajo surge de la necesidad de mejorar la calle “Subida al Belén” bajo normativas actuales que rigen en el departamento de obras públicas en el GAD de Tambillo. Con la finalidad de brindar el mejor acceso peatonal y vehicular a los pobladores de esta parroquia.

Los beneficiarios directos de esta propuesta de implantación serán los cientos de personas que viven y acceden a este sector en vehículos livianos y pesados. Por otro lado, otro beneficio de adecuar esta vía es reducir los gastos en mantenimiento que realizan los propietarios de los vehículos.

El proyecto es factible ya que, los pobladores de la parroquia están necesitados de la actualización en la vía, con señalización horizontal y vertical, así mismo, todos los beneficiarios están en la disponibilidad de aportar para la finalización de esta propuesta. Por otro lado, se cuenta con los resultados de los estudios del levantamiento topográfico y ensayos de suelos, proporcionados por el GAD de Tambillo. Además, este organismo apoyará este proceso para que este acceso principal sea rehabilitado en post de aumentar la productividad en el sector.

Este proyecto posee un gran alcance que favorece no solamente a un solo sector, sino a varios sectores, sin embargo, es necesario empezar con la rehabilitación de la calle y con eso se planifica a futuro seguir mejorando otros aspectos deficitarios que adolecen varios sectores que utilizan esta vía. Por lo tanto, es imperativo adecuar la calle “subida al Belén” como inicio de un proceso de mejora continua.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Diseñar una propuesta vial para la calle “Subida al Belén “, utilizando las normativas vigentes AASHTO 93, MOP 2003, el Software CIVIL CAD 3D, AutoCAD, para mejorar el acceso al sector EL BELEN.

### **1.6.2 Objetivo específico**

Recopilar información, mediante el análisis de documentos del GAD Parroquial de Tambillo para el diseño vial.

Realizar el estudio topográfico de la vía, utilizando la ESTACION TOTAL para obtener cotas y relieves del sector.

Elaborar el estudio geotécnico del sector EL BELÉN, a través de ensayos in situ y en laboratorio para determinar y evaluar las características del suelo.

Determinar el TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA), mediante el conteo correspondiente, con el fin de estimar el volumen vehicular.

Diseñar la estructura vial de la capa de rodadura aplicando la normativa AASHTO 93 y el modelamiento en el software CIVIL CAD 3D, con el fin de obtener un diseño óptimo y factible.

Elaborar el diseño hidráulico de las obras de arte menor, mediante hojas de cálculo (EXCEL), para obtener dimensionamiento adecuado de las estructuras.

Evaluar de Impacto Ambiental, mediante el análisis de la normativa vigente, para evitar el daño ambiental en el sector.

Realizar el análisis Técnico – Económico del diseño vial, a través del estudio de los resultados obtenidos con el fin de presentar la propuesta.

Determinar los volúmenes de obra que permitan realizar el correspondiente cronograma, presupuesto, APUS y especificaciones técnicas.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Topografía y relieve

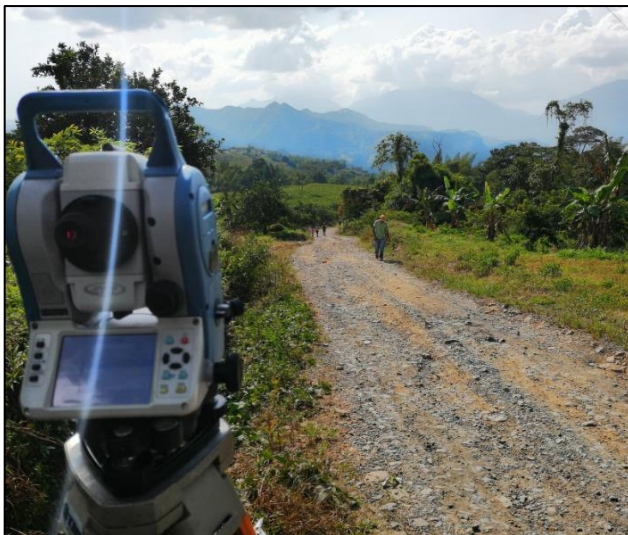
En los estudios de diseño de carreteras, la topografía del terreno es un factor determinante en la selección del valor en varios parámetros que interfieren en su diseño.

##### 2.1.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico con lleva una serie de operaciones realizadas en campo con instrumentación adecuada para el tipo de trabajo a realizar. Los levantamientos de terreno requieren una serie de mediciones y triangulaciones que permiten a la oficina preparar planes y proyectos. (Rodríguez, 2015).

#### Figura 5.

*Levantamiento topográfico con Estación Total*



*Nota.* Estación total en uso. Fuente: Arktop Topografos SAS

#### 2.2 Obras viales

Para efectuar obras viales se debe considerar la construcción de la red vial como decisiones políticas estratégicas al más alto nivel nacional. De manera similar, decidir qué tarea



específica realizar era, en última instancia, de naturaleza política. Esta realidad se mantiene inalterable por el hecho de que en las últimas décadas se han desarrollado y aplicado métodos de planificación y que todo trabajo puede ser rentable desde el punto de vista socioeconómico. (Salazar, 2008). Con tantas construcciones de carreteras que cumplen con estos requisitos a un costo de capital predefinido, la decisión sobre cuál implementar se deja a los altos funcionarios que pueden considerar mejor algunos criterios que son beneficiosos para el desarrollo del país.

### **2.2.1 Proyecto de construcción**

Comprende el conjunto de todas las obras que se presentan en un proyecto de carreteras. Se trata de un proyecto donde no existe ninguna vía o se va a continuar una ya existente (Agudelo, 2002).

#### **Figura 6.**

*Construcción de vía.*



*Nota.* Nivelación de carretera. Fuente: Diario Occidente

### **2.2.2 Proyectos de mejoramiento**

Se trata de cambiar la geometría y dimensiones iniciales de la vía para optimar su nivel de prestación y ajustar a las condiciones de tráfico presentes y futuras. Comprende tres tipos de trabajos que son: ampliación, rectificación y pavimentación.

**Figura 7.**

*Ampliación de vía principal*



*Nota.* Aplicación de pavimento. Fuente: MTOP – Ecuador

**2.2.3 Proyectos de rehabilitación**

Hace referencia a la restauración de una vía a su estado original de manera que cumpla con las especificaciones técnicas con las que se diseñó originalmente.

**Figura 8.**

*Vía en rehabilitación*



*Nota.* Maquinaria en rehabilitación vial. Fuente: BNAméricas

## 2.3 Vías

Las carreteras y autopistas son los medios por los cuales los asentamientos humanos de la sociedad actual pueden ser transportados y comunicados. Para diseñar correctamente la carretera, considere todas las características físicas y utilice cartografía o imágenes satelitales disponibles en el campo para definir la ruta preferida que conecta los bordes del proyecto. Es necesario realizar una inspección visual de. Topografía como geingeniería, geología, medio ambiente. (Rodríguez, 2015).

### 2.3.1 Clase de carretera

En Ecuador, él (MTO) tradicionalmente ha clasificado las carreteras según su importancia particular en función del volumen de tráfico y la cantidad de carriles requeridos en lugar de la función jerárquica. La tabla 2.1 muestra la correspondencia entre la situación jerárquica y la categorización de las carreteras según él (MTO, 2003).

**Tabla 1.**

*Relación función clase MOP y tráfico*

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CLASE DE CARRETERA (según MOP)</b>	<b>TPDA (AÑO FINAL DE DISEÑO)</b>
<b>CORREDOR</b>	RI - RII (2)	>8000
<b>ARTERIAL</b>	I	3000 – 8000
	II	1000 – 3000
<b>COLECTORA</b>	III	300 – 1000
	IV	100 – 300
<b>VECINAL</b>	V	< 100

*Nota.* TPDA para distintos tipos de vía. Fuente: (MTO, 2003)

#### 2.3.1.1 Corredores arteriales

Estos corredores pueden ser carreteras con parterre intermedio (autopistas) y carreteras de un solo carril (Clase I y II). Tendrán amplios controles de acceso dentro de grupos de autopistas y se podrá prohibir el uso de ciertas categorías de usuarios y vehículos (MTO, 2003).

En el segundo conjunto de carreteras arteriales (Clase I y II), la mayoría de las autopistas mantendrán una superficie acondicionada uniforme con dos carriles de tráfico en ambas direcciones y arcenes apropiados a cada lado (MTOPI, 2003).

### ***2.3.1.2 Vías colectoras***

Estas son calzadas de clase I, II, III y IV de acuerdo a su relevancia, están dirigidas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a localidades importantes que no están en el sistema arterial nacional (MTOPI, 2003).

### ***2.3.1.3 Caminos vecinales***

Estas son calzadas de clase IV y V que incluyen a todas las vías rurales no contenidas en las designaciones anteriores.

## **2.4 Estudio de tráfico**

El volumen de tráfico es uno de los determinantes básicos de las obras de construcción de carreteras y de los estudios y requiere un conocimiento lo más preciso posible sobre su volumen y características. (Samaniego M. , 2019).

### **2.4.1 Tránsito promedio diario anual**

Constituye el tránsito total que circula por la carretera durante un año calendario dividido para 365, o sea que es el volumen de tránsito promedio por día. Este valor es significativo para establecer el uso anual y como justificación de costos en el análisis económico además de dimensionar los elementos estructurales y utilitarios de la vía.

$$TPDA = T0 \times FH \times FD \times FS \times FM$$

Donde:

To: Tráfico observado.

FH: Factor horario

FD: Factor diario

FS: Factor semanal

FM: Factor mensual

#### ***2.4.1.1 Volumen de la hora pico***

Es la cantidad de vehículos que circula por una vía en la hora de tránsito más intenso del día.

#### ***2.4.1.2 Volumen horario de diseño***

Es el tránsito horario utilizado en el diseño, es decir, es el que se usa para comparar con la capacidad de la vía en desarrollo.

### **2.4.2 Tipos de conteo**

#### ***2.4.2.1 Manuales:***

Estos conteos son indispensables pues al proporcionar información de la composición del tráfico y giros en intersecciones, que se usan en el diseño geométrico de la vía.

#### ***2.4.2.2 Automáticos***

Te permiten saber el tránsito total. Siempre tienen que agregar un conteo manual para determinar cuál es el tráfico. Cuando se utilizan contadores automáticos, hay que calibrarlos con mucho cuidado porque cuentan ejes (registra el vehículo por cada dos pulsos que recibe).

#### ***2.4.2.3 Período de observación***

En un estudio concluyente, se debe contar al menos manualmente la cantidad de días por semana que no se ven afectados por un evento en particular (feriados) durante 7 días consecutivos. Además de esta información, es importante contar con al menos un mes de datos recolectados de conteo automático para cuantificar el tránsito total y correlacionarlo con la composición de los datos semanales

#### ***2.4.2.4 Cálculo de variaciones (factores)***

Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son:

- Factor horario (FH). nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a Volumen Diario Promedio.
- Factor diario (FD). transforma el volumen de tráfico diario promedio en Volumen Semanal Promedio.
- Factor semanal (FS). transforma el volumen semanal promedio de tráfico en Volumen Mensual Promedio.
- Factor mensual (FM). transforma el volumen mensual promedio de tráfico en Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).

#### **2.4.3 Proyección del tránsito**

Vías nuevas o con mejoramientos se deben diseñar en base al volumen de tráfico que se espera que va a usarlas. Se espera, entonces, que el diseño sea hecho para adecuar el volumen de vehículos que se tenga en el último año de vida útil de la carretera, con mantenimiento razonable y presumiendo que el tránsito para cada año es mayor que el del año anterior. La designación del tránsito futuro es lo que se conoce como proyección del tránsito.

##### ***2.4.3.1 Crecimiento normal del tráfico actual***

El volumen de tráfico actual es la cantidad de vehículos que transitan por la carretera antes de las mejoras, o la cantidad de vehículos que transitan actualmente por la nueva carretera si esta estuviese ya en servicio.

Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

#### *2.4.3.1.1 - Tráfico existente:*

Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

#### *2.4.3.1.2 Tráfico desviado:*

Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo (MTOPI, 2003).

### **2.4.4 Criterios para determinar el tráfico futuro**

La previsión del tráfico debe hacerse correlacionando el tráfico de vehículos con otros factores como la población, la producción, etc.

#### ***2.4.4.1 Relación del tráfico vehicular con la población***

Utilizando la información disponible de flota y población en un período de tiempo representativo, nos propusimos determinar las tasas de motorización (vehículos por mil habitantes) para cada tipo de vehículo (ligero y pesado) y las ecuaciones de proyección ajustadas a algunos modelos históricos existentes. Información (MTOPI, 2003).

Uno de los modelos que se pueden usar es LOGIT, que se puede usar para determinar las ecuaciones de regulación y proyección para la tasa de motorización y posiblemente la tasa de saturación. Los modelos LOGIT son similares a la regresión ordinaria, excepto que este tipo de métodos utilizan cálculos logarítmicos en lugar de funciones lineales. Dependiendo de las variables a analizar, existen diferentes opciones de métodos logísticos.

$$Tm = a + b * t$$

Donde:

Tm: Tasa de motorización (N° Veh/1000hab)

a,b: Coeficientes de ajuste

t: Tiempo en Años

#### **2.4.4.2 Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional**

Si existe insuficiente información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible.

$$Tf = Ta + (1 * i)^n$$

Donde:

Tf: Trafico futuro o proyectado

Ta: Trafico actual

i: Tasa de crecimiento del tráfico (en caso de no contar con datos, utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustibles).

n: Número de años proyectados.

#### **2.4.5 Tráfico generado**

El transito generado está formado por el número de viajes que se generarían sólo si las mejoras planteadas suceden, y lo son:

- Viajes que no se efectuaron con anterioridad.
- Viajes que se realizaron a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se realizaron hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la vía propuesta.

#### **2.4.6 Tráfico por desarrollo**

Este tráfico se crea por la inclusión de nuevas áreas de desarrollo o por una mayor producción en terrenos dentro del área de influencia de la vía. Esta parte del tráfico futuro puede



seguir aumentando durante parte o la totalidad del período de estudio. Su rol suele ser considerado desde la integración vial hasta el servicio al usuario. (MTO, 2003).

## **2.5 Pavimentos**

Los pavimentos se diferencian y definen en términos de los materiales de que están constituidos y de cómo se estructuran esos materiales y no por la forma en cómo distribuyen los esfuerzos y las deformaciones producidas por los vehículos a las capas inferiores, lo que constituirá un criterio de clasificación más acertado (Saucedo, 2010).

### **2.5.1 Tipos de pavimentos**

Para fines prácticos básicos, el pavimento se divide en pavimento duro y flexible. Sin embargo, la rigidez o flexibilidad de un pavimento no se define con la suficiente facilidad para distinguir un tipo de pavimento de otro, y hasta cierto punto es una cuestión de juicio cuando se especifica la rigidez de un pavimento flexible o lo que es tan flexible. que pueda convertirse en un revestimiento sólido.

### **2.5.2 Diseño de pavimentos**

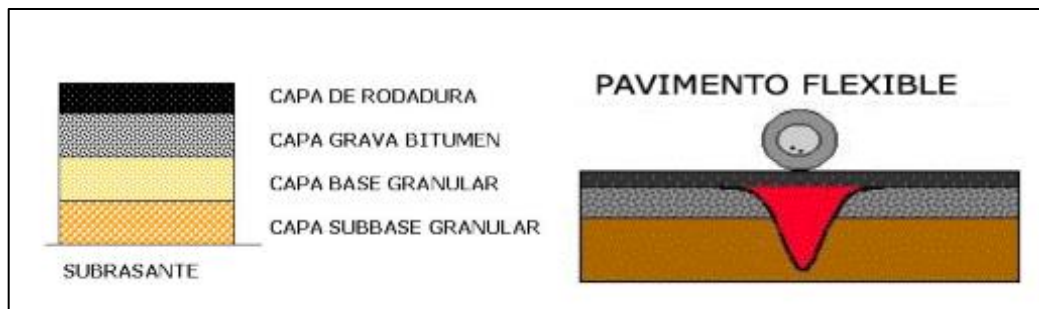
El diseño de pavimentos tiene como indiferente explicar las propiedades de la mecánica de la subrasante, y explicar los espesores de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento. Y estos se dividen en:

#### **2.5.2.1 Pavimentos flexibles**

Un pavimento flexible es una capa asfáltica, la cual suministra la superficie de rodamiento. Las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores se distribuyen por medio de las particularidades de fricción y de cohesión de las partículas de los materiales y la capa asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa (Saucedo, 2010).

## Figura 9.

### *Estructura del pavimento flexible*



*Nota.* Se indican las distintas capas de un pavimento flexible. Fuente: (Saucedo, 2010).

Las capas que forman un pavimento flexible son:

- Carpeta asfáltica.
- Base.
- Subbase.

### **2.5.3 Pavimentos rígidos**

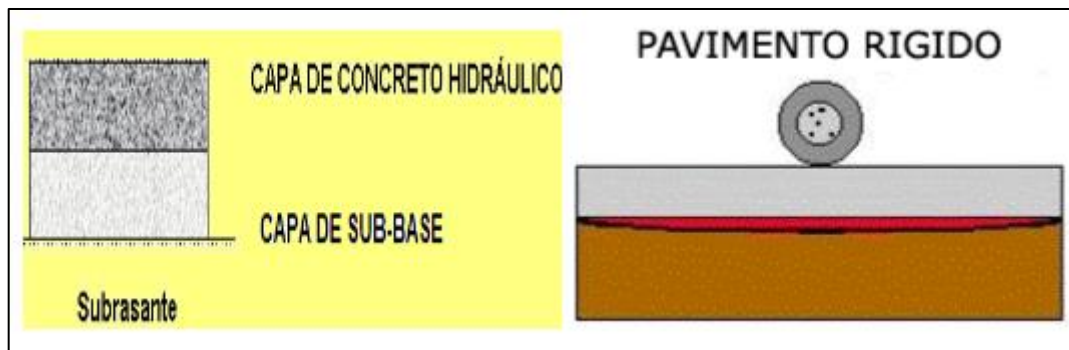
Un pavimento rígido es aquel cuyo elemento fundamental es una losa de concreto hidráulico en la que se distribuyen las cargas de los automóviles hacia las capas inferiores mediante toda la superficie de la losa y de las adyacentes que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural (Saucedo, 2010).

La sección transversal de un pavimento rígido está constituida por:

- Losa de concreto.
- Capa de subbase.
- Subrasante.

**Figura 10.**

*Esquema del pavimento rígido*



*Nota.* Se indican las capas del pavimento rígido. Fuente: (Saucedo, 2010).

#### **2.5.4 Métodos de diseños de pavimentos**

Los enfoques para el diseño de pavimentos rígidos como flexibles han cambiado significativamente con el tiempo. Desde principios de siglo, basados en sistemas de clasificación de suelos o métodos empíricos de diseño apoyados también en ensayos empíricos de resistencia, hasta la actualidad, los métodos de diseño se han visto muy enriquecidos por importantes aportaciones investigadoras, como las realizadas en el apartado experimental. que en el momento en que los funcionarios estatales de carreteras de EE. UU. aparecieron bajo la dirección de la Asociación Estadounidense de Ciencia y Tecnología (AASHO) experimentos realizados en EE. UU., cuyos primeros resultados se incluyeron en Pavement Technology en 1962.

##### **2.5.4.1 Método AASHTO**

Actualmente la guía de diseño de pavimentos AASHTO está razonablemente de acuerdo que no puede hacer todas las consideraciones y reconoce que es necesario complementar con un nuevo método “Mecanicista” basándose en propiedades mecánicas de los materiales bajo solicitaciones cuyo resultado es una respuesta del pavimento representado por esfuerzos y

deformaciones, calculando el nivel de daño esperado en el periodo de diseño para los diferentes tipos de daños esperados.

A partir del año 2002 la AASHTO propone el nuevo método y que actualmente se lo reconoce como “Empírico – Mecanicista” para diseño de pavimentos. Ya que es una mezcla de conceptos empíricos para relacionar las respuestas de los pavimentos con su funcionamiento y conceptos mecanicistas para determinar la respuesta del pavimento después de ser sometida a cargas, mediante modelos matemáticos.

#### 2.5.4.1.1 Variables de diseño.

El método AASHTO 93 requiere el conocimiento de ciertos parámetros de cálculo mismo que intervienen en la ecuación siguiente:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} Mr - 8.07$$

Donde:

Wt18: Número de repeticiones de cargas equivalentes de 18 kips. (8.2 Ton)

acumuladas en el periodo de diseño.

Zr: Desviación normal.

So: Desviación estándar.

SN: Número estructural [pulg].

ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad.

Mr: Módulo resiliente de la subrasante (psi).

#### 2.5.4.1.2 *Periodo de diseño.*

Se evalúa en función del grado mínimo de serviciabilidad que proporcionará la vía a lo largo de su vida útil, es decir cuando el camino necesita repavimentación. El período de diseño de los pavimentos flexibles es de 15 a 20 años.

#### 2.5.4.1.3 *Tránsito equivalente*

Para utilizar los procedimientos de diseño de pavimentos que se presentan en esta guía, al tráfico se debe convertir en un número de repeticiones de ejes equivalentes de un eje simple de 8.2 t., 80 kN., o 18 kip, y para llevar a cabo esta conversión incluye:

- Factores equivalentes de carga
- La conversión de tráfico a la aplicación de carga de un solo eje equivalente de 8.2 t., 80 kN., o 18 kip (ESAL)
- Consideraciones de distribución de carriles

#### 2.5.4.1.4 *Nivel de confiabilidad (R)*

Es la medida que incorpora cierto grado de incertidumbre en el proceso de diseño, ya que constituye un criterio que está inmerso en la capacidad del pavimento frente a solicitaciones exteriores.

#### 2.5.4.1.5 *Niveles de serviciabilidad*

El índice de serviciabilidad toma en cuenta el funcionamiento del pavimento durante su periodo de diseño quedando determinado por una apreciación de 1 correspondiente a pésimas condiciones y 5 perfecto estado del pavimento.

- **Serviciabilidad inicial (Po).** Para pavimentos flexibles el valor de serviciabilidad inicial está “en función del diseño del pavimento y la calidad de construcción”. El

valor recomendado por la normativa AASHTO es de  $P_o=4.2$  (AASHTO 93 Design Procedures For New Pavements, 1998, pág. 172).

- **Serviciabilidad final (Pt).** Se determina cuando ocurre la falla utilitaria del pavimento, está “en función del tipo de carretera y al criterio del diseñador” los valores de serviciabilidad final se muestran a continuación.

**Tabla 2.**

*Índices de serviciabilidad*

<b>Tipo de Vía</b>	<b>Serviciabilidad final</b>
Autopistas	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5

*Nota.* Niveles de serviciabilidad para distintos tipos de vía. Fuente: AASHTO 93

#### *2.5.4.1.6 Módulo resiliente de la subrasante*

Es la medida de los parámetros elásticos del suelo que muestra peculiaridades no lineales. El valor del módulo resiliente se lo determina en base al estudio geológico geotécnico de la vía.

#### *2.5.4.1.7 Factores de carril y sentido*

Del total del tráfico que se estima para el diseño del pavimento deberá determinarse el correspondiente a cada sentido de circulación, esto se realiza mediante la introducción del Factor de Sentido, cuyos valores recomendados son:

- Un sentido de Circulación 1.0
- Doble sentido de Circulación 2.0

El factor de Carril es el coeficiente que permite estimar el tráfico que circula por el carril de diseño en dicho sentido. En una vía de un solo carril en el sentido de circulación de diseño, el 100% del tráfico circulará por ese carril que al mismo tiempo será nuestro carril de diseño.

La norma AASHTO recomienda algunos valores, sin embargo, no necesariamente deben utilizarse los indicados a continuación:

**Tabla 3.**

*Tabla de factores en función del carril*

Número de carriles.	Factor de carril.
1	1
2	0.8 - 1.00
3	0.60 - 0.80
4	0.50 - 0.75

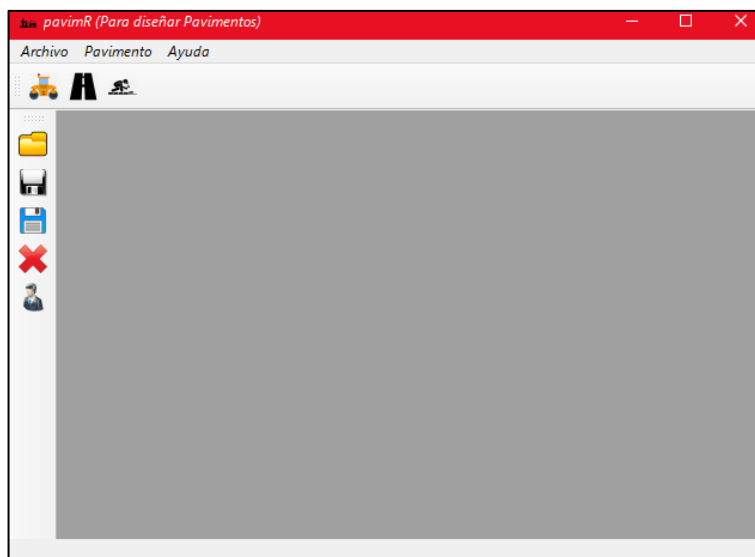
*Nota.* Factor carril a la derecha. Fuente: (Saucedo, 2010)

### 2.5.5 Software pavimR

PavimR es un programa desarrollado utilizando lenguaje de Programación C++, utilizado para el diseño en base a la AASHTO 93 de: Pavimento Rígido y Pavimento Flexible

**Figura 11.**

*Pantalla de inicio de PavimR*



*Nota.* Pantalla de inicio de PavimR Fuente: (Ramírez, 2017)

Este software es una herramienta útil para determinar espesores de capa o a su vez realizar comprobaciones de cálculos hechos manualmente.

## **2.6 Impacto socioeconómico y ambiental**

### **2.6.1 Estudio de impacto ambiental**

Se encarga de determinar el impacto que pueda tener la construcción de una vía sobre el área de influencia de esta. Pero además de esto se debe de indicar cuales son las medidas a tener en cuenta para mitigar o minimizar estos efectos. En la construcción de una carretera el movimiento de tierra, excavación y disposición, es uno de los principales problemas de orden ambiental. De igual forma la explotación de los diferentes materiales para su construcción debe llevar un plan o programa que minimice el daño ecológico (Agudelo, 2002).

### **2.6.2 Evaluación socioeconómica**

Todo proyecto de ingeniería no siempre representa, para cierta parte de la población, beneficios o mejoras en la calidad de vida. Aunque lo que se pretende es que esto suceda, se debe evaluar si la obra a construir realmente beneficia a la localidad ubicada en la zona de influencia y si este beneficio es significativo con respecto a los recursos que se invierten. En otras palabras, se debe determinar la correspondencia entre beneficio costo con el fin de justificar la inversión. Se debe tener en cuenta que los beneficios de una obra no siempre son tangibles como por ejemplo la disminución en el grado de ruido o contaminación, la accidentalidad, etc. (Agudelo, 2002).



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Modalidad básica de la investigación**

##### **3.1.1 Investigación de campo**

El estudio se llevará a cabo mediante la realización de visitas al sitio, la interacción con los residentes locales, el análisis de las condiciones de la carretera de acuerdo con el objetivo del estudio, la adquisición del volumen de tráfico actual, la realización de estudios topográficos, la determinación de las clases de suelo con datos precisos y el pavimento. diseño.

##### **3.1.2 Investigación bibliográfica**

La investigación bibliográfica incluirá la busca de información sobre normas nacionales e internacionales, lineamientos, manuales de diseño vial que son la base del proyecto propuesto.

##### **3.1.3 Investigación experimental**

En el laboratorio se analizarán las muestras tomadas durante la investigación de campo, a fin de establecer propiedades mecánicas y físicas del suelo entre ellas: contenido de humedad, límite de Atterberg, granulometría y clasificación del suelo, capacidad de soporte CBR.

#### **3.2 Nivel o tipo de investigación**

##### **3.2.1 Nivel exploratorio**

Durante el transcurso del proyecto, a través del nivel de levantamiento, se pudo reconocer el sitio en sí, las condiciones de la vía y la calidad de vida de los habitantes del sector. Al identificar problemas en la vía y los sectores aledaños, para así, proponer las soluciones más efectivas, pudimos elaborar la hipótesis de que se obtuvieron las variables dependientes e independientes.

### **3.2.2 Nivel descriptivo**

Nivel descriptivo o hipótesis de trabajo se basa en la premisa de: Si la propuesta de mejoramiento vial de la calle principal sector el Belén de longitud 2.9 km, ubicado en la parroquia rural Tambillo, cantón Mejía, provincia de Pichincha, de acuerdo a los datos recolectados en campo, normas y parámetros de diseño, se ajustan a los requerimientos del GAD, en un futuro las autoridades competentes gestionarán la construcción de este proyecto y de esta forma se brindará una mejor calidad de vida a los habitantes de tan apreciada parroquia, para identificar las condiciones de la comunidad y otros fenómenos para ser analizados.

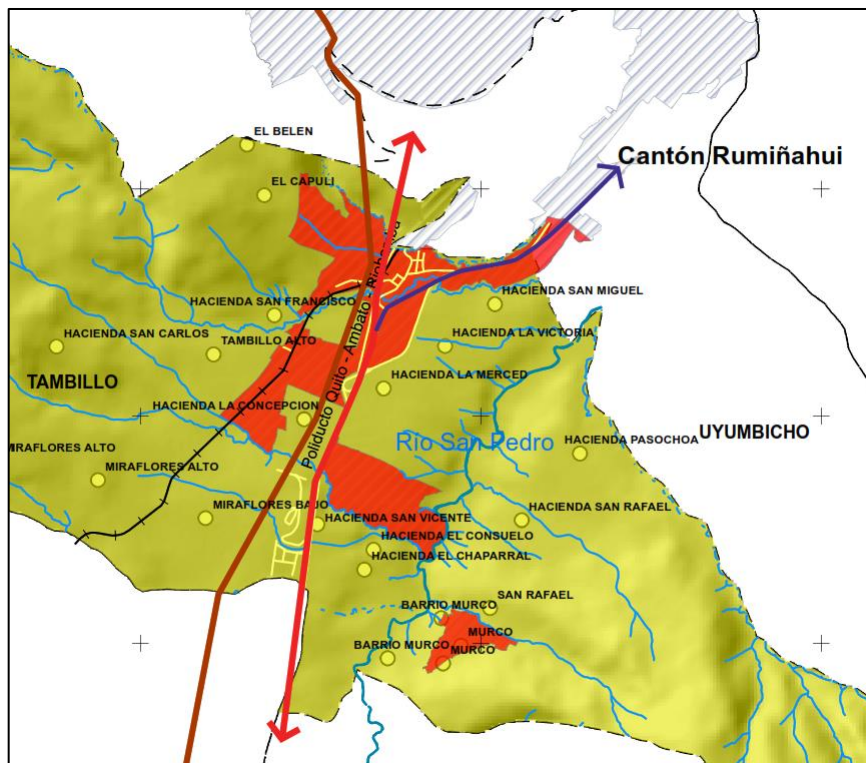
### **3.3 Población**

La población de la parroquia Tambillo es de 11.063 habitantes según las proyecciones de Sistema Nacional de Información para 2020; la mayor parte se encuentra ubicada en el área urbana, mientras que la población restante se encuentra dispersa en el área rural, ocupándola mayor extensión del territorio (GAD Tambillo, 2020).

La parroquia de Tambillo está conformada por el centro poblado que corresponde cabecera parroquial es decir el barrio Central y 22 barrios alejados del mismo, de los cuales los barrios “El Belén” y “El Capulí” son los principales beneficiarios del proyecto.

**Figura 12.**

*Ubicación del barrio "El Belén"*



*Nota.* En amarillo marcados los barrios el Belén y el Capulí. Fuente: (GAD Tambillo, 2020)

### **3.3.1 Grupos étnicos**

Según las proyecciones realizadas para 2020 por la STPE, la auto identificación según su cultura y su costumbre, la población de Tambillo estaría habitada en los siguientes porcentajes de grupos étnicos: Indígena 5,29 %, Afroecuatoriano/a Afrodescendiente 2,00%,

Montubio/a 0,88%, Mestizo/a 89,78%, Blanco/a 2,00%. Siendo la mestiza la mayor parte de la población (GAD Tambillo, 2020).

### **3.3.2 Densidad demográfica**

La concentración de la población por kilómetro cuadrado en la parroquia de Tambillo es mayor en comparación a las cifras del Cantón Mejía. Alrededor de 239 personas por Km<sup>2</sup>

cuadrado habitan en Tambillo. La densidad poblacional es superior a la del cantón, que es de habitantes por Km<sup>2</sup> (GAD Tambillo, 2020).

De acuerdo con la proyección realizada a nivel parroquial por parte del SENPLADES, se puede observar que la Parroquia de Tambillo para el año 2030 tendrá una población de 13651 habitantes.

### Figura 13.

*Tabla de crecimiento población según la SENPLADES*

AÑO	ALÓAG	ALOSÍ	CUTUGLAGUA	EL CHAUPI	MACHACHI	MANUEL CORNEJO ASTORGA	TAMBILLO	UYUMBICHO
2010	9.541	10.005	17.297	1.504	28.532	3.781	8.593	4.759
2011	9.801	10.277	17.768	1.545	29.309	3.884	8.827	4.888
2012	10.065	10.554	18.247	1.586	30.098	3.989	9.064	5.020
2013	10.332	10.834	18.731	1.629	30.897	4.095	9.305	5.153
2014	10.602	11.117	19.220	1.671	31.705	4.202	9.548	5.288
2015	10.875	11.404	19.716	1.714	32.522	4.310	9.794	5.424
2016	11.152	11.694	20.217	1.758	33.348	4.420	10.043	5.562
2017	11.431	11.986	20.723	1.802	34.183	4.530	10.295	5.701
2018	11.712	12.282	21.234	1.846	35.026	4.642	10.548	5.842
2019	11.997	12.580	21.750	1.891	35.876	4.755	10.805	5.984
2020	12.284	12.881	22.270	1.936	36.736	4.869	11.063	6.127
2021	12.572	13.183	22.791	1.982	37.595	4.983	11.322	6.270
2022	12.859	13.484	23.312	2.027	38.454	5.097	11.581	6.413
2023	13.146	13.785	23.833	2.072	39.313	5.210	11.840	6.557
2024	13.434	14.087	24.354	2.117	40.173	5.324	12.098	6.700
2025	13.721	14.388	24.875	2.163	41.032	5.438	12.357	6.843
2026	14.008	14.689	25.396	2.208	41.891	5.552	12.616	6.987
2027	14.296	14.990	25.917	2.253	42.750	5.666	12.875	7.130
2028	14.583	15.292	26.438	2.299	43.610	5.780	13.134	7.273
2029	14.870	15.593	26.959	2.344	44.469	5.894	13.392	7.417
2030	15.157	15.894	27.479	2.389	45.328	6.008	13.651	7.560

*Nota.* Crecimiento proyecto para distintas parroquias de Mejía. Fuente: PDOT Mejía

2019-2023

## CAPÍTULO IV

### ESTUDIO TOPOGRÁFICO

#### 4.1 Alcance

Para la obtención del diseño vial, el estudio topográfico y los planos de la superficie son necesarios en el diseño de la implantación de la vía sobre el terreno y la elaboración de los planos que componen un factor concluyente en la asignación de los valores del diseño vía, del mismo modo en la cuantificación del volumen de movimiento de tierras que es esencial para la evaluación económica del diseño vial (Córdova H. , 2018).

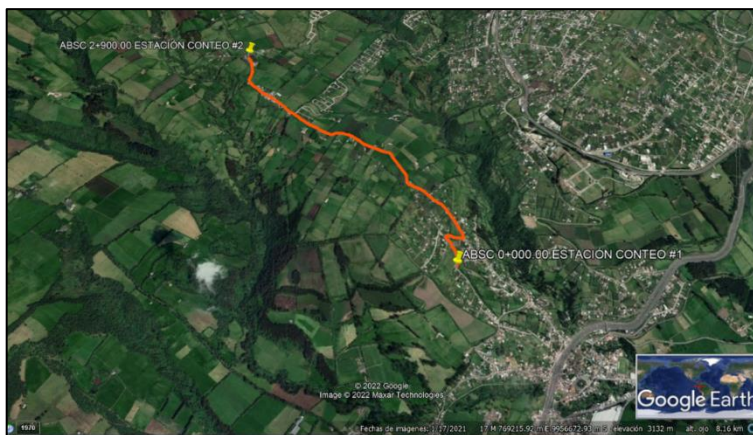
Para la ejecución del proyecto, el levantamiento topográfico fue proporcionado por el GAD Parroquial Tambillo y se encuentra en el sistema de coordenadas (UTM -WGS 84 SIRGAS).

#### 4.2 Levantamiento topográfico

El proyecto se encuentra ubicado la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia tambillo en el barrio El Belén.

#### Figura 14.

*Ubicación del proyecto vial*



*Nota.* En naranja el recorrido de la vía actual Elaborador por: Los Autores a través de Google Earth

#### **4.2.1 Trabajo de campo**

El trabajo de campo corresponde a todas las mediciones necesarias para obtener:

- Punto de referencia.
- Faja topográfica a fin de obtener el ancho de la vía.
- Afectaciones viales

Para ello es necesario utilizar los siguientes equipos y herramientas:

- Estación total
- GPS
- Estacas y clavos
- Mojones de hormigón
- Herramienta menor

#### **4.2.2 Trabajo de oficina**

El trabajo de oficina corresponde al procesamiento de la información a fin de obtener:

- Nube de puntos a través de datos desde la estación total.
- Importación de datos al AutocadCivil3D.
- Creación de la superficie topográfica.

### **4.3 Puntos de posicionamiento GPS (*Global Positioning System*)**

Los sistemas de coordenadas facilitan el colocar puntos en un plano y en el espacio. Como tal, se define como un método de usar números para determinar la posición de un objeto en el espacio geométrico. Para referirse al sistema de coordenadas geográficas el GAD

parroquial utiliza la georreferenciación mediante el GPS. El tipo de coordenadas utilizadas son UTM -WGS 84 SIRGAS

**Tabla 4.**

*Punto GPS del proyecto*

<b>PM</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>	<b>Altitud</b>
<b>1</b>	9955763.10	772382.60	2925.84
<b>2</b>	9955953.31	772287.70	2946.15
<b>3</b>	9955962.19	772402.91	2955.46
<b>4</b>	9956501.70	771609.54	3069.78
<b>5</b>	9956686.02	771050.88	3090.12
<b>6</b>	9957192.61	770568.33	3082.98
<b>7</b>	9957298.03	770476.71	3085.33

*Nota.* Coordenadas y altitud del proyecto. Fuente: Municipio del Cantón Mejía

#### **4.4 Hitos del proyecto**

Sirven para georreferenciar proyectos y su posterior revisión mediante poligonales, es decir, los puntos de referencia son puntos del dominio geoespacial que nos ayudan a referirnos o navegar por los proyectos, en este caso se levantó una nube de puntos la cual se enlazo al siguiente punto GPS para ser Georreferenciada, los hitos del proyecto fueron proporcionados por el GAD parroquial de Tambillo.

#### **4.5 Descripción de la planimetría – altimetría**

La pendiente longitudinal y transversal del terreno son las gradientes naturales del terreno, definen el tipo de terreno en función de las pendientes mismas que se expresan en porcentaje; la planimetría y altimetría del proyecto, así como la faja topográfica fueron proporcionadas por el GAD parroquial de Tambillo.

##### **4.5.1 Planimetría**

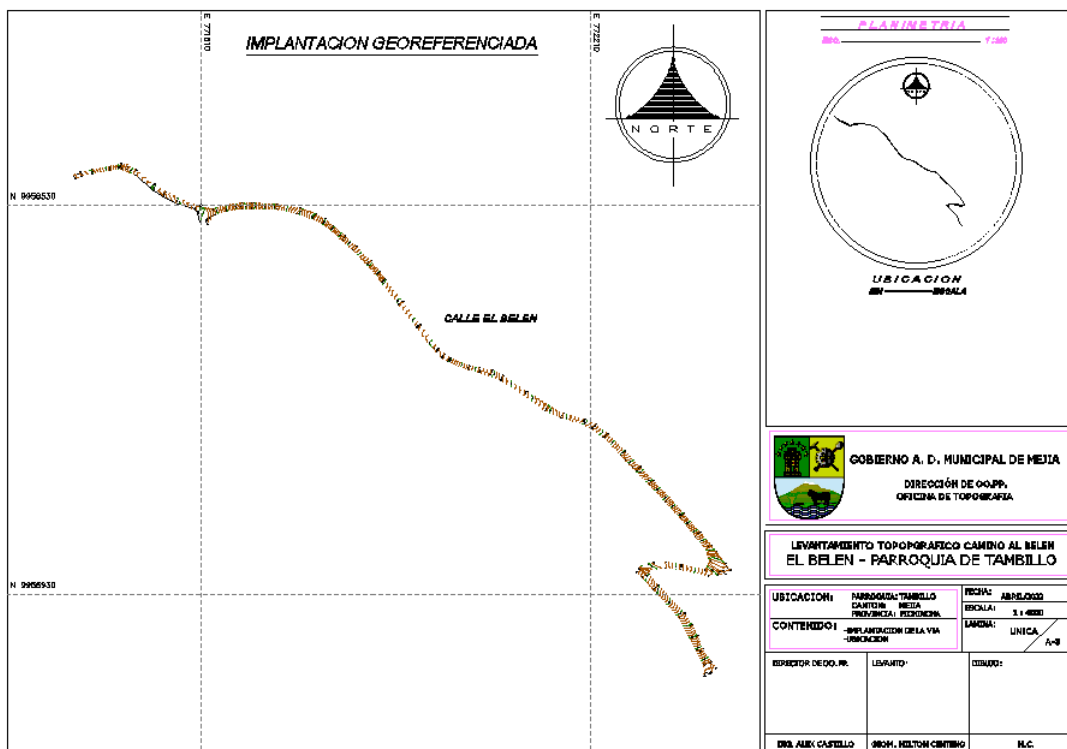
Es la imagen horizontal de la información de un terreno que tiene como fin definir las dimensiones del terreno. La planimetría es el establecimiento de los puntos en un plano sin importar sus cotas o elevaciones. (Rojas , 2015).

## 4.5.2 Altimetría

La altimetría considera las diferencias de nivel existentes entre los diferentes puntos del terreno. Para la obtención de un plano topográfico es necesario conocer esta parte de la topografía. (Rojas , 2015).

**Figura 15.**

*Faja topográfica, vía al Belén*



*Nota.* Implantación georreferenciada. Fuente: Municipio del Cantón Mejía

El ancho promedio de la faja topográfica es de 10.57 m sin embargo en zonas de curvas se tiene un ancho de hasta 35.32 m.

## 4.6 Descripción del terreno

El terreno tiene 4 distintos tipos, en correspondencia con la pendiente longitudinal según lo indicado.



#### **4.6.1 Terreno plano**

“Requieren mínimo movimiento de tierras, por lo que no constituyen dificultad ni en el trazado ni en la explanación. Las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores al 3%” (Cardenas , 2013).

#### **4.6.2 Terreno ondulado**

“Durante la construcción los movimientos de tierra son moderados, lo que permite alineamientos más o menos retos, sin mayores dificultades en el trazado y la explanación. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre el 3% y 6%” (Cardenas , 2013).

#### **4.6.3 Terreno montañoso**

“Generalmente requiere grandes movimientos de tierra por lo cual representa dificultades en el trazado y la explanación. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre el 6% y 8%” (Cardenas , 2013).

#### **4.6.4 Terreno escarpado**

“Exigen el máximo movimientos de tierra, con muchas dificultades en el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores al 8%” (Cardenas , 2013).

Tomando en consideración las anteriores definiciones, lo observado en el campo, la faja topográfica proporcionadas por el GAD parroquial, se concluye que el tipo de terreno en donde se implanta las vías es montañoso.

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO DE TRÁFICO**

#### **5.1 Alcance**

Con el estudio de tráfico se conseguirá el número apreciado de vehículos que transitan diariamente por la carretera y el número de ejes equivalentes, simple rueda doble que pesa 8.2 toneladas o 18 kips; también la clasificación de vehículos que transitan por la vía y establecer la clase de vía en función del TPDA obtenido y las (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras , 2003).

#### **5.2 Metodología**

Se ha escogido dos puntos para realizar el conteo y determinar el TPDA así poder determinar el transito actual, y al mismo tiempo clasificar los diferentes tipos de vehículos que transitan en la carretera, y por lo consiguiente obtener del número de ejes equivalentes de 8.2 ton ESALS Los cuales son los elementos fundamentales para el diseño de las estructuras del pavimento, aplicando la normativa MOP y AASHTO

#### **5.3 Conteo de tránsito**

Se optó por obtener el TPDA mediante la cuantificación manual, clasificado durante 12 horas los 7 días de la semana, esto ya que se trabaja en una vía rural, este conteo se realizó en las estaciones de conteo que a continuación de describen los días 9 de mayo hasta el 15 de mayo del 2022 en el horario de 6:00 a 18:00.

#### **5.4 Estaciones de conteo**

Las estaciones de conteo se ubicaron en la abscisa 0+000 inicio de la vía en el barrio el Capulí y en la abscisa 2+900 correspondiente al final de la vía en estudio.

## 5.5 Determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA)















El análisis del volumen vehicular da a conocer las variaciones diarias, semanales, mensuales y anuales del tránsito que circula en la vía, lo cual ayuda a determinar el TPDA.

### 5.5.1 Clasificación vehicular

En base al conteo manual, se clasifica los diferentes tipos de vehículos que circulan en las vías en desarrollo. Con el uso de normativa nacional se establece que los vehículos que transitan en las vías presentes en el estudio son: vehículos livianos, 2DA, buses 2DB y volquetas V2DB los cuales se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 5.**

*Tabla nacional de pesos y dimensiones*

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 octopus			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10

*Nota.* Se muestra el peso para los distintos tipos de vehículos en el Ecuador. Fuente: Aduana del Ecuador

La clasificación del conteo manual realizado durante 12 horas y los 7 días de la semana y el volumen de vehículos que transitaron se presenta a continuación:

**Tabla 6.***Conteo vehicular estación 1*

Tipo Vehículo	Conteo Vehicular Estación #1 Absc: 0+000						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Liviano	126	120	129	127	124	140	131
Camión Mediano (2DA)	12	10	11	12	11	15	13
Bus (2DB)	5	5	5	5	5	2	2
Volqueta V2DB	1	2	2	1	1	2	0
<b>TOTAL</b>	<b>144</b>	<b>137</b>	<b>147</b>	<b>145</b>	<b>141</b>	<b>159</b>	<b>146</b>

*Nota.* Conteo en 7 días de la estación 1. Elaborador por: Los Autores

**Tabla 7.***Conteo vehicular estación 2*

Tipo Vehículo	Conteo Vehicular Estación #2 Absc: 2+900						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Liviano	22	20	19	24	18	31	29
Camión Mediano (2DA)	6	4	6	7	5	8	7
Bus (2DB)	5	5	5	5	5	0	2
Volqueta V2DB	1	2	2	1	1	2	0
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>37</b>	<b>29</b>	<b>41</b>	<b>38</b>

*Nota.* Conteo en 7 días de la estación 2. Elaborador por: Los Autores

### 5.5.2 Transito promedio diario observado (TPDO)

En función de las estaciones de conteo se ha ponderado el TPDO para la vía presente en estudio, la información se muestra en la siguiente tabla y se simplificará mediante el análisis realizado a los Buses a través del siguiente ejemplo:

$$TPDO = (VH01 + VH02) * FH$$

$$TPDO = (126 + 22) * 1$$

$$TPDO = 148 Vh$$

**Tabla 8.***Conteo total vehicular por día*

Tipo Vehículo	Tráfico total							Prom.
	Día							
	1	2	3	4	5	6	7	
Liviano	148	140	148	151	142	171	160	151
Camión Mediano (2DA)	18	14	17	19	16	23	20	18
Bus (2DB)	10	10	10	10	10	2	4	8
Volqueta V2DB	2	4	4	2	2	4	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>178</b>	<b>168</b>	<b>179</b>	<b>182</b>	<b>170</b>	<b>200</b>	<b>184</b>	<b>180</b>

*Nota.* Conteo final de ambas estaciones por día. Elaborador por: Los Autores

### 5.5.3 Transito promedio semanal

Con el uso de las estaciones de conteo se ha cuantificado el TPDO para la vía en estudio.

Al no tomar en cuenta para el conteo manual el resto de las horas del día por parte de los contadores, se hará un ajuste con el uso del factor diario (FD), este se obtiene mediante la división del mayor número de vehículos que transitan en un día para el total de vehículos registrados al final de la semana.

$$FD = \frac{\text{Mayor numero de vehículos que transitan en un día}}{\text{Total de vehículos registrados en la semana}}$$

$$FD = \frac{200}{1261} * 10 = 1.586$$

$$TPDS = TPDO * Fd$$

$$TPDS = 148 * 1.586 = 234.73 \approx 235 Vh$$

**Tabla 9.***Tráfico promedio diario semanal*

Tipo Vehículo	Tráfico Diario Semanal							Prom.	%
	1	2	3	4	5	6	7		
Liviano	235	222	235	239	225	271	254	240	84.1
Camión Mediano (2DA)	29	22	27	30	25	36	32	29	10.1
Bus (2DB)	16	16	16	16	16	3	6	13	4.4
Volqueta V2DB	3	6	6	3	3	6	0	4	1.4
<b>Tráfico Diario Semanal</b>								<b>286</b>	

*Nota.* Conteo para distintos tipos de vehículos. Elaborador por: Los Autores

### 5.5.4 Tráfico promedio diario mensual

En función del tránsito encontrado en el proyecto, se determina el factor de ajuste semanal igual a 1 (FS=1), teniendo los siguientes resultados indicados en la tabla a continuación.

$$TPDM = TPDS * FS$$

$$TPDM = 235 * 1$$

$$TPDM = 235 \text{ Vh}$$

**Tabla 10.**

*Tabla de tráfico promedio diario mensual*

Tipo Vehículo	Tráfico Diario Semanal							Prom.	%
	1	2	3	4	5	6	7		
Liviano	235	222	235	239	225	271	254	240	84.1
Camión Mediano (2DA)	29	22	27	30	25	36	32	29	10.1
Bus (2DB)	16	16	16	16	16	3	6	13	4.4
Volqueta V2DB	3	6	6	3	3	6	0	4	1.4
<b>Tráfico Diario Mensual</b>								<b>286</b>	

Nota. TDS de la vía de estudio. Elaborador por: Los Autores

### 5.5.5 Tráfico promedio diario anual

En la generación del Tráfico Promedio Diario Anual es significativo establecer el factor mensual, para el actual proyecto se lo obtuvo en función del consumo de combustible anual de la Provincia de Pichincha hecha por el Ministerio de Transporte y Obras públicas para el año 2014, tomando como referencia el mes de mayo en el cual se realizó el conteo manual de los vehículos.

**Tabla 11.***Consumo de combustible de la provincia de Pichincha*

Mes	Extra	Súper	Diésel 2	Diésel Premium	# Días
Enero	2127184	468707	388215	1805496	31
Febrero	1911893	427409	423232	1615290	28
Marzo	1895013	376536	313256	1680474	31
Abril	1945990	387515	444611	1674701	30
<b>Mayo</b>	<b>2006880</b>	<b>352979</b>	<b>369123</b>	<b>1683001</b>	<b>31</b>
Junio	2004364	337118	492618	1702252	30
Julio	2141815	434979	549460	1831708	31
Agosto	2274151	506900	478370	1831521	31
Septiembre	2078051	361906	552952	1768131	30
Octubre	2208569	395078	498012	1859382	31
Noviembre	2064729	303168	439548	1735338	30
Diciembre	2259759	373217	431146	1702604	31

*Nota.* Se toma como referencia el mes de mayo. Fuente: MTOP 2014

Ya sintetizada esta información se continua a determinar el factor mensual promedio de gasolina y diésel, el cual es de 0.946 tal como se muestra en la tabla continuación:

**Tabla 12.***Factor de ajuste mensual del proyecto*

Mes	Promedio		Factores		Factor Promedio
	Gasolina	Diésel	Gasolina	Diésel	
Enero	1297945.5	1096855.5	1.051	1.002	1.026
Febrero	1169651	1019261	0.947	0.931	0.939
Marzo	1135774.5	996865	0.920	0.911	0.915
Abril	1166752.5	1059656	0.945	0.968	0.956
<b>Mayo</b>	<b>1179929.5</b>	<b>1026062</b>	<b>0.955</b>	<b>0.937</b>	<b>0.946</b>
Junio	1170741	1097435	0.948	1.003	0.975
Julio	1288397	1190584	1.043	1.088	1.065
Agosto	1390525.5	1154945.5	1.126	1.055	1.090
Septiembre	1219978.5	1160541.5	0.988	1.060	1.024
Octubre	1301823.5	1178697	1.054	1.077	1.065
Noviembre	1183948.5	1087443	0.959	0.993	0.976
Diciembre	1316488	1066875	1.066	0.975	1.020
<b>Promedio</b>	<b>1235162.917</b>	<b>1094601.708</b>			

*Nota.* Se toma como referencia el mes de mayo. Elaborador por: Los Autores

Para el cálculo del tráfico promedio diario anual, resulta de la multiplicación del tráfico promedio diario mensual y del factor de ajuste mensual.

$$TPDA = TPDM * fm$$

$$TPDA = 235 * 0.946 = 222 \text{ Vh}$$

A continuación, se indica la tabla del TPDA actual para la vía en estudio:

**Tabla 13.**

*Transito promedio diario anual de la vía*

Tipo Vehículo	Ajuste Tráfico Anual							Prom.	%
	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7		
<b>Liviano</b>	222	210	222	227	213	257	240	227	84
<b>Camión Mediano (2DA)</b>	27	21	26	29	24	35	30	27	10
<b>Bus (2DB)</b>	15	15	15	15	15	3	6	12	4
<b>Volqueta V2DB</b>	3	6	6	3	3	6	0	4	1
<b>Tráfico Diario Anual</b>								<b>270</b>	

*Nota.* Tránsito vehicular para cada tipo de vehículo. Elaborador por: Los Autores

## 5.6 Proyección del tráfico actual

“Las proyecciones de tránsito se utilizan en la clasificación de las carreteras e influyen en la definición de la velocidad de diseño y de los demás parámetros geométricos del proyecto” (MTO, 2003).

### 5.6.1.1 Tasa de crecimiento vehicular

Para el proyecto se utilizará una proyección del tráfico para un periodo de 10 y 20 años, al no contar con datos estadísticos, la proyección se efectuará con la tasa de crecimiento vehicular, la que fue obtenida mediante el Ministerio de Transporte y Obras Publicas

**Tabla 14.**

*Tasa de crecimiento vehicular del proyecto*

Periodo	Livianos	Buses	Camiones
<b>2020-2025</b>	4.72	1.94	2.34
<b>2026-2030</b>	3.81	1.88	2.09
<b>2031-2035</b>	3.2	1.81	1.9
<b>2036-2040</b>	2.8	1.75	1.75

*Nota.* Crecimiento vehicular en distintos periodos de tiempo. Fuente: MTO 2014

Para la determinación del Tráfico Promedio Diario Anual proyectado se utilizará la siguiente ecuación:

$$TPDA \text{ proyectado} = TPDA * (1 + r)^t$$



Donde:

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual.

r: Tasa del crecimiento del tráfico.

t: Número de años proyectados.

Los resultados para la proyección del Tráfico Promedio Diario Anual para el periodo de 10 y 20 años están indicados en la siguiente tabla:

**Tabla 15.**

*Cálculo del tráfico proyectado*

Años	Tiempo	Liviano	Camión Mediano (2DA)	Bus (2DB)	Volqueta V2DB	Total Vehículos
2022	0	227	27	12	4	270
2023	1	238	28	12	4	282
2024	2	249	28	12	4	294
2025	3	261	29	13	4	307
2026	4	271	29	13	4	318
2027	5	281	30	13	4	329
2028	6	292	31	13	4	340
2029	7	303	31	14	4	352
2030	8	315	32	14	5	365
2031	9	325	32	14	5	376
2032	10	335	33	14	5	387
2033	11	346	33	15	5	399
2034	12	357	34	15	5	411
2035	13	368	35	15	5	423
2036	14	379	35	16	5	435
2037	15	389	36	16	5	446
2038	16	400	36	16	5	458
2039	17	411	37	16	5	470
2040	18	423	38	17	5	483
2041	19	435	38	17	6	496
2042	20	447	39	17	6	509

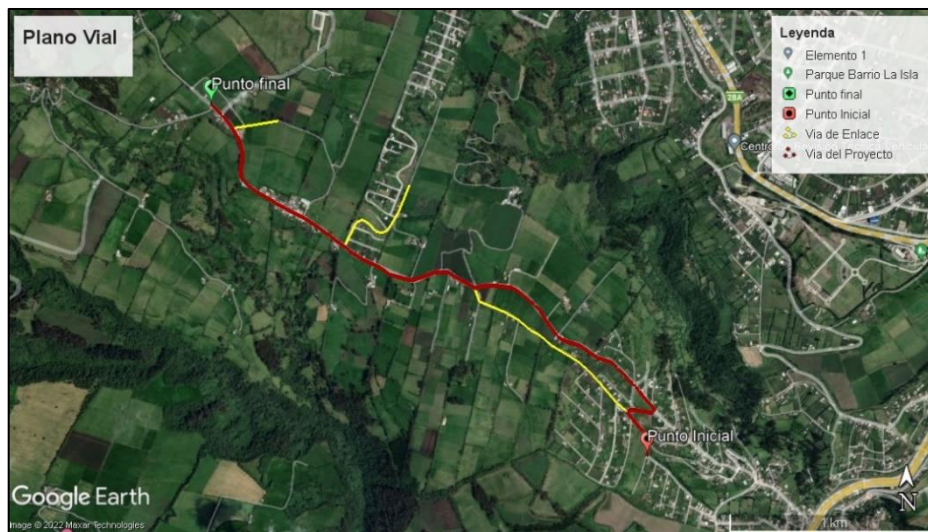
*Nota.* Tráfico proyectado a 10 y 20 años. Elaborador por: Los Autores

### 5.6.2 Tráfico desviado (TD)

El valor de Tráfico desviado (TD) se determinó igual al 7%, ya que a lo largo del eje existen varios ingresos o vías de secundarias, por lo cual se contará con la incorporación de volumen vehicular adicional.

**Figura 16.**

*Vías de enlace al proyecto*



Nota. en amarillo las vías de conexión a la carretera del proyecto Elaborador por: Los Autores a través de Google Earth

La ecuación para el tráfico desviado es la que se muestra a continuación:

$$TD = 7\% * TPDA$$

### **5.6.3 Tráfico desarrollado (Td)**

En la obtención del Tráfico desarrollado es necesario establecer el factor de expansión por medio de encuestas Origen – Destino, sin embargo, para el proyecto no se tiene dicha información, por lo que se asumirá un valor entre 5 % -8 % del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), lo cual indica la normativa del (MTO, 2003). El porcentaje asumido para el proyecto es el promedio de los valores antes mencionados:

$$Td = 6.5\% * TPDA$$

### **5.6.4 Tráfico generado (Tg)**

El tráfico generado aparece en los dos años siguientes a la terminación de las mejoras en la carretera. En el país no se tiene estudios referentes al comportamiento de tráfico generado,

pero es recomendable disponer de un valor que relacione el grado de mejoramiento con el volumen de tráfico (MTOPI, 2003).

### 5.6.5 Asignación de tráfico

La evaluación del Tráfico de diseño, requiere analizar los valores de los diferentes tráficos determinados con anterioridad. Posterior a ello, por medio de la siguiente ecuación se obtendrá el tráfico de diseño para el periodo de diseño establecido en el proyecto.

$$TPDA_{final} = TPDA_{pro} + TPDA_{des} + TPDA_{des} + TPDA_{ge}$$

**Tabla 16.**

*TPDA proyectado*

Años	TPDA	Td 6.5%	TG 20%	TD 7%	TPDA (Total)
2022	270	18	54	19	361
2023	282	18	56	20	376
2024	294	19	59	21	393
2025	307	20	61	21	409
2026	318	21	64	22	424
2027	329	21	66	23	439
2028	340	22	68	24	454
2029	352	23	70	25	470
2030	365	24	73	26	487
2031	376	24	75	26	502
<b>2032</b>	<b>387</b>	<b>25</b>	<b>77</b>	<b>27</b>	<b>517</b>
2033	399	26	80	28	532
2034	411	27	82	29	549
2035	423	28	85	30	565
2036	435	28	87	30	580
2037	446	29	89	31	596
2038	458	30	92	32	611
2039	470	31	94	33	628
2040	483	31	97	34	645
2041	496	32	99	35	662
<b>2042</b>	<b>509</b>	<b>33</b>	<b>102</b>	<b>36</b>	<b>679</b>

*Nota.* TPDA proyecto integrado el tráfico desarrollado, generado y desviado para el proyecto. Elaborador por: Los Autores

## 5.7 Determinación tipo de vía según MTOPI

Se estableció un tráfico promedio diario anual de la vía de 361 vehículos, para un periodo de 10 años el TPDA proyectado es de 517 y por último el TPDA proyectado es de 679 vehículos para un periodo de 20 años.

En función de la (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ) para el Ecuador, con un TPDA proyectado de 679 vehículos se establece que el proyecto pertenece a una carretera tipo 3 entre 300 a 1000 vehículos; del mismo modo se convierte en una vía colectora de clase III, tal cual se identifica en las siguientes tablas.

**Tabla 17.**

*Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado*

Clase de carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
RI - R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
<b>III</b>	<b>De 300 a 1000</b>
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

*Nota.* Clase de carretera tipo 3 según el TPDA del proyecto. Fuente: (MTO, 2003).

**Tabla 18.**

*Clasificación de la función de la vía*

Función	Clase de carretera (según MOP)	TPDA (año final de diseño)
<b>CORREDOR ARTERIAL</b>	RI - R-II	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
	II	De 1000 a 3000
<b>COLECTORA</b>	I	De 3000 a 8000
	II	De 1000 a 3000
	<b>III</b>	<b>De 300 a 1000</b>
<b>VECINAL</b>	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

*Nota.* función colectora según la clase 3 de carretera. Fuente: (MTO, 2003).

## 5.8 Cálculo del número de ejes equivalentes por AASHTO

### 5.8.1 Factor carril (fc):

Para el diseño actual se tiene pensado una vía de dos carriles, por lo cual el factor carril es de 0.9, el cual está en función de la siguiente tabla:

**Tabla 19.**

*Factor carril*

N° Carril	Fc
1	1
2	0.9
3	0.75
4	0.5

*Nota.* Factor carril de 0.9 aplicado al proyecto. Fuente: (AASHTO, 1993)

### 5.8.2 Factor dirección (Fd):

Se determinó adoptar un valor de 0.5 para el Factor Dirección ya que la mitad del flujo vehicular circula en ambas direcciones dentro del rango (40 – 60) %, establecido en la siguiente tabla:

**Tabla 20.**

*Factor dirección*

Porcentaje	Fd
40 - 60	0.50
70 – 30	0.70
100	1.00

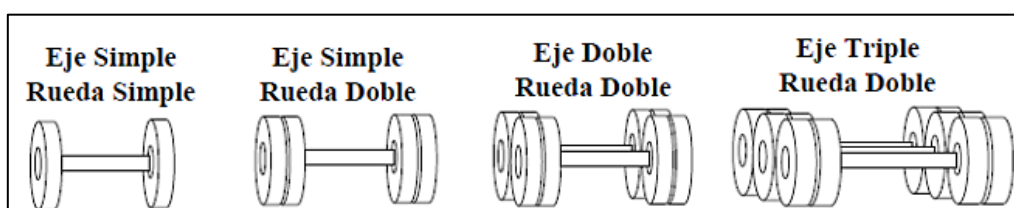
*Nota.* Factor adoptado de 0.5. Fuente: (AASHTO, 1993).

### 5.8.3 Factores equivalentes de carga:

El cálculo se lo realizó mediante el método AASHTO SIMPLIFICADO, el mismo se basa en diferentes ecuaciones en relación a las cargas de cada tipo de vehículo obtenido en la cuantificación del flujo vehicular (Gómez y Suquillo , 2020).

**Figura 17.**

*Tipos de eje*



*Nota.* Se indican los distintos tipos de ejes existentes. Fuente: (Rivera, 2013)

A continuación, se indica las ecuaciones para cada tipo de eje según el estudio de (Gómez y Suquillo , 2020).

- Simple rueda simple  $F.E.C = \left(\frac{\text{Carga del eje}}{6.6}\right)^4$
- Simple rueda doble  $F.E.C = \left(\frac{\text{Carga del eje}}{8.2}\right)^4$
- Tándem  $F.E.C = \left(\frac{\text{Carga del eje}}{15}\right)^4$
- Trídem  $F.E.C = \left(\frac{\text{Carga del eje}}{23}\right)^4$

El cálculo del ESALS para el año base se indica en la siguiente tabla para cada tipo de vehículo en estudio

**Tabla 21.**

*ESALS para el año base de estudio*

Tipo Vehículo	Tipo De Eje	Carga	FEC	TPDA	ESAL's	N
<b>Camión Mediano (2DA)</b>	Simple	3	0.0427	27	1.162	16
	S-R-D	7	0.5311		14.461	
<b>Bus (2DB)</b>	Simple	7	1.2654	12	15.194	54
	S-R-D	11	3.2383		38.883	
<b>Volqueta V2DB</b>	Simple	7	1.2654	4	4.884	6
	S-R-D	11	0.2892		1.116	

*Nota.* Valor de los ejes equivalentes. Elaborador por: Los Autores

A continuación, se muestran los valores obtenidos de los números de ejes equivalentes para los periodos de 10 y 20 años respectivamente:

**Tabla 22.***ESALS para proyección a 10 y 20 años*

<b>Tipo Vehículo</b>	<b>N</b>	<b>Fc</b>	<b>Fd</b>	<b>Nt</b>
<b>Camión Mediano (2DA)</b>	16	0.9	0.5	35455
<b>Bus (2DB)</b>	54	0.9	0.5	122720
<b>Volqueta V2DB</b>	6	0.9	0.5	13616
<b>Total, N° Ejes Equivalentes 10 Años =</b>				<b>171791</b>
<b>Tipo Vehículo</b>	<b>N</b>	<b>Fc</b>	<b>Fd</b>	<b>Nt</b>
<b>Camión Mediano (2DA)</b>	16	0.9	0.5	105201
<b>Bus (2DB)</b>	54	0.9	0.5	364129
<b>Volqueta V2DB</b>	6	0.9	0.5	40400
<b>Total, N° Ejes Equivalentes 20 Años =</b>				<b>509731</b>

*Nota.* Valor de los ejes equivalentes a 10 y 20 años. Elaborador por: Los Autores

## CAPÍTULO VI

### DISEÑO GEOMÉTRICO

#### 6.1 Descripción de las normas

Las normas a utilizar para el diseño geométrico de la vía son las siguientes:

- AASHTO Guide for Design of Pavement, 1993
- MTOP Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003

#### 6.2 Alcance

El diseño geométrico está conformado por el alineamiento horizontal y alineamiento vertical, las mismas son líneas rectas unidas mediante diferentes curvas, las que deben seguir condiciones de tangencia en el plano horizontal; con lo que se espera conseguir una vía que sea funcional, segura, y que sea un beneficio para las poblaciones aledañas y en general para toda la parroquia de Tambillo

#### 6.3 Criterios de diseño

Se tratará de ajustar los parámetros de diseño para aprovechar la infraestructura existente, evitando generar grandes volúmenes de movimiento de tierras y expropiaciones de áreas privadas o públicas. Las gradientes longitudinales de la vía actual varían entre 8% - 16% catalogando al terreno como montañoso

El ancho de calzada actual varía entre 6, comprendida por un carril bidireccional. En cuanto a la sección transversal se adoptará las dimensiones del tramo anterior a la vía para conservar la estética y comodidad de esta.

##### 6.3.1 Tipo de terreno

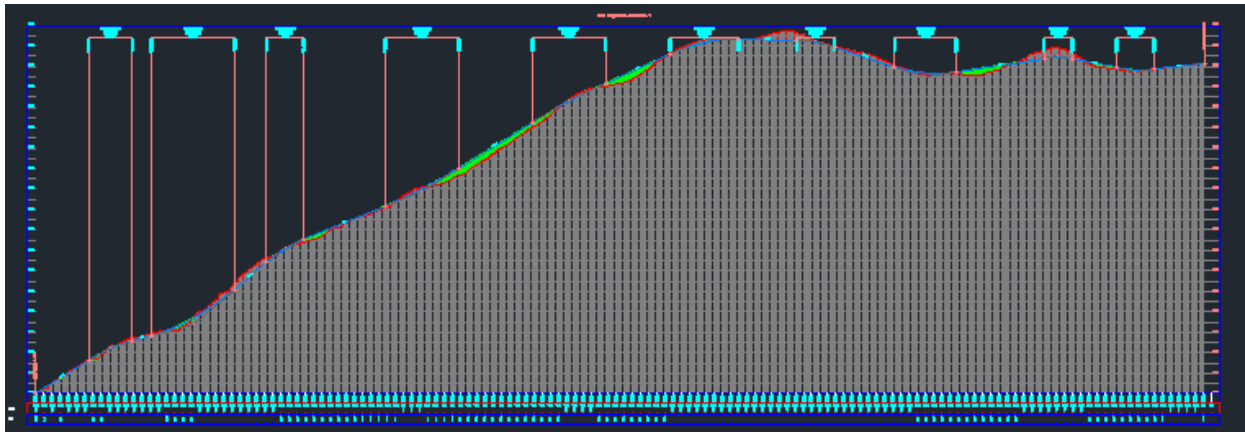
La topografía del terreno atravesado influye en el alineamiento de carreteras y calles. Según (Agudelo, 2002).el tipo de pendiente que tiene el terreno corresponde a un terreno de tipo ondulado a que las pendientes se encuentran entre 5.3 a 21 % (tabla 6.1); sin embargo, en



la relación de la tabla 6.2 el terreno es de tipo montañoso, por lo cual se ha de utilizar esta última para clasificar el tipo de terreno.

**Figura 18.**

*Perfil del terreno*



Nota. Perfil de toda la vía. Elaborador por: Los autores a través de Civil3D

**Tabla 23.**

*Tipos de terreno*

<b>Terreno</b>	<b>Inclinación máxima media de las líneas de máxima pendiente (%)</b>	<b>Movimiento de tierras</b>
<b>Plano (P)</b>	0 a 5	Mínimo movimiento de tierras por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la explanación de una carretera.
<b>Ondulado (O)</b>	5 a 25	Moderado movimiento de tierras, que permite alineamientos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
<b>Montañoso (M)</b>	25 a 75	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes, aunque no las máximas que se pueden presentar en una dirección considerada; hay dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
<b>Escarpado (E)</b>	>75	Máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas en el recorrido de una vía.

*Nota.* Se indica el tipo de terreno ondulado. Fuente: (Agudelo, 2002).

### 6.3.2 Velocidad de diseño

Distinguida como la velocidad de proyecto, corresponde a la velocidad de referencia para definir los parámetros mínimos para el diseño geométrico. La velocidad de diseño de un

proyecto se puede mantener a lo largo de todo su recorrido o puede ser definida por tramos dependiendo de las diferentes condiciones, físicas principalmente, que se vayan presentando (Agudelo, 2002).

**Tabla 0.1.**

**Relación entre la pendiente máxima y la velocidad de diseño**

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO Vd (Km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera principal de dos calzadas	Plano							4	3	3	3
	Ondulado						5	5	4	4	4
	Montañoso						6	6	5	5	5
	Escarpado						7	6	6	6	
Carretera principal de una calzada	Plano					5	4	4	3		
	Ondulado				6	6	5	5	4		
	Montañoso				8	7	7	6			
	Escarpado				8	8	7				
Carretera secundaria	Plano			7	7	7	6				
	Ondulado		11	10	10	9	8				
	Montañoso		15	14	13	12					
	Escarpado		15	14	13	12					
	Plano		7	7	7						
Carretera Terciaria	Ondulado	11	11	10	10						
	Montañoso	14	13	13							
	Escarpado	16	15	14							

*Nota.* Tipo de vía segundo las pendientes. Fuente: (Agudelo, 2002).

**Tabla 24.**

**Velocidades de diseño en función del tipo de terreno y TPDA**

CATEGORÍA DE LA VÍA		TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h											
			BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
			Relieve Llano		Relieve Ondulado		Relieve Montañoso							
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal		
		Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	
R-I ó R-II	(Tipo)	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	Todos	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	Todos	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	Todos	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	Tipo 5, 5E, 6 y 7	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	4 y 4E	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

*Nota.* Velocidad de circulación de entre 60 y 80 km/h. Fuente: (MTOP, 2003).

Con base en los criterios dispuestos por la norma MOP 2003, la carretera en estudio esta calificada con categoría III, relieve ondulado montañoso, para la cual corresponde una velocidad de diseño absoluta de VD = 60 km/h.

**Tabla 25.**

*Velocidad de circulación en la vía*

Velocidad de diseño en km/h	Velocidad de circulación en km/h		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

*Nota.* Con un volumen de tránsito bajo se circula a 60 km/h. Fuente: (MTO, 2003).

### 6.3.3 Radio mínimo de curvatura

Según la (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ) “El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente” (2003).

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Donde:

R: Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V: Velocidad de diseño, Km/h.

f: Coeficiente de fricción lateral.

e: Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

Aplicando la formula se obtiene lo siguiente:

$$R = \frac{60^2}{127 * (0.1 + .152)}$$

$$R = \frac{60^2}{127 * (0.1 + .152)}$$

$$R = 112 \text{ m}$$

También se considera los radios mínimos de curvatura indicados en la (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ), además se indica que se podrá utilizar un radio mínimo de 15m, siempre y cuando se trate de:

- Aprovechar infraestructuras existentes
- Relieve difícil (escarpado)
- Caminos de bajo costo

**Tabla 26.**

*Radios mínimos de curva en función del peralte (e) y del coeficiente de fricción lateral (f)*

Velocidad (km/h)	F	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		10%	8	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0.35	-	7	8	8	-	20	20	20
25	0.315	-	13	13	14	-	20	25	25
30	0.284	-	20	21	22	-	25	30	30
35	0.255	-	29	31	33	-	30	35	35
40	0.221	-	42	45	48	-	42	45	50
45	0.206	-	56	60	65	-	58	60	66
50	0.19	-	73	79	86	-	75	80	90
60	0.165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0.15	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0.14	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0.134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0.13	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0.124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0.12	515	567	630	709	520	570	630	710

*Nota.* Radio de curvatura. Fuente: (MTOP, 2003).

### 6.3.4 Distancia de visibilidad

La distancia de visibilidad es vital para mantener la seguridad y eficiencia en la operación del vehículo en una carretera que está relacionada directamente con longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él.

Según el (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras )La distancia de visibilidad se discute mediante estos dos aspectos:

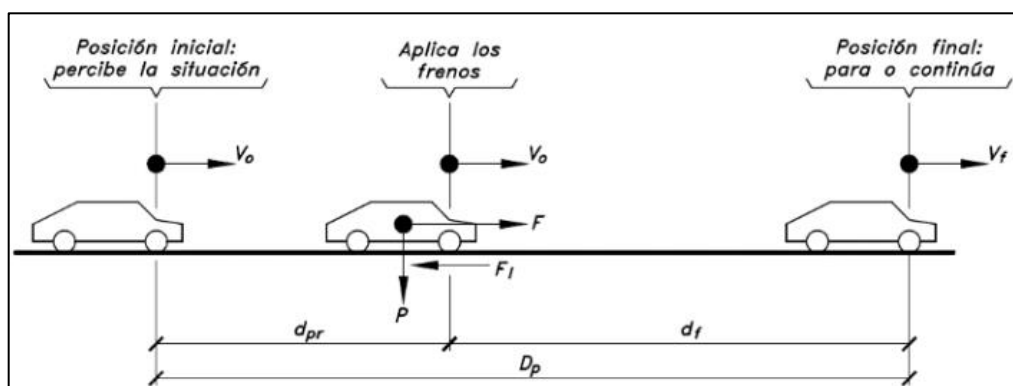
- La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
- La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

#### 6.3.4.1 Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo

Se la define a la distancia necesaria que requiere un conductor que transita a la velocidad de diseño, en la que pueda detenerse en su vehículo en un punto cualquiera de la carretera, en el momento que se le presente un obstáculo que ponga en riesgo su seguridad (MTO, 2003).

**Figura 19.**

*Distancia de visibilidad de parada.*



*Nota.* Se indica las distintas posiciones del vehículo. Fuente: (Cardenas , 2013)

La longitud necesaria para detener el vehículo será la suma de dos distancias: la distancia recorrida durante el tiempo de percepción-reacción y la distancia recorrida durante el frenado.

$$D_p = d_{pr} + df$$

Donde:

$D_p$ : Longitud requerida para detener el vehículo

$d_{pr}$ : distancia recorrida en el tiempo percepción – reacción

$df$ : distancia de frenado

Según las ecuaciones indicadas por la (MTO, 2003), se presenta la siguiente tabla de distancias mínimas de frenado donde se ve que para una velocidad de diseño de 60 Km/h la distancia de visibilidad debe ser de 70 m.

**Tabla 27.**

*Distancia de visibilidad mínima de parada de un vehículo, criterio de diseño pavimentos*

Velocidad de diseño VD (KPH)	Velocidad de circulación asumida VC (KPH)	Percepción + reacción para frenaje		Coeficiente de fricción longitudinal "I"	Distancia de frenaje "D2"	Distancia de visibilidad para parada (D=D1+D2)	
		Tiempo (s)	Distancia recorrida "D" (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	33	2.5	22.92	0.4	10.64	33.56	35
40	37	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.5	29.17	0.37	18.53	47.7	50
50	46	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	55	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	63	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90

*Nota.* Distancia de 70 km/h para detener un vehículo a 60 km/h. Fuente: (MTO, 2003)

#### 6.3.4.2 Distancia de rebasamiento

La (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ) “La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad” (2003)

La distancia mínima de visibilidad de rebasamiento se determina con la suma de cuatro distancias que se presentan en la siguiente formula:

$$dr = d1 + d2 + d3 + d4$$

Donde:

d1: distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

d2: distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d3: distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m.

d4: distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, 2/3 de d2. Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

**Tabla 28.**

*Distancias mínimas de visibilidad*

VD [Km/h]	Velocidades de los vehículos [Km/h]		Distancia mínima de rebasamiento [m]	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40	---	(80)
30	28	44	---	(110)
35	33	49	---	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

*Nota.* Velocidades de los vehículos rebasados y rebasante. Fuente: (MTOPI, 2003)

Por lo tanto, se adopta una velocidad de rebasamiento recomendada de 290 m.

### 6.3.5 Distancia de cruce (Dc)

Es la distancia de visibilidad libre de obstáculos que requiere un conductor de un vehículo que está detenido en un cruce de carreteras para atravesar la vía perpendicular a su sentido de circulación cuando visualiza a un vehículo que viene en esa vía. Su magnitud se determina utilizando la siguiente ecuación (MTOPI, 2003).

$$Dc = \frac{V}{3.6} * \left( tr + \sqrt{\frac{d + w + z}{4.9 * (j * i)}} \right)$$

Donde:

tr: Tiempo de percepción – reacción.

w: Ancho de la calzada.

z: Longitud del vehículo.

d: Distancia entre línea de parada y bordillo.

v: Velocidad de proyecto de vía principal.

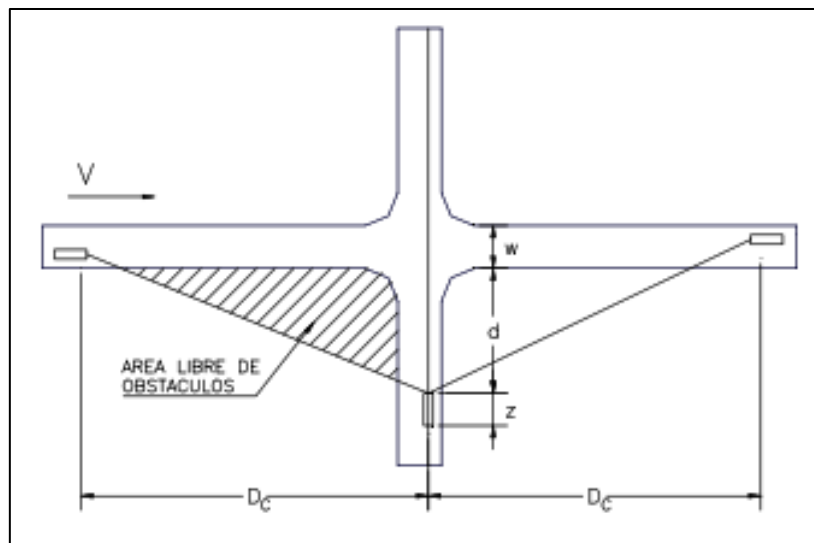
j: Aceleración del vehículo en “g”.

i: Pendiente longitudinal de vía de vehículo detenido.



**Figura 20.**

*Esquema de cruce vial*



*Nota.* Distancia de cruce. Fuente: (MTO, 2003)

$$Dc = \frac{60}{3.6} * \left( 2.5 + \sqrt{\frac{200.00 + 7.00 + 3.5}{4.9 * (0.06 * 21)}} \right) = 138.98 \text{ m}$$

$$Dc \approx 140 \text{ m}$$

La distancia de cruce calculada es de 140 m.

## 6.4 Determinación de la sección transversal

### 6.4.1 Antecedentes

El Gad parroquial indica que “En inspección realizada conjuntamente con los miembros de la Directiva del barrio El Capulí de Tambillo, se pudo determinar que existe una calle proyectada en planos de 12.00 metros de ancho, que se conecta o se une con una calle adoquinada, la misma que tiene un ancho de 8.00 metros, con 6.00 metros de calzada y aceras de 1.00 metros” y por último se indica lo siguiente

“Por lo expuesto, se sugiere salvo su mejor criterio lo siguiente: Mantener el ancho de la vía de 12.00 metros; dentro de estos doce metros, se proyectará una calzada de 7.00 metros,

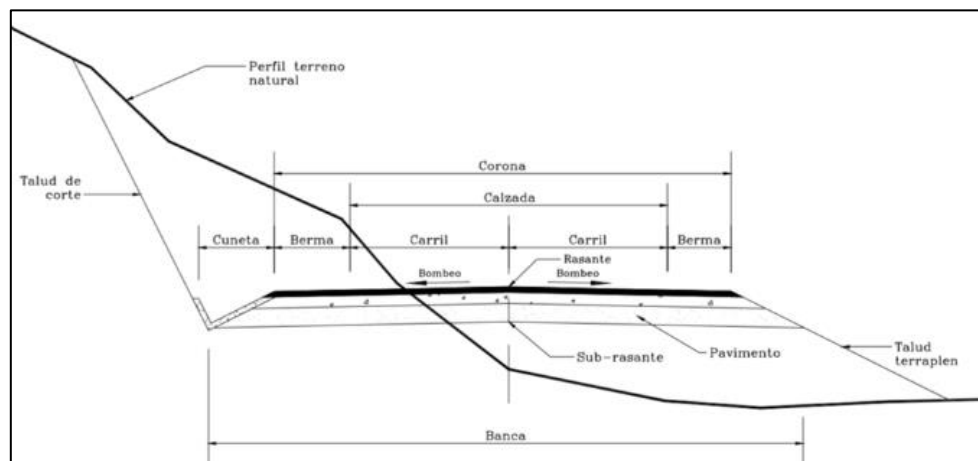
aceras de 1.00 metros, y, en los 3.00 metros restantes, servirán para estabilizar el talud existente”.

#### 6.4.2 Sección transversal

La sección transversal de una carretera está comprendida por un corte vertical normal aleje del alineamiento horizontal, estableciendo la ubicación y dimensiones de cada uno de los elementos que conforman la carretera en un punto cualquiera de la vía y la relación que conlleva con el terreno natural (Agudelo, 2002).

**Figura 21.**

*Sección transversal*



*Nota.* Se indican los elementos básicos de una sección transversal típica. Elaborador por: Los Autores

El ancho de la sección transversal típica está constituido por el ancho de:

- Pavimento.
- Espaldones.
- Taludes interiores.
- Cunetas.

### 6.4.2.1 Calzada o pavimento

“La calzada o superficie de rodamiento, es aquella parte de la sección transversal destinada a la circulación de los vehículos, constituida por uno o más carriles para uno o dos sentidos. Cada carril tendrá un ancho suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos” (Cardenas , 2013).

**Tabla 29.**

*Valores de diseño para el ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico, para el Ecuador*

Clase de carretera		Anchos de la calzada	
		Ancho de la Calzada (m)	
		Recomendable	Absoluto
<b>R-I o R-II &gt; 8000</b>	TPDA	7.3	7.3
<b>I 3000 a 8000</b>	TPDA	7.3	7.3
<b>II 1000 a 3000</b>	TPDA	7.3	6.5
<b>III 300 a 1000</b>	TPDA	6.7	6
<b>IV 100 a 300</b>	TPDA	6	6
<b>V Menos de 100</b>	TPDA	4	4

*Nota.* El ancho de calzada recomendado es de 6.7 m. Fuente: (MTO, 2003)

### 6.4.2.2 Espaldones

“Contiguo a la calzada se encuentran los espaldones, que son fajas comprendidas entre las orillas de la calzada y las líneas definidas por los hombros de la carretera. Las bermas sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada” (Cardenas , 2013).

La (MTO, 2003) indica que las funciones de los espaldones son:

- Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.
- Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.
- Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.

- Provisión de espacio para la colocación de señales
- La descarga del agua se escurre por la superficie de rodadura está alejada de borde del pavimento, reduciendo al mínimo la infiltración y evitando así el deterioro y la rotura de este.

**Tabla 30.**

*Ancho de espaldones, en relación con el tipo de carretera, recomendado para el Ecuador*

Valores de diseño para el ancho de espaldones						
Clase de carretera	Ancho espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)
<b>R-I o R-II &gt; 8000</b>	3.0 *	3.0 *	2.5*	3	3.0 *	2.0 *
<b>I 3000 a 8000</b>	2.5*	2.5*	2.0 *	2.5 **	2.0 **	1.5 **
<b>II 1000 a 3000</b>	2.5*	2.5*	1.5 *	2.5	2	1.5
<b>III 300 a 1000</b>	2.0 **	1.5 **	1.0 *	1.5	1	0.5
<b>IV 100 a 300</b>	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
<b>V Menos de 100</b>	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
	L= Terreno Llano		O=Terreno Ondulado	M=Terreno Montañoso		

*Nota.* Se utiliza distintos tipos de espaldones dependiendo del tipo de terreno. Fuente: (MTO, 2003)

Por lo tanto, se adopta un ancho de espaldón de 1.00m.

#### **6.4.2.3 Taludes**

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y en una buena estética de la carretera, además de influir en el costo de mantenimiento. Una de las reglas generales en los taludes es que se deben diseñarse con el menor pendiente dicho económicamente permisible (León, 2020).

**Tabla 31.**

*Valores de diseño recomendables de los taludes en terrenos planos*

Clase de carretera	Talud	
	Corte	Relleno
R-I o R-II > 8000	3:1 * **	4:1
I 3000 a 8000	3:1	4:1
II 1000 a 3000	2:01	3:1
III 300 a 1000	2:1	2:1
IV 100 a 300	1.8 – 1:1	1.5 – 2:1
V Menos de 100	1.8 – 1:1	1.5 – 2:1

*Nota.* Terrenos planos se usa una relación 2 a 1. Fuente: (MTOPI, 2003)

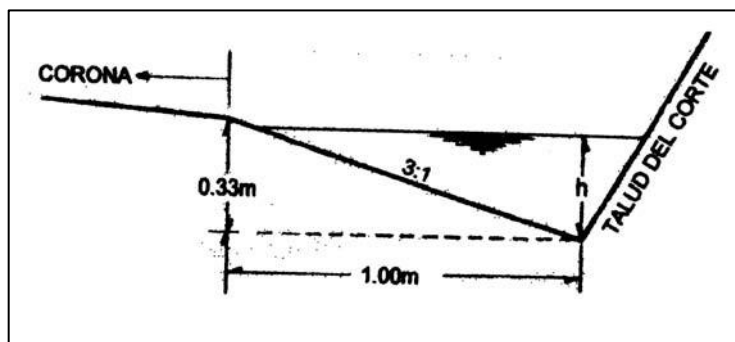
Siguiendo la recomendación de la tabla 6.10 dadas por la (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ) en la tabla se toma los valores tanto para corte como relleno de 2:1.

#### **6.4.2.4 Cunetas**

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla. (MTOPI, 2003).

**Figura 22.**

*Sección típica de cuneta*



*Nota.* Parámetros de la cuneta típica. Fuente: (MTOPI, 2003)

**Tabla 32.**

*Gradiente para bombeo*

Clase de carreteras	Tipo de superficie	Gradiente transversal (porcentaje)
<b>RI o RII &gt; 8.000</b>	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5 – 2
<b>I 3.000 a 8.000</b>	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5 – 2
<b>II 1.000 a 3.000</b>	Grado estructural intermedio	2
<b>III 300 a 1.000</b>	Bajo grado estructural: Doble tratamiento Superficial bituminoso D.T.S.B.	2
<b>IV 100 a 300</b>	Grava de D.T.S.B.	2.5 – 4*
<b>V &lt; 100</b>	Grava, Empedrado, Tierra	4

**\* Para caminos vecinales tipo 5 y 5E**

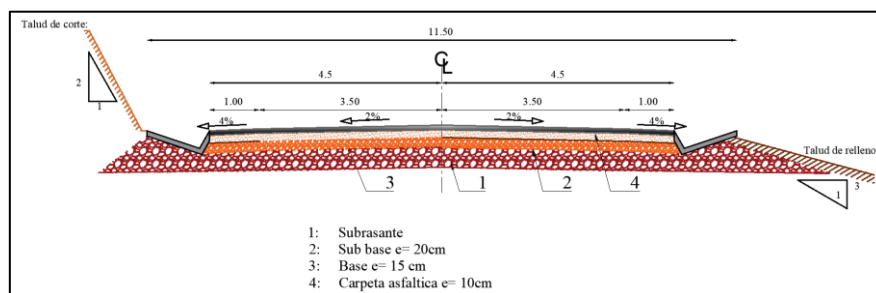
*Nota.* Gradiente transversal de 2% según el TPDA. Fuente: (MTO, 2003)

#### 6.4.2.5 Sección típica adoptada

En base a los criterios precedentes, se adopta una sección transversal típica conforme al siguiente esquema:

**Figura 23.**

*Sección transversal adoptada*



*Nota.* Sección de la vía. Elaborador por: Los Autores

## 6.5 Alineamiento horizontal

Según las (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ) “El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición” (MTO, 2003).

### 6.5.1 Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ $\alpha$ ” (alfa) (MTOPI, 2003).

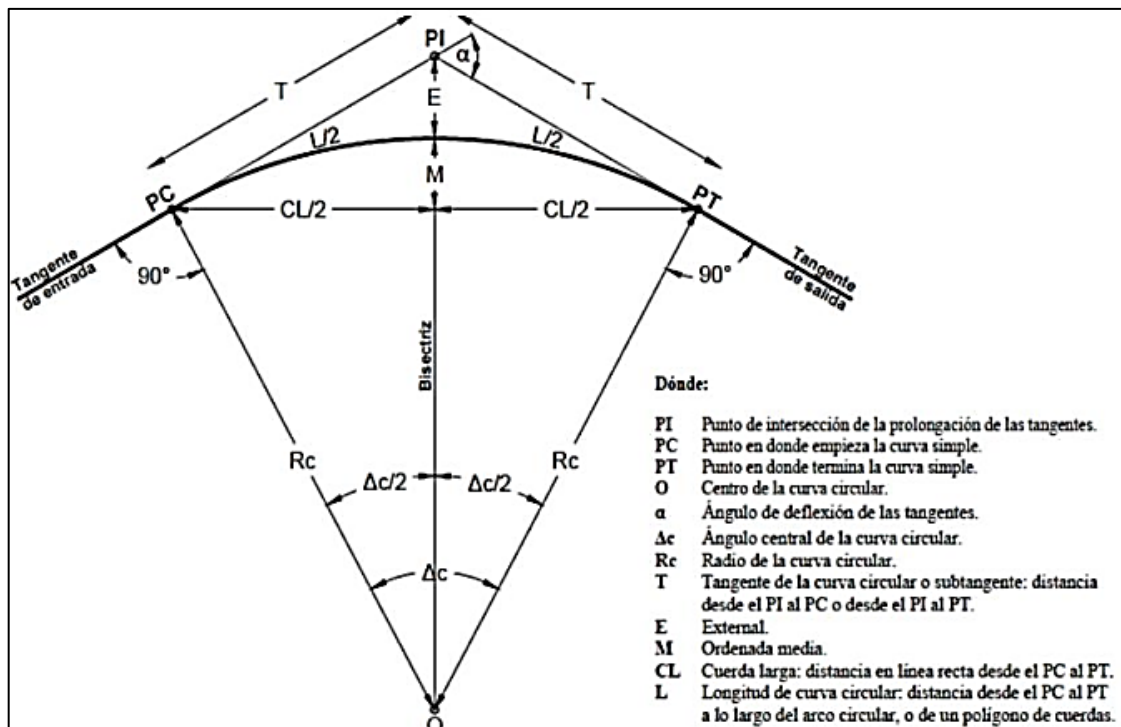
Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad (MTOPI, 2003).

### 6.5.2 Curvas circulares

“Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas” (Cardenas , 2013).

**Figura 24.**

*Elementos geométricos que conforman una curva circular simple*



*Nota.* Parámetros de la curva simple. Fuente: (Cardenas , 2013)

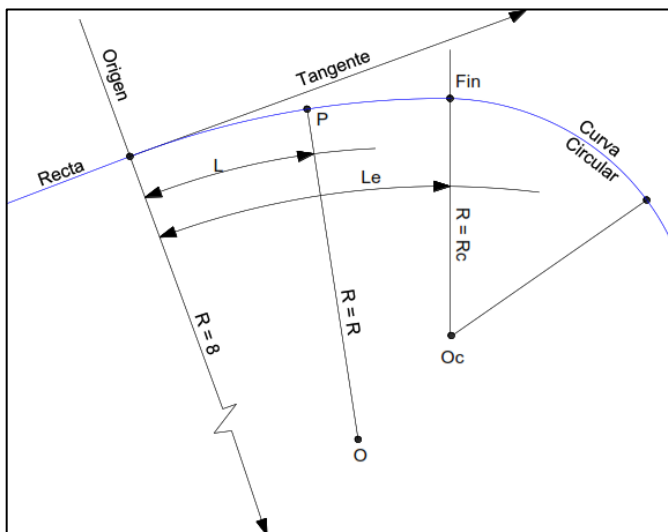
### 6.5.3 Curvas de transición

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobreancho. La característica principal es que, a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular. Tanto la variación de la curvatura como la variación de la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de la misma (MTO, 2003).

Las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad, al favorecer la maniobra de entrada en la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril. La clotoide o espiral de Euler es la curva más apropiada para efectuar transiciones. Todas las clotoides tienen la misma forma, pero difieren en sí por su longitud (MTO, 2003).

**Figura 25.**

*Curvas de transición*



*Nota.* Elementos de una curva de transición. Fuente: (León, 2020)



Las (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ) indican que “Por razones prácticas, la longitud mínima aceptable de transición debe ser tal, que un vehículo que circule a la velocidad de diseño tarde cuando menos 2 segundos en recorrerla” (MTO, 2003).

La longitud mínima de la espiral será la siguiente de acuerdo a la velocidad de diseño se indica en la tabla a continuación:

**Tabla 33.**

*Valores mínimos recomendables de longitud de espiral*

<b>Velocidad de diseño Vd (km/h)</b>	<b>Radio mínimo (m)</b>	<b>Longitud mínima (m)</b>
<b>20</b>	18	30
<b>30</b>	25	40
<b>40</b>	42	55
<b>50</b>	75	60
<b>60</b>	110	70
<b>70</b>	160	80
<b>80</b>	210	90
<b>90</b>	275	95

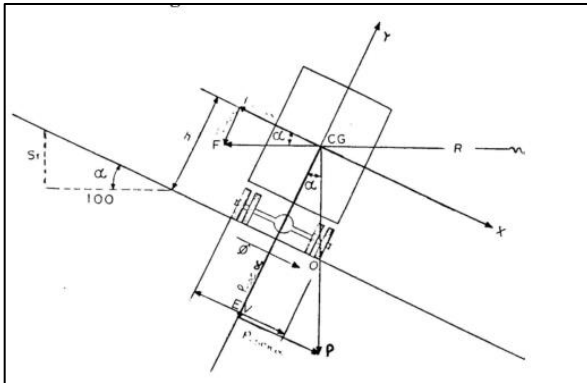
Nota. En curvas espirales el radio mínimo es de 110 m. Fuente: (MTO, 2003)

#### **6.5.4 Peralte**

“Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada” (MTO, 2003).

## Figura 26.

### *Estabilidad del vehículo en curvas*



*Nota.* Posición del vehículo en el peralte. Fuente: (MTO, 2003)

La única fuerza que se opone al deslizamiento lateral del vehículo es la fuerza de fricción desarrollada entre las llantas y el pavimento. Esta fuerza por sí sola, generalmente, no es suficiente para impedir el deslizamiento transversal; por lo tanto, será necesario buscarle un complemento inclinando transversalmente la calzada. Dicha inclinación se denomina peralte (Cardenas , 2013).

#### **6.5.4.1 Magnitud del peralte**

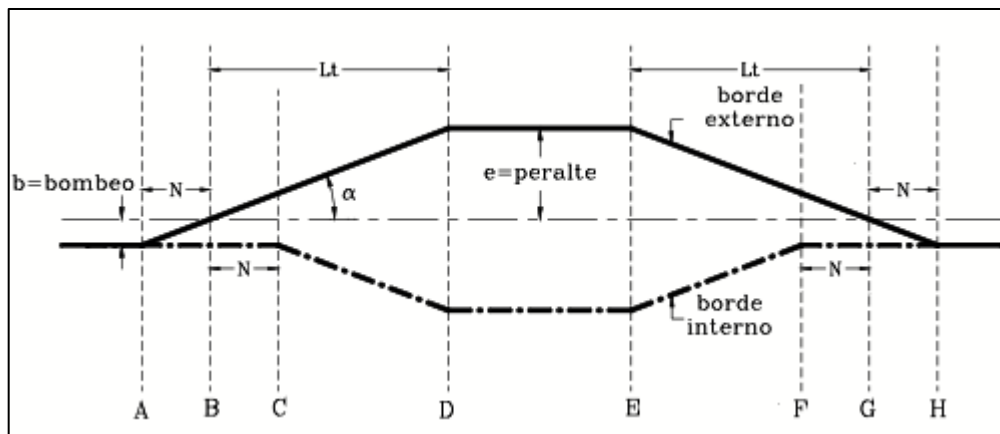
Según la (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ) “Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carretera caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidad de diseño mayores a 50 Km/h; Coeficiente de fricción lateral” (2003).

#### **6.5.4.2 Transición de peralte**

Es la que está destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga de un vehículo, la transición del peralte viene a ser trazada del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva (León, 2020).

**Figura 27.**

*Transición del peralte*



Nota. Esquema del peralte. Fuente: (Agudelo, 2002)

Los valores recomendados de las gradientes longitudinales “i” para el desarrollo del peralte se ubican en la siguiente tabla.

**Tabla 34.**

*Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte*

Vd (Km/h)	Valor de (i), %	Máxima pendiente equivalente
20	20	1:125
25	25	1:129
30	30	1:133
35	35	1:138
40	40	1:143
50	50	1:154
60	60	1:167
70	70	1:182
80	80	1:200
90	90	1:213
100	100	1:233
110	110	1:250
120	120	1:270

Nota. Pendiente para una velocidad de 60 km/h. Fuente: (MTO, 2003)

#### 6.5.4.3 Coeficiente de fricción

De acuerdo con la (AASHTO, 1993), el valor del coeficiente de fricción  $f$  correspondiente al peralte máximo de una curva viene dado por la expresión:

$$f = 0.19 - 0.000626 V$$

Dónde:

V= velocidad de diseño (Km/h)

f= coeficiente de fricción transversal

$$f = 0.19 - 0.000626 * 60$$

$$f = 0.152$$

Los valores del coeficiente de fricción disminuyen al aumentar la velocidad.

### **6.5.5 Sobreanchos**

Se incluye los sobreanchos para que las condiciones de operación del vehículo en las curvas sean muy similares a la tangente o recta,

La calzada en las curvas debe ensancharse, con el objeto de asegurar espacios libres adecuados entre los vehículos que se encuentran en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre el vehículo y el borde de la calzada (Cardenas , 2013).

Según el MTOP 2003, para un diseño del sobreancho de velocidades inferiores a los 50 km/h será de 30 cm, así como para velocidades de diseño superiores los 50 km/h un sobreancho de 40 cm.

Una de las expresiones recomendadas por la (MTOP, 2003), es la siguiente:

$$S1 = \frac{0.105V}{\sqrt{R}}$$

Donde:

R: Radio de la curva, m

S: sobreancho, m

V: Velocidad de diseño, Km/h

## 6.5.6 Resumen del diseño horizontal

**Tabla 35.**

*Resumen de curvas del diseño geométrico*

Number	Type	Length	Radius	Start Station	End Station	Delta angle
1	Curve	24.449m	60.000m	0+104.91m	0+129.36m	23.3474 (d)
2	Curve	36.037m	15.000m	0+214.05m	0+250.09m	137.6500 (d)
3	Curve	32.944m	15.000m	0+327.90m	0+360.84m	125.8354 (d)
4	Curve	64.258m	120.000m	0+611.89m	0+676.15m	30.6810 (d)
5	Curve	52.092m	120.000m	0+857.43m	0+909.53m	24.8719 (d)
6	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		1+087.82m	1+147.82m	9.5493 (d)
	Spiral-Curve-Spiral	120.875m	180.000m	1+147.82m	1+268.70m	38.4756 (d)
	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		1+268.70m	1+328.70m	9.5493 (d)
7	Curve	15.726m	20.000m	1+348.08m	1+363.80m	45.0511 (d)
8	Curve	103.454m	120.000m	1+450.95m	1+554.40m	49.3957 (d)
9	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		1+616.43m	1+676.43m	10.7430 (d)
	Spiral-Curve-Spiral	74.992m	160.000m	1+676.43m	1+751.42m	26.8545 (d)
	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		1+751.42m	1+811.42m	10.7430 (d)
	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		2+449.46m	2+509.46m	14.3239 (d)
10	Spiral-Curve-Spiral	26.870m	120.000m	2+509.46m	2+536.33m	12.8294 (d)
	Spiral-Curve-Spiral	60.000m		2+536.33m	2+596.33m	14.3239 (d)
11	Curve	43.507m	120.000m	2+628.79m	2+672.30m	20.7730 (d)
12	Curve	69.700m	200.000m	2+760.19m	2+829.89m	19.9676 (d)

*Nota.* Se indican varios parámetros de diseño. Fuente: Los Autores

## 6.6 Alineamiento vertical

El alineamiento vertical de una vía es la proyección del eje de esta sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo se muestra la longitud real de la vía a lo largo del eje. El eje en este alineamiento se llama Rasante o Subrasante dependiendo del nivel que se tenga en cuenta en el diseño (Agudelo, 2002).

### 6.6.1 Gradientes

Las (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ) expresa que “En general, los gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos” (2003).

### 6.6.1.1 Gradiente máxima

Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y composición del tránsito previsto y la configuración topográfica del terreno.

La gradiente y longitud máximas pueden adaptarse a los siguientes valores:

- 8-10%, La longitud máxima será de: 1.000 m.
- 10-12%, 500 m.
- 12—14%, 250 m.

La gradiente máxima para el presente proyecto se determina mediante la siguiente tabla:

**Tabla 36.**

*Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas*

Clase de carretera	Porcentaje					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000	2	3	4	3	4	6
I 3000 a 8000	3	4	6	3	5	7
II 1000 a 3000	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1000	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300	5	6	8	6	8	12
V Menos de 100	5	6	8	6	8	14

*Nota.* Gradientes para la clase de vía en estudio. Fuente: (MTOP, 2003)

### 6.6.1.2 Gradiente mínima

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia (MTOP, 2003).

## 6.6.2 Curvas verticales

“Es aquel elemento del diseño vertical de la vía, que permite la unión entre dos tangentes verticales consecutivas, tal que produzca un cambio gradual en la pendiente a lo largo de la longitud” (Cardenas , 2013).

### 6.6.2.1 Curvas verticales convexas

Estas deben ser consistentes con la distancia de visibilidad requerida para asegurar el frenado, por lo que se establece que a altura del ojo del conductor sobre la calzada es de 1.5m y la altura del obstáculo 0.15m (MTOPI, 2003).

Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$L = k * A$$

L: longitud de la curva vertical convexa, (m).

k: coeficiente en función de la velocidad de diseño

A: diferencia algebraica de las gradientes, (%).

A continuación, se indican los valores del coeficiente K para las diferentes velocidades de diseño y de acuerdo con la categoría de los diferentes caminos y con la topografía del terreno por donde cruzan:

**Tabla 37.***Valores de K para las diferentes velocidades de diseño*

<b>Curvas verticales convexas mínimas</b>				
Velocidad de diseño	Distancia de Visibilidad para parada "s"		Coeficiente	
Kph		(m)	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	7.1	7
60		70	11.5	12
70		90	19.01	19
80		110	28.4	28
90		135	42.78	43
100		160	60.09	60
110		180	76.06	80
120		220	113.62	115

*Nota.* Se tiene 70 m de distancia de visibilidad a 60km/h de diseño. Fuente: (MTOP, 2003)

### **6.6.2.2 Curva vertical cóncava**

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

$$L = \frac{S * A^2}{122 + 3.5S}$$

La longitud de una curva vertical cóncava en su expresión más simple es:

$$L = k * A$$

Dónde:

L: longitud de la curva vertical convexa, (m).



k: coeficiente en función de la velocidad de diseño

A: diferencia algébrica de las gradientes, (%).

A continuación, se indican los diversos valores de “K” para las diferentes velocidades de diseño y para las varias clases de carretera, respectivamente:

**Tabla 38.**

*Valores de K para las diferentes velocidades de diseño*

<b>Curvas verticales convexas mínimas</b>				
Velocidad de diseño	Distancia de Visibilidad para parada "s"		Coeficiente	
Kph	(m)		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		13.35	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

*Nota.* Se tiene 70 m de distancia de visibilidad a 60km/h de diseño. Fuente: (MTOP, 2003)

### **6.6.2.3 Longitud mínima de las curvas verticales**

La longitud mínima de las curvas verticales convexas, expresada en metros, se determina por la siguiente fórmula:

$$L_{min} = 0.60V$$

Donde:

L<sub>min</sub>: longitud mínima de curvas [m]

V: velocidad de diseño [Km/h]

Para el caso del presente proyecto.

$$L_{min} = 0.60 * 60$$

$$L_{min} = 36.00 \text{ m}$$

### 6.6.3 Resumen del diseño vertical

**Tabla 39.**

*Resumen de curva verticales*

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1	0+000.00	2913.72		8.37%				
2	0+185.00	2929.20	8.37%	8.67%	Cóncavo	349.711	107.19	34971.09
3	0+387.13	2946.74	8.67%	8.79%	Cóncavo	1815.853	204.42	181585.27
4	0+640.00	2968.96	8.79%	9.03%	Cóncavo	381.319	91.97	38131.90
5	0+943.92	2996.39	9.03%	8.98%	Convexo	4022.826	180.00	402282.59
6	1+310.00	3029.28	8.98%	8.46%	Convexo	342.835	180.00	34283.45
7	1+650.00	3058.03	8.46%	6.37%	Convexo	80.366	167.79	8036.59
8	1+975.00	3078.74	6.37%	-3.64%	Convexo	17.704	177.14	1770.39
9	2+225.75	3069.62	-3.64%	2.41%	Cóncavo	25.074	151.56	2507.39
10	2+505.00	3076.35	2.41%	-3.67%	Convexo	20	121.62	2000.00
11	2+697.69	3069.27	-3.67%	1.21%	Cóncavo	18.905	92.21	1890.47
12	2+862.57	3071.26	1.21%					

*Nota.* Datos de diseño vertical del proyecto. Elaborado por: Los Autores

### 6.7 Movimiento de tierra

En el diseño vial es una parte importante para poder ejecutar el proyecto, ya que la obtención de volúmenes de material de excavación (corte) y de relleno (terraplén), son indispensables para la elaboración de una propuesta sustentable, en donde los volúmenes de material se calculan a partir de las áreas de las secciones transversales de la carretera, las cuales se definen mediante la superposición del perfil transversal de construcción de la carretera sobre el perfil transversal del terreno natural (León, 2020).

“El Método de los Perfiles Transversales es uno de los más utilizados para el cálculo de los volúmenes de movimiento de tierras, el cual se basa en la fórmula de Simpson para el cálculo del prisma que se genera entre dos secciones transversales” (Gómez y Suquillo , 2020).

La expresión para utilizar es la siguiente:

$$Vp = \frac{1}{2} (A1 + A2) * L$$

Dónde:

Vp: Volumen del prisma (m<sup>3</sup>)

A1: Área #1 de la primera sección transversal (m<sup>2</sup>)

A2: Área #2 de la segunda sección transversal (m<sup>2</sup>)

L: Distancia entre secciones transversales (m)

Los perfiles transversales se obtendrán mediante el uso del Software Civil 3D, una vez realizado tanto el diseño horizontal como el vertical.

### 6.7.1 Especificaciones y cantidades de obra

En la siguiente tabla se indican los valores de corte y relleno del proyecto finales del proyecto

**Tabla 40.**

*Volúmenes de corte y relleno*

<b>Corte Acumulado (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Relleno Acumulado (m<sup>3</sup>)</b>
73597.91	39091.29

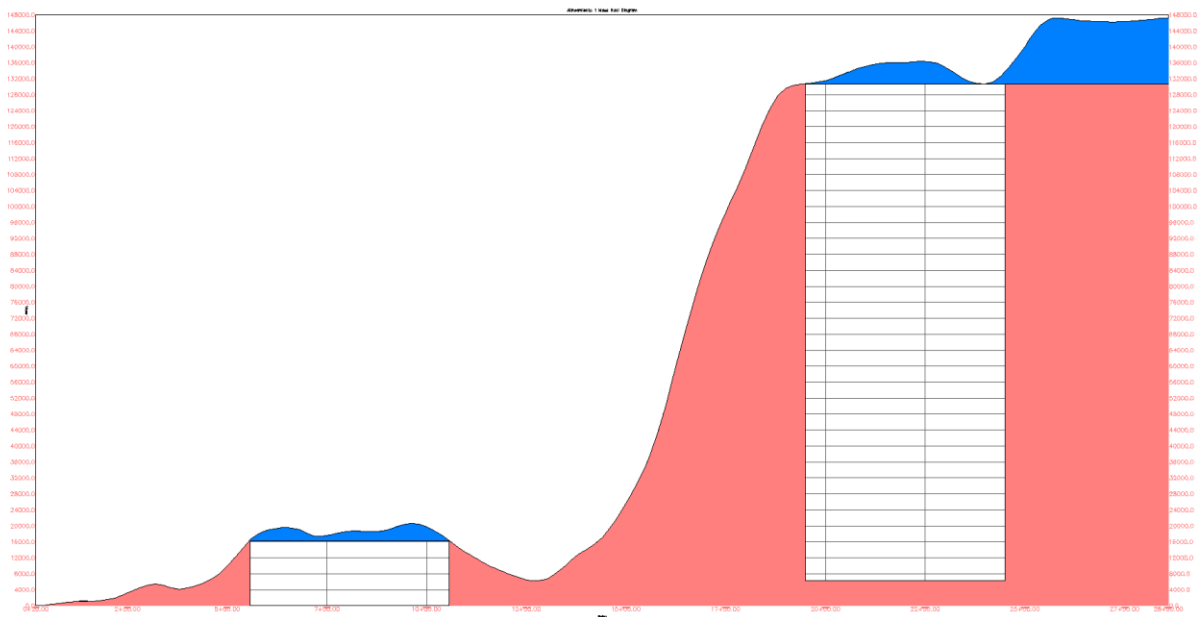
*Nota.* Valores de corte y relleno. Elaborador por: Los Autores

### 6.7.2 Curva de masas

El diagrama de masas es la representación gráfica del volumen de tierra a mover y de las distancias a que hay que transportarlo, en un tramo determinado de la carretera en construcción. Técnicamente es una curva o gráfico, en el que las distancias horizontales (abscisas) representan las estaciones de la carretera y las distancias verticales (ordenadas) indican las sumas algebraicas de los volúmenes acumulados de los cortes y terraplenes, a partir de un punto origen en el perfil longitudinal de la carretera (Cardenas , 2013).

**Figura 28.**

*Diagrama de curva de masas*



*Nota.* Se indican los valores de corte y relleno y el acarreo libre. Elaborador por: Los Autores

## CAPÍTULO VII

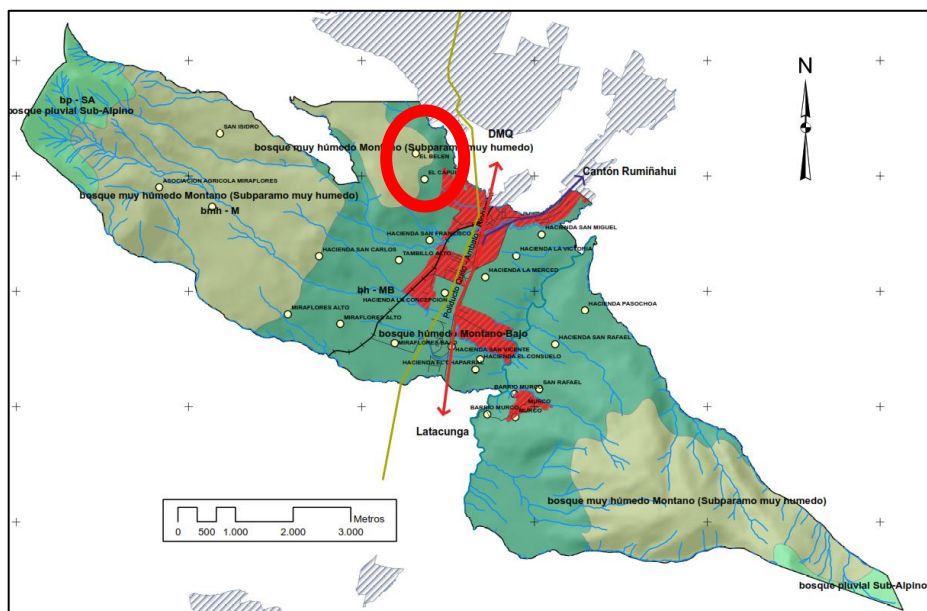
### ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE

#### 7.1 Antecedentes

El presente proyecto se encuentra ubicado en la vía que conecta el barrio “El Belén” con el barrio “El capulí”, perteneciente a la Parroquia Tambillo, cantón Mejía, Provincia de Pichincha.

**Figura 29.**

*Ubicación del proyecto en el mapa de zonas de vida*



*Nota.* Se indica una población menor en la zona de estudio. Fuente: (Feijóo, 2013)

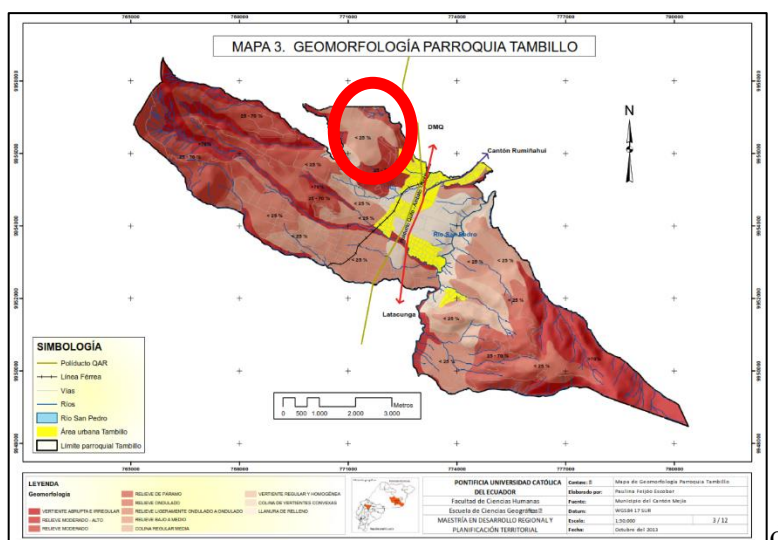
#### 7.2 Descripción geológica - geotécnica de la zona de estudio

Tambillo se encuentra en una pequeña parte de la depresión geográfica llamada Graven Interandino, formado entre dos cordilleras, la Occidental al Oeste y la Central o Real Al Este, resultado del encuentro entre capas geotécnicas importantes como son la corteza oceánica o basamento de la costa Ecuatorial y cordillera Occidental al Este y las rocas metamórficas de la cordillera real al Oeste. Se asienta en las placas tectónicas Nazca y Sudamérica, que son fallas

de rumbo profundas que van en dirección norte-sur o ligeramente NNE-SSO, tales como Peltetec al Este y Calacalí-Pallatanga-Palenque al Oeste. El movimiento dextral en las fallas de este tipo forma a nivel local pequeñas cuencas tectónicas o “valles” como el de Machachi o el valle de los Chillos, que se han rellenado en las eras Terciario y Cuaternario, con los productos de las erupciones de los volcanes circundantes (GAD Tambillo, 2020).

**Figura 30.**

*Geomorfología de la parroquia Tambillo*



*Nota.* Se indican terrenos altos. Fuente: (Feijóo, 2013)

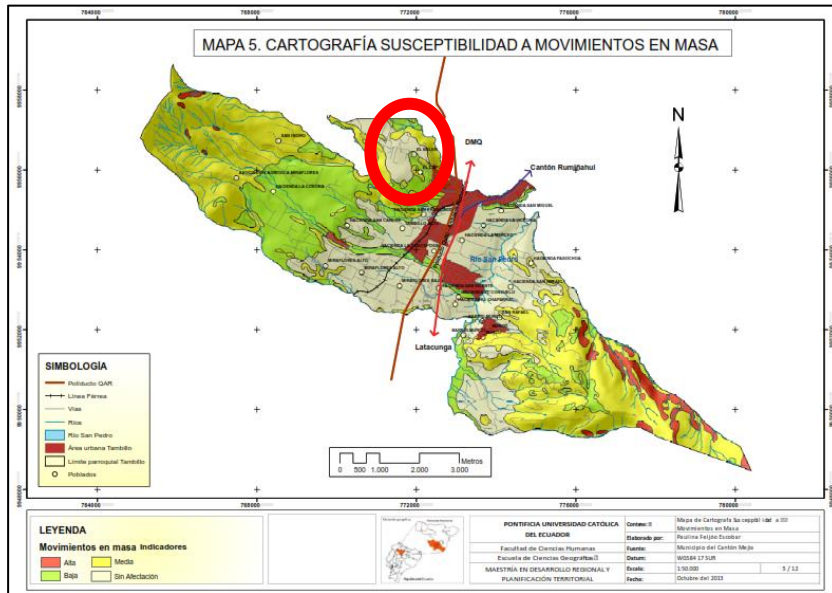
En función de la información obtenida se puede indicar que el sector del proyecto se encuentra ubicado en zonas con inclinaciones o pendientes pronunciadas entre 25 - 70%.

**7.2.1 Amenazas, vulnerabilidad y riesgos**

Además, se tiene una afectación baja frente a los movimientos en masa, tal cual se indica en él (Mapa de zonas de Vida Parroquia Tambillo, 2013).

**Figura 31.**

*Cartografía susceptibilidad a movimientos en masa*

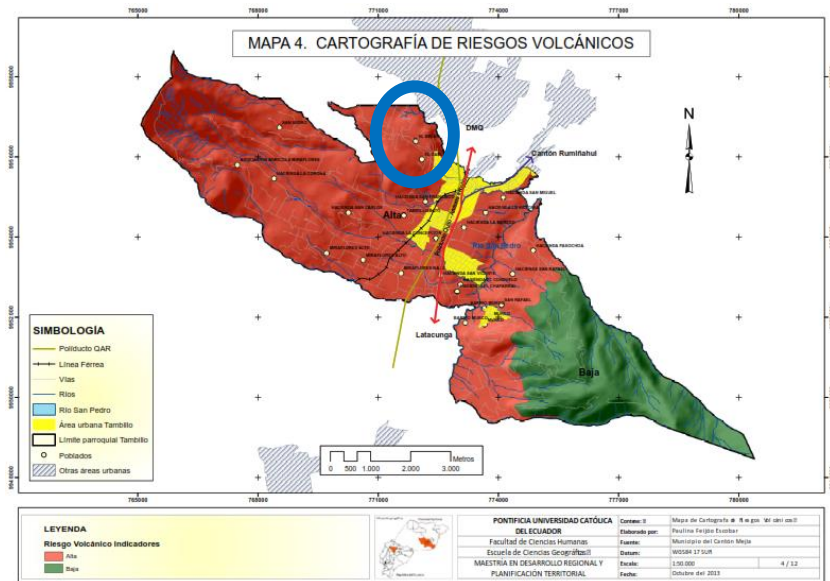


*Nota.* El proyecto se encuentra en una zona poco susceptible. Fuente (Feijóo, 2013)

Los indicadores de riesgo volcánico indicados en el mapa de (Feijóo, 2013) muestran que la zona del proyecto se tiene un alto riesgo volcánico.

**Figura 32.**

*Cartografía de riesgos volcánicos*



*Nota.* El proyecto se asienta en las faldas de un volcán cercano. Fuente: (Feijóo, 2013)

### 7.3 Estudios previos de la estructura de pavimento flexible

### 7.4 Trabajo en campo

Para poder determinar las propiedades tanto físicas y mecánicas de la sub rasante se llevó a cabo trabajos en campo, donde se extrajo muestras inalteradas del sitio para posteriormente ser analizadas en laboratorio.

En función de lo indicado por (Das., 2015) en el libro de Fundamentos de Ingeniería de cimentaciones, para proyectos tipo carreteras se recomienda el espaciamiento para sondeos de suelos entre 250 -500 metros, como se indica en la tabla a continuación:

**Tabla 41.**

*Espaciamiento aproximado de las perforaciones*

Tipo de Proyecto	Espaciamiento (m)
Edificios de muchos pisos	10 - 30
Plantas Industriales de un piso	20 - 60
<b>Carreteras</b>	<b>250 - 500</b>
Subdivisión residencial	250 - 500
Presas y diques	40 - 80



*Nota.* Se toma el máximo de 500m para el proyecto. Fuente: (Das., 2015)

Debido que el estudio de proyecto es a nivel de prefactibilidad, se deja señalado que en el presente solo se realizó en sitios puntuales de la vía con un espaciamiento de 500 metros entre cada calicata, las cuales fueron ubicadas tanto al margen derecho, izquierdo y eje de la vía, a una profundidad de 0.50 m, 1.00m y 1.50 metros.

Cada una de las muestras fueron etiquetadas y transportadas al laboratorio con el debido cuidado para no alterar su estado natural, para luego ser sometidas a ensayos para determinar valores de CBR y su respectiva clasificación SUCS y AASHTO, parámetros importantes para realizar el diseño de la estructura del pavimento para la vía en estudio.

### **Figura 33.**

*Toma de muestras para ensayos de laboratorio*



*Nota.* Extracción de las muestras de suelo. Elaborador por: Los Autores

## **7.5 Estudios de laboratorio**

No basta con un solo estudio para poder determinar las características del suelo a lo largo de la vía, ya que están en función del tipo de obra a ejecutarse y de la naturaleza del terreno.

Para el diseño vial es importante un estudio de suelos, debido a que nos proporciona información para determinar las propiedades física y mecánicas del suelo, así como para el diseño de la capa de rodadura.

## 7.5.1 Propiedades físicas de la subrasante

### 7.5.1.1 Contenido de humedad – norma ASTM D 2216

“Este método de ensayo cubre la determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) por masa en suelos, rocas y materiales similares, donde la reducción en masa por secado se debe a la pérdida de agua”.

### 7.5.1.2 Límite de Atterberg – norma ASTM D 4318

“Este método de prueba describe la determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos”

### 7.5.1.3 Clasificación de suelos AASHTO

Luego de haber sido analizado en laboratorio cada muestra extraída en campo de la subrasante del proyecto, se puede determinar en función de la clasificación AASHTO, que se tiene suelos A-2-5, A-2-4, A-4, A-5, A-6, los mismos que se encuentran en el rango de buenos a malos.

### 7.5.1.4 Clasificación de suelos SUCS

Como se indicó anteriormente esta clasificación es más precisa, en donde después de haber realizado el respectivo análisis se determinó suelos: SM (Arena Limosa) y ML (Limo Arenoso) en la mayoría del sector del proyecto

## 7.5.2 Resultados de los ensayos

Los resultados de los ensayos de laboratorio hechos por (diseños-arquitectura & ingeniería) a cargo de la ingeniera Adriana Mena se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 42.**

*Resumen de resultados*

Calicata N°	Granulometría (% que pasa)					Humedad Natural %	Límites de Atterberg			Clasif. AASHTO	Clasif SUCS
	3"	4	10	40	200		LL (%)	LP (%)	IP (%)		
1	100	99.89	99.22	94.35	64.02	24.07	41.09	32.09	9.00	A - 5(6)	ML
2	100	97.81	93.48	80.74	44.97	37.54	33.85	27.46	6.39	A - 5(2)	SM
4	100	99.77	99.10	90.47	64.85	37.54	33.85	27.46	6.39	A - 4(4)	ML

*Nota.* Se muestra la clasificación de suelo para la carretera. Elaborador por: Los Autores

Los resultados completos se encuentran en el Anexo 1

### **7.5.3 Propiedades mecánicas de la sub rasante**

La determinación del Valor de Soporte California, CBR, parámetro aplicado en el diseño de pavimentos flexibles, en general es considerada como un proceso complejo que adicionalmente requiere de bastante tiempo para su obtención. Como respuesta a estas dificultades se han realizado ensayos de Proctor modificado, ensayo de Cono Dinámico de Penetración; que facilitan y proporcionan mayor practicidad a los ensayos convencionales. Adicional a ello se ha realizado el ensayo triaxial al suelo en estudio

#### **7.5.3.1 Proctor modificado – norma ASTM D1557**

“Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 a 6 pulgadas (101,6 o 152,4 mm) de diámetro con un pisón de 10 lbf (44,5 N) que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una energía de compactación de 56 000 lb-pie/pie<sup>3</sup>

Los resultados de los ensayos de laboratorio hechos por (diseños-arquitectura & ingeniería) a cargo de la ingeniera Adriana Mena se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 43.**

*Resultado del Proctor Modificado*

<b>Muestra</b>	<b>Densidad seca máxima g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Humedad optima (%)</b>
<b>1</b>	1,362.00	24.90
<b>2</b>	1,336.00	28.5
<b>3</b>	1,528.00	21.8

*Nota.* Densidad obtenida del Proctor modificado. Elaborador por: Los Autores

#### **7.5.3.2 Ensayo triaxial al suelo ASTM D2850-95 / AASHTO T296-94**

La prueba de ensayo triaxial es uno de los métodos más confiables para determinar los parámetros de la resistencia al cortante. En un ensayo triaxial, un espécimen cilíndrico de suelo

es revestido con una membrana de látex dentro de una cámara a presión. La parte superior e inferior de la muestra tiene discos porosos, los cuales se conectan al sistema de drenaje para saturar o drenar el espécimen. En estas pruebas se pueden variar las presiones actuantes en tres direcciones ortogonales sobre el espécimen de suelo, efectuando mediciones sobre sus características mecánicas en forma completa. Los especímenes usualmente están sujetos a presiones laterales de un líquido, generalmente agua (Salas, 2022).

Para la realización del ensayo se utilizó los laboratorios de resistencia de materiales, mecánica de suelos, pavimentos y geotecnia de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 44.**

*Resultados del ensayo triaxial*

<b>Muestra</b>	<b>Peso Unitario (KN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Esfuerzo Principal Menor (Kpa)</b>	<b>Esfuerzo Principal Mayor (Kpa)</b>	<b>Esfuerzo de compresión (corregido) (Kpa)</b>	<b>Esfuerzo Acumulado (%)</b>
<b>1</b>	15.93	50.1	191.4	141.2	3.79
<b>2</b>	16.08	100.1	279.2	179.2	8.9
<b>3</b>	16.11	200.3	432.3	232	12.21

*Nota.* Se observa distintos esfuerzos. Elaborador por: Los Autores a través del Laboratorio de la PUCE.

Además de ello se indica que el Angulo de fricción del suelo es de 12.82° y la cohesión es de 47.55 KPa.

### **7.5.3.3 El cono dinámico de penetración dinámica (C.B.R.) – norma D-6951-03**

Este instrumento es utilizado esencialmente para evaluar la resistencia de suelos tanto no disturbados como compactados y estimar un valor de CBR en campo. A diferencia de este último, el DCP presenta ventajas como su simplicidad y economía de uso. Implícitamente, el DCP estima la capacidad estructural de las diferentes capas que conforman a un pavimento, detecta simultáneamente el grado de heterogeneidad que puede encontrarse en una sección y la

uniformidad de compactación del material, de una manera rápida, continua y bastante precisa. Diseño Del Pavimento Flexible (Viscarra, 2022).

Para la realización del ensayo se utilizó los laboratorios de suelos y resistencia de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 45.**

*Resultados del ensayo CBR a través del cono dinámico de penetración*

Muestra	Pendiente m1		Pendiente m2		CBR recomendado (%)
	mm/golpe	(%)	mm/golpe	(%)	
1	25	5.14	50	2.46	2.46
2	25	5.14	57.14	2.13	2.13
3	20	6.52	46.15	2.68	2.68

*Nota.* Se tiene en cuenta los valores del CBR recomendado. Elaborador por: Los Autores a través del laboratorio del Laboratorio de la UPS.

**Tabla 46.**

*Clasificación del suelo en función del CBR*

C.B.R.	Clasificación
<b>0 -- 5</b>	Sub rasante muy mala
<b>5 -- 10</b>	Sub rasante mala
<b>10 -- 20</b>	Sub rasante regular a buena
<b>20 -- 30</b>	Sub rasante muy buena
<b>30 -- 50</b>	Sub base buena
<b>50 -- 80</b>	Base Buena
<b>80 -- 100</b>	Base muy buena

*Nota.* Se utiliza una subrasante muy mala. Fuente: (Gómez y Suquillo , 2020)

#### 7.5.3.3.1 Valor CBR al 85%

A través del método del percentil 85, esto es por el motivo de optimización del diseño de las vías, la cual se representa en la siguiente tabla; también para hallar dicho percentil se ha utilizado una interpolación lineal.

$$CBR_{\%85} = 2.68 + \frac{(2.13 - 2.68)}{(\%66.66 - \%100)}(85 - 100)$$

$$CBR_{\%85} = 2.43$$

**Tabla 47.**

*Valores de CBR acumulado*

<b>Muestra</b>	<b>CBR recomendado</b>	<b>Acumulado</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
<b>1</b>	2.46	33.33
<b>2</b>	2.13	66.67
<b>3</b>	2.68	100.00

*Nota.* Valores al 100% del CBR. Elaborador por: Los Autores

#### **7.5.4 Módulo resiliente de diseño (mr)**

Para el proyecto se determinará el Módulo Resiliente en función de los datos obtenidos del ensayo de CBR de cada una de las muestras analizadas en el laboratorio. Y con el valor de CBR de diseño para un percentil 85% y en base al mismo y en función de las ecuaciones establecidas por la norma AASHTO 93 se determinará el Módulo Resiliente (Mr).

Con un valor *CBR* inferior 7.2% se utiliza la siguiente ecuación indicada por norma

$$Mr = 1500 * CBR$$

$$Mr = 1500 * 2.43$$

$$Mr = 3645 \text{ psi}$$

#### **7.5.5 Material de mejoramiento para subrasante**

Para subrasantes con valores de  $CBR < 6\%$ , las (Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes ) recomienda reemplazar este material con un material granular de mejores características, esto se conoce como estabilización granulométrica.

La estabilización granulométrica es un proceso físico el cual tiene la finalidad de mejorarlas propiedades del suelo como son:

- Permeabilidad
- Resistencia al corte CBR

- Plasticidad
- Densidad

De acuerdo con la especificación (MTOP, 2002), expresa que la parte del material de mejoramiento que pase el tamiz N°40 (0.425 mm) debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Índice de plasticidad  $IP < 9\%$
- Límite líquido  $LI = 35\%$
- CBR mínimo  $= 20\%$

#### **7.5.6 Material de subbase**

Material predominantemente granular que sirve de apoyo a la base y a la capa de rodadura. La subbase se encarga de soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado, su calidad permite aumentar o disminuir el espesor de la base (Córdova H. , 2018).

De acuerdo con la (MTOP, 2002) los agregados que se empleen deben tener las siguientes características:

- Abrasión (Durabilidad) máxima = 40%
- Índice de plasticidad  $IP < 6\%$
- Límite líquido  $LI$  máximo = 25%
- CBR mínimo = 30%

##### **7.5.6.1 Granulometría:**

Clase 1: obtenidas por trituración de roca o gravas, graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.



Clase 2: son agregados extraídos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas.

Clase 3: se constituyen mediante agregados naturales y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados.

La siguiente imagen muestra la granulometría que presenta cada clase de subbase establecida por las (Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes )

**Figura 34.**

*Granulometría para las subbases*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

*Nota.* Se utiliza clase 2. Fuente: (MTO, 2002)

### 7.5.7 Material de base

Material granular que sirve como capa de transición y suministrar un apoyo uniforme, estable y permanente al pavimento, así como también ayuda a controlar los cambios volumétricos de la subrasante y disminuir al mínimo la acción superficial de tales cambios volumétricos sobre el pavimento (Córdova H. , 2018).

De acuerdo con la especificación MOP en la sección 404 expresa que los agregados que se empleen deben tener las siguientes características:

1. Abrasión (Durabilidad) máxima < 40%
2. Índice de plasticidad IP < 6%

3. Límite líquido LI máximo < 25%

4. CBR mínimo = 80%

La especificación MOP clasifica en 4 categorías a la base la cual está en función a la granulometría de cada clase estas son las siguientes:

Clase 1: constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100%, y se sub clasifican en Tipo A Y Tipo B, a continuación, se detallan los límites granulométricos especificados:

**Figura 35.**

*Límites granulométricos de la base clase 1*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	70 - 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100
3/4"(19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 - 60	45 - 75
Nº 4 (4.76 mm.)	25 - 50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 25	10 - 25
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

*Nota.* Se utiliza clase 1 tipo A. Fuente: (MTOP, 2002)

Clase 2: conformadas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, a continuación, en la siguiente tabla se detallan los límites granulométricos especificados:

**Figura 36.**

*Límites granulométricos de la base clase 2*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
1" (25.4 mm.)	100
3/4"(19.0 mm.)	70 - 100
3/8"(9.5 mm.)	50 - 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

*Nota.* Valores a revisar en mina certificada. Fuente: (MTO, 2002)

Clase 3: constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso, a continuación, se detallan los límites granulométricos especificados:

**Figura 37.**

*Límites granulométricos de la base clase 3*

<b>TAMIZ</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
3/4"(19.0 mm.)	100
Nº 4 (4.76 mm.)	45 - 80
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 60
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

*Nota.* Valores a revisar en mina certificada. Fuente: (MTO, 2002)

Clase 4: compuestas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, a continuación, se detallan los límites granulométricos especificados:

### Figura 38.

*Límites granulométricos de la base clase 4*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

*Nota.* Valores a revisar en mina certificada. Fuente: (MTOPI, 2002)

## 7.6 Método de diseño

El diseño del pavimento consiste en determinar el espesor de cada capa que conforma la estructura vial además que cumpla con el nivel de serviciabilidad, es decir la capacidad que tiene un pavimento para servir bajo condiciones de tráfico y ambientales a lo largo del periodo de diseño.

### 7.6.1 Diseño de pavimento por el método AASHTO 93

#### 7.6.1.1 Número de ejes equivalentes

El valor de TPDA para el periodo de 10 y 20 años, y el número de ejes equivalentes respectivamente, fueron calculados en el capítulo 5, el resumen se indica en la tabla a continuación:

**Tabla 48.**

*TPDA ejes equivalentes para los periodos de 10 y 20 años*

Años	TPDA Vehículos	Ejes Equivalentes
2032	517	171791
2042	679	509731

*Nota.* Se diseña para el número de ejes equivalentes. Fuente: Los Autores

#### 7.6.1.2 Confiabilidad de diseño (R%)

“La confiabilidad de un proceso de diseño-comportamiento de un pavimento, es la probabilidad de que una sección del pavimento, diseñada usando el proceso, se comportara

satisfactoriamente bajo las condiciones de tráfico y medio ambiente, durante el periodo de tiempo transcurrido para que una estructura de pavimento, nueva o rehabilitada se deteriore desde su serviciabilidad inicial hasta serviciabilidad final”

Con el tipo de vía determinado en el capítulo 5, se asumen un nivel de confiabilidad entre el 75 y el 95 % para vías colectoras, por lo que se tomará como valor de diseño un nivel de confiabilidad del 85%

**Tabla 49.**

*Niveles de confiabilidad sugeridos para varias clasificaciones funcionales*

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Obras Vías Libre	85 - 99.9	80 -99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
<b>Colectoras</b>	<b>80 - 95</b>	<b>75 - 95</b>
Locales	50 - 80	50 - 80

*Nota.* Nivel de confiabilidad de acuerdo a vía colectoras. Fuente: (AASHTO, 1993)

#### 7.6.1.2.1 Coeficiente de desviación estándar

Con una confiabilidad de 85 % se tiene un valor de desviación estándar normal ( $Z_r$ ) de -1.037 para los respectivos cálculos del diseño de pavimento tanto para el periodo de 10 y 20 años.

**Tabla 50.**

*Valores de la desviación estándar normal ( $Z_r$ )*

Confiabilidad	Coeficiente de desviación estándar
R (%)	$Z_r$
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
<b>85</b>	<b>-1,037</b>
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645

Fuente: (AASHTO, 1993)

### 7.6.1.3 Valor desviación estándar

El valor de Desviación Estándar ( $S_o$ ) se adopta en función del tipo de pavimento, en este caso para el proyecto se va a utilizar un pavimento flexible, por lo que los valores de diseño están indicados en la siguiente tabla:

**Tabla 51.**

*Valor de desviación estándar ( $S_o$ ) para pavimentos flexibles*

Rango	Tipo de Pavimento
0.30 - 0.40	Pavimentos Rígidos
0.40 - 0.50	Pavimentos Flexibles

Fuente: (AASHTO, 1993)

Para el pavimento flexible se utilizará un valor de  $S_o = 0.45$ .

### 7.6.1.4 Índice de servicialidad

La serviciabilidad de un pavimento esta expresada en términos del Índice de serviciabilidad presente Pavement Serviciability Index (PSI). Este PSI es obtenido de las medidas de rugosidad y daños en un momento particular durante la vida de servicio del pavimento (AASHTO, 1993).

**Tabla 52.**

*Valores del índice de serviciabilidad de diseño*

Índice de Serviciabilidad Inicial ( $P_o$ )	Tipo de Pavimento
4,2	Pavimento flexible
4,5	Pavimento Rígido
Índice de Serviciabilidad Final ( $P_t$ )	Clasificación de la vía
2.5 ó 3.0	Carreteras Principales
2	Carreteras con clasificación menor
1,5	Carreteras relativamente menores, donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos

Fuente: (AASHTO, 1993)

Para determinar la variación del Índice de serviciabilidad para el pavimento flexible se emplea la siguiente ecuación:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Donde:

$\Delta PSI$ : variación del Índice de serviciabilidad

$P_o$ : Índice de Serviciabilidad Inicial

$P_t$ : Índice de Serviciabilidad Final

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

Por tanto, la variación del Índice de serviciabilidad para el diseño de pavimento flexible es de 2.20.

#### 7.6.1.5 Capacidad de drenaje (I)

Los coeficientes de drenaje para las capas granulares de base y subbase se seleccionan mediante las características del material, la calidad de drenaje y el porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación (Gómez y Suquillo , 2020).

**Tabla 53.**

*Calidad del drenaje*

<b>Calidad de drenaje</b>	<b>Tiempo que el agua tarda en ser evacuada</b>
Excelente	2 horas
<b>Bueno</b>	<b>1 día</b>
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: (AASHTO, 1993)

Para obtener los diferentes coeficientes de drenaje para la base, subbase y mejoramiento, se realizó la recopilación de la información meteorológica de la estación M003 Izobamba del último anuario meteorológico publicado por el INAMHI en 2013

**Tabla 54.**

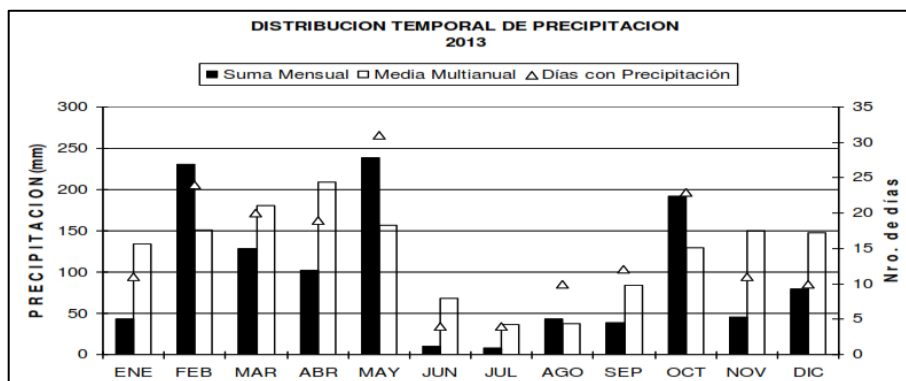
*Estadísticas de la estación Izobamba*

M0003 IZOBAMBA INAMHI																			
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS			M E D I A S			Máxima día	Mínima día	Media	Mensual			Mensual	Máxima en 24hrs	día			
		Máxima	día	Mínima	día	Máxima	Mínima											Mensual	
ENERO	189.5	22.9	29	3.4	15	19.8	6.2	13.2	100	13	40	20	77	8.9	11.5	43.7	14.9	12	11
FEBRERO	80.6			4.8	1	17.8	7.3	11.8	100	14	57	16	87	9.5	11.9	230.5	33.4	11	24
MARZO	122.9	20.8	8	4.8	6	19.0	6.9	12.7	100	3	57	9	83	9.8	12.2	128.1	20.6	22	20
ABRIL	128.9	21.2	12	2.5	26	19.2	6.2	12.5	100	28	37	25	82	9.2	11.7	101.9	15.3	19	19
MAYO	114.2	20.0	4	4.2	18	18.2	6.5	12.1	100	14	54	25	88	9.9	12.3	239.0	36.6	2	31
JUNIO	183.7	23.0	22	3.1	29	19.7	5.7	12.7	96	1	43	22	75	7.9	10.7	9.8	7.2	1	4
JULIO	206.0	21.6	1	2.5	19	19.8	5.7	12.4	100	1	40	28	70	6.6	9.8	8.3	4.0	4	4
AGOSTO	187.1	22.4	30	2.6	23	19.7	5.3	12.3	98	11	35	5	72	6.9	10.0	43.5	11.3	24	10
SEPTIEMBRE	151.6	2.6	3			19.7	6.2	12.7	98	30	27	21	71	7.0	10.1	38.9	10.8	3	12
OCTUBRE	147.3	21.8	8	3.3	1	19.1	6.6	12.3	99	15	38	7	80	8.6	11.3	191.5	40.0	23	23
NOVIEMBRE	142.2	22.0	17	1.7	3	18.7	6.0	11.9	99	4	47	10	83	8.7	11.3	45.9	10.4	14	11
DICIEMBRE	158.5	21.2	12	2.2	2	18.9	6.0	12.3	99	3	48	29	83	9.1	11.6	79.6	21.6	9	10
VALOR ANUAL	1812.5			1.7		19.1	6.2	12.4	100		27		79	8.5	11.2	1160.7	40.0		

Nota. Se ha considerado únicamente las precipitaciones del periodo. Fuente: (INAMHI, 2017)

**Figura 39.**

*Distribución temporal de precipitación*



Fuente: (INAMHI, 2017)

Para determinar los coeficientes se lo realiza en función de la siguiente ecuación:

$$m_2 = \frac{\text{Precipitaciones de meses de lluvia}}{\text{Precipitación total anual}} * 100$$



Precipitaciones de meses de lluvia corresponde a la época invernal que se extiende desde el mes de febrero a mayo con un valor de 699.50 mm; mientras que la precipitación total anual Con un valor de 1160.70 mm.

$$m_2 = \frac{699.50}{1160.70} * 100$$

$$m_2 = 60.27\%$$

A continuación, se presentan los valores del coeficiente de drenaje  $m_i$  recomendada, los cuales están en función de la calidad del drenaje y del grado de saturación que está expuesta la estructura, y se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 55.**

*Coefficientes de drenaje recomendados*

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la			
	< 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	> 25%
<b>Excelente</b>	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
<b>Bueno</b>	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
<b>Regular</b>	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.8
<b>Pobre</b>	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
<b>Muy pobre</b>	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

*Nota.* Ya que es una vía nueva se usa el valor de bueno para la capa asfáltica y regular para las base y subbase. Fuente: (AASHTO, 1993)

El porcentaje de tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad y al tiempo de drenaje de los materiales granulares los valores del coeficiente  $m_i$  son los siguientes:

- Base  $m_2 = 1.00$
- Sub-Base  $m_3 = 0.80$
- Mejoramiento  $m_4 = 0.80$

## 7.6.2 Número estructural necesario

El número estructural es una cifra abstracta se representa la resistencia total de un pavimento para unas determinadas condiciones de subrasante, tránsito, índice de servicio y condiciones ambientales.

### 7.6.2.1 Resultado de la subrasante

En capítulos anteriores del proyecto se han obtenidos cada uno de los parámetros necesarios para determinar el número estructural de la Sub rasante; y con la ayuda del software “pavimR” de licencia libre se ha determinado el numero estructural correspondiente

#### Figura 40.

*Datos entregados por pavimR para la subrasante*

The figure shows two side-by-side screenshots of the 'Diseño de Pavimento Flexible' software interface. Both windows display the 'Ecuación AASHTO 93' and have the same input fields: 'PSI Inicial' (4.2), 'PSI Final' (2), 'Zr' (-1.037), 'So' (0.45), 'W18' (171791), and 'K' (3645). The 'Resultado' field shows 'D: 3.15664 plg'. The second screenshot shows the same inputs but with 'W18' changed to 509731, resulting in 'D: 3.70964 plg'. Both windows include 'Calcular', 'Insertar', and 'Limpiar' buttons at the bottom.

Elaborador por: Los Autores a través de pavimR

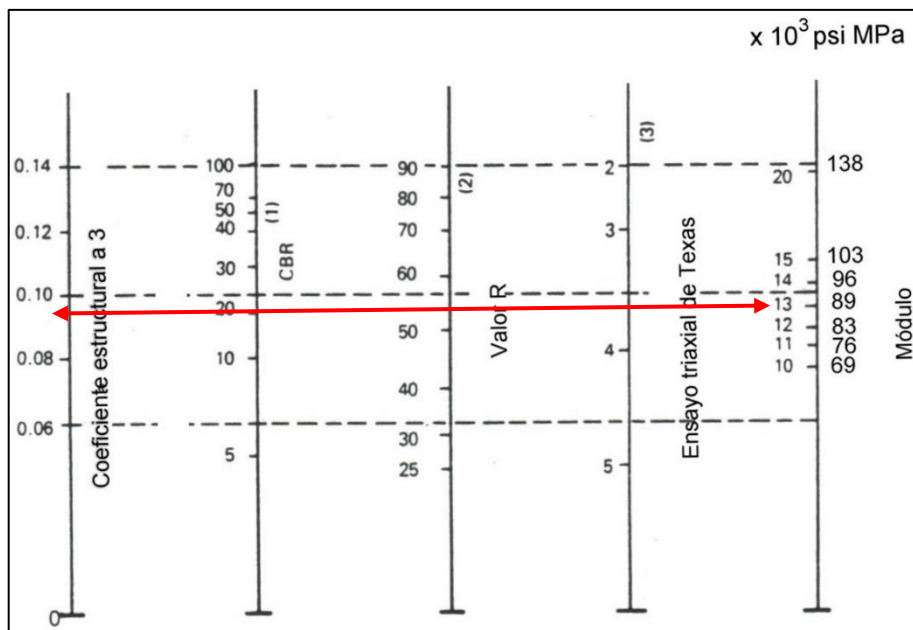
Los valores proporcionados por el software computacional pavimR respecto a los números estructurales para la sub rasante, para un periodo de 10 años 3.15 in y para un periodo de 20 años 3.71 in.

### 7.6.2.1.1 Mejoramiento

Con ayuda del monograma se determina el valor del coeficiente estructural y el módulo resiliente  $M_r$  en función al CBR mínimo = 20%:

**Figura 41.**

*Tabla de coeficientes estructurales para mejoramiento*

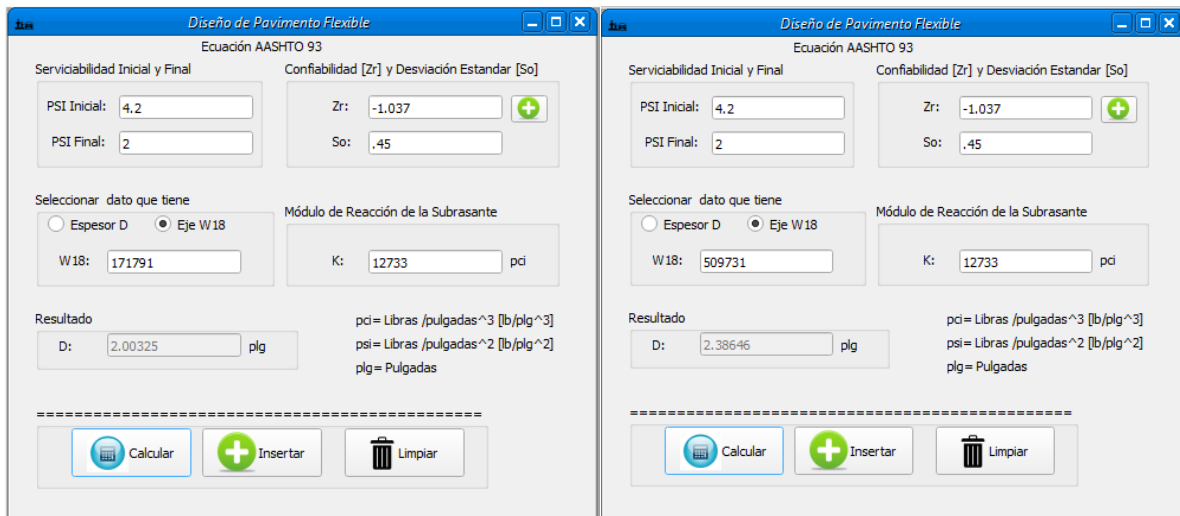


Elaborador por: Los autores a través de (AASHTO, 1993)

Con un CBR igual al 20%, el valor de coeficiente estructural ( $a_4$ ) de 0.095 y el Módulo Resiliente ( $M_r$ ) es de 12 733 PSI.

**Figura 42.**

*Datos entregados por pavimR para el mejoramiento*



Elaborador por: Los Autores a través de pavimR

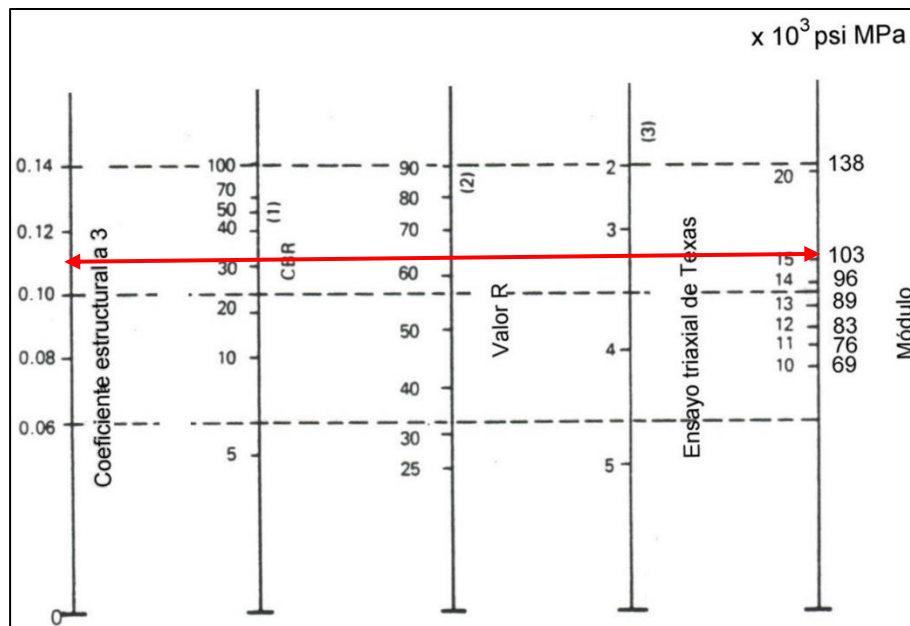
Los valores proporcionados por el software computacional pavimR respecto a los números estructurales para la sub rasante, para un periodo de 10 años 2.00 in y para un periodo de 20 años 2.39 in.

### **7.6.2.2 Subbase**

Mediante los ábacos de la normativa AASHTO 93, la cual en función del valor del CBR igual al 30% se podrá determinar el valor del Módulo resiliente y el coeficiente estructural de la sub base.

**Figura 43.**

*Tabla de coeficientes estructurales para la subbase*

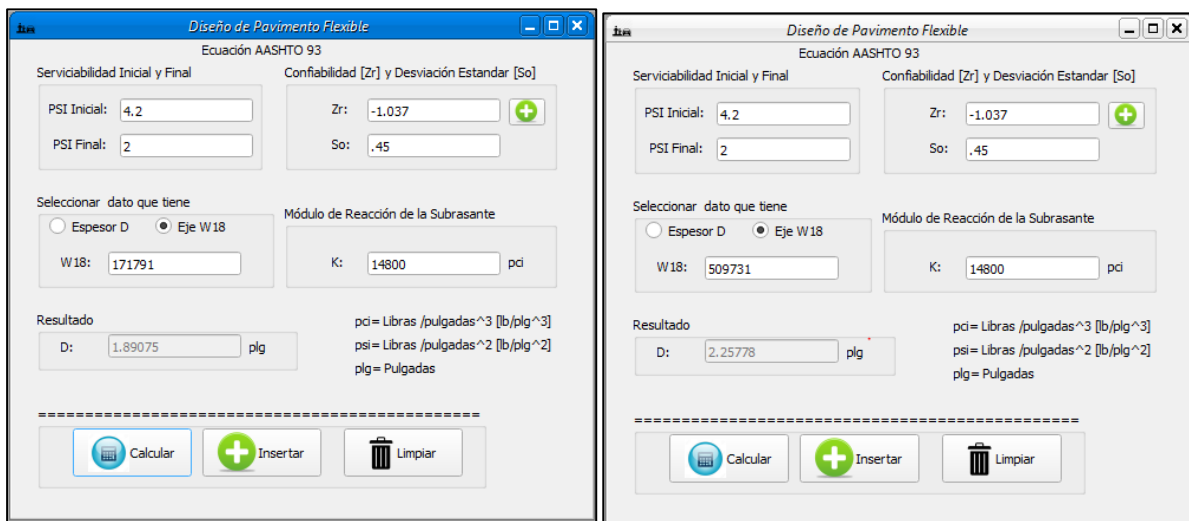


Elaborador por: Los autores a través de (AASHTO, 1993)

Para un valor de CBR igual al 30% se obtiene un valor de coeficiente estructural para subbase (a3) de 0.108 y un Módulo Resiliente (Mr3) de 14 800 psi.

**Figura 44.**

*Datos entregados por pavimR para la subbase*



Elaborador por: Los Autores a través de pavimR

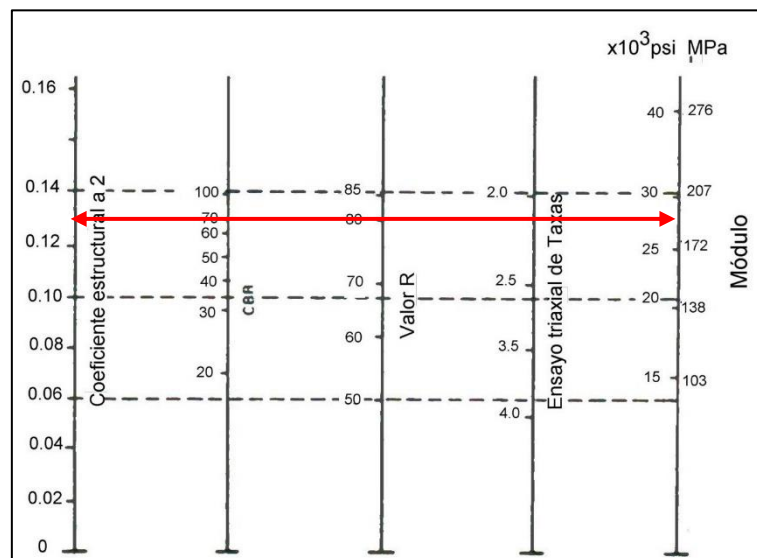
Los valores proporcionados por el software computacional pavimR respecto a los números estructurales para la sub rasante, para un periodo de 10 años 1.89 in y para un periodo de 20 años 2.26 in.

### 7.6.2.3 Base

Mediante tablas de la AASHTO 93, y con un valor de CBR igual al 80% se podrá determinar el valor del Módulo resiliente y el coeficiente estructural de la base

**Figura 45.**

*Tabla de coeficientes estructurales para la base*

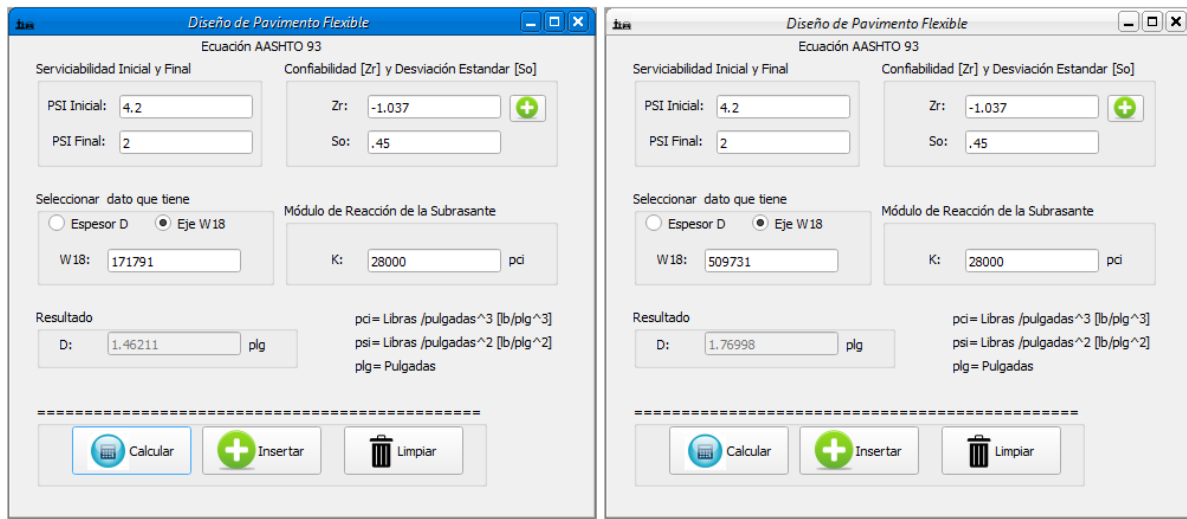


Elaborador por: Los autores a través de (AASHTO, 1993)

Para un valor de CBR igual al 80% se obtiene un valor de coeficiente estructural para Base (a2) de 0.132 y un Módulo Resiliente (Mr2) de 28.000 PSI

**Figura 46.**

*Datos entregados por pavimR para la base*



Elaborador por: Los Autores a través de pavimR

Se tiene los siguientes números estructurales de la Base (SN2), para un periodo de 10 años 1.46 in y para un periodo de 20 años 1.77 in.

#### 7.6.2.4 Capa de rodadura

Las mezclas asfálticas de granulometría cerrada (densa) y semicerrada deberán cumplir con los requisitos especificados en la siguiente tabla:

**Tabla 56.**

*Índice de Marshall para distintos tipos de trafico vehicular.*

Tipo de trafico	Muy pesado		Pesado		Mediano		Liviano	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
No. De golpes/capa	75		75		75		75	
Estabilidad [lb]	2200	---	1800	---	1200	---	1000	2400
Flujo [in/100]	8	14	8	14	8	16	8	16
- capa de rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
- capa intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
- capa base	3	9	3	9	3	9	3	9

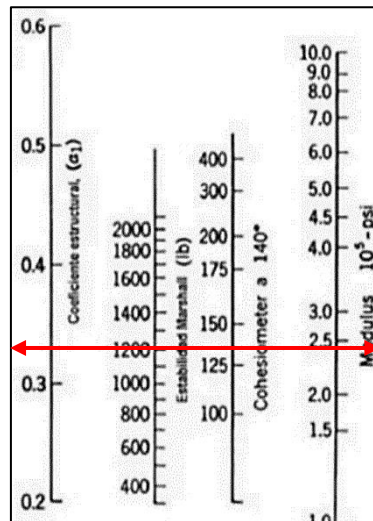
*Nota.* Se escoge un valor en base a transito mediano de la vía. Fuente: (MTO, 2002)

Mediante la tabla de criterios de control de calidad de mezclas asfálticas emitida por la (MTO, 2002), la cual indica valores en función del tipo de tráfico para determinar ciertos

parámetros como la estabilidad. En donde para nuestro proyecto se eligió un tráfico mediano correspondiente a una estabilidad de 1200 lb.

**Figura 47.**

*Tabla de coeficientes estructurales para la capa de rodadura*



Elaborador por: Los autores a través de (AASHTO, 1993)

Una vez realizado el análisis en función del valor de la estabilidad Marshall de 1200 lb se tiene un coeficiente estructural para la capa de rodadura de 0.34 y un módulo resiliente de 249,000 psi.

### 7.6.3 Determinación y elección de espesores de estructura de pavimento

A partir del número estructural y el tránsito de diseño, se obtiene el espesor para cada capa que conforma el pavimento. Es necesario identificar los espesores que conforman la estructura vial, que combinados suministran la capacidad de carga que corresponde al SN de diseño.

La normativa AASHTO propone la siguiente ecuación para el cálculo de los respectivos espesores de superficie, base y subbase:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 + a_4 * D_4 * m_4$$



$$D_i = \frac{SN_i}{a_i * m_i}$$

Donde:

a1, a2, a3, a4: Coeficientes de capa representativos de la capa de rodadura, base, subbase y mejoramiento.

D1, d2, d3, d4: Espesor de la capa de rodadura, base, subbase y mejoramiento

M2, m3, m4: Coeficientes de drenaje para base, Subbase y mejoramiento

Sni: Numero estructural de la capa de rodadura, base, subbase y mejoramiento

mi: Coeficientes de drenaje para base, subbase y mejoramiento

ai: Coeficiente de capa representativos de la capa de rodadura, base, subbase y mejoramiento.

Los valores de SN para cada capa o superficie se muestran en la siguiente tabla; seguida del esquema del SN para los periodos de 10 y 20 años

**Tabla 57.**

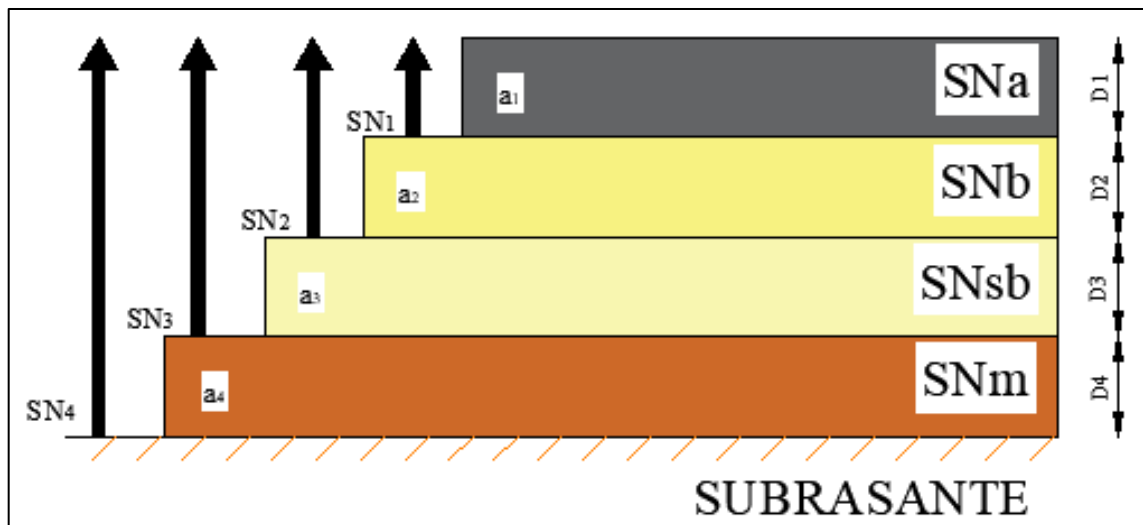
*Número estructural para un diseño a 20 años*

<b>Capa de diseño</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>SN de diseño a 10 años</b>	<b>SN de diseño a 20 años</b>
<b>Capa de rodadura</b>	SN1	1.46	1.76
<b>Base</b>	SN2	1.89	2.26
<b>Subbase</b>	SN3	2.00	2.38
<b>Mejoramiento</b>	SN4	3.16	3.70

Elaborador por: Los Autores

**Figura 48.**

*Detalle de los números estructurales*



Elaborador por: Los Autores.

Para la determinación de cada uno de los espesores de cálculo, se lo utiliza las siguientes ecuaciones:

$$SNa = SN1$$

$$SNb = SN2 - SN1$$

$$SNsb = SN3 - SN2$$

$$SNm = SN4 - SN3$$

Una vez realizado el análisis de cálculo para cada uno de los espesores, se presenta a manera de resumen los resultados en la siguiente tabla:

**Tabla 58.***Espesores de cálculos adoptados en pulgadas*

Capa de diseño	Nomenclatura	SN a 10 años	Coefficiente estructural (a)	Coefficiente de drenaje (mi)	Espesor de cálculo (D)	Espesor adoptado (Da)
Capa de rodadura	SNa	1.46	0.34	1	4.29	4.30
Base	SNb	0.43	0.132	1	3.26	3.30
Subbase	SNsb	0.11	0.108	0.8	1.27	1.30
Mejoramiento	SNm	1.16	0.095	0.8	15.26	15.30
Capa de diseño	Nomenclatura	SN a 20 años	Coefficiente estructural (a)	Coefficiente de drenaje (mi)	Espesor de cálculo (D)	Espesor adoptado (Da)
Capa de rodadura	SNa	1.76	0.34	1	5.18	5.20
Base	SNb	0.5	0.132	1	3.79	3.80
Subbase	SNsb	0.12	0.108	0.8	1.39	1.40
Mejoramiento	SNm	1.32	0.095	0.8	17.37	17.40

Elaborador por: Los autores

**7.6.3.1 Revisión de espesores mínimos**

El control de los espesores de las capas granulares que conforman la estructura del pavimento se realiza a través del SN requeridos, para proteger cada capa no tratada utilizando el módulo resiliente que se encuentra inmediatamente por debajo, el proceso se lo indica en la siguiente tabla dada por la (AASHTO, 1993):

**Tabla 59.***Espesores mínimos (pulgadas)*

Tráfico, ESAL's	Concreto asfáltico	Base de agregados
menos de 50,000	1.0 (o tratamiento asfáltico)	4
50,001 - 150,000	2,0	4
150,001 - 500,000	2,5	4
500,001 - 2,000,000	3,0	6
2,000,001 - 7,000,000	3,5	6
mayor de 7,000,000	4,0	6

Fuente: (AASHTO, 1993)

Por lo cual para un periodo de 10 años en función de la tabla de espesores mínimos de la norma AASHTO 93 se tiene un valor de 2.50 in para la carpeta de concreto asfáltico y 4.00 in para base de agregados y para el periodo de 20 años se tiene un valor de 3.5 in para la carpeta de concreto asfáltico y 6.0 in para base de agregados.

**Tabla 60.**

*Espesores finales de cálculo para el pavimento*

Capa de diseño	Espesor de norma(D)	Coefficiente estructural (a)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN de diseño a 10 años	Espesor adoptado(cm)
Capa de rodadura	2.5	0.34	1	0.85	7.00
Base	4	0.132	1	0.53	11.00
Subbase	5	0.108	0.8	0.43	13.00
Mejoramiento	20	0.095	0.8	1.52	50.00
<b>Numero estructural obtenido</b>				<b>3.33</b>	
<b>Numero estructural Requerido</b>				<b>3.16</b>	

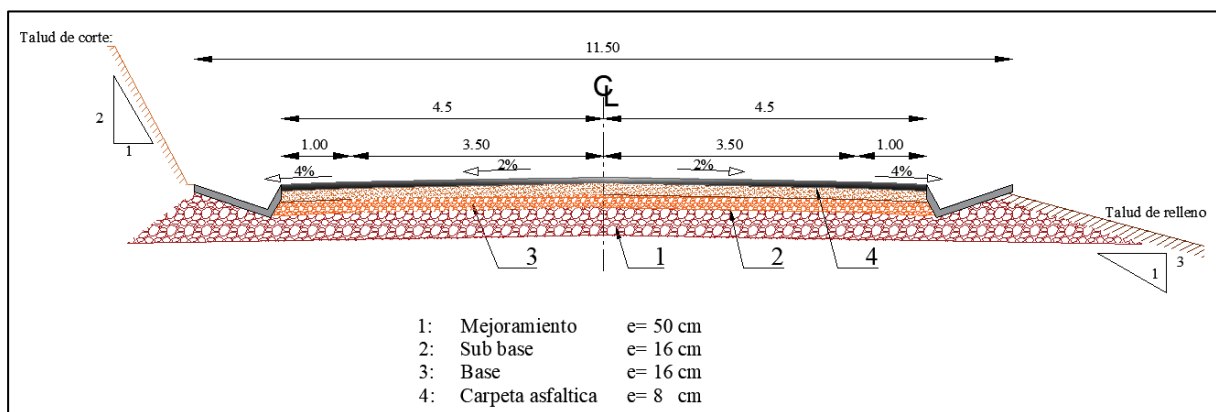
Capa de diseño	Espesor de norma(D)	Coefficiente estructural (a)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN de diseño a 20 años	Espesor adoptado(cm)
Capa de rodadura	3	0.34	1	1.02	8.00
Base	6	0.132	1	0.79	16.00
Subbase	6	0.108	0.8	0.52	16.00
Mejoramiento	20	0.095	0.8	1.52	50.00
<b>Numero estructural obtenido</b>				<b>3.85</b>	
<b>Numero estructural Requerido</b>				<b>3.70</b>	

Elaborador por: Los Autores

Finalmente, los espesores propuestos para el diseño a 20 años se representan en el siguiente gráfico.

**Figura 49.**

*Espesores de diseño del pavimento*



Elaborador por: Los Autores

## 7.7 Fuente del material pétreo

Para el presente estudio tomando en consideración la disponibilidad de materiales y la distancia desde el centro de gravedad del proyecto a la mina seleccionada además de que esta esté en capacidad de cumplir con el material requerido.

La cantera Pifo perteneciente a DISENSA, se encuentra a una distancia de 45.1 km, tiene un material apto para el uso específico de la vía y puede adquirirse mediante compra directa, el material de la mina según lo especificado en los (Estudios de Ingeniería definitivos del proyecto ruta sur - via aeropuerto, 2011) mantiene los siguientes valores:

**Tabla 61.**

*Características del material de la mina*

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>	<b>Especificado</b>
Porcentaje de arcilla	6	0 - 3
Desgaste a sulfatos	8.3	Menor a 10
Abrasión (ensayo los ángeles)	27	Menor a 40
Densidad SSS	2.448	Mayor a 2.2
Absorción	4.7	
Granulometría	Según pedido	Clase 1 a 3
Peso Unitario	1.36	

Fuente: (EPMOP, 2011)

La mina Mulaló San Ramón cuenta con la certificación N° ARCOM-R-CR-2014-0527 otorgada por le Agencia de Regulación de Control minero y con la certificación concedida por GAD de la provincia de Cotopaxi, esta se encuentra ubicada a 37.9 km en dirección Suroeste medida desde el centro de gravedad del proyecto.

Los ensayos de laboratorio de la mina Mulaló San ramón, proporcionados por el departamento de fiscalización del GAD de la Provincia de Cotopaxi, dan a conocer que los materiales que proporciona la mina son aptos para conformar la estructura vial, por lo que estas cumplen con las especificaciones MOP-001-F 2001.

**Tabla 62.**

*Indicadores de laboratorio para los agregados.*

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>	<b>Especificado</b>
Abrasión (ensayo los ángeles)	29	Menor a 40
Granulometría	Según pedido	Clase 1 a 4

Fuente: GAD de la Provincia de Cotopaxi

En base a los ensayos realizados a la muestra, el material de la mina Mulaló San Ramón, califica para ser utilizado en la conformación de la estructura vial como:

- Material de mejoramiento.
- Material de subbase.
- Material de base.

Para el presente proyecto tomaremos en cuenta la cantera de Mulaló San Ramon, por la distancia, y características mecánicas del material y mejor accesibilidad al proyecto.

## **7.8 Escombreras**

Por motivo que las vías se desarrollan a lo largo de tierras agrícolas y por qué la parroquia no cuenta con un relleno sanitario se ha optado por depositar el material desalojado en la escombrera Parque Río Grande ubicada en las intersecciones de las calles Pilaló y Sozoranga detrás del Parque Lineal, al sur de Quito en el barrio Guamaní, con una capacidad de 267 mil metros cúbicos, hasta la actualidad se ha ocupado 107mil metros cúbicos que representa un 40 % de su capacidad.

## **CAPÍTULO VIII**

### **DISEÑO HIDRÁULICO**

#### **8.1 Alcance**

El objetivo de este estudio es el diseño de las obras de drenaje existentes en la vía en estudio, para lo cual es fundamental realizar una recopilación de la información hidrológica e hidráulica de la zona mediante los registros de datos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

El estudio Hidrológico nos permitirá determinar el caudal para los respectivos diseños de las obras de drenaje, las mismas que permitirán mantener la vida útil de una estructura o infraestructura mediante la captación del escurrimiento superficial y sub superficial, la conducción de este y la descarga a cauces naturales mediante estructuras de acondicionamiento en la entrega final.

Es importante indicar que, para el diseño de las cunetas, únicamente se tomara en cuenta el escurrimiento que se origina sobre la calzada, ya que debido al tipo de terreno del sector que es llano, no se cuenta con laderas a lo largo del eje de la vía por lo cual para el diseño se va a considerar como una vía en terraplén o relleno.

Como se indicó anteriormente se realizará el análisis el funcionamiento de las alcantarillas existentes en la vía, verificando el diámetro y su eficiencia hidráulica, en el caso de que no cumpla con lo indicado se realizará el rediseño con el objetivo de que el caudal conducido pueda ser descargado sin ningún problema sin afectar a la estructura vial.

#### **8.2 Información básica**

##### **8.2.1 Cartografía y topografía**

Se ha utilizado el levantamiento topográfico de la vía, además de imágenes satelitales de Google Earth, procesadas para obtener curvas de nivel del sitio de proyecto; esto debido a

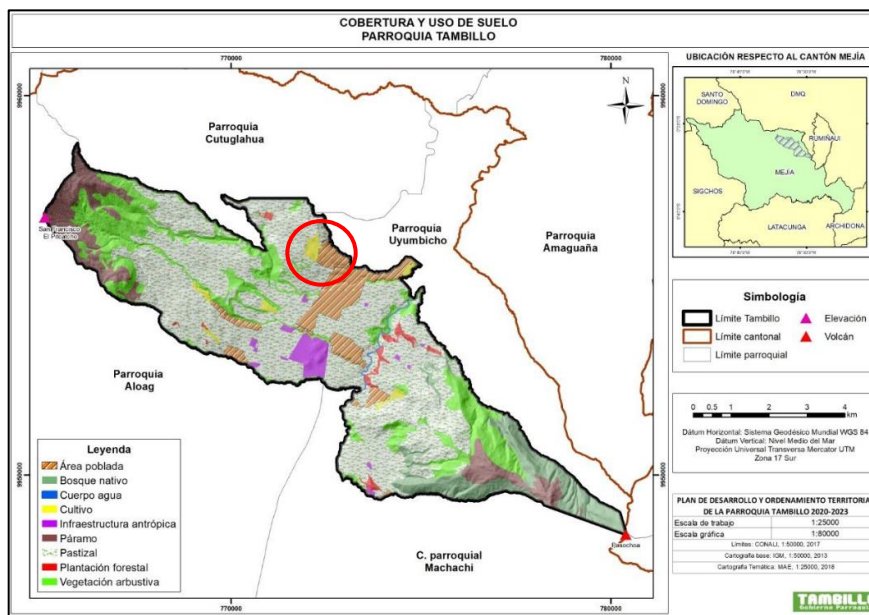
que la cartografía de la zona se encuentra bloqueada al existir una base militar dentro de la misma.

### 8.2.2 Tipos y uso de suelo de las cuencas de drenaje

El suelo en esta zona tiene una marcada inclinación topográfica, las características del suelo y subsuelo son muy inestables y susceptibles a la erosión laminar. Las personas que habitan en esta zona viven de la agricultura y la ganadería, manteniendo la actividad como una fuente de ingresos o simplemente una producción de autoconsumo (GAD Tambillo, 2020).

**Figura 50.**

*Cobertura y uso de suelo de la parroquia Tambillo*



Fuente: (Feijóo, 2013)

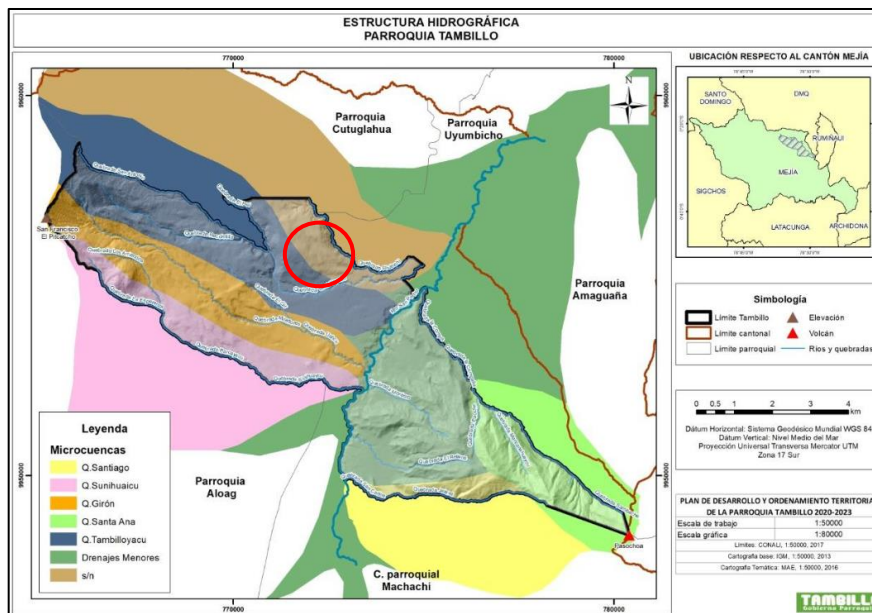
### 8.2.3 Hidrografía

El proyecto se asienta sobre la cuenca Esmeraldas, específicamente hablando entre la microcuenca de la quebrada tambillo Yacu que según el (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 - 2023) de tambillo tiene una superficie de 9.68km<sup>2</sup> y una quebrada no demarcada por el momento.



**Figura 51.**

*Estructura hidrológica*



Fuente: (Feijóo, 2013)

### 8.2.4 Información hidrometeorológica

Del Instituto Nacional de Hidrología y meteorología (INAMHI), se ha tomado como referencia la estación meteorológica, estación Izobamba la cual pertenece a la región 2 Pichincha - Napo - Orellana ubicada en la zona 64, la misma que es la que cuenta con más información de registros históricos y además siendo la más cercana al lugar del proyecto.

### 8.3 Caracterización climática

El clima de la parroquia de Tambillo es el resultado de varios factores que actúan conjuntamente entre ellos, los accidentes geográficos inciden decisivamente en sus variaciones. Para entender de mejor manera las características climáticas de la parroquia debemos considerar los siguientes factores: precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial, déficit hídrico y caracterización hidrológica (GAD Tambillo, 2020).

La precipitación registrada mensualmente en las estaciones especializadas identifica los meses más y menos lluviosos, obteniendo los valores medios mensuales más abundantes en los

meses de enero, marzo, abril y octubre. De acuerdo con los valores de las series 1985 - 2009, las isoyetas varían desde 1500 mm hasta 2000 mm de precipitación. Su temperatura fluctúa entre los 8°C a 16°C, con pluviosidad entre 150 mm. La humedad relativa promedio al año es de 80.6 % (GAD Tambillo, 2020).

### 8.3.1 Parámetros climatológicos

Todos los datos mostrados a continuación se han tomado como referencia de la estación meteorológica, estación Izobamba M003

#### 8.3.1.1 Temperatura del aire

Magnitud que mide el nivel térmico o grado de calor del aire. Mediante el análisis de la información de los anuarios meteorológicos se ha obtenido el siguiente histograma en el que indica la temperatura media mensual (INAMHI, 2017).

**Tabla 63.**

*Temperatura del aire a la sombra (°C)*

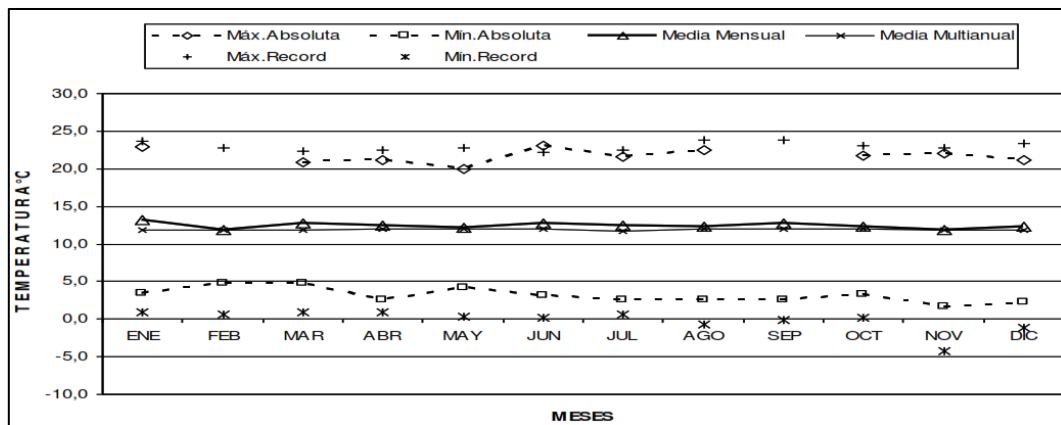
Mes	Temperatura Del Aire A La Sombra (°C)						
	Absolutas				M E D I A S		
	Máxima	Día	Mínima	Día	Máxima	Mínima	Mensual
<b>Enero</b>	22.90	29.00	3.40	15.00	19.80	6.20	13.20
<b>Febrero</b>			4.80	1.00	17.80	7.30	11.80
<b>Marzo</b>	20.80	8.00	4.80	6.00	19.00	6.90	12.70
<b>Abril</b>	21.20	12.00	2.50	26.00	19.20	6.20	12.50
<b>Mayo</b>	20.00	4.00	4.20	18.00	18.20	6.50	12.10
<b>Junio</b>	23.00	22.00	3.10	29.00	19.70	5.70	12.70
<b>Julio</b>	21.60	1.00	2.50	19.00	19.80	5.70	12.40
<b>Agosto</b>	22.40	30.00	2.60	23.00	19.70	5.30	12.30
<b>Septiembre</b>			2.60	3.00	19.70	6.20	12.70
<b>Octubre</b>	21.80	8.00	3.30	1.00	19.10	6.60	12.30
<b>Noviembre</b>	22.00	17.00	1.70	3.00	18.70	6.00	11.90
<b>Diciembre</b>	21.20	12.00	2.20	2.00	18.90	6.00	12.30
<b>Valor anual</b>			<b>1.70</b>		<b>19.10</b>	<b>6.20</b>	<b>12.40</b>

Fuente: (INAMHI, 2017)

La temperatura media anual es de 12.4° C a la sombra mientras que el valor máximo se presenta en el mes de junio con 23° y el mínimo en el mes de noviembre con 1.7°C

**Figura 52.**

*Distribución temporal de temperatura*



Fuente: (INAMHI, 2017)

### 8.3.1.2 Humedad relativa

La humedad relativa indica la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener una masa de aire antes de transformarse en agua líquida, esta depende de diversos factores como lluvias recientes, y presencia de vegetación (Córdova H. , 2018).

La humedad relativa que presenta la zona, influencia la estación meteorológica tiene una media anual del 79%

**Tabla 64.**

*Humedad relativa (%)*

Mes	Humedad relativa (%)				
	Máxima	Día	Mínima	Día	Media
<b>Enero</b>	100	13	40	20	77
<b>Febrero</b>	100	14	57	16	87
<b>Marzo</b>	100	3	57	9	83
<b>Abril</b>	100	28	37	25	82
<b>Mayo</b>	100	14	54	25	88
<b>Junio</b>	96	1	43	22	75
<b>Julio</b>	100	1	40	28	70
<b>Agosto</b>	98	11	35	5	72
<b>Septiembre</b>	98	30	27	21	71
<b>Octubre</b>	99	15	38	7	80
<b>Noviembre</b>	99	4	47	10	83
<b>Diciembre</b>	99	3	48	29	83
<b>Valor anual</b>	100		27		79

Fuente: (INAMHI, 2017)

### 8.3.1.3 Heliofanía efectiva

La heliofanía representa la duración del brillo solar u horas de sol, está ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición. El valor anual de heliofanía es de 1812.5 horas como se indica en la siguiente tabla del (Anuario Metereológico N°53-2013).

**Tabla 65.**

#### *Heliofanía mensual*

<b>Mes</b>	<b>Heliofanía (horas)</b>
Enero	189.5
Febrero	80.6
Marzo	122.9
Abril	128.9
Mayo	114.2
Junio	183.7
Julio	206
Agosto	187.1
Septiembre	151.6
Octubre	147.3
Noviembre	142.2
Diciembre	158.5
Valor anual	1812.5

Fuente: (INAMHI, 2017)

### 8.3.1.4 Velocidad del viento

La velocidad del viento es una magnitud vectorial del aire en sentido horizontal, por lo que se puede determinar su intensidad y dirección, mediante anemómetros y veletas respectivamente; los valores máximos, mínimos y la velocidad media del mismo se muestran en la tabla a continuación:

**Tabla 66.***Velocidad media y frecuencias de viento*

<b>Velocidad media y frecuencias de viento</b>			
<b>Mes</b>	<b>Vel. mayor observada</b>		<b>Velocidad media</b>
	<b>(m/s)</b>	<b>dir</b>	<b>(km/h)</b>
Enero	4.5	N	4
Febrero	3	N	1.5
Marzo	3.5	N	1.8
Abril	3.5	N	1.3
Mayo	3	N	0.8
Junio			2
Julio	6	Ne	3.8
Agosto	6	N	3
Septiembre	6	E	3.7
Octubre	10	Se	2.3
Noviembre	2	Ne	1.9
Diciembre	4	N	2.2
Valor anual			2

Fuente: (INAMHI, 2017)

**8.3.1.5 Evaporación y nubosidad**

La Nubosidad es una condición atmosférica en el que el cielo aparece cubierto de nubes parcial o totalmente, se mide en octavas de la bóveda celeste cubierta por nubes (Córdova H. , 2018).

La evaporación es un proceso físico que consiste en el paso gradual de un líquido al estado gaseoso. Es un tránsito lento y silencioso, que ocurre como consecuencia de un aumento de temperatura.

Los valores de evaporación y nubosidad para el proyecto se indican en la tabla a continuación:

**Tabla 67.***Evaporación y nubosidad media*

Mes	Evaporación (mm)			Nubosidad media (octas)
	Suma	Máxima en 24hrs	día	
<b>Enero</b>	138.4	8.7	8	5
<b>Febrero</b>	78.6	6.9	6	7
<b>Marzo</b>	115.5	7.6	25	6
<b>Abril</b>	104.2	6.2	24	6
<b>Mayo</b>	80.8	5.6	3	7
<b>Junio</b>	128	7.3	3	5
<b>Julio</b>	153.5	7.7	8	4
<b>Agosto</b>	132.3	8.9	20	5
<b>Septiembre</b>	125.7	8.3	21	5
<b>Octubre</b>	119.8	8.5	7	6
<b>Noviembre</b>	101.1	6.2	7	6
<b>Diciembre</b>	112.7	5.7	5	5
<b>Valor anual</b>	1390.6	8.9		6

Fuente: (INAMHI, 2017)

**8.3.1.6 Precipitación**

Es la cantidad de agua proveniente de la atmósfera, la cual cae sobre la superficie terrestre, sea en forma líquida o sólida. Mediante el análisis de la información de los anuarios meteorológicos correspondientes se ha obtenido la siguiente tabla en la que se indica la precipitación media mensual

**Tabla 68.***Precipitación media mensual*

Mes	Precipitación(mm)			
	Suma mensual	Máxima en 24hrs	Día	Número de días con precipitación
<b>Enero</b>	43.7	14.9	12	11
<b>Febrero</b>	230.5	33.4	11	24
<b>Marzo</b>	128.1	20.6	22	20
<b>Abril</b>	101.9	15.3	19	19
<b>Mayo</b>	239	36.6	2	31
<b>Junio</b>	9.8	7.2	1	4
<b>Julio</b>	8.3	4	4	4
<b>Agosto</b>	43.5	11.3	24	10
<b>Septiembre</b>	38.9	10.8	3	12
<b>Octubre</b>	191.5	40	23	23
<b>Noviembre</b>	45.9	10.4	14	11
<b>Diciembre</b>	79.6	21.6	9	10
<b>Valor anual</b>	1160.7	40		

*Nota.* se indican los valores dados por la estación. Fuente (INAMHI, 2017)

## **8.4 Inventario de estructuras de drenaje existentes**

Según las (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras )”El sistema de drenaje vial es de importancia vital para el funcionamiento y operación de la carretera” (MTO, 2003) ; tiene cuatro funciones principales:

- Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada
- Controlar el nivel freático
- Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera
- Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

### **8.4.1 Inventario de estructuras de drenaje longitudinales**

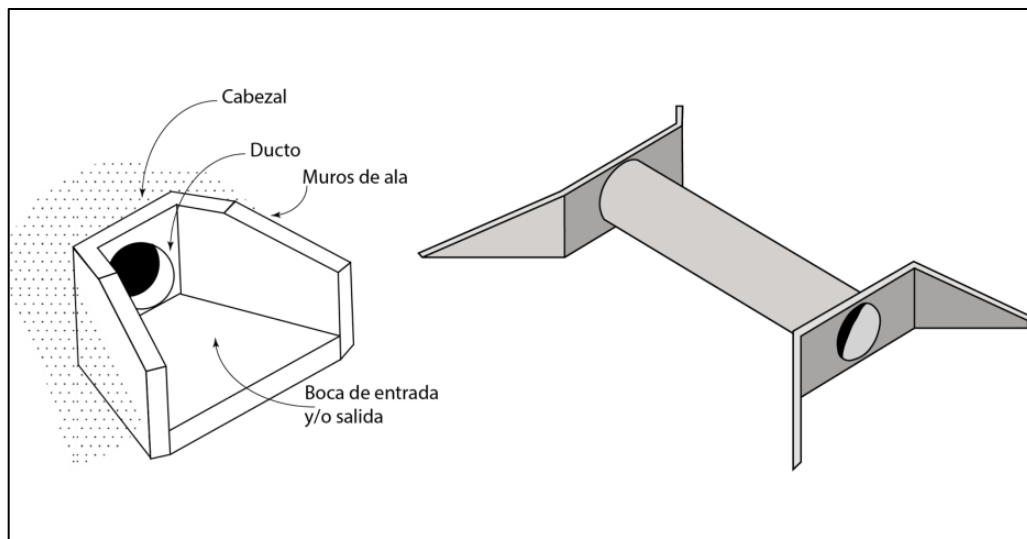
El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesarios establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo (MTO, 2003).

### **8.4.2 Inventario de estructuras de drenaje transversales**

Los sistemas de drenaje transversal están constituidos por elementos que transportan el agua y cruzan el eje de la carretera. Por lo general, el cruce se realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se encuentra aguas arriba de la vía en dirección aguas abajo (Gómez y Suquillo , 2020).

**Figura 53.**

*Partes del drenaje transversal*



Fuente: (Soria, 2018)

## **8.5 Parámetros de diseño**

Para el diseño de las obras de drenaje es importante realizar un correcto análisis de la información existente de la zona, ya que nos permitirá obtener parámetros que nos permitirán llevar a cabo el respectivo diseño en función de las normativas vigentes en nuestro país, con el cual se tiene por objetivo el desalojo en el menor tiempo posible de la precipitación sobre la calzada, la intercepción tanto superficial como subterránea del agua lluvia y por último la conducción del caudal de un lado a otro de la sección transversal (Córdova H. , 2018).

### **8.5.1 Determinación de la intensidad de lluvia (curvas IDF)**

Para un diseño hidráulico, se debe determinar el evento o eventos de lluvia que se usaran, donde la forma más común de hacerlo es utilizar una tormenta de diseño o un evento donde involucre una relación entre la intensidad de la lluvia, la duración y las frecuencias o periodos de retorno apropiados para la obra y el sitio (Gutierrez , 2014).



En el análisis intervienen las I-D-F (curvas de intensidad, duración y frecuencia), la cual requiere información pluviográfica. En el caso del país, el INAMHI ha desarrollado el “Estudio de lluvias intensas”, representadas por la siguiente ecuación:

$$I_{TR} = \frac{K * Id_{TR}}{t^n}$$

$$TR = \frac{n + 1}{m}$$

Donde:

$I_{TR}$ : Intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h).

$Id_{TR}$ : Intensidad diaria para un periodo de retorno dado (mm/h).

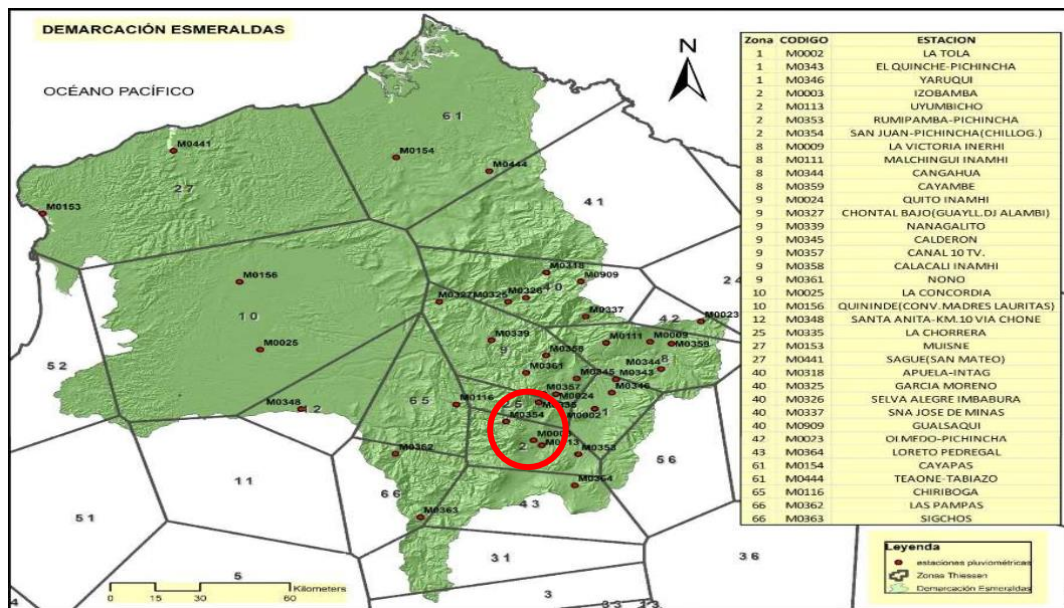
TR: Periodo de retorno en años

K, m y n: Constantes de ajustes determinados por mínimos cuadrados

Para determinar la intensidad de lluvia en la zona de estudio, se empleó la información del (Estudio de Lluvias Intensas ) de 2015, la cual determina que el proyecto se desarrolla en la zona 1, que se da a conocer a continuación:

**Figura 54.**

*Zonificación de intensidades de precipitación demarcación esmeraldas*



Fuente: (INAMHI, 2015)

La estación representativa de la zona 2 es la M003 Izobamba, cuyas ecuaciones de intensidad para diferentes tiempos de concentración se presentan a continuación:

**Figura 55.**

*Datos de la estación Izobamba*

CODIGO	ESTACION	X	Y	Z	SERIE DATOS	N° DE AÑOS	I <sub>TR</sub> = 104.44 * I <sub>d<sub>TR</sub></sub> * t <sup>-0.434</sup> R <sup>2</sup> = 0.984						PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE	
							TR2	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	A <sup>2</sup>	Chi <sup>2</sup>
2	M0003	772701.78480	9959434.98164	3058	1964-2011	47	1.68	2.03	2.77	2.57	2.79	3.01		*

*Nota.* Datos ITR para distintos periodos de retorno. Fuente (INAMHI, 2015)

Por lo tanto, para el diseño se utilizarán los siguientes valores:

- Cunetas: TR=25 años I<sub>TR</sub>=2.57
- Alcantarillas: TR=10 años I<sub>TR</sub>=2.77

### 8.5.2 Periodo de retorno

El periodo de retorno de la crecida de diseño de una obra de drenaje vial está ligado a la probabilidad de excedencia del caudal máximo instantáneo (o al riesgo permisible de que el caudal de diseño sea superado) durante la vida útil de la obra, mediante la siguiente expresión:

De acuerdo al tipo de carretera, se asignan los siguientes períodos de retorno: (1) Para carreteras arteriales, será no menor a 200 años; (2) para carreteras colectoras, será no menor a 150 años; (3) Para carreteras vecinales, será no menor de 100 años (MTOPI, 2003).

También se pueden adoptar los valores indicados por (Córdova H. , 2018) en la siguiente tabla de periodos de retorno para el cálculo de caudales:

**Tabla 69.** .

*Periodos de retorno de diseño en obras de drenaje vial*

Tipo de obra	Caminos vecinales	Red de carretera
Alcantarillas de hasta 3 m2 de sección	5	10
Alcantarillas mayores de 3 m2 de sección	10	25
Cunetas	10	25
Canales interceptores	10	25
Puentes mínimos	50	50

Fuente: (Córdova H. , 2018)

### 8.5.3 Determinación del tiempo de concentración

Debido a la limitada información existente se recomienda tomar el tiempo de duración de la lluvia igual al tiempo de concentración, considerando que en ese lapso se produce la mayor aportación de la cuenca al cauce. Para el cálculo del tiempo de concentración existen varias expresiones empíricas, siendo la más utilizada la fórmula de Rowe (MTOPI, 2003).

$$t_c = 0,0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

$t_c$ : El tiempo de concentración, en min.

L: La longitud del cauce principal, en m.

H: El desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga, en m.

El tiempo de concentración que se debe utilizar en carreteras es de 10 minutos y en alcantarillas de 10 a 12 minutos.

En el presente proyecto no se tiene el cruce sobre ríos, esteros o riachuelos, que requieran el cálculo del tiempo de concentración para dichos accidentes geográficos.

## **8.6 Estudio de cuencas hidrográficas**

### **8.6.1 Método racional**

Para determinar el cálculo de caudales de diseño se utilizó el método racional. El Método Racional supone que el escurrimiento máximo proveniente de una tormenta es proporcional a la lluvia caída, supuesto que se cumple en forma más rigurosa en cuencas mayoritariamente impermeables o en la medida que la magnitud de la lluvia crece y el área de aporte se satura.

Es un método simple empleado para estimar el caudal máximo para cuencas de drenaje pequeñas que no superen los 1.6 km<sup>2</sup>. Permite determinar el caudal en función de los datos de precipitación pluvial del lugar, del área de la cuenca, de la topografía y del tipo del suelo (Sánchez, 2017).

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Dónde:

Q= el caudal máximo probable (m<sup>3</sup> /seg)

C= El coeficiente de escorrentía (Tabla 4)

I= la intensidad de la precipitación (mm/h)

A= Área de la cuenca de drenaje (Ha)

### 8.6.2 Determinación del coeficiente de escorrentía

Este coeficiente establece la relación que existe entre la cantidad total de lluvia que se precipita y la que escurre superficialmente; su valor dependerá de varios factores: permeabilidad del suelo, morfología de la cuenca, pendientes longitudinales y cobertura vegetal (MTOPI, 2003).

**Tabla 70.**

*Coficiente de escorrentía según el MTOPI*

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C						
COBERTURA VEGETAL	TIPO SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				DESPECIABLE
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	
			50%	20%	5%	
SIN VEGETACION	IMPERMEABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SEMIPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	PERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SEMIPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	PERMEABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
PASTOS VEGETACION LIGERA	IMPERMEABLE	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	SEMIPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	PERMEABLE	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SEMIPERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	PERMEABLE	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
BOSQUES DENSA VEGETACION	IMPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SEMIPERMEABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	PERMEABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: (MTOPI, 2003)

En base a los valores presentados en la tabla del coeficiente de escorrentía, para pavimentos asfálticos se adoptará C igual a 0.80, debido a que a mayor valor de coeficiente de escorrentía el suelo es más impermeable, y por ende existe mayor caudal.

### 8.7 Diseño hidráulico de estructuras de drenaje

El diseño de las obras de drenaje permite determinar las dimensiones óptimas de las obras de arte como cunetas y alcantarillas, las cuales ayudarán a evacuar de forma eficaz el agua que escurre sobre la calzada hacia cauces naturales o artificiales.

## 8.7.1 Drenaje longitudinal

### 8.7.1.1 Cunetas

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera (MTOPI, 2003).

### 8.7.1.2 Localización, pendiente y velocidad

La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento.

La Tabla mostrada a continuación proporciona como norma de criterio la velocidad del agua, a partir de la cual se produce erosión en diferentes materiales. A pesar de los valores indicados, las (Normas de Diseño Geométrico de Carreteras ) indican que “es práctica usual limitar la velocidad del agua en las cunetas a 3,00 m/s en zampeado y a 4,00m/s en hormigón” (MTOPI, 2003).

**Tabla 71.**

*Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales*

Material	Velocidad m/s.	Material	Velocidad m/s.
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2
Arcilla arenosa	0.5	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	Hormigón	4.5-7.5

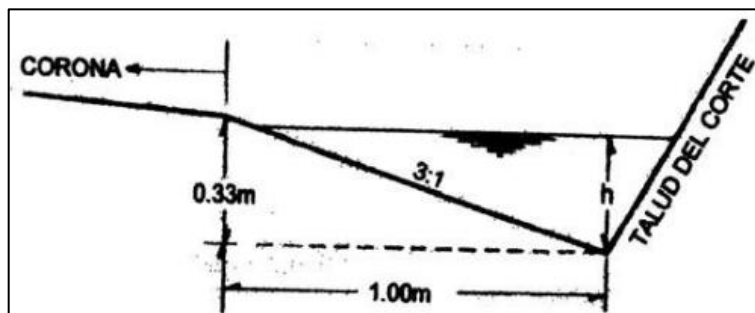
Fuente: (MTOPI, 2003)

### 8.7.1.3 Forma de la sección

El uso de cunetas triangulares es generalizado, por su facilidad de construcción y mantenimiento. Según (Córdova H. ) “En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo; considerando, para el caso, una lámina de agua no mayor a 30 cm” (2018).

**Figura 56.**

*Sección típica de cuneta triangular*



Fuente: (MTOP, 2003)

### 8.7.1.4 Puntos de desagüe:

Las cunetas se llevan hasta los cauces naturales del terreno, u obras de descarga que conduzcan el agua, la distancia recomendable entre las obras de descarga intermedias será igual a la longitud máxima permisible de la cuneta, de tal forma que la distancia máxima entre desagües puede ser 150 m (Córdova H. , 2018).

### 8.7.1.5 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico de las cunetas se realiza bajo el principio de canales abiertos con flujo uniforme, es decir que el calado y la velocidad de flujo se mantienen constante a lo largo de la cuneta por tal motivo se emplea la Manning:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Dónde:

Q: Caudal, (m<sup>3</sup>/s)

V: velocidad, (m/s)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

R: Radio hidráulico, (m)

S: pendiente del canal, (m / m)

Además de ello también se utilizará la ecuación de continuidad de flujo indicada en la siguiente ecuación:

$$Q = V * W$$

Dónde:

Q: Caudal, (m<sup>3</sup>/s)

V: velocidad, (m/s)

W: Área de flujo, (m<sup>2</sup>)

**Tabla 72.**

*Valores del coeficiente de manning*

<b>Tipo de superficie</b>	<b>n</b>
<b>Cunetas y canales sin revestir</b>	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa.	0.020
En tierra ordinaria, superficie irregular	0.025
En tierra con ligera vegetación	0.035
En tierra con vegetación espesa	0.04
En tierra excavada mecánicamente	0.028
En roca, superficie uniforme y lisa	0.030
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0.035
<b>Cunetas y canales revestidos</b>	
Hormigón	0.016
Paredes de hormigón, fondo de grava	0.017
Revestimiento bituminoso	0.016

Fuente: (Córdova H. , 2018)



A continuación, se presentan las siguientes relaciones geométricas y la capacidad hidráulica de las cunetas triangulares:

**Figura 57.**

*Relaciones geométricas para secciones transversales*

Tipo de Cuneta o Canal	
Ancho Superficial (l)	$(z_a + z_b) \cdot h$
Area ( $\pi$ )	$x \cdot h + \frac{z_b \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_a} \cdot \left( \frac{z_b}{z_a} - \frac{2 \cdot z_b \cdot h}{x} - 1 \right)$
Perímetro Mojado (P)	$h + \sqrt{x^2 \cdot \left( 1 + \frac{1}{z_a^2} \right)} + \sqrt{z_b^2 + 1} \cdot \left( h - \frac{x}{z_a} \right)$
Radio Hidráulico (R)	$\frac{x \cdot h + \frac{z_b \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_a} \cdot \left( \frac{z_b}{z_a} - \frac{2 \cdot z_b \cdot h}{x} - 1 \right)}{h + \sqrt{x^2 \cdot \left( 1 + \frac{1}{z_a^2} \right)} + \sqrt{z_b^2 + 1} \cdot \left( h - \frac{x}{z_a} \right)}$

Fuente: (Gómez y Suquillo , 2020)

Se adoptarán los siguientes coeficientes para las pendientes de la cuneta:

- Za: 3
- Zb: 0.5

### 8.7.1.6 Resultados del diseño de cunetas

Se determina la profundidad de la cuneta siguiendo valores mínimos dispuestos por la (Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003) la tabla de diseño se muestra a continuación:

**Tabla 0.1. Diseño hidráulico de la cuneta**

<b>Abs I</b>	<b>Abs F</b>	<b>L</b>	<b>Ancho calzada</b>	<b>Q (m3/s)</b>	<b>So</b>	<b>Za</b>	<b>Zb</b>	<b>y</b>	<b>t</b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>Rh</b>	<b>T</b>	<b>n</b>	<b>V</b>	<b>Verificació n</b>	<b>Verificació n</b>
<b>0+000</b>	0+200	200	9	0.0388	0.118	0.5	3	0.205	0.06	0.27	0.124	1.141	0.029	0.933	0.110	0.295	0.012	0.012
<b>0+200</b>	0+360	160	9	0.0311	0.055	0.5	3	0.22	0.07	0.29	0.143	1.224	0.033	1.001	0.110	0.222	0.015	0.015
<b>0+360</b>	0+600	240	9	0.0466	0.151	0.5	3	0.21	0.06	0.27	0.130	1.169	0.030	0.956	0.110	0.344	0.013	0.013
<b>0+600</b>	0+700	100	9	0.0194	0.108	0.5	3	0.17	0.05	0.22	0.085	0.946	0.020	0.774	0.110	0.220	0.006	0.006
<b>0+700</b>	0+840	140	9	0.0272	0.073	0.5	3	0.2	0.06	0.26	0.118	1.113	0.028	0.910	0.110	0.225	0.011	0.011
<b>0+840</b>	0+960	120	9	0.0233	0.097	0.5	3	0.18	0.05	0.23	0.096	1.002	0.022	0.819	0.110	0.225	0.008	0.008
<b>0+960</b>	1+080	120	9	0.0233	0.088	0.5	3	0.19	0.06	0.25	0.107	1.057	0.025	0.865	0.110	0.230	0.009	0.009
<b>1+080</b>	1+300	220	9	0.0427	0.140	0.5	3	0.21	0.06	0.27	0.130	1.169	0.030	0.956	0.110	0.331	0.013	0.013
<b>1+300</b>	1+340	40	9	0.0078	0.125	0.5	3	0.12	0.04	0.16	0.043	0.668	0.010	0.546	0.110	0.149	0.002	0.002
<b>1+340</b>	1+380	40	9	0.0078	0.052	0.5	3	0.15	0.05	0.20	0.067	0.835	0.016	0.683	0.110	0.129	0.004	0.004
<b>1+380</b>	1+440	60	9	0.0116	0.041	0.5	3	0.17	0.05	0.22	0.085	0.946	0.020	0.774	0.110	0.135	0.006	0.006
<b>1+440</b>	1+560	120	9	0.0233	0.122	0.5	3	0.175	0.05	0.23	0.091	0.974	0.021	0.796	0.110	0.243	0.007	0.007
<b>1+560</b>	1+660	100	9	0.0194	0.068	0.5	3	0.18	0.05	0.23	0.096	1.002	0.022	0.819	0.110	0.188	0.008	0.008
<b>1+660</b>	1+740	80	9	0.0155	0.014	0.5	3	0.215	0.06	0.28	0.137	1.196	0.032	0.978	0.110	0.109	0.014	0.014
<b>1+740</b>	1+840	100	9	0.0194	0.022	0.5	3	0.215	0.06	0.28	0.137	1.196	0.032	0.978	0.110	0.137	0.014	0.014
<b>1+840</b>	2+020	180	9	0.0370	0.057	0.5	3	0.23	0.07	0.30	0.156	1.280	0.037	1.047	0.110	0.240	0.017	0.017
<b>2+020</b>	2+300	280	9	0.0544	0.040	0.5	3	0.271	0.08	0.35	0.217	1.508	0.051	1.233	0.110	0.250	0.030	0.030
<b>2+300</b>	2+500	200	9	0.0388	0.068	0.5	3	0.225	0.07	0.29	0.150	1.252	0.035	1.024	0.110	0.254	0.016	0.016
<b>2+500</b>	2+680	180	9	0.0349	0.063	0.5	3	0.22	0.07	0.29	0.143	1.224	0.033	1.001	0.110	0.238	0.015	0.015
<b>2+680</b>	2+760	80	9	0.0155	0.017	0.5	3	0.21	0.06	0.27	0.130	1.169	0.030	0.956	0.110	0.116	0.013	0.013
<b>2+760</b>	2+860	100	9	0.0194	0.021	0.5	3	0.235	0.07	0.285	0.142	1.220	0.033	0.998	0.110	0.136	0.015	0.015

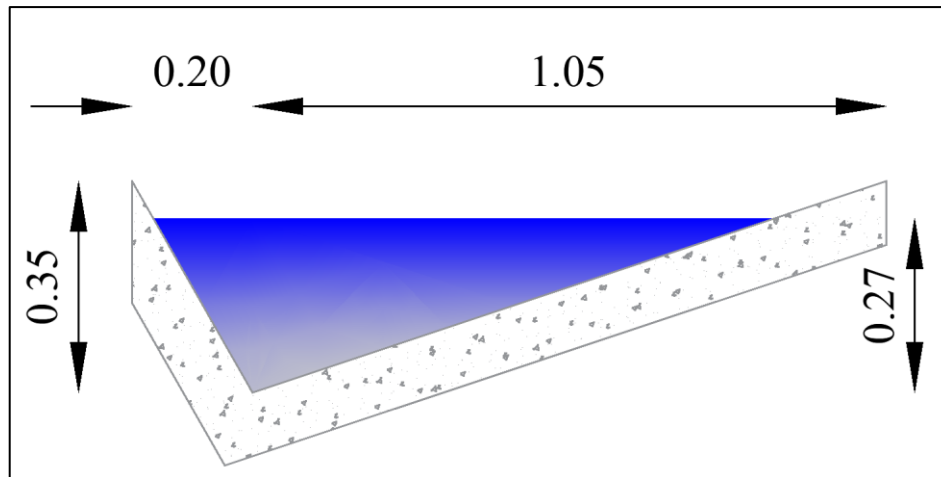
Elaborado por: Los Autores

### 8.7.1.7 Sección adoptada

Debido a que la sección hidráulica calculada y a las recomendaciones establecidas por la (Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003), se adopta la sección mostrada en la siguiente gráfica, la misma que satisface las condiciones hidráulicas y de seguridad, la cual se presenta a continuación:

**Figura 58.** .

*Sección típica de cuneta triangular*



Elaborado por: Los Autores

## **8.7.2 Drenaje transversal**

El diseño de alcantarillas deberá realizarse en función de las características de la cuenca hidráulica a ser drenada y de la carretera a la que prestará servicio. Como los sistemas de drenaje inciden en los costos de conservación y mantenimiento de las carreteras, es necesario que las alcantarillas sean proyectadas considerando que su funcionamiento deberá estar acorde con las limitaciones impuestas por los sistemas de conservación y métodos de mantenimiento (MTOP, 2003).

### **8.7.2.1 Criterios de diseño**

Los criterios más importantes descritos por la norma MOP 2003 son los siguientes:

#### **8.7.2.1.1 Localización**

Las alcantarillas deberán instalarse o construirse, en lo posible, siguiendo la alineación, pendiente y cotas de nivel del cauce de la corriente, facilitando de esta manera que el agua circule libremente sin interrupciones y reduciendo, al mínimo, los riesgos de erosión (MTOP, 2003).

#### **8.7.2.1.2 Alineación**

Consiste en proporcionar a la corriente una entrada y una salida directas y se deberá tener presente que es conveniente evitar que el cauce cambie bruscamente de dirección, en cualquier de los extremos de la alcantarilla, puesto que se retardaría el flujo de la corriente, provocando un embalse excesivo y, posiblemente, hasta el colapso del terraplén (MTOP, 2003).

#### **8.7.2.1.3 Pendiente**

La pendiente ideal para una alcantarilla es aquella que no produzca sedimentación, ni velocidades excesivas y erosión, y que, a su vez, permita la menor longitud de la estructura. Para evitar la sedimentación la pendiente mínima será 0,5 por ciento (MTOP, 2003).

Así mismo, la capacidad de una alcantarilla, con pendiente muy reducida, pero con salida sumergida, puede variar según la carga hidráulica; en este caso, la rugosidad interna de la alcantarilla es un factor que debe tenerse en cuenta.

#### 8.7.2.1.4 Longitud de la alcantarilla

Dependerá del ancho de la corona de la carretera, de la altura del terraplén, de la pendiente del talud, de la alineación y pendiente de la alcantarilla, además la longitud deberá ser suficiente para que sus extremos (entrada y salida) no queden obstruidos con sedimentos ni sean cubiertos por el talud del terraplén.

#### 8.7.2.1.5 Velocidad de la corriente

La necesidad de protección contra la erosión, la velocidad a la entrada y/o salida deben compararse con la máxima velocidad permisible (no erosiva) del material del cauce. Cuando la velocidad de salida resulte muy alta o el material del cauce es particularmente susceptible a la erosión, podrían requerirse dispositivos para disipar la energía del escurrimiento de salida.

### **Tabla 73.**

*Velocidades máximas permisibles a la salida de la alcantarilla.*

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>
Arena fina - no coloidal	0.75
Greda arenosa - no coloidal	0.75
Greda limosa - no coloidal	0.9
Greda firme	1
Grava firme	1.2
Arcilla dura - muy coloidal	1.4
Limos aluviales – coloidales	1.4
Limos aluviales - no coloidales	0.9
<b>Materiales gradados no coloidales</b>	
Greda a grava	1.4
Limos a grava	1.6
Grava	1.8
Grava gruesa	2
Grava a cantos rodados	2.3

Fuente: (Córdova H. , 2018)

#### 8.7.2.1.6 Carga admisible a la entrada.

A fin de evitar que el agua sobrepase la corona de la carretera, la altura permisible del remanso (HEP) en la entrada de la alcantarilla se establecerá como el valor menor que resulte de considerar los siguientes criterios:

- disponer de un bordo libre mínimo de 1,00 m, medido desde el nivel de la rasante
- que no será mayor a 1,2 veces la altura del ducto.

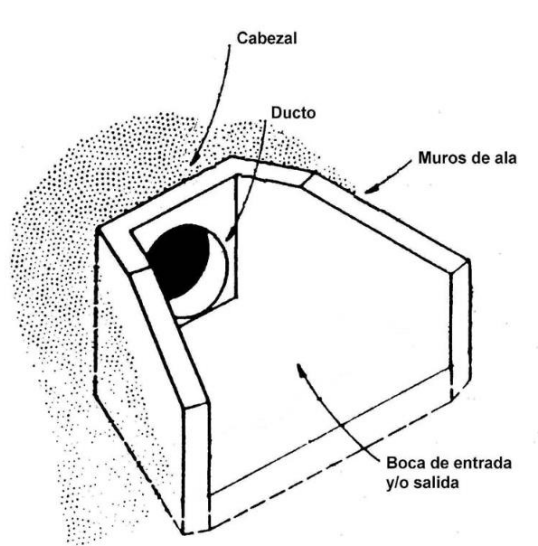
Es recomendable por cuestiones de seguridad trabajar máximo con el 80% de la capacidad de la alcantarilla. Con el fin de evitar que algún evento de crecida provoque que la estructura trabaje a presión lo cual no es deseable (MTOP, 2003).

#### 8.7.2.2 Tipo de alcantarilla

Para definir el proyecto longitudinal de la subrasante se deberá tener presente que, tanto tubos como bóvedas, requerirán de un relleno mínimo de protección entre 0,60 m y 1,00 m, por encima de los mismos; en cambio, la losa superior de los cajones puede quedar, en ocasiones, al nivel de la subrasante del camino (MTOP, 2003).

#### Figura 59.

*Diseño típico del ingreso y salida de alcantarilla.*



*Nota.* Se observan los elementos del ingreso o salida de una alcantarilla. Fuente (MTOP, 2003)

En las carreteras de corta longitud, se puede presentar el caso de que las cuencas sean semejantes en superficie, pendiente, precipitación, vegetación y características del suelo, que requerirán obras de drenaje del mismo tipo y de casi iguales dimensiones. En estos casos, es conveniente la tipificación y, aunque del estudio resulten una o varias obras con tipo y dimensiones diferentes, en la selección definitiva conviene, en lo posible, unificar estas características (MTOP, 2003).

### **8.7.2.3 Diseño hidráulico**

Las alcantarillas que trabajan a sección total o parcialmente llena, con presiones nulas se clasifican como canales y tienen todas las características de los mismos; por el contrario, cuando las alcantarillas trabajan a presión se analizan como conductos cerrados. Por lo tanto, desde el punto de vista hidráulico es importante establecer si la alcantarilla trabajará o no a presión, para poder estimar sus dimensiones (MTOP, 2003).

La capacidad hidráulica de secciones circulares parcialmente llenas se puede calcular empleando la ecuación de Manning, expresada de la siguiente manera:

$$Q_{LL} = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

$Q_{LL}$ : Caudal a flujo lleno, m<sup>3</sup>/s

n: Coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional, ármico: 0.0024

A: área de la sección, m<sup>2</sup>

S: Gradiente longitudinal, m/m.

Para determinar el diámetro de la alcantarilla se utilizará el monograma de Thorman el cual considera, la relación entre el volumen de agua que puede conducir la sección totalmente y el volumen parcial que puede conducir la sección a través de la siguiente expresión.

$$k = \frac{Q}{Q_{LL}}$$

Donde:

k: Modulo de gasto

Q: Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

Q<sub>LL</sub>: Caudal con flujo lleno (m<sup>3</sup>/s)

Datos:

D = 0.60

n = 0.024

S = 0.02 (m/m)

Para el diseño se adopta un coeficiente de Manning de 0.024, considerando utilizar alcantarillas de ARMICO.

A continuación, se procede al dimensionamiento de la estructura, considerando para el cálculo la relación a flujo lleno, utilizando las ecuaciones geométricas de una sección circular parcialmente llena y los siguientes parámetros previamente establecidos:

- Caudal de diseño
- Pendiente del conducto
- Rugosidad de Manning, ármico: 0.0024
- Diámetro adoptado

Por medio del software (Hcanales) y de los siguientes datos se determinará el caudal con flujo lleno:



**Figura 60.**

*Datos ingresados en Hcanales*

Lugar:		Proyecto:	
Tambillo		Camino al Belén	
Tramo:		Revestimiento:	
0+000 - 2+86		Armico	
Datos:			
Tirante (y):	.4	m	
Diámetro (d):	.4	m	
Rugosidad (n):	.024		
Pendiente (S):	.2	m/m	
Resultados:			
Caudal (Q):	0.5045	m3/s	Velocidad (v): 4.0146 m/s
Area hidráulica (A):	0.1257	m2	Perímetro mojado (p): 1.2566 m
Radio hidráulico (R):	0.1000	m	Espejo de agua (T): 0.0000 m
Número de Froude (F):	0.1143		Energía específica (E): 1.2214 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Elaborador por: Los Autores a través de HCanales

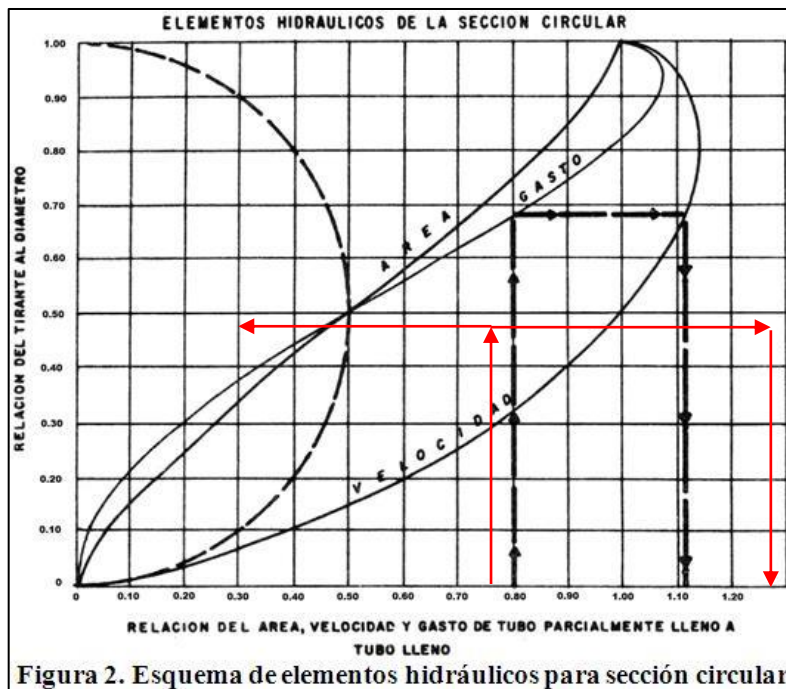
Establecido el caudal de la sección circular a flujo lleno se procede a determinar el módulo de gasto:

$$k = \frac{0.238}{0.504} = 0.47$$

El valor del módulo de gasto se ubicará en el siguiente monograma para determinar el valor de la relación de llenado  $y/d$  y de velocidad:

**Figura 61.**

*Esquema de elementos hidráulicos para sección circular*



Fuente: (Gómez y Suquillo , 2020)

$$\frac{y}{do} = 0.48$$

$$\frac{V}{V_{LL}} = 0.98$$

Entonces tendremos que el valor del tirante hidráulico será:

$$y = 0.48 * do = 0.48 * 0.40 = 0.192m$$

Y que el valor de la velocidad con flujo parcialmente lleno será:

$$V = 0.98 * V_{LL} = 0.98 * 4.01 = 3.93 m/s$$

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos para el diseño de las alcantarillas:

**Tabla 74.***Tabla resumen diseño de alcantarillas*

Nº	Abscisa	Cuneta m3/s	Cauces m3/s	Caudal Total l/s	Longitud m	Cota de la vía m.s.n.m.	Entrada m.s.n.m.	Salida m.s.n.m.	Diámetro mm	Pendiente %	Manning
1	0+360	0.0699		69.89	13.50	2942.57	2943.07	2942.07	600	7%	0.024
2	1+080	0.1398		139.79	13.50	3022.02	3022.52	3021.52	600	7%	0.024
3	2+300	0.2389		238.92	13.50	3+065	3065.95	3064.95	600	7%	0.024

Nº	Velocidad LLENO m/s	Caudal LLENO l/s	Calado m	Diseño m/s	Calado Y (m)	Y crítico Yc (m)	Tipo de Flujo	Yc-D/2	$\alpha$ rad	$\Theta$ rad	R
1	1.36	384.765	0.182	1.076	1.090	0.047	Subcrítico	-0.25	0.70	1.74	0.065
2	1.36	384.765	0.363	1.243	2.180	0.249	Subcrítico	-0.05	0.17	2.81	0.132
3	1.36	384.765	0.621	1.435	3.726	0.971	Subcrítico	0.67	1.15	0.84	0.017

*Nota.* Se indican los principales parámetros de diseño. Elaborador por: Los Autores

#### 8.7.2.4 Control de entrada

El control de entrada significa que la capacidad de una alcantarilla está determinada en su entrada por la profundidad de remanso ( $H_e$ ) y por la geometría de la embocadura, que incluye la forma y área de la sección transversal del conducto y el tipo de aristas de aquella. Cálculo De Volúmenes De Obra (MTOPI, 2003).

Para que la alcantarilla trabaje como flujo a superficie libre deberá cumplir la siguiente condición:

$$H_e < (1.2 - 1.5)D$$

Para lo cual se utilizan las siguientes expresiones:

$$H_e = hv + h_e + hf$$

Donde:

$H_e$ : Altura de entrada

$k_e$ : Coeficiente de entrada, para muro de ángulo abierto  $k_e=0.30$

$v$ : Velocidad de flujo, m/s

$R$ : Radio hidráulico, en m

$g$ : Aceleración de la gravedad, en m/s<sup>2</sup>

n: Coeficiente de rugosidad de Manning,

L: Longitud de la tubería

D: Diámetro de la alcantarilla, en m

## **CAPÍTULO IX**

### **DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL**

#### **9.1 Normativa utilizada**

Con la finalidad de garantizar la fluidez, seguridad y comodidad de los conductores y peatones al momento de desplazarse es necesario contar con una señalización vial, esto con el objeto de indicar a los actores del tránsito la manera correcta y segura de circular por los caminos y carreteras, y de esta manera reducir así los índices de accidentes de tránsito y el tiempo de desplazamiento hacia su destino final.

La normativa utilizada a nivel nacional es entregada por el Instituto Ecuatoriano De Normalización (INEN) en su reglamento técnico ecuatoriano, en su norma Señalización Vial. Parte 1 Señalización Vertical Y Parte 2 Señalización Horizontal. (RTE INEN 004-1:2011 & RTE INEN 004-2:2011).

#### **9.2 Señalización vertical**

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado de tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías. Cada una de las señales deben cumplir y satisfacer una necesidad; ser visible y llamar la atención del usuario vial; contener, transmitir un mensaje claro y simple; inspirar respeto y colocarse de modo que brinde el tiempo adecuado para una respuesta del usuario vial ( RTE INEN 004-1:2011).

##### **9.2.1 Señales regulatorias (Código R)**

Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. Las señales regulatorias que se emplearan para la seguridad vial del proyecto son las siguientes:

### 9.2.1.1 Pare (R1 - 1)

Se instala en las aproximaciones a las intersecciones, donde una de las vías tiene prioridad con respecto a otra, y obliga a parar al vehículo frente a esta señal antes de entrar a la intersección, además su propósito es ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo y que reanuden la marcha sólo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminen totalmente la posibilidad de accidente ( RTE INEN 004-1:2011).

#### **Figura 62.**

*Señal de prioridad de paso Pare y sus dimensiones establecidas por el reglamento*



Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

### 9.2.1.2 Ceda el paso (R1 - 2)

Se utiliza en aproximaciones a intersecciones donde el tráfico que debe ceder el paso tiene una buena visibilidad sobre el tráfico de la vía mayor, esta a su vez indica a los conductores que deben ceder el paso a los vehículos que circulan por la vía a la cual se aproximan sin necesidad de detenerse, si en el flujo vehicular por dicha vía existe un espacio suficiente para cruzarla o para incorporarse con seguridad.

**Figura 63.** .

*Señal de prioridad de paso de Ceda el paso y sus dimensiones establecida por el reglamento*



Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

### **9.2.1.3 Doble vía (R2-3)**

Debe ubicarse en el comienzo de una calzada o calle de doble vía y repetirse en todas las intersecciones y cruces. Siempre las señales deben colocarse en ambos lados de la calle

**Figura 64.**

*Señal de dirección doble vías y sus dimensiones establecidas por el reglamento*



Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

#### **9.2.1.4 No rebasar (R2-13)**

Esta señal se utiliza para indicar la prohibición de efectuar la maniobra de rebasamiento en vía con un solo carril de circulación en cada sentido. En vías pavimentadas, se debe complementar con la respectiva señalización horizontal. Siempre se debe colocar esta señal a ambos lados de la vía, ya que los conductores que deseen efectuar dicha maniobra dirigen una visión hacia la izquierda buscando la oportunidad de realizarla.

#### **Figura 65.**

*Señal regulatoria de NO REBASAR*



Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

#### **9.2.1.5 Límite máximo de velocidad (R4-1)**

Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía, cuando dicho límite difiere de los establecidos en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial y su Reglamento General de Aplicación



**Figura 66.**

*Señal de velocidad máxima permitida en la vía*



Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

**9.2.2 Señales preventivas (Código P)**

Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma. Estas señales, indican la necesidad de tomar precauciones especiales y requieren de una reducción en la velocidad de circulación o de realizar alguna otra maniobra.

**9.2.2.1 Curva abierta izquierda (P1-2I) derecha (P1-2D)**

Indican la aproximación a curvas abiertas; y se instalan en aproximaciones a una curva abierta a la izquierda o derecha. De acuerdo a las circunstancias puede complementarse con una señal aconsejada de velocidad.

**Figura 67.**

*Señal preventiva del sentido de curvas horizontales*



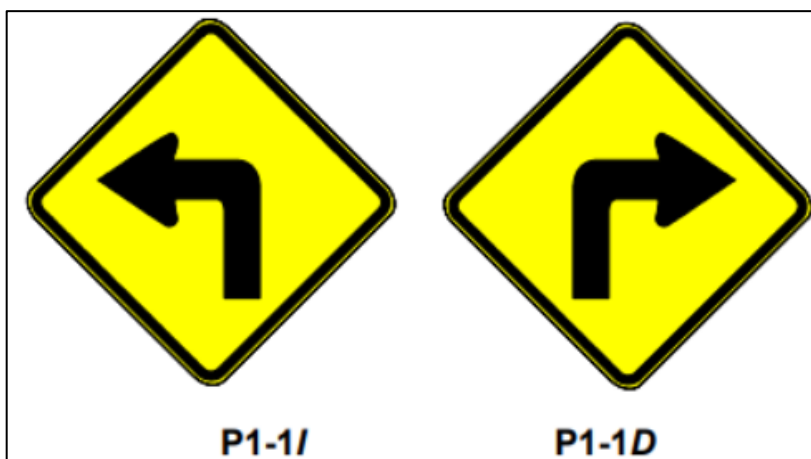
Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

**9.2.2.2 Curva cerrada izquierda (P1-I), derecha (P1-D)**

Estas señales indican la aproximación a curvas cerradas; y se instalan antes de una curva con ángulo de viraje  $\leq$  a  $90^\circ$ ; una señal aconsejada de velocidad R4-1 (límite de máxima velocidad) debe acompañar esta señal

**Figura 68.**

*Señal preventiva de curva cerrada izquierda y derecha*



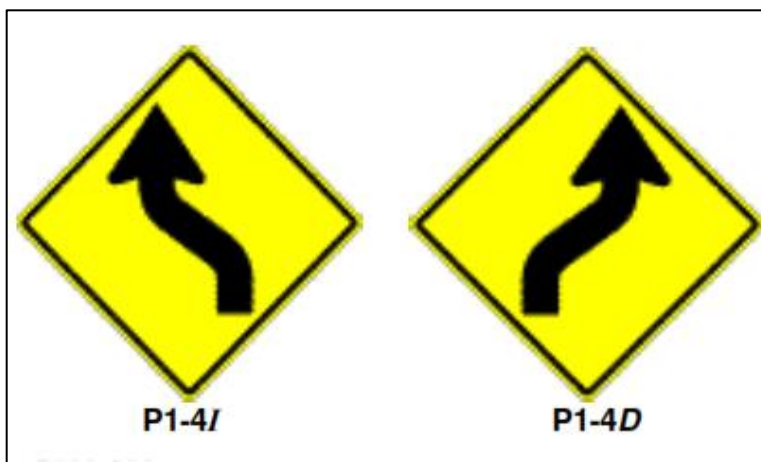
Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

### 9.2.2.3 *Curva y contra curva abierta izquierda-derecha (P1-4I) y derecha – izquierda (P1-4D)*

Indican la aproximación a dos curvas contrapuestas y cuya tangente de separación es menor a 120 m; y se instalan en aproximaciones a esta clase de curvas. De acuerdo a las circunstancias puede complementarse con una señal aconsejada de velocidad R4-1.

#### **Figura 69.**

*Señal de curva y contra curva abierta*



Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

### 9.2.2.4 *Animales en la vía (P6-17):*

Esta señal debe utilizarse para advertir la probable presencia de animales en la vía, sean estos domésticos o de ganado.

**Figura 70.**

*Señal preventiva de obstáculos presentes en la vía*

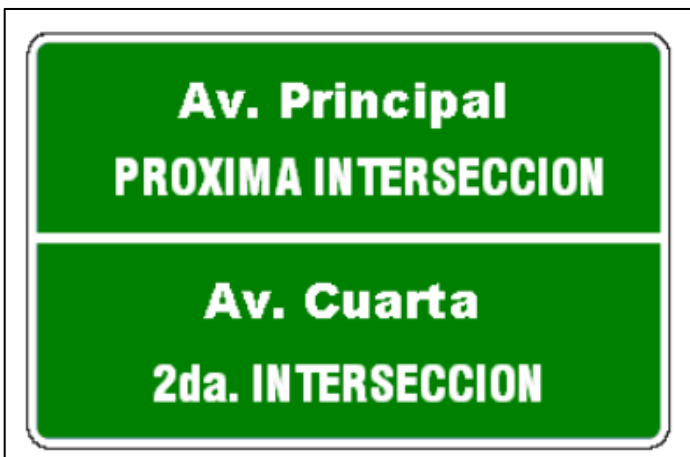


Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

Nombres de avenidas y calles (I1-3b): indican a los usuarios viales los nombres de avenidas y calles por las cuales están circulando. Estas señales son de competencia de los Municipios y/o gobiernos locales ( RTE INEN 004-1:2011).

**Figura 71.**

*Señal de nombres de calles y avenidas*



Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

Las señales de nombres de calles deberían ser instaladas en áreas urbanas en todas las intersecciones de la calle sin tener en cuenta las señales de otras rutas que puedan estar presentes

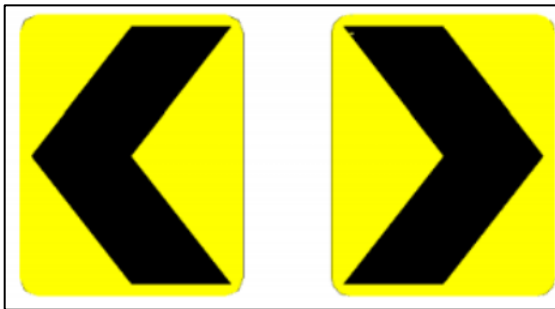
y deberían ser instaladas en áreas rurales para identificar caminos importantes que no son señalados de otro modo ( RTE INEN 004-1:2011).

#### 9.2.2.5 Cambio de rasante D6-2 (I o D)

Se utiliza para indicar el cambio de rasante en el sentido de circulación que debe seguir el conductor. Se utiliza en radio de curvas abiertas pudiendo ser a izquierda o derecha según el alineamiento de la curva

**Figura 72.**

*Señal informativa de delineadores de curva horizontal*



Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

Para el proyecto se determinará el espaciamiento en función del radio de curvatura de la vía diseñada, como lo indica la siguiente tabla:

**Tabla 75.**

*Espaciamiento máx. de delineadores de curva horizontal, de acuerdo con el radio de curvatura*

Radio de curvatura (m)	Espaciamiento en curva (m)
15	8
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24

Fuente: ( RTE INEN 004-1:2011)

### **9.2.3 Colocación lateral y altura**

#### ***9.2.3.1 Colocación lateral en zona rural***

En vías sin bordillos en sectores rurales (carreteras), la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón, postes de guía o cara del riel o guardavía de protección; en caso de existir cuneta, esta distancia se considera desde el borde externo de la misma. La separación no debe ser menor de 2,00 m ni mayor de 5,00 m (ver figura 8.3) del borde del pavimento de la vía, excepto para señales grandes de información en autopistas en donde pueden requerirse mayor separación ( RTE INEN 004-1:2011).

#### ***9.2.3.2 Altura en zona rural***

En sectores rurales, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visibles bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1,50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal. Para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2,00 m ( RTE INEN 004-1:2011).

### **9.2.4 Retroreflectividad e iluminación**

En señales con leyendas y bordes con colores oscuros, solamente debe retroreflectorizarse el fondo que tenga colores blancos o amarillos; ejemplo ver señal de una vía (R2-1I) o (R2-1D), señales preventivas y regulatorias. En señales con fondos con colores oscuros, solamente debe retroreflectorizarse las leyendas y bordes que tengan colores blancos o amarillos; ejemplo ver señal de acuario (IT1-1) y de servicios. En señales con leyendas y bordes con colores blancos o amarillo sobre un fondo con colores oscuros, se debe retroreflectorizar las leyendas, bordes y fondos; ejemplo ver señal de pare (R1-1) e informativas ( RTE INEN 004-1:2011).

### 9.3 Señalización horizontal

La señalización horizontal entregará su mensaje a través de líneas, símbolos y leyendas colocados sobre la superficie de la vía. Son señales de gran efecto al estar instaladas en la zona donde los conductores concentran su atención, son percibidas y comprendidas sin que éstos desvíen su visión de la calzada (INEN, 2011).

Se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas y/o junto a otros dispositivos de señalización (INEN, 2011).

#### 9.3.1 Zonas de no rebasar

Una zona de NO REBASAR se justifica donde la distancia de visibilidad de rebasar es menor que la distancia de rebasamiento mínimo señalado en la tabla a continuación.

**Tabla 76.**

*Distancia de rebasamiento*

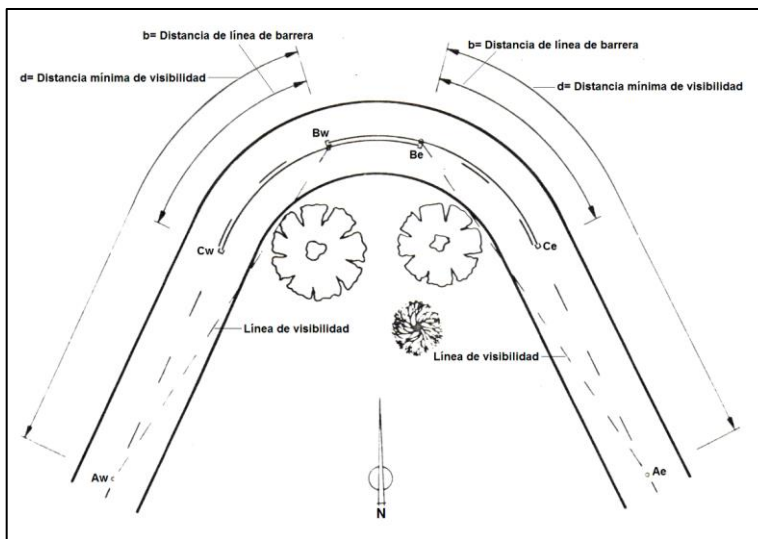
<b>Velocidad de diseño (km/h)</b>	<b>Distancia de rebasamiento mínima(m)</b>
30	80
40	110
50	140
60	180
70	240
80	290
90	350

Fuente: (RTE INEN 004-2:2011)

De igual manera, entre dos zonas de rebasamiento prohibido deben existir al menos 120 m, si esta distancia resulta menor se debe prolongar la línea doble continua, uniendo ambas zonas.

**Figura 73.**

*Zonas de NO REBASAR en curva horizontal*



Fuente: (RTE INEN 004-2:2011)

Por conveniencia la distancia de visibilidad de rebasamiento es medida a través de la línea central, no es importante tomar en cuenta las pequeñas diferencias entre curvas derechas o izquierdas. Ejemplo: Para una curva a la derecha, el vehículo que rebasa está en la parte de afuera de la curva y, para una curva a la izquierda está dentro de la misma.

Las demarcaciones para curvas verticales, son directamente análogas con las curvas horizontales.

**Tabla 77.**

*Distancia mínima de rebasamiento*

Velocidad km/h 85 percentil)	Distancia de visibilidad Mínima de rebasamiento (1,10 m a 1,10 m) m	Longitud de la línea de barrera # m
40	120	75 (6)
50	150	100 (8)
60	180	120 (10)
70	210	145 (12)
80	240	170 (14)
90	270	190 (16)
100	300	215 (18)

Fuente: (RTE INEN 004-2:2011)



### 9.3.1.1 Líneas longitudinales

Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos (RTE INEN 004-2:2011).

Este tipo de línea, se utiliza para delinear sub ejes longitudinales principales de la calzada de una vía, se tiene:

#### 9.3.1.1.1 Líneas de separación de flujos opuestos

Siempre serán de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de carriles para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación no coincide con el eje central (RTE INEN 004-2:2011).

**Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta:** Estas líneas deben ser de color amarilla, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes (INEN, 2011).

#### Tabla 78.

*Relación señalización lineal de separación. de circulación opuesta segmentada*

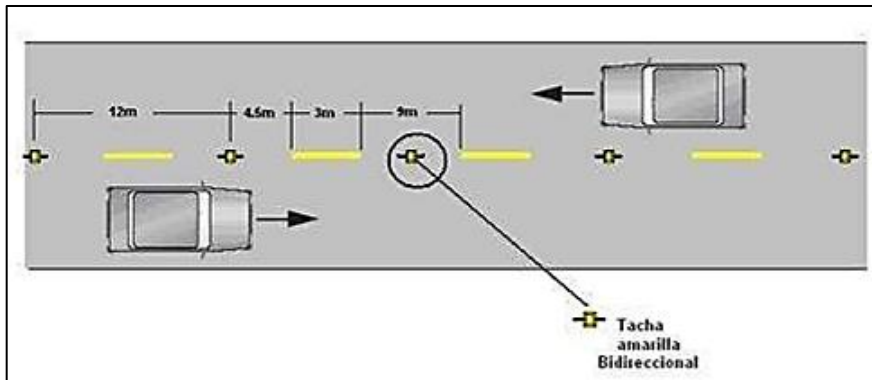
<b>Velocidad máxima de la vía (Km/h)</b>	<b>Ancho de la línea (mm)</b>	<b>Patrón (m)</b>	<b>Relación brecha</b>
<b>Menor o igual a 50</b>	100	12,00	3 - - 9
<b>Mayor a 50</b>	150	12,00	3 - - 9

Fuente: (RTE INEN 004-2:2011)

Para el presente estudio en función a la velocidad máxima determinada en el diseño geométrico de 60Km/h, se toma como opción la velocidad máxima mayor a 50 km/h, con un ancho de la línea de 150 mm, un patrón de 12,00 m y una relación de señalización de brecha de 3-9.

**Figura 74.**

*Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta*

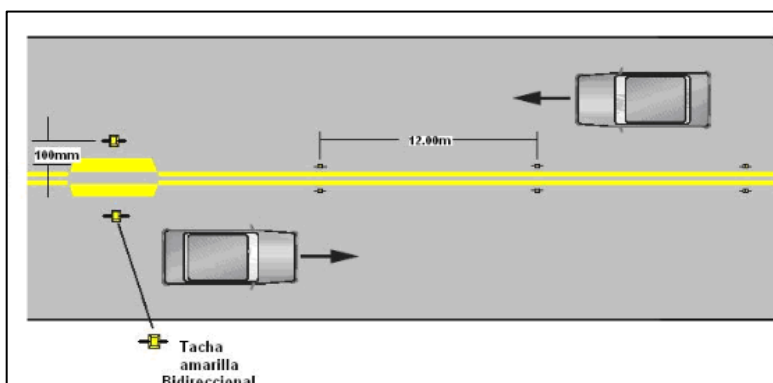


Fuente: (RTE INEN 004-2:2011)

**Doble línea continua o línea de barrera:** Consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho de 100 a 150 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 100 mm. Se emplean en calzadas con doble sentido de tránsito, en donde la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamientos o virajes a la izquierda en forma segura (INEN, 2011).

**Figura 75.**

*Patrón de doble línea continua de circulación*



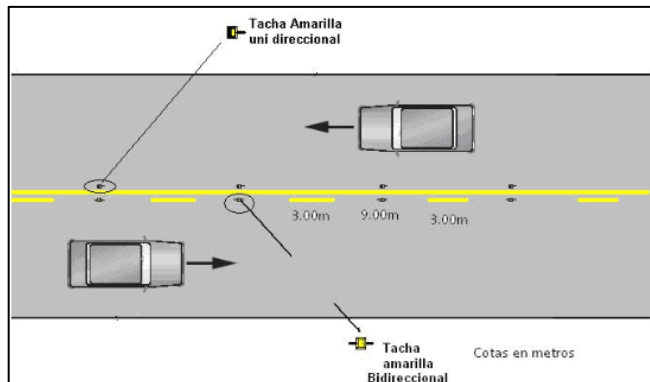
Fuente: (RTE INEN 004-2:2011)

**Doble línea mixta:** Consisten en dos líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada, de un ancho mínimo de 100 mm cada una, separadas por un espacio de 100 mm.

Los vehículos siempre que exista seguridad pueden cruzar desde la línea segmentada para realizar rebasamientos; es prohibido cruzar desde la línea continua para realizar rebasamientos (INEN, 2011).

**Figura 76.**

*Patrón de doble línea mixta continua y mixta*



Fuente: (RTE INEN 004-2:2011)

#### *9.3.1.1.2 Líneas de separación de carriles*

Contribuyen a ordenar el tráfico y posibilitan un uso más seguro y eficiente de las vías, especialmente en zonas congestionadas. Estas líneas separan flujos de tránsito en la misma dirección, y son de color blanco, indicando la senda que deben seguir los vehículos (INEN, 2011).

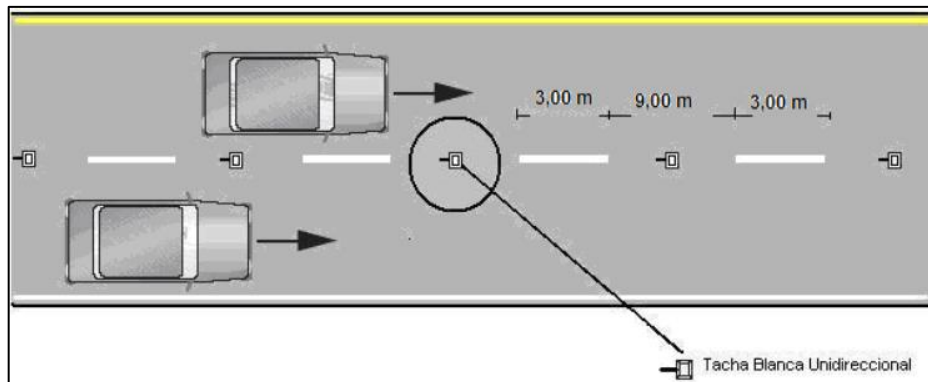
Por razones de seguridad, las líneas de separación de carril deben ser continuas a 20 m antes de la línea de pare en las vías de un cruce controlado por la señal ceda el paso o pare y 30 m en accesos a cruces semaforizados.

**Línea segmentada vía de dos carriles:** La relación entre el tramo demarcado y la brecha de una línea de separación de carril segmentada varía según la velocidad máxima de la vía (INEN, 2011).

**Líneas de separación de carril continuas:** Las líneas de separación de carril continuas se utilizan para segregar ciclo vías y carriles de solo BUS del resto del flujo vehicular en el mismo sentido de circulación y son de color blanco (INEN, 2011).

**Figura 77.**

*Líneas de separación de carriles*



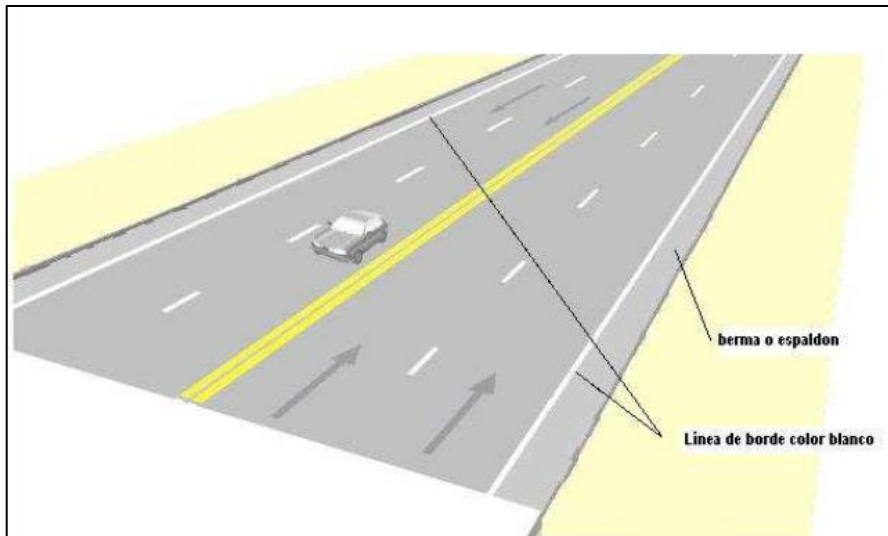
Fuente: (INEN, 2011)

#### 9.3.1.1.3 Líneas de borde de calzada

Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste. Cuando un conductor es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, estas señalizaciones son la única orientación con que aquél cuenta, por lo que son imprescindibles en carreteras, vías rurales y perimetrales (INEN, 2011).

**Figura 78.**

*Señalización de líneas de borde*



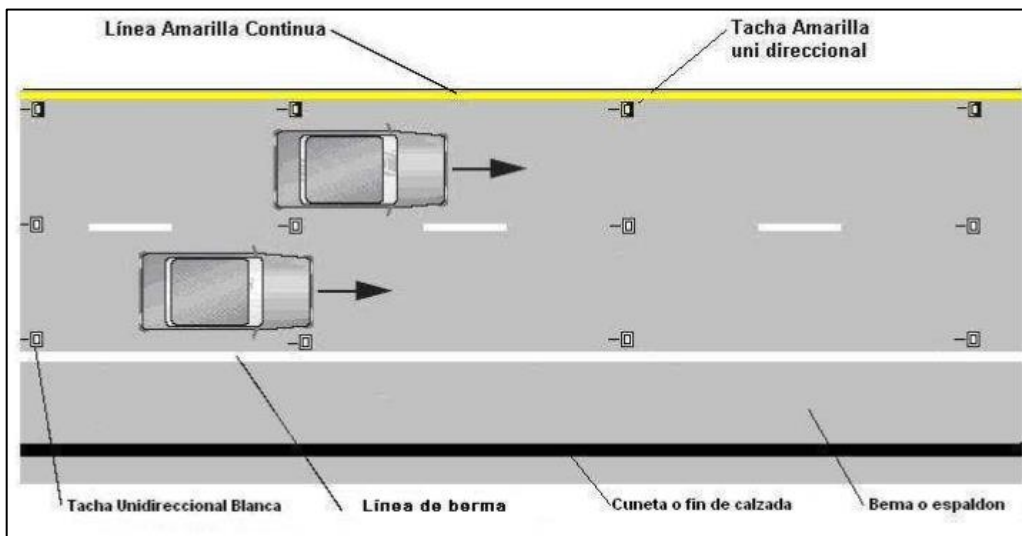
Fuente: (INEN, 2011)

Las líneas de borde se dividen en las siguientes:

**Líneas de borde de calzada continuas:** Estas líneas continuas son las más usadas para señalar el borde de la calzada; su ancho mínimo en vías urbanas debe ser de 100 mm y en autopistas y carreteras de 150 mm (INEN, 2011).

**Figura 79.**

*Líneas continuas de borde*

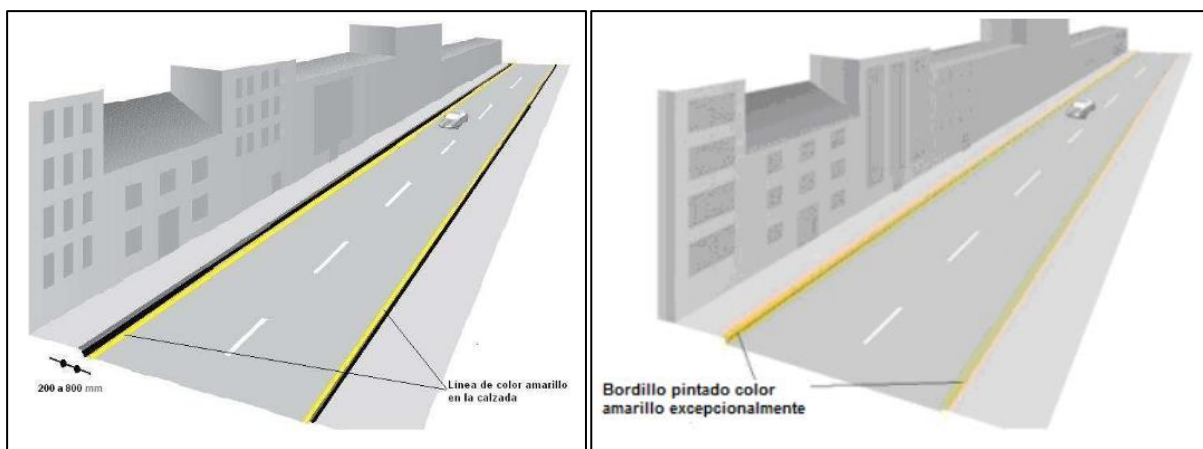


Fuente: (INEN, 2011)

**Líneas de prohibición de estacionamiento:** Esta señalización indica la prohibición de estacionar permanentemente a lo largo de un tramo de vía a menos que se indique un horario de restricción, su color es amarillo, y debe ser demarcada sobre la calzada junto a los bordillos; según las condiciones geométricas y tipológicas del lugar, determinadas por un estudio de ingeniería de tránsito, estas líneas pueden ser demarcadas en los bordillos (INEN, 2011).

**Figura 80.**

*Líneas de prohibición de estacionamiento en calzada*

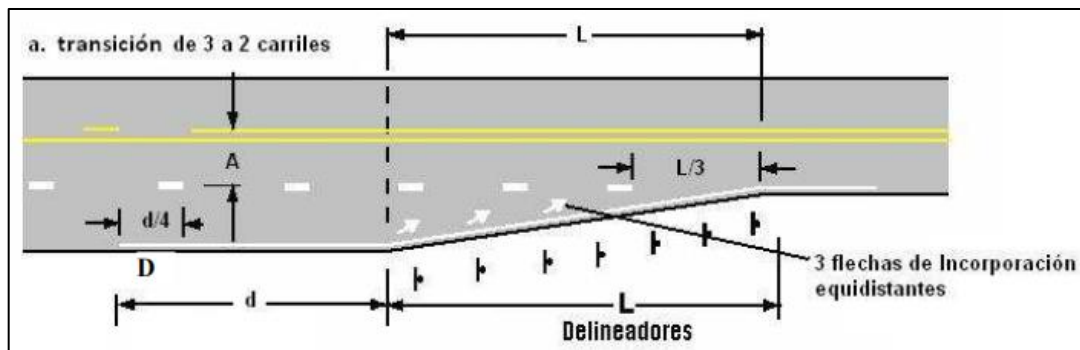


Fuente: (INEN, 2011)

**Transiciones por reducción o ampliaciones de carriles:** Cuando el ancho de la calzada se reduce o aumenta el número de carriles disponibles, se debe señalizar una zona de transición con líneas de separación y de borde de calzada convergentes que indiquen al conductor dicha reducción o aumento siempre debe terminarse al carril derecho (INEN, 2011).

**Figura 81.**

*Transiciones*



Fuente: (INEN, 2011)

### 9.3.1.2 Líneas transversales

Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalizar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas teniendo los siguientes dos sub grupos genéricos:

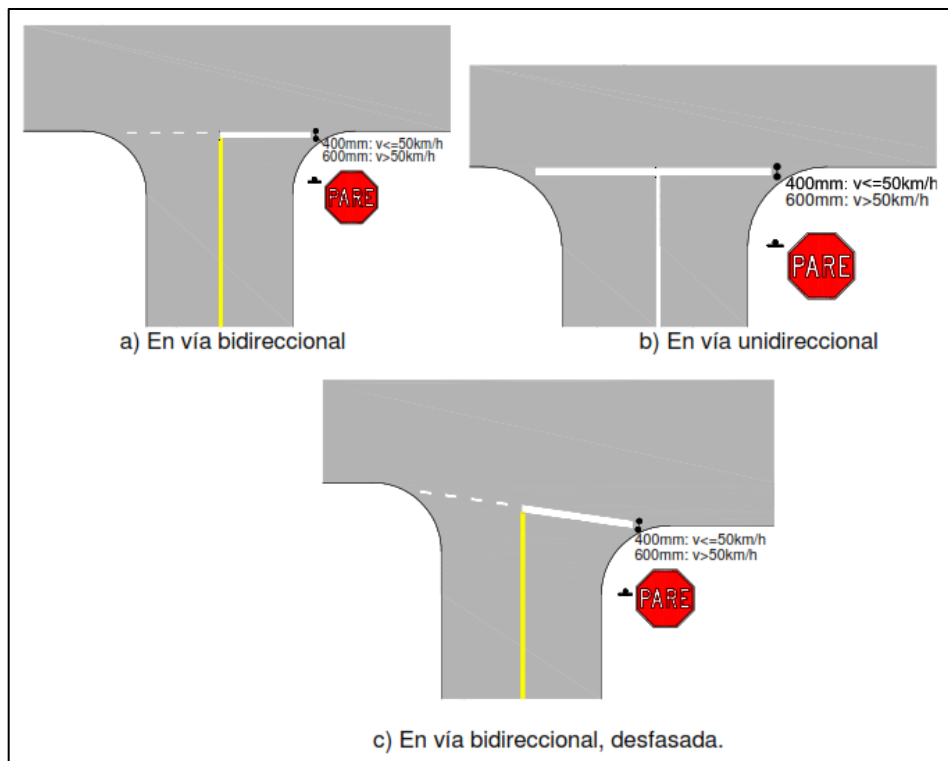
- Líneas de pare.
- Líneas de ceda el paso
- Líneas de detención
- Líneas de cruce peatonal

#### 9.3.1.2.1 Líneas de pare

Es una línea continua demarcada en la calzada ante la cual los vehículos deben detenerse. En vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h el ancho debe ser de 400 mm; en vías con velocidades superiores el ancho es de 600 mm. Se demarca a través de un carril o carriles que se aproxima a un dispositivo de control de tránsito, en donde el conductor obligatoriamente debe detenerse antes de ingresar a la vía prioritaria para reanudar la marcha con seguridad (INEN, 2011).

**Figura 82.**

*Línea de pare en intersección con señal vertical*



Fuente: (INEN, 2011)

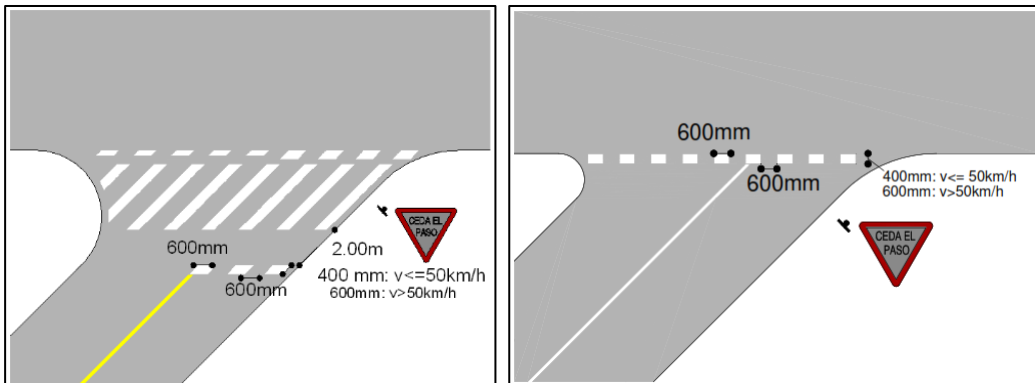
### 9.3.1.2.2 Línea de ceda el paso

Esta línea indica la posición segura para que el vehículo se detenga, si es necesario. Es una línea segmentada de 600 mm pintado con espaciamiento de 600 mm, en vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h el ancho debe ser de 400 mm; en vías con velocidades superiores el ancho es de 600 mm (INEN, 2011).



**Figura 83.**

*Líneas de ceda el paso con señal vertical*



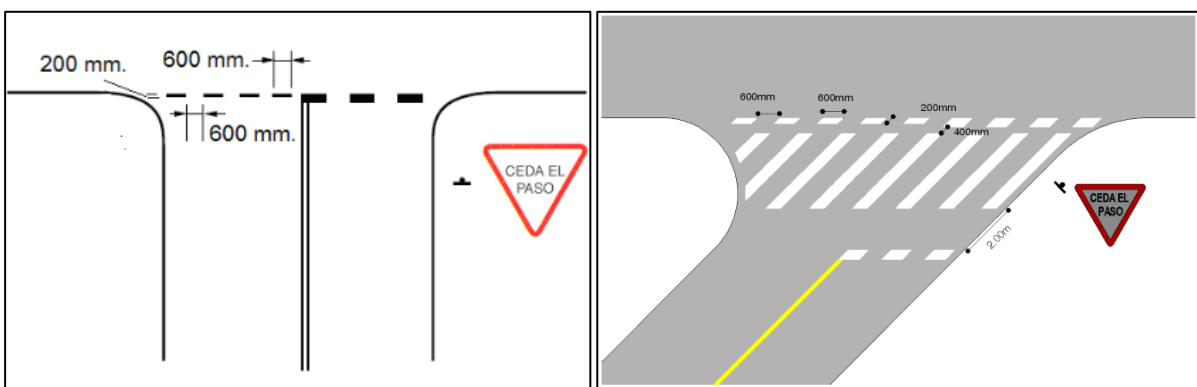
Fuente: (INEN, 2011)

### 9.3.1.2.3 Línea de detención

Esta línea indica a los conductores que viran en una intersección, el lugar donde deben detenerse y ceder el paso a los peatones; y, al peatón el sendero seguro de cruce. Es una línea segmentada de 600 mm por 200 mm de ancho, con espaciamiento de 600 mm. Se demarca en intersecciones controladas con señales de pare o ceda el paso a través del lado izquierdo en la aproximación de una vía menor y alineada con la línea de pare o ceda el paso (INEN, 2011).

**Figura 84.**

*Líneas de ceda el paso con señal vertical*



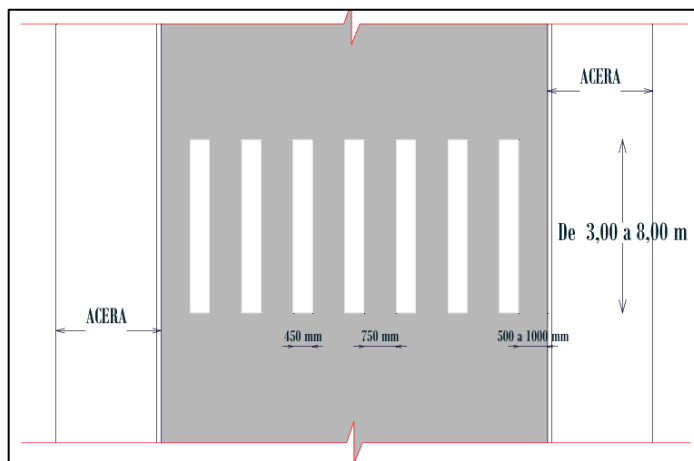
Fuente: (INEN, 2011)

#### 9.3.1.2.4 Líneas de cruce peatonal

Está constituida por bandas paralelas al eje de calzada de color blanco, con una longitud de 3,00 m a 8,00 m, ancho de 450 mm y la separación de bandas de 750 mm. Se debe iniciar la señalización a partir del bordillo o borde de la calzada a una distancia entre 500 mm y 1000 mm, tendiendo al máximo posible. Esta distancia se utilizará para ajustar al ancho de la calzada (INEN, 2011).

**Figura 85.**

*Líneas de cruce cebra*



Fuente: (INEN, 2011)

#### 9.3.2 Símbolos y leyendas

Los símbolos y leyendas se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de señalización: flechas, símbolo de CEDA EL PASO y palabras como PARE, SOLO, SOLO BUS, entre otras (INEN, 2011).

### **9.3.2.1 Características**

**Mensaje.** Esta señalización indica la dirección y sentido de circulación vehicular que debe seguir en un carril, advierte sobre riesgos y en algunos casos regular la circulación, por ejemplo, mediante la señal PARE en la calzada (INEN, 2011).

**Forma.** Debido a que estas señales se ubican horizontalmente sobre el pavimento, y que por lo tanto el conductor percibe primero la parte inferior del símbolo, tantas flechas como leyendas deben ser más alargadas en el sentido longitudinal que las señales verticales, para que el conductor las perciba proporcionalmente (INEN, 2011).

**Color.** La señalización de flechas y leyendas debe ser en color blanco; para símbolos gráficos de discapacitados, se debe usar el fondo de color azul y la imagen de color blanco; para símbolos gráficos de zona escolar y peatonal el fondo de color amarillo y símbolo de color blanco (INEN, 2011).

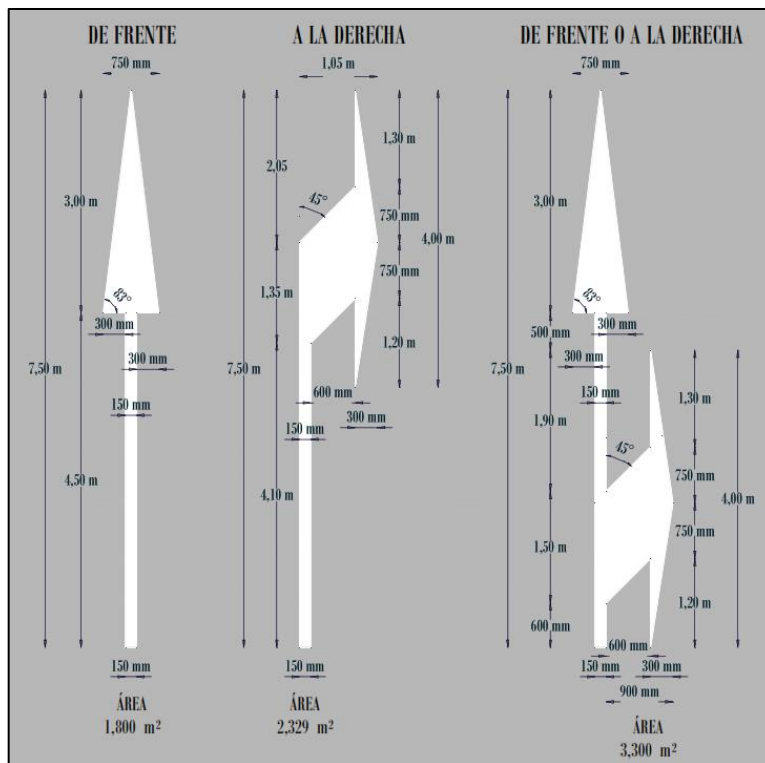
**Ubicación.** Estas deben ser señalizadas en el centro de cada uno de los carriles en que se aplican

### **9.3.2.2 Flechas**

Las flechas señalizadas en el pavimento, indica y advierte al conductor la dirección y sentido obligatorio que deben seguir los vehículos que transitan por un carril de circulación en la inmediata intersección (INEN, 2011).

**Figura 86.**

*Flechas con velocidades mayores a 50 km/h*



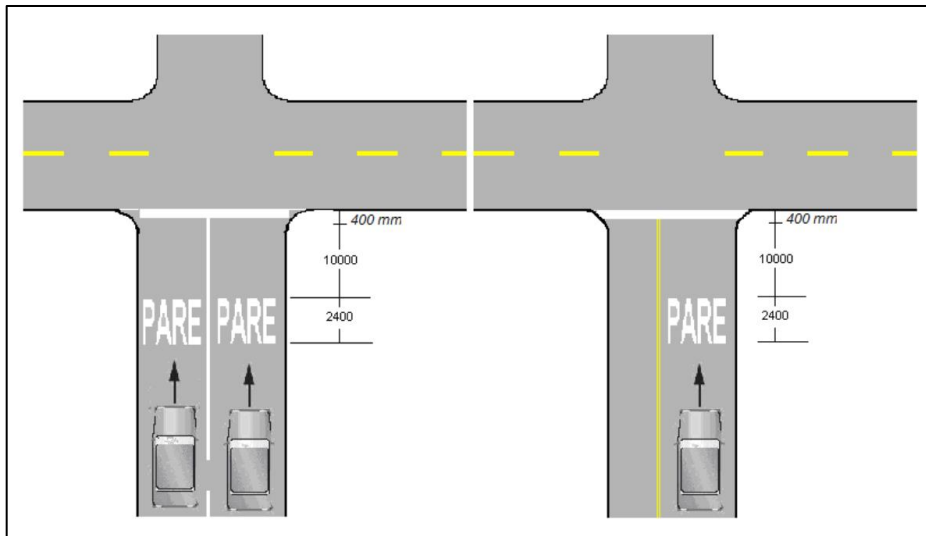
Fuente: (INEN, 2011)

### 9.3.2.3 Leyendas

Palabras, números y símbolos son demarcados en el pavimento para dar mensajes de guía, preventivos o regulatorios, estos deben ser alargados en la dirección del movimiento del tránsito para que puedan ser legibles a máximas distancias. Esta señalización se utiliza para regular la circulación, advertir y guiar a los conductores, como es el caso de las leyendas “SOLO BUS”, “PARE”, “SOLO TELEPEAJE” y otras. Deben ser señalizadas de acuerdo con el Anexo 6, y según la velocidad máxima permitida en la vía. Si se requiere más de una línea de texto, la línea que corresponde leer en segundo lugar debe ubicarse más lejana en el sentido de circulación. Para asegurar su legibilidad se debe dejar un espacio de al menos 300 mm entre palabras y líneas de carril (INEN, 2011).

**Figura 87.**

*Leyendas de la vía*



Fuente: (INEN, 2011)

#### 9.4 Ubicación de la señalización

Tomando en cuenta todos los criterios antes mencionados se realizó tabla de señalización respetando la Norma técnica, a continuación, se resume la ubicación en la vía de cada señal

**Tabla 79.**

*Ubicación de la señalética en la vía*

El Capulí - El Belén		
Abscisa	Código	Tipo De Señal
0+080	P1-2I	Señal Preventiva - Curva Abierta Izquierda
0+180	P1-1D	Señal Preventiva - Curva Cerrada Derecha
0+180	R2-13	Señal De Información-Prohibido Rebasar
0+300	P1-1I	Señal Preventiva - Curva Cerrada Izquierda
0+300	P1-1I	Señal De Información-Prohibido Rebasar
0+300	R2-13	Señal De Información-Prohibido Rebasar
0+600	P1-2I	Señal Preventiva - Curva Abierta Izquierda
0+840	P1-2D	Señal Preventiva - Curva Abierta Derecha
1+060	P1-2I	Señal Preventiva - Curva Abierta Izquierda
1+320	P1-1D	Señal Preventiva - Curva Cerrada Derecha
1+420	P1-2I	Señal Preventiva - Curva Abierta Izquierda

1+600	P1-2D	Señal Preventiva - Curva Abierta Derecha
2+000	I-2	Señal De Información - Kilometraje
2+380	P1-1D	Señal Preventiva - Curva Cerrada Derecha
2+620	P1-2I	Señal Preventiva - Curva Abierta Izquierda
<b>El Belén - El Capulí</b>		
<b>Abscisa</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo De Señal</b>
2+620	P1-2D	Señal Preventiva - Curva Abierta Derecha
2+380	P1-1D	Señal Preventiva - Curva Cerrada Izquierda
2+000	I-2	Señal De Información - Kilometraje
1+600	P1-2I	Señal Preventiva - Curva Abierta Izquierda
1+420	P1-2D	Señal Preventiva - Curva Abierta Derecha
1+320	P1-2I	Señal Preventiva - Curva Abierta Izquierda
1+060	P1-2D	Señal Preventiva - Curva Abierta Derecha
0+840	P1-2I	Señal Preventiva - Curva Abierta Izquierda
0+600	P1-1D	Señal Preventiva - Curva Cerrada Derecha
0+300	R2-13	Señal De Información-Prohibido Rebasar
0+300	P1-1D	Señal Preventiva - Curva Cerrada Derecha
0+300	R2-13	Señal De Información-Prohibido Rebasar
0+180	P1-1I	Señal Preventiva - Curva Cerrada Izquierda
0+180	P1-1I	Señal De Información-Prohibido Rebasar
0+080	P1-2D	Señal Preventiva - Curva Abierta Derecha

*Nota.* Se considera la abscisa y tipo de señal a utilizar. Elaborador por: Los Autores

## CAPÍTULO X

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

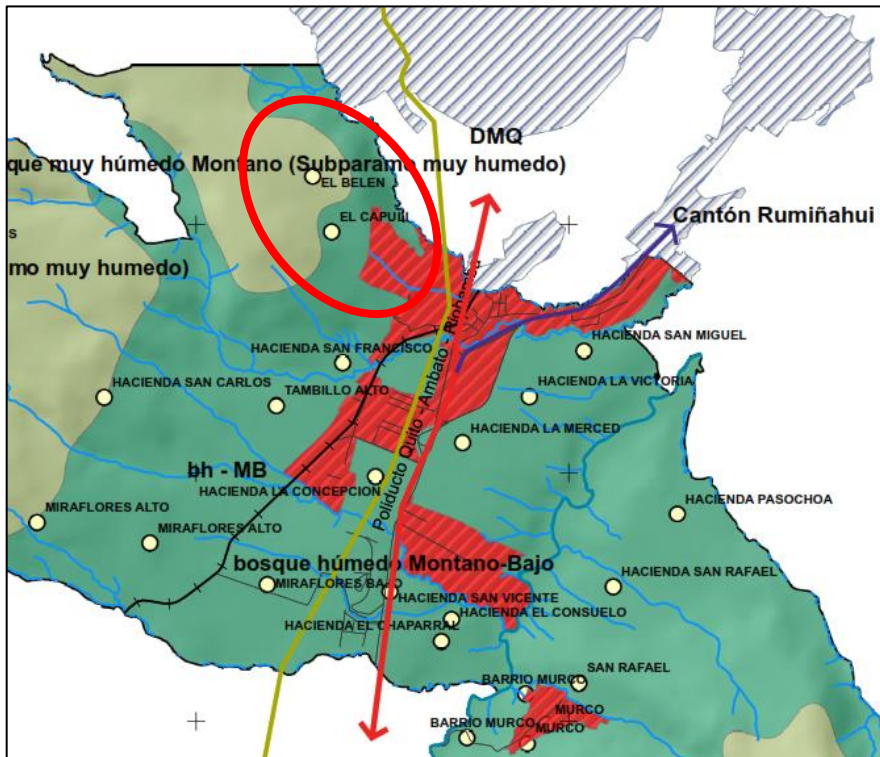
#### 10.1 Diagnóstico de la problemática

La parroquia Tambillo se ubica en la parte norte del cantón Mejía y el sitio del proyecto está entre los barrios El Capulí y El Belén, este se desarrolla en un área rural de la parroquia, y alrededor de este se despliega terrenos cultivables que es el eje económico del sector.

Como resultado, el desarrollo del proyecto impactará en gran medida la transportación de los pobladores y de los productos agrícolas, reduciendo los tiempos de traslado del sector rural hacia la parte urbana de la parroquia.

**Figura 88.**

*Área de influencia del proyecto*



Elaborador por: Los Autores

## **10.2 Área de influencia socioeconómica**

Debido a la ubicación del proyecto, el área de influencia socio económica abarca los varios barrios de la parroquia Tambillo, así como toda la zona urbana, ya que esta abastece de productos agrícolas a los mercados de estas ciudades, esto a su vez favorece en el desarrollo de los barrios de la parroquia.

## **10.3 Localización de escombrera**

Por motivo que las vías se desarrollan a lo largo de tierras agrícolas y por qué la parroquia no cuenta con un relleno sanitario se ha optado por depositar el material desalojado en una de la ciudad de Quito ubicada en el Parque Río Grande.

## **10.4 Caracterización ambiental**

El proyecto esta c catalogado como clase 2 ya que se trata de un mejoramiento vial, esta clasificación se obtuvo del Acuerdo Ministerial 006, con fecha 18 de febrero del 2014, numeral 23.4.1.1.7 correspondiente a la “Rehabilitación y mejoramiento de autopista, vías de primer, segundo y tercer orden”, esto según el (Ministerio del Ambiente, 2015).

## **10.5 Sistemas abióticos y bióticos**

### **10.5.1 Sistema abiótico**

#### ***10.5.1.1 Información climática***

Se ha optado por utilizar la estación más cercana a la zona de estudio, se trata de la estación meteorológica M003 Izobamba, ya que muestra un radio de influencia de 40 km, lo que admite que la información que esta provee sea aplicable en el área de estudio.

Tambillo mantiene un clima templado y moderado que es el resultado de varios factores, que van desde su ubicación, precipitación, temperatura y recursos hídricos. Posee una diversidad de pisos climáticos y ecosistemas que van aproximadamente desde los 2.700 msnm en la parte más baja (Río San Pedro) hasta sus lugares más altos que oscilan entre los 4.000 y



4.200. De acuerdo con los valores investigados entre 1985 - 2015, las precipitaciones varían desde 1500 mm hasta 2000 mm de lluvia (GAD Tambillo, 2020).

Su temperatura fluctúa entre los 8°C a 16°C durante los doce meses del año, con pluviosidad entre 150 mm. La humedad relativa promedio al año es de 80.6 %. La velocidad máxima promedio del viento es de 7.6 m/s, la velocidad mínima promedio del viento es de 4 m/s y la dirección promedio del viento es este. La nubosidad promedio es 5.4 octavos, el máximo es 6 octavos en enero a mayo y el mínimo 4 octavos de julio a agosto (GAD Tambillo, 2020).

### **10.5.2 Geología**

Tambillo se encuentra en una pequeña parte de la depresión geográfica llamada Graven Interandino, formado entre dos cordilleras, la Occidental al Oeste y la Central o Real Al Este, resultado del encuentro entre capas geotécnicas importantes como son la corteza oceánica o basamento de la costa Ecuatorial y cordillera Occidental al Este y las rocas metamórficas de la cordillera real al Oeste. Se asienta en las placas tectónicas Nazca y Sudamérica, que son fallas de rumbo profundas que van en dirección norte-sur o ligeramente NNE-SSO, tales como Peltetec al Este y Calacalí-Pallatanga-Palenque al Oeste. El movimiento dextral en las fallas de este tipo forma a nivel local pequeñas cuencas tectónicas o “valles” como el de Tambillo-Machachi o el valle de los Chillos, que se han rellenado en las eras Terciario y Cuaternario, con los productos de las erupciones de los volcanes circundantes (GAD Tambillo, 2020).

### **10.5.3 Uso y cobertura del suelo**

Se caracteriza por el buen aprovechamiento de sus tierras para los cultivos propios de la zona. Dada las condiciones de riqueza mineral, no se restringe el uso de fertilizantes sintéticos, fungicidas y pesticidas, razón por la cual, existe contaminación química del suelo con sustancias orgánicas fosforadas (GAD Tambillo, 2020).

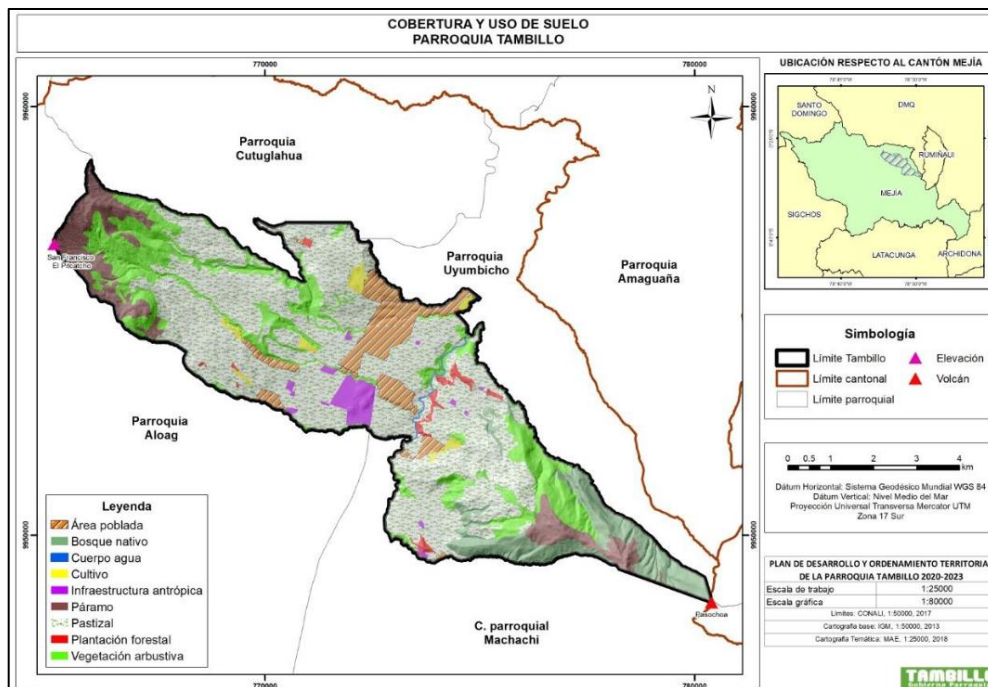
Es una zona con tierras apropiadas para los cultivos ocasionales o limitados, relacionado básicamente al tipo de suelo y al clima. En las zonas montañosas de la parroquia se encuentran tierras no apropiadas para cultivos, pero adecuadas para vegetación permanente como bosques protectores. El territorio es agrícola - ganadero y su frontera agrícola ha avanzado a más de 3600 metros, lo que ha provocado la erosión del suelo (GAD Tambillo, 2020).

Dado que la parroquia se encuentra notablemente influenciada por la actividad pasada y reciente de los volcanes, que han formado su relieve característico, los tipos de suelo son en su mayoría de textura franco arenosas y francas, el tipo de suelo predominante es Molisol, estos suelos pueden ser volcánicos o simplemente jóvenes, que se caracterizan por ser poco meteorizados y con débil desarrollo de horizontes (GAD Tambillo, 2020).

Otro tipo de suelo predominante en la Parroquia es el Molisol, suelo típico en zonas de pradera y valle interandino por lo que se encuentra principalmente en la zona de callejón interandino. Los suelos de tipo Molisoles, en su mayoría se caracteriza por tener un horizonte superficial blando, rico en materia orgánica, oscuro y con alta cantidad de nutrientes, por lo que este tipo de suelo es apetecible para la agricultura (GAD Tambillo, 2020).

**Figura 89.**

*Cobertura y uso de suelo*



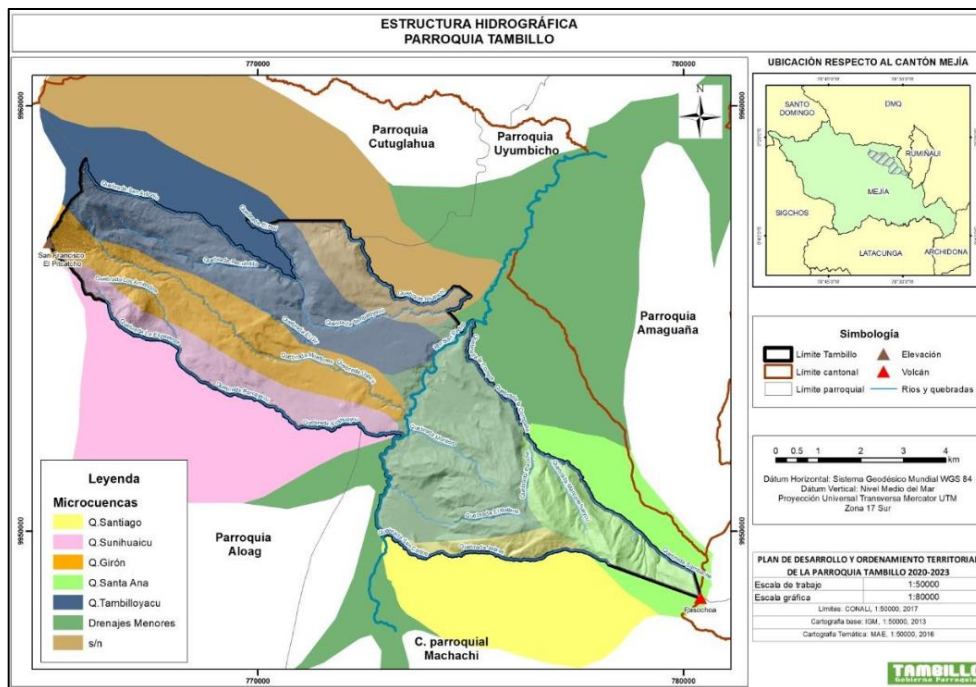
Fuente: (GAD Tambillo, 2020)

#### 10.5.4 Recurso del agua

Existen distintos factores que afectan a las cuencas de la parroquia, que son de tipo natural y antrópicos, destacándose las tormentas, el cambio climático y las inundaciones. Por otra parte, la actividad humana ha generado contaminación de la atmósfera, geosfera e hidrósfera, los mismos que se convierten en problemas graves ante la falta de planificación y el inadecuado manejo ambiental (GAD Tambillo, 2020).

**Figura 90.**

*Estructura hidrográfica*

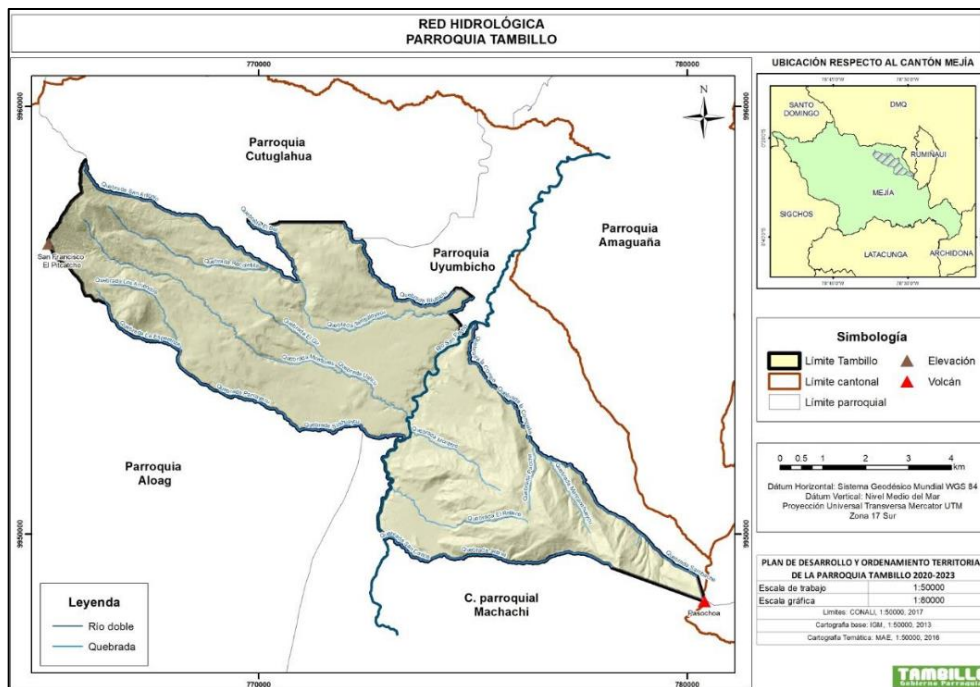


Fuente: (GAD Tambillo, 2020)

Debido a que la vegetación comienza a desaparecer a partir de los 3000 msnm, una gran parte de la cuenca queda expuesta a la pluvia-fluvial que aportan a contaminar cauces y cursos de agua (GAD Tambillo, 2020).

**Figura 91.**

*Red hidrológica de Tambillo*



Fuente: (GAD Tambillo, 2020)

### 10.5.5 Sistema biótico

#### 10.5.5.1 Recurso flora

El área de estudio del proyecto se encuentra ubicado se tiene una extensa variedad de flora con más de 300 plantas, sin embargo, la palma de ramos es una de las especies en peligro de extinción, pues esta especie se utiliza en la confección de adornos para la celebración de La Semana Santa.

#### 10.5.5.2 Recurso fauna

La diversidad biológica existente en la parroquia y sus diferentes bosques es amplia, cuenta con 132 especies de aves, 15 especies de mamíferos, 12 especies de reptiles, anfibios.

La presencia de mamíferos como: cervicabras, conejos, murciélagos, pumas y varias especies de roedores, forman parte del lugar.

### **10.5.6 Medio antrópico**

El cambio del uso del suelo, de agrícola a urbano, produce construcciones en todos los barrios, especialmente en los más cercanos a la Panamericana Sur, teniendo como consecuencia las vibraciones generadas por el tránsito de vehículos que circulan por esta (GAD Tambillo, 2020).

Entre las actividades antrópicas que se realizan en el territorio, podemos mencionar a la deforestación en las partes altas de la Parroquia, se realizan debido al aumento de la frontera agrícola (GAD Tambillo, 2020).

La fertilidad de los suelos provoca una fuerte presencia de actividades productivas: florícola, ganadera, industrial y pecuaria, lo que ha generado considerablemente la contaminación y degradación ambiental. Debido al equilibrio que existe entre los asentamientos humanos y la fauna, la vegetación no se ha visto gravemente alterada; sin embargo, si la zona urbana continúa creciendo podría llevar a que pequeños arborescentes empiecen a desaparecer (GAD Tambillo, 2020).

#### ***10.5.6.1 Grupos étnicos***

Según las proyecciones realizadas para 2020 por la STPE, la autoidentificación según su cultura y su costumbre, la población de Tambillo estaría habitada en los siguientes porcentajes de grupos étnicos: Indígena 5,29 %, Afroecuatoriano/a Afrodescendiente 2,00%, Montubio/a 0,88%, Mestizo/a 89,78%, Blanco/a 2,00%. Siendo la mestiza la mayor parte de la población (GAD Tambillo, 2020).

#### ***10.5.6.2 Densidad demográfica***

La concentración de la población por kilómetro cuadrado en la parroquia de Tambillo es mayor en comparación a las cifras del Cantón Mejía. Alrededor de 239 personas por Km<sup>2</sup>

cuadrado habitan en Tambillo. La densidad poblacional es superior a la del cantón, que es de 231 habitantes por Km<sup>2</sup> (GAD Tambillo, 2020).

#### ***10.5.6.3 Seguridad y convivencia ciudadana***

El nivel de seguridad y la convivencia ciudadana han sido afectados en los últimos años por el incremento de la delincuencia (30%), que ha sido consecuencia de la ausencia del mejoramiento del alumbrado público (10%), la inconclusión de la casa barrial (27%), la falta de espacios de recreación y la utilización de los ya existentes que permanecen cerrados (23%) y el apoyo a los grupos de la parroquia (10%), esta información se determina de las encuestas realizadas por el equipo consultor para el 2020 (GAD Tambillo, 2020).

#### ***10.5.6.4 Movimientos migratorios***

De acuerdo con las proyecciones del censo a 2020, 136 habitantes migraron a otro país en busca de empleo, 12 por motivos de estudio, 26 por reencuentro familiar y 4 por algún otro motivo que no especificaron, generando de esta manera una desorganización familiar. Por otra parte, un número similar de extranjeros ingresó a la Parroquia, especialmente del sector sierra y de los países vecinos como Colombia y Perú, lo que constituye una fortaleza de la parroquia por la diversidad de tradiciones y costumbres (GAD Tambillo, 2020).

#### ***10.5.6.5 Educación***

La educación de la parroquia se ve afectada principalmente por las condiciones de infraestructuras de los pocos centros educativos con los que cuenta, además la mayoría de los habitantes que se encuentran cursando sus estudios ven como primera opción estudiar en la capital, como segunda opción tienen las unidades educativas del Cantón Rumiñahui y como última opción las de su propia parroquia (GAD Tambillo, 2020).

### ***10.5.6.6 Actividades económicas / sectores productivos***

#### ***10.5.6.6.1 Actividades de campo:***

El 19,02% de la población de Tambillo se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Todas estas variables sumadas conforman la actividad de mayor peso en la parroquia (GAD Tambillo, 2020).

#### ***10.5.6.6.2 • Industrias manufactureras:***

El 16,78% corresponde al trabajo en modo de empleados, es decir, trabajan durante jornadas laborales en donde reciben un sueldo fijo, lo cual mantiene una estabilidad económica. Una planta de las más conocidas es Productos Paraíso del Ecuador S.A. que fue fundada en 1973 como una empresa industrial dedicada a la fabricación y comercialización de colchones y espuma de poliuretano (GAD Tambillo, 2020).

#### ***10.5.6.6.3 • Comercio al por mayor y menor:***

En la parroquia el 14,80% de sus pobladores se dedican al comercio de productos propios o la reventa de terceros, esta actividad ha sido por años la fuente de ingresos de los habitantes. Su comercio se centra en transportar sus productos al mercado de Sangolquí, que se encuentra ubicado a unos pocos kilómetros de la parroquia, también lo hacen en pequeños autos en la cabecera parroquial (GAD Tambillo, 2020).

## **10.6 Evaluación de impactos ambientales**

La evaluación del impacto ambiental radica en: identificar, predicción, interpretar, prevenir, valorar y comunicar el impacto que se genera en la ejecución de un proyecto alrededor del entorno (Gómez y Suquillo , 2020).

### **10.6.1 Magnitud**

Para la realización de la evaluación de los impactos ambientales existen varias metodologías. Para el presente proyecto se utilizará la metodología de un sistema de red y



gráficos, en base a una matriz causa – efecto; la que se determinará por medio de la siguiente ecuación:

$$M = a * i + b * E + c * D$$

Dónde:

i: Intensidad

E: Extensión

D: Duración

Los valores de a, b y c corresponden al peso de cada variable, así:

a: 0,40

b: 0,35

c: 0,25

### 10.6.2 Importancia de los impactos

Tiene relación directa con las características del impacto, esto permite que su valor puede obtenerse de la sumatoria acumulada de la intensidad, extensión, duración, reversibilidad y riesgo, la misma que se determinará por el uso de la siguiente fórmula:

$$I = 3 * i + 2 * E + D + R + Ri$$

Dónde:

I: Importancia

i: Intensidad

E: Extensión

D: Duración

R: Reversibilidad

Ri: Riesgo

Para entender mejor los resultados obtenidos, al valor de impacto calculado se le dio un valor equivalente, cuya magnitud y significado se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 80.**

*Valores asignados al riesgo del impacto ambiental*

Variable	Símbolo	Carácter	Valor asignado
----------	---------	----------	----------------

<b>Intensidad</b>	I	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
<b>Extensión</b>	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
<b>Duración</b>	D	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1
<b>Reversibilidad</b>	R	Irreversible	3
		Recuperable	2
		Reversible	1
<b>Probabilidad</b>	P	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1
<b>Riesgo</b>	Ri	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1

Fuente: (Gómez y Suquillo , 2020)

### 10.6.3 Identificación de impactos ambientales

Para identificar y valorar los impactos ambientales negativos y positivos que se producirían por el mejoramiento y operación de la carretera en la parroquia, se diseñó una Matriz de Impactos Ambientales, donde se ha realizado un agrupamiento de acuerdo al tipo de actividades del proyecto:

- **Actividad**
- **Construcción**
  - Campamento
  - Cierre parcial de vías
  - Preparación del terreno
  - Excavaciones
  - Operación de la maquinaria
  - Transportes materiales
  - Disposición de materiales de desalojo
- **Operación y mantenimiento**

Operación de las vías

Mantenimiento de las vías

#### 10.6.4 Matriz de Leopold

Este método toma en cuenta diferentes impactos que se generan en el medio ambiente a través de distintos factores ambientales, de igual forma incorpora variables de magnitud e importancia en la evaluación del Impacto Ambiental y para finalizar ayuda a toda la información analizada durante la evaluación de manera reducida.

En función de los criterios antes mencionados se tiene la siguiente valoración de los impactos ambientales del proyecto.

**Tabla 81.**

Valoración de los impactos ambientales *del proyecto*

Actividad	i	E	D	R	P	Ri	M	I
<b>Construcción</b>								
Campamento	1	1	2	2	3	3	1	<b>16</b>
Cierre parcial de vías	2	2	2	1	2	2	2	<b>19</b>
Preparación del terreno	2	1	2	1	2	2	2	<b>17</b>
Excavaciones	1	2	2	1	1	2	2	<b>15</b>
Operación de la maquinaria	3	2	2	1	1	2	2	<b>21</b>
Transportes materiales	2	2	2	1	1	2	2	<b>18</b>
Disposición de materiales de desalojo	2	1	2	1	1	2	2	<b>16</b>
<b>Operación y mantenimiento</b>								
Operación de las vías	2	1	2	1	1	2	2	<b>16</b>
Cierre, Abandono y Entrega del área del proyecto	1	1	2	1	1	1	1	<b>11</b>

Elaborador por: Los Autores

Seguida a la evaluación de cada una de las variables, se analiza la magnitud e importancia, donde se tiene una valoración del impacto entre bajo y medio, en función de la siguiente tabla:

**Tabla 82.**

*Rangos de comparación para la magnitud e importancia*

Importancia	Magnitud	Valoración del impacto
9-14	1.0-1.6	Bajo
15-22	1.7-2.3	Medio
23-27	2.4-3.0	Alto

Fuente: (Gómez y Suquillo , 2020)

En función de los criterios antes mencionados se tiene la siguiente matriz de Leopold para nuestro proyecto:

**Tabla 83.**

*Matriz de Leopold*

ACCIONES CAUSANTES DE POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES  FACTORES AMBIENTALES		PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				MANEJO DE DESECHOS COMUNES	CAPACITACIONES	REHABILITACIÓN DE ZONAS AFECTADAS POR EL PROYECTO	CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL PROYECTO DEL PROYECTO
		Tram porte de Materiales	Generación de Polvo	Generación de ruidos y vibraciones	Riesgo de Accidente Laborales	Capacitación acerca del Manejo de Desechos Sólidos	Capacitación de educación ambiental	Programa de rehabilitación en zonas afectadas	Programa de abandono y cierre del proyecto
MEDIO FÍSICO	SUELO	-2	-1	1		2	1		-2
	AIRE	-2	-1	-1	1	-1	1	1	2
	CLIMA	1	1	1		1	1	2	3
	AGUA	1	1	1		1	1	2	3
	AGUA	-2	-1	-2	1	-2	1	2	-3
MEDIO BIÓTICO	FLORA	1	1	2	1	2	3	1	1
	FAUNA	-1	-1	-1	1	-2	1	1	-3
	FAUNA	1	1	1	1	2	2	1	1
MEDIO HUMANO	USO DEL SUELO	-1	1	1	1	-3	1	1	-2
	DEMOGRAFÍA	1	1	1	2	2	2	3	2
	VIALIDAD	1	1	2	1	1	1	2	1
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL		-6	-1	-5	-1	-6	7	2	1
		5	9	8	2	12	12	11	11

Elaborador por: Los Autores.

## 10.7 Plan de manejo ambiental

### 10.7.1 Plan de prevención y mitigación de impacto

**Tabla 84.**

*Plan de prevención y mitigación de impactos en el suelo*

<b>Programa de prevención en el suelo</b>					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<b>Remoción de la cobertura vegetal.</b>	Pérdida temporal de la cobertura vegetal y afectación al estado y calidad del suelo de la zona.	Durante cada una de las actividades en la construcción de la vía, se deberá recolectar el material de excavaciones, los mismos que deberán ser utilizados como relleno en zonas de la vía o a su vez se entregara a la población cercana para su respectiva reutilización.	Se mantendrá en su totalidad limpio el área del proyecto	Registro Fotográfico	6 meses
<b>Generación de polvo, ruido y vibraciones debido a los trabajos de excavaciones.</b>	Afectación de manera directa al aire, suelo, flora y fauna del sector.	El contratista deberá llevar un control de mantenimiento de la maquinaria. Se deberá limitar trabajos en casos de no ser necesarios (compactación).	Mantenimientos programados durante la ejecución del proyecto.	Registro Fotográfico, Facturas y Registro diario de maquinarias	6 meses

Elaborador por: Los Autores

**Tabla 85.***Plan de prevención y mitigación de impactos en el aire*

<b>Programa de prevención en el aire</b>					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<b>Generación de polvo ruidos, vibraciones por las excavaciones de la subrasante de las calzadas</b>	Generación de polvo en mínimas cantidades.	Se humedecer el área del proyecto en la parte del centro poblado para minimizar el polvo provocado por las excavaciones, desbroce y limpieza del terreno y evitar las molestias a los habitantes.	Se humedecerá 2 veces al día con carros cisternas en el centro poblado durante los 6 meses donde se realizarán las excavaciones de la subrasante de las vías.	Fotografías, Facturas.	6 meses
	Generación de ruido y molestia en los habitantes de la comunidad beneficiaria	Se debe elegir equipos y maquinarias que sean poco ruidosos, además se debe efectuar mantenimiento adecuado a los equipos que se van a utilizar.	Se utilizará el 100% de equipos que no generen demasiado ruido.	Fotografías. Registro de equipos a utilizarse.	6 meses

Elaborador por: Los Autores

**Tabla 86.**

*Plan de manejo de desechos*

<b>Programa de prevención de desechos solidos</b>					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<b>Generación de restos de Desechos sólidos (arena, tablas, piedras, desechos de tarrinas plásticas, botellas plásticas)</b>	Alteración visual Presencia de residuos sólidos comunes.	Los trabajadores de la obra serán los responsables de realizar la separación de los desechos generados. Los residuos generados en el proyecto serán almacenados en tachos de diferentes colores con su respectiva señalización, los mismos serán trasladados hacia un sitio de recolección de basura del cantón Mejía al menos 2 veces por semana	Se realizará el 100% de la limpieza del área del proyecto.	Fotografías, Facturas. Registro de generación y manejo de desechos.	6 meses

Elaborador por: Los Autores

**Tabla 87.**

*Plan de seguridad y salud ocupacional*

<b>Programa de prevención de accidente, seguridad y señalización</b>					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<b>Seguridad al personal que se encuentra laborando en el proyecto.</b>	Protección a las personas.	Dotación de 40 equipos de seguridad (cascos no metálicos, guantes, orejeras, ponchos de agua)	Entrega de 40 equipos de protección al personal.	Facturas, fotografías. Registro de entrega de los EPP.	Los primeros días del mes.
<b>Evitar posibles accidentes en el proyecto.</b>	Prevenir accidentes en la población.	Se colocará señales Informativa, Preventiva, Ambiental y Cintas de seguridad en el proyecto.	Se implementará el 100% de la señalización.	Facturas, fotografías, Informe.	6 meses.

Elaborador por: Los Autores

**Tabla 88.***Plan de contingencia*

<b>Programa de contingencias ante eventos</b>					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<b>Evitar posibles derrames o accidentes en el proyecto.</b>	Capacitar al personal respecto a los principales casos de emergencias o contingencias que son: incendios, derrames, accidentes de tránsito.	Dotación de un botiquín de primeros auxilios. Elaboración de una guía (Números de teléfonos de la policía, bomberos, hospital).	Se cumplirá al 100% con el número de capacitaciones	Fotografías Registros Guía.	1 mes

Elaborador por: Los Autores

**Tabla 89.***Plan de rehabilitación*

<b>Programa de rehabilitación de áreas verdes</b>					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<b>Perdida de la cobertura vegetal en zonas de ejecución del proyecto.</b>	Daños directos al estado y calidad del suelo de la zona.	Se deberá realizar la siembra de árboles nativos de la zona para lo cual el área de los trabajos del proyecto debe encontrarse libre de escombros. Se utilizará herramientas menores (pala, pico, barra, etc.) para realizar la siembra.	Plantación de especies de árboles nativos de la localidad en áreas donde debido a trabajos constructivos fueron afectadas.	Registro fotográfico y Factura.	En el sexto mes, una vez finalizado los trabajos del proyecto.

Elaborador por: Los Autores



**Tabla 90.***Plan de cierre y abandono y entrega del área del proyecto*

<b>Programa de cierre y abandono</b>					
<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Plazo (meses)</b>
<b>Generación de escombros y desechos comunes en el área del Proyecto.</b>	Contaminación al medio ambiente debido a la generación de escombros y desechos comunes.	Una vez concluido los trabajos del proyecto, se realizará el desalojo de las maquinarias, escombros, material de señalización. Se limpiará completamente toda el área del proyecto permitiendo la movilidad de las personas sin ningún tipo de inconveniente.	Limpieza al 100% de toda el área del proyecto al finalizar todos los trabajos constructivos.	Limpieza al 100% de toda el área del proyecto al finalizar todos los trabajos constructivos.	Última semana del sexto mes, culminando todos los trabajos del proyecto.

Elaborador por: Los Autores

### 10.7.3 Educación y concienciación ambiental a la comunidad

El objetivo principal de este es difundir y establecer instrucciones al personal que laborará en el proyecto para minimizar los riesgos operativos que se puedan presentar en el desarrollo de las actividades, la misma que se detallan a continuación:

**Tabla 91.**

*Plan de cierre y abandono y entrega del área del proyecto*

<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>
<b>Desconocimiento de la población sobre la implantación del proyecto.</b>	Concienciar a la población y los obreros sobre los posibles riesgos y medidas que se deberán realizaren la ejecución del proyecto	Realizar una capacitación a la población y a los obreros que se encuentra laborando sobre riesgos y medidas de prevención.	Se cumplirá al 100% con el número de capacitaciones.	Registro de asistencia. Fotografías. Informe

Elaborador por: Los Autores

### 10.7.4 Seguimiento y monitoreo

Sirve para dar cumplimiento a la Ley de Gestión Ambiental respecto a los requisitos para la obtención del permiso ambiental se reunieron requerimientos previos como son la obtención del Certificado de intersección donde se informa que el proyecto , así como también cumplir con lo que establece la Ley de Gestión Ambiental en el artículo 28, donde menciona el derecho de toda persona natural o jurídica a participar en la Gestión Ambiental a través de los diversos mecanismos de participación social.

**Tabla 92.***Plan de seguimiento y monitoreo*

<b>Plan</b>	<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Responsable</b>
Plan de mitigación	Se clasificarán los desechos y se colocarán en tachos, se mantendrán registros de la cantidad de desechos que se generan.	Volumen de desechos clasificados/volumen de desechos generados	Registro de generación y manejo	Contratista
Plan de desechos sólidos	Se clasificarán los desechos y se colocarán en tachos, se mantendrán registros de la cantidad de desechos que se generan.	Volumen de desechos clasificados/volumen de desechos generados	Registro de generación y manejo	Contratista
Plan de relaciones comunitarias	Se realizará (1) capacitación en el sector sobre el manejo y protección de los recursos agua, suelo y aire, para la comunidad.	Número de capacitaciones planificadas / número de capacitaciones ejecutadas	Registro de asistencia a las capacitaciones.	Contratista
Plan de educación ambiental	Se realizará (1) capacitación al personal que se encuentra laborando sobre riesgos y medidas de prevención	Número de capacitaciones planificadas / número de capacitaciones ejecutadas	Registro de asistencia a las capacitaciones.	Contratista
Plan de contingencia	Dotación de (1) botiquín de primeros auxilios	Botiquín requerido/ botiquín implementado	Factura por pago, fotografías	Contratista
	Implementar una guía de respuesta	Guía implementada/ guía planificada.	Guía	Contratista

	en caso de emergencia.			
Plan de seguridad salud ocupacional	Dotación de equipos de seguridad laboral.	Equipos requeridos/ equipos usados	Factura por pago, fotografías	Contratista
Plan de seguimiento y monitoreo	Se realizará el seguimiento y monitoreo del cumplimiento del plan de manejo ambiental.	Número de actividades implementadas / número de actividades planificadas	Cronograma valorado	Gad parroquial
Plan de rehabilitación	Se forestarán plantas nativas	Plantas nativas requeridas/ plantas plantadas.	Factura por pago, fotografías	Contratista
<b>Plan de cierre y abandono</b>	Se deberá retirar todo elemento sobrante como: tubería, escombros y estructuras provisionales.	Volumen de material generado/ volumen material retirado	Fotografías	

Elaborador por: Los Autores

## **CAPÍTULO XI**

### **EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA**

#### **11.1 Presupuesto de obra**

Se fundamenta en la previsión del total de los costos envueltos en la construcción de la obra, dentro de él se considera el margen de beneficio que se tenga previsto. La importancia del presupuesto de obra de un proyecto de construcción es muy considerable por ser el documento básico que establece el marco económico para la ejecución de las obras. Para conocer el presupuesto de obra de un proyecto se deben seguir los siguientes pasos básicos (Córdova H. , 2018).

##### **11.1.1 Cantidades de obra**

Las cantidades de obra para el proyecto serán calculadas en base a las diversas actividades en el proceso constructivo para lo cual nos ayudaremos de los siguientes ítems:

- Planos del Diseño geométrico definitivo
- Sección típica.
- Diseño Hidráulico.
- Diseño de la estructura de la vía
- Movimientos de tierra.
- Señalización.
- Evaluación de Impactos ambientales
- Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP-001-F-2002.

### **11.1.2 Análisis de precios unitarios**

Se considerará como precio unitario a la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado, ejecutado conforme al proyecto, las mismas que deben ser acompañadas con el fiel cumplimiento de las especificaciones de construcción y normas de calidad, el mismo que se integra con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo por financiamiento, el cargo por la utilidad del contratista y los cargos adicionales (Córdova H. , 2018).

#### ***11.1.2.1 Costos directos***

Se define como: "la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso productivo, la secuencia para la elaboración del costo directo es como sigue:

- Planos y especificaciones
- Lista de materiales
- Maquinaria y equipo
- Mano de Obra

#### ***11.1.2.2 Costos indirectos***

Se denominan a toda erogación necesaria para la ejecución de un proceso constructivo del cual se derive un producto; pero en el cual no se incluya mano de obra, materiales ni maquinaria (Córdova H. , 2018).

### **11.1.3 Presupuesto de obra**

El presupuesto de obra le permite al promotor la estimación de las cantidades de recursos que debe invertir, evaluar el avance de esta, describir las actividades de cada contrato, entre

otros elementos que conformaran mecanismos indicadores de precio para proyectar el costo y periodo final del proyecto (Gómez y Suquillo , 2020).

**Tabla 93.**

*Presupuesto del proyecto*

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
1	Replanteo y Nivelación	km	2.86	934.98	2,674.04
2	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	3.289	246.18	809.69
3	Excavación sin clasificación (c/excavadora)	m3	73597.91	3.94	290,285.47
4	Material de préstamo importado	m3	34506.68	7.74	267,196.82
5	Excavación y relleno para estructuras	m3	48.6	12.70	617.11
6	Excavación para cunetas y encauzamientos	m3	1251.25	1.32	1,654.77
7	Transporte para material de préstamo importado (libres 500 m)	m3xkm	18000	0.76	13,696.56
<b>SUBTOTAL 1:</b>					<b>576,934.44</b>
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>					
8	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	m3	16445	9.53	156,770.05
9	Subbase clase 3	m3	5262.4	10.18	53,576.45
10	Base clase 1A (d<38.1 mm)	m3	5262.4	13.42	70,626.63
11	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 8 cm de espesor	m3	2631.2	18.89	49,711.68
12	Transporte de material de subbase clase 3	m3xkm	157872	0.58	91,885.29
13	Transporte para material de base clase 1A	m3xkm	157872	0.60	94,382.20
14	Transporte de material de mejoramiento	m3xkm	493350	0.58	287,141.54
15	Transporte de material para la capa de rodadura de hormigón asfáltico	m3xkm	78936	0.60	47,191.10
<b>SUBTOTAL 2:</b>					<b>851,284.94</b>
<b>ESTRUCTURAS</b>					
16	Hormigón estruct. de cemento portland clase A, f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> , cabezales, muros y cunetas	m3	8.424	194.56	1,638.93
17	Hormigón simple, f <sub>c</sub> =180 kg/cm <sup>2</sup> para cunetas	m3	852.28	140.07	119,378.86
18	Hormigón pobre para replantillo	m3	1.296	140.07	181.53
19	Acero de refuerzo f <sub>y</sub> =4 200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	0.8424	2.25	1.90
<b>SUBTOTAL 3:</b>					<b>121,201.22</b>
<b>DRENAJE Y ALCANTARILLADO</b>					
20	Tubería para alcantarilla D= 400 mm	m	121.5	183.77	22,328.06
<b>SUBTOTAL 4:</b>					<b>22,328.06</b>
<b>INSTALACIONES PARA CONTROL DEL TRÁNSITO Y USO DE LA ZONA DEL CAMINO</b>					
21	Guarda camino metálico	m	490		0.00
22	Señales regulatoria prevención al lado de la carretera (0,6 m x 0,6 m)	u	28	185.76	5,201.28
23	Señales de prevención al lado de la carretera (0,6 m x 0,6 m)	u	4	185.76	743.04
24	Señales de información al lado de la carretera (1,80 m x 0,60 m)	u	2	220.78	441.56
25	Señales de información al lado de la carretera (0,45 m x 0,60 m)	u	2	149.78	299.56
<b>SUBTOTAL 5:</b>					<b>6,685.44</b>
<b>MEDIDAS GENERALES DE CONTROL AMBIENTAL</b>					
30	Construcción y funcionam. de campamentos, bodegas y talleres de obra	gbl	1	780.59	780.59
31	Área sembrada (re población vegetal)	m2	1430	0.85	1,215.50
32	Escombrera Disposición Final y Tratamiento Paisajístico en zonas de Deposito	m3	39091.23	0.55	21,500.18
33	Batería Sanitaria Móvil	Día	180	14.51	2,611.80
34	Agua para Control de Polvo	m3	900	3	2,700.00
35	Pancarta Informativa	u	6	360.41	2,162.46
<b>SUBTOTAL 6:</b>					<b>30,970.53</b>
<b>TOTAL:</b>					<b>1,609,404.63</b>

Elaborador por: Los Autores

## 11.2 Beneficios valorados

La carretera en estudio se encuentra ubicada en una zona rural por lo cual no se toma en cuenta la instalación de peajes, esta es la razón por la que no generará ingresos económicos, pero si un beneficio socio-económico, ya que la población mejorara su calidad de vida, otro beneficio que se tiene es la reducción de los costos de transporte. Esta reducción, se materializa

en todas las actividades de comercio que se realicen en la zona del proyecto y que estén relacionadas con el transporte.

A continuación, se mencionan los indicadores y componentes a ser analizados, los mismos que generarán beneficios sociales que generará el proyecto.

- Costo de combustible \$/galón
- Costo de neumáticos \$/neumático
- Costo de amortiguadores \$/amortiguador
- Costo de sistemas de frenos \$/zapata
- Costo por cambios de aceite \$/cambio de aceite
- Transporte de productos \$/flete

### 11.2.1 Costo de combustibles:

Se asume que consume un galón al recorrer 50 Km para vehículos livianos y para camiones al recorrer 30 km. El costo del combustible de gasolina extra es de \$ 2.40 y diésel es \$1.75, precio actualizado a octubre de 2022.

**Tabla 94.**

*Cálculo beneficio uso de combustible vehicular al año*

Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	Nº de viajes	Galones utilizados		Costo de combustibles anual	Total, costo de combustible
Liviano	227	2.91	2	0.0582	2.4	101.97	23175.22
Camión mediano (2DA)	27	2.91	4	0.097	1.75	247.84	26995.25
Bus (2DB)	12	2.91	6	0.097	1.75	371.75	26782.69
Volqueta V2DB	4	2.91	4	0.097	1.75	247.84	3826.10
<b>Consumo de combustible anual sin ejecución del proyecto (a)</b>							<b>80779.25</b>
Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	Nº de viajes	Galones utilizados		Costo de combustibles anual	Total, costo de combustible
Liviano	227	2.9	2	0.058	2.4	101.62	23095.58
Camión mediano (2DA)	27	2.9	4	0.097	1.75	246.98	26902.48
Bus (2DB)	12	2.9	6	0.097	1.75	370.48	26690.65
Volqueta V2DB	4	2.9	4	0.097	1.75	246.98	3812.95
<b>Consumo de combustible anual con la ejecución del proyecto (b)</b>							<b>80501.66</b>
<b>Ahorro del consumo de combustible anual (a-b)</b>							<b>277.59</b>

Elaborador por: Los Autores



## 11.2.2 Lubricantes

Para el costo del uso de lubricantes se estima los vehículos realiza al menos un cambio cada 3.000 km, para vehículos livianos el costo es de \$50 y para camiones es \$70.

**Tabla 95.**

*Cálculo beneficio cambios lubricantes al año*

Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	Nº de viajes	Recorrido anual (km)	Nº de cambio de aceite	Costo de cada cambio de aceite	Costo de cambio de aceite	Total, costo de cambio de aceite
Liviano	227	2.91	2	2124.3	0.71	50	35.405	8046.95
Camión mediano (2DA)	27	2.91	4	4248.6	1.42	70	99.134	2699.52
Bus (2DB)	12	2.91	6	6372.9	2.12	70	148.701	1785.51
Volqueta V2DB	4	2.91	4	4248.6	1.42	70	99.134	382.61
<b>Consumo sin ejecución del proyecto (a)</b>								<b>12914.60</b>
Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	Nº de viajes	Recorrido anual (km)	Nº de cambio de aceite	Costo de cada cambio de aceite	Costo de cambio de aceite	Total, costo de cambio de aceite
Liviano	227	2.90	2	2117	0.71	50.00	35.28	8019.30
Camión mediano (2DA)	27	2.90	4	4234	1.41	70.00	98.79	2690.25
Bus (2DB)	12	2.90	6	6351	2.12	70.00	148.19	1779.38
Volqueta V2DB	4	2.90	4	4234	1.41	70.00	98.79	381.29
<b>Consumo anual con la ejecución del proyecto (b)</b>								<b>12870.22</b>
<b>Ahorro del consumo aceite combustible anual (a-b)</b>								<b>44.38</b>

Elaborador por: Los Autores

## 11.2.3 Neumáticos

El uso de neumáticos se estima que se realiza un cambio a los 30.000 km, en vehículos livianos el costo por cada juego llanta es \$320 se requiere 4 llantas y vehículos pesados es de \$980 que requiere 6 llantas.

**Tabla 96.***Cálculo beneficio cambio de neumáticos de los vehículos al año*

Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	N° de viajes	Recorrido anual (km)	N° de cambio de neumáticos	Costo de neumáticos	Total, costo de neumáticos
Liviano	227	2.91	2	2124.30	0.0708	320	5150.05
Camión mediano (2DA)	27	2.91	4	4248.60	0.1416	980	3779.33
Bus (2DB)	12	2.91	6	6372.90	0.2124	980	2499.72
Volqueta V2DB	4	2.91	4	4248.60	0.1416	980	535.65
<b>Consumo anual sin ejecución del proyecto (a)</b>							<b>11964.75</b>
Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	N° de viajes	Recorrido anual (km)	N° de cambio de neumáticos	Costo de neumáticos	Total, costo de neumáticos
Liviano	227	2.90	2	2117.00	0.0706	320	5132.35
Camión mediano (2DA)	27	2.90	4	4234.00	0.1411	980	3766.35
Bus (2DB)	12	2.90	6	6351.00	0.2117	980	2491.13
Volqueta V2DB	4	2.90	4	4234.00	0.1411	980	533.81
<b>Consumo anual con la ejecución del proyecto (b)</b>							<b>11923.64</b>
<b>Ahorro del consumo anual (a-b)</b>							<b>41.12</b>

Elaborador por: Los Autores

### 11.2.4 Amortiguadores

Para el costo de uso de amortiguadores se estima que se realizara un cambio a los 30.000 km con la vía sin proyecto y con proyecto a los 40.000 km, el precio se considera \$220,00 para vehículos livianos y \$450,00 para vehículos pesados.

**Tabla 97.***Cálculo beneficio cambio de los amortiguadores de los vehículos al año*

Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	N° de viajes	Recorrido anual (km)	N° de cambio de amortiguado	Costo de amortiguadores	Costo total de amortiguadores
Liviano	227	2.91	2	2124.3	0.0708	220.00	3540.66
Camión mediano (2DA)	27	2.91	4	4248.6	0.1416	450.00	1735.41
Bus (2DB)	12	2.91	6	6372.9	0.2124	450.00	1147.83
Volqueta V2DB	4	2.91	4	4248.6	0.1416	450.00	245.96
<b>Consumo combustible anual sin ejecución del proyecto (a)</b>							<b>6669.86</b>
Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	N° de viajes	Recorrido anual (km)	N° de cambio de amortiguado	Costo de amortiguadores	Costo total de amortiguadores
Liviano	227	2.9	2	2117	0.0706	220.00	3528.49
Camión mediano (2DA)	27	2.9	4	4234	0.1411	450.00	1729.45
Bus (2DB)	12	2.9	6	6351	0.2117	450.00	1143.88
Volqueta V2DB	4	2.9	4	4234	0.1411	450.00	245.12
<b>Consumo anual con la ejecución del proyecto (b)</b>							<b>6646.94</b>
<b>Ahorro del consumo anual (a-b)</b>							<b>22.92</b>

Elaborador por: Los Autores

### 11.2.5 Sistema de frenos

Se estima que se realizara un cambio a los 30.000 km; los precios de estiman entre \$245,00 para vehículos livianos y \$545,00 para vehículos pesados.

**Tabla 98.**

*Cálculo Beneficios Cambio de Sistema de Frenos los vehículos al año*

Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	N° de viajes	TPDA vehículo	Vía (km)	N° de viajes	Costo total de amortiguadores
Liviano	227	2.91	2	2124.3	0.0708	245.00	3943.01
Camión mediano (2DA)	27	2.91	4	4248.6	0.1416	545.00	2101.77
Bus (2DB)	12	2.91	6	6372.9	0.2124	545.00	1390.15
Volqueta V2DB	4	2.91	4	4248.6	0.1416	545.00	297.89
<b>Consumo combustible anual sin ejecución del proyecto (a)</b>							<b>7732.82</b>
Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	N° de viajes	Recorrido anual (km)	N° de cambio de frenos	Costo de frenos	Costo total de amortiguadores
Liviano	227	2.9	2	2117	0.0706	245.00	3929.46
Camión mediano (2DA)	27	2.9	4	4234	0.1411	545.00	2094.55
Bus (2DB)	12	2.9	6	6351	0.2117	545.00	1385.37
Volqueta V2DB	4	2.9	4	4234	0.1411	545.00	296.87
<b>Consumo anual con la ejecución del proyecto (b)</b>							<b>7706.24</b>
<b>Ahorro del consumo anual (a-b)</b>							<b>26.57</b>

Elaborador por: Los Autores

### 11.2.6 Transporte productos

El costo se fija en relación al número de veces que los pobladores sacan sus productos a la feria que es de 2 veces semanales, actualmente el precio del transporte por la situación de la vía es de \$20,00 y con la mejora de la vía probablemente su costo sea de \$15.00

**Tabla 99.**

*Cálculo beneficio valorado transporte de los productos al año*

Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	N° de viajes en la semana	Costo de cada flete	Costo de cada flete semanal	Costo total de fletes anuales
Camión mediano (2da)	27	2.91	2	20	40	21784.85
<b>Consumo de combustible anual sin ejecución del proyecto (a)</b>						<b>21784.85</b>
Tipo de vehículo	TPDA vehículo	Vía (km)	N° de viajes en la semana	Costo de cada flete	Costo de cada flete semanal	Costo total de fletes anuales
Camión mediano (2da)	27	2.9	2	18	36	17645.73
<b>Consumo anual con la ejecución del proyecto (b)</b>						<b>17645.73</b>
<b>Ahorro del consumo anual (a-b)</b>						<b>4139.12</b>

Elaborador por: Los Autores

## 11.3 Mantenimiento vial

Es importante contar con un mantenimiento vial en periodos a mediano plazo con la finalidad de mantener la condición inicial del proyecto, ya que debido a diversos factores puede ser afectada la estructura tanto interna como externa de la vía, llevándola a su deterioro en general poniendo en peligro la integridad de las personas residentes cerca del proyecto (Córdova H. , 2018).

**Tabla 100.**

### *Costo del mantenimiento vial*

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Cantidad	Subtotal
1	Limpieza de obras de drenaje transversales manual (alcantarillas)	m3	40.5	17.2	1	696.60
2	Limpieza de obras de drenaje longitudinal manual (cunetas)	m	5720	7.61	1	43,529.20
<b>TOTAL</b>						44,225.80
<b>Costo del mantenimiento vial en el segundo año de operación</b>						
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Cantidad	Subtotal
1	Limpieza de obras de drenaje transversales manual (alcantarillas)	m3	40.5	17.2	1	696.60
2	Limpieza de obras de drenaje longitudinal manual (cunetas)	m	5720	7.61	1	43,529.20
3	Sellado en la capa de rodadura con mortero asfáltico	m2	25740	1.55	1	39,897.00
<b>Subtotal</b>						84,122.80
<b>Costo del mantenimiento vial en el sexto año de operación</b>						
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Cantidad	Subtotal
1	Limpieza de obras de drenaje transversales manual (alcantarillas)	m3	40.5	17.2	1	696.60
2	Limpieza de obras de drenaje longitudinal manual (cunetas)	m	5720	7.61	1	43,529.20
3	Sellado en la capa de rodadura con mortero asfáltico	m2	25740	1.55	1	39,897.00
4	Realización de bacheo asfáltico en la vía	m3	128.7	173.28	1	22,301.14
<b>Subtotal</b>						106,423.94
<b>Costo del mantenimiento vial para el décimo año de operación</b>						
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Cantidad	Subtotal
1	Limpieza de obras de drenaje transversales manual (alcantarillas)	m3	40.5	17.2	1	696.60
2	Limpieza de obras de drenaje longitudinal manual (cunetas)	m	5720	7.61	1	43,529.20
3	Fresado de pavimento asfáltico	m3	25740	12.51	1	322,007.40
4	Colocación de carpeta asfáltica 7 cm	m2	128.7	7.83	1	1,007.72
<b>Subtotal</b>						367,240.92
<b>Total</b>						<b>602,013.46</b>

Elaborador por: Los Autores

El costo total del mantenimiento del proyecto será de \$602,013.46 dólares americanos.

## 11.4 Viabilidad financiera y económica

### 11.4.1 Valor actual neto

Se utiliza para evaluar diversas oportunidades de inversión. Ya que al calcular el VAN de diferentes inversiones sabremos que obtendremos más ganancias, por lo que también ayuda a generar dos tipos de decisiones: primero, para ver si la inversión funciona, y segundo, para

ver qué inversión es absolutamente mejor que la otra inversión. Los criterios de decisión son los siguientes:

- $VAN > 0$ : el valor actualizado del cobro y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- $VAN = 0$ : el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- $VAN < 0$ : el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

La fórmula que se emplea para determinar su valor es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Dónde:

$V_t$ : Representa los flujos de caja en cada periodo  $t$ .

$I_0$ : Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

$n$ : Es el número de periodos considerado.

$k$ : Es el de interés

#### ***11.4.1.1 Tasa interna de retorno (TIR)***

Es una medida utilizada para evaluar proyectos de inversión y está íntimamente relacionada con el Valor Neto de Renovación (VRN), la TIR nos da una tasa relativa de rentabilidad expresada en porcentaje.

El criterio de selección será el siguiente donde “ $k$ ” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

- Si  $TIR > k$ , el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si  $TIR = k$ , estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.
- Si  $TIR < k$ , el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

$$TIR = R + (R2 - R1) * \frac{VAN_+}{VAN_+ - VAN_-}$$

Dónde:

R: Tasa inicial de descuento.

R1: Tasa de descuento que origina el VAN (+)

R2: Tasa de descuento que origina el VAN (-)

VAN (+): Valor Actual Neto positivo.

VAN (-): Valor Actual Neto negativo.

#### **11.4.1.2 Beneficio / costo (B/C)**

Se utiliza para evaluar un proyecto o propuesta, el objetivo principal de este análisis es estimar la rentabilidad del proyecto comparando los costos esperados con los beneficios esperados de implementar el proyecto. La relación costo/beneficio determina el valor actual de los ingresos y los costos por separado, luego se divide por la suma de los valores actuales de los costos y los ingresos.

Para sacar conclusiones sobre la factibilidad del proyecto, de acuerdo con este enfoque, es necesario considerar la comparación de la relación B/C encontrada con 1, por lo que tenemos lo siguiente:

- $B/C > 1$  indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.
- $B/C=1$  Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.
- $B/C < 1$ , muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

La fórmula que se emplea para determinar su valor es:

$$RBC = VANIngresos Brutos / VANCostos/gastos brutos$$

Dónde:

VAN Ingresos Brutos: Valor actual neto de los ingresos /Beneficios

VAN Costos/gastos brutos: Valor actual neto de los costos/gastos

Los parámetros VAN, TIR y Beneficio costo se determinará por medio de la siguiente tale del flujo de caja:

**Tabla 101.***Flujo de caja del proyecto*

Periodo	Año	Beneficio total	Inversión	Operación y Mantenimiento	Egreso total	Depreciación	Flujo neto de fondos
0	2022		1,609,404.63	0	1609404.63	0	-1609404.63
1	2023	337101.58	0	44,225.80	44225.80	80470.2	212405.55
2	2024	357256.66	0	84,122.80	84122.80	80470.2	192663.63
3	2025	378617.49	0	89,698.08	89698.08	80470.2	208449.18
4	2026	401256.25	0	91,556.51	91556.51	80470.2	229229.50
5	2027	425249.41	0	95,273.37	95273.37	80470.2	249505.81
6	2028	450678.06	0	106,423.94	106423.94	80470.2	263783.89
7	2029	477628.10	0	171,628.18	171628.18	80470.2	225529.69
8	2030	506190.62	0	193,362.93	193362.93	80470.2	232357.46
9	2031	536462.13	0	236,832.43	236832.43	80470.2	219159.47
10	2032	568544.94	0	367,240.92	367240.92	80470.2	120833.79
11	2033	602547.47	0	403,965.01	403965.01	80470.2	118112.22
12	2034	638584.64	0	408,045.47	408045.47	80470.2	150068.94
13	2035	676778.25	0	413,146.04	413146.04	80470.2	183161.99
14	2036	717257.41	0	419,703.91	419703.91	80470.2	217083.27
15	2037	760158.95	0	428,447.74	428447.74	80470.2	251240.98
16	2038	805627.88	0	440,689.11	440689.11	80470.2	284468.54
17	2039	853817.91	0	459,051.15	459051.15	80470.2	314296.53
18	2040	904891.97	0	489,654.56	489654.56	80470.2	334767.18
19	2041	959022.72	0	550,861.38	550861.38	80470.2	327691.11
20	2042	1016393.17	0	734481.842	734481.84	80470.2	201441.10

*Nota.* Se indican los parámetros necesarios para el flujo de caja del proyecto. Elaborador por: Los autores

**Tabla 102.***Factores financieros del proyecto*

Tasa de descuento	10.00%
VAN	250982.39
TIR	12%
B/C	0.16

Elaborador por: Los Autores

Se puede observar la relación B/C es menor a 1, por lo tanto, se puede determinar al proyecto como económicamente no viable, sin embargo, al tener un valor actual neto mayor a 0 y un TIR del 12 % el proyecto generara recursos a futuro, es decir es socialmente viable.

## 11.5 Cronograma de trabajos

Un cronograma de trabajo es un calendario de trabajo o actividades en el que se especifican las etapas de un proyecto. Con el cronograma se planifica y controla fácilmente la construcción. El cronograma se anexa en el numeral 2



## CONCLUSIONES

En el presente estudio topográfico del proyecto se realizó el levantamiento topográfico por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Mejía, Una vez entregado el informe por parte del equipo topográfico del GAD se indica que el tipo de terreno es montañoso con un pendiente longitudinal promedio de 20%.

Se determinó el Tráfico Promedio Diario Anual para la vía en estudio dando un total de 517 vehículos para el año 2032, y un incremento a 679 vehículos para el año 2042 con un número de ejes equivalentes de 509731, lo cual en función de lo indicado en la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (2003), se determinó que la vía en estudio es de tipo III la misma que tiene una función colectora.

Se realizaron las calicatas a una profundidad de 1.50 m, para extraer una muestra inalterada del sector que posteriormente se analizó en el laboratorio y con ello se determina que se tiene un suelo tipo SM y ML según la clasificación SUCS, y según la clasificación AASHTO se tiene suelos tipo A-5(2) y A-5(6), se tiene varios tipos de suelo debido a que este sufre variaciones a lo largo de la vía.

Se optó por ajustar las dimensiones de la vía para conservar el diseño del tramo anterior utilizando 2 carriles de 3.50m, espaldón de 1.00 m y cunetas de 1.25 a los 2 bordes de la vía. Estas dimensiones cumplen lo requerido por la norma MOP 2003 y garantizan un adecuado funcionamiento de la carretera.

Dentro del diseño del pavimento flexible para un periodo de diseño de 20 años y según lo indicado en la metodología de diseño AASHTO 93, se obtuvieron los siguientes espesores: carpeta asfáltica: 8 cm, Base Clase 1A: 16 cm, Sub-Base Clase III: 16 cm y Material de mejoramiento: 50 cm.

En cuanto al diseño del drenaje transversal, se propone las alcantarillas de D=400mm, en los puntos indicados en la siguiente tabla:

**Tabla 103.**

*Ubicación del drenaje transversal*

<b>No</b>	<b>Abscisa</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Descarga</b>
1	0+360	400	Hacia alcantarilla que descarga en quebrada al margen derecho de la vía
2	1+080	400	Hacia canal que descarga en quebrada al margen derecho de la vía
3	2+300	400	Hacia quebrada al margen izquierdo de la vía

Elaborador por: Los Autores

En lo que respecta a la evaluación económica del proyecto, el presupuesto del proyecto es de \$1,609,404.63 se tiene una relación beneficio / costo de un valor menor a 1, lo que significa que el proyecto es económicamente no viable.

## RECOMENDACIONES

El valor del CBR está por debajo del 6%, se recomienda reemplazar este material con un material granular de mejores características, para ello se deberá seguir lo indicado en la sección 402 de las (Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes , 2002); se puede utilizar estabilización con material pétreo, el mismo deberá cumplir con las siguientes especificaciones: “deberán estar constituidos por piedras o pedazos de roca, de un tamaño de 10 a 30 cm., exento de materiales arcillosos, con un contenido no mayor de 20% de partículas que pasen el tamiz de 2 pulgadas y de 5% que pasen por el tamiz N°4.

Al encontrarse el proyecto en una zona rural es recomendable comunicar a los pobladores del sector sobre educación vial, teniendo como objetivo que los pobladores puedan entender y obedecer cada una de las señales de tránsito que se propuso en el diseño de la vía, con la finalidad de evitar algún tipo de accidente.

Una vez culminada la construcción del pavimento se recomienda realizar una inspección anual del estado del mismo y la intervención, con la finalidad de subsanar problemas de baches y zonas en mal estado.

Para la construcción del proyecto se recomienda realizarlo en los meses de menores precipitaciones agosto, junio, julio y septiembre para un adecuado rendimiento de ejecución de la obra. El tiempo seco ayudara en la construcción de las alcantarillas diseñadas para los pasos de agua.

No interrumpir la fluidez vehicular en el desarrollo de la construcción y se debe tomar en cuenta las seguridades, para así evitar accidentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Agudelo, J. (2002). *Diseño Geométrico de Vías Ajustado al Manual Colombiano* (1 ed.). Medellin. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>
- Bull, A. (2003). Recursos Naturales e Infraestructura. *SERI*, 58. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6416/1/S036386\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6416/1/S036386_es.pdf)
- Calderón, J. (2021). *REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO VALLE*. Quito. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19977/1/UPS%20-%20TTS332.pdf>
- Cardenas , J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras* . Bogota: ECOE EDICIONES.
- CHQ. (2016). *REVITALIZACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO*. Centro historico de Quito : [https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/CHQ\\_2016\\_18\\_01\\_2016.pdf](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/CHQ_2016_18_01_2016.pdf)
- Córdova, C. (2022). *PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DEL ACCESO AL SECTOR DEITULCACHI, CALLE FABIÁN ALQUINGA KM 0+000 – 2+100*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana], Quito. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22323/1/UPS%20-%20TTS747.pdf>
- Córdova, H. (2018). *Diseño Definitivo de la via camino real y la lindera, II Etapa ubicada en la provincia de Cotopaxi*. Quito: [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16140>
- Das., B. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Cengage Learning.
- EPMMOP. (2011). *Estudios de Ingeniería definitivos del proyecto ruta sur - via aeropuerto*. Quito: ASTEC - F. ROMO - LEON&GODOY CONSULTORES. [http://www.epmmop.gob.ec/doc\\_solucion\\_guayasamin/2.%20ANTECEDENTES/Ruta%20Viva%20sur/RUTA%20VIVA/6.%20Informes%20de%20Ingenieria/1.%20ETAPA%201%20INGENIERIA%20DEFINITIVO\(523p\).pdf](http://www.epmmop.gob.ec/doc_solucion_guayasamin/2.%20ANTECEDENTES/Ruta%20Viva%20sur/RUTA%20VIVA/6.%20Informes%20de%20Ingenieria/1.%20ETAPA%201%20INGENIERIA%20DEFINITIVO(523p).pdf)

- Feijóo, P. (2013). *Mapa de zonas de Vida Parroquia Tambillo*. Mejía: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Gobierno Provincial de Tambillo . (2020-2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* . Tambillo .
- Gómez, H., y Suquillo , J. (2020). *Diseño vial para la ampliacion, rectificacion y asfaltado de la Vía Mariscal - Bidas de Jivino*. Quito: . [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18597>
- Gutierrez , C. (2014). *Hidrología Básica y Aplicada*. Quito: Abya-Yala.
- INAMHI. (2015). *Estudio de Lluvias Intensas* . Quito : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- INAMHI. (2017). *Anuario Meteorológico N°53-2013*. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e hidrología.
- INEC. (12 de Septiembre de 2021). *Encuesta de Condiciones viales* . INEC: <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>
- INEN. (2011). *Señalización Vial Parte 2. Señalización Horizontal*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2011). *Señalización vial. Parte 1, Señalización Vertical*. Quito: Instituto Ecuatoria de Normalización.
- León, S. (2020). *Diseño geométrico de la alternativa vial "Shuyo - Pinllopata tramo Km 12+000"*. Ambato: [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30641>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Sistema Único de Información Ambiental* . Quito: Gobierno de la República del Ecuador.
- MTOP. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes* . Quito: Ministerio de obras públicas de la Ruplica del Ecuador.
- MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras* . Quito : Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

- Plan de desarrollo territorial. (2015). *Diagnostico por componetes de la Parroquia de Tambillo*.  
[http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1768086080001\\_PDOT%20FINAL%20TAMBILLO\\_29-10-2015\\_21-13-24.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1768086080001_PDOT%20FINAL%20TAMBILLO_29-10-2015_21-13-24.pdf)
- Ramírez, R. (17 de Agosto de 2017). *YAKUINGENIEROS*. [Video]. YouTube:  
<https://www.youtube.com/watch?v=a-D8D1Bs8fg>
- Rivera, L. (2013). *Impacto de las sobrecargas de camiones en el diseño y deterioro de pavimentos rigidos*. Concepción: UNIBIO-BIO.
- Rodríguez, J. (2015). *Estudio y diseño del sistema vial*. [Tesis de pregrado, Universidad Internacional del Ecuador]., Quito. Retrieved 25 de 02 de 2022, from <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2156/1/T-UIDE-1233.pdf>
- Rojas , M. (2015). *Rehabilitación de la vía "Tanhuala Perucho"*. Quito: [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4342>
- Rosellon, M., y Vence, E. (12 de Junio de 2019). *Mantenimiento de la Red Vial. Manejo de vías pavimentadas*.  
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32812/2/2020\\_Mejoramiento\\_Vias\\_Principales.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/32812/2/2020_Mejoramiento_Vias_Principales.pdf)
- Salas, O. (20 de 11 de 2022). *Ensayos triaxiales para suelos* :  
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/13369/8391-11758-1-SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salazar, G. (2008). *Sistemas institucionales de gestión de vías y carreteras*. Ambato.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2164/3/Maestr%C3%ADa%20V.%20T.%2035%20-%20Salazar%20Noboa%20Galo%20Fernando.pdf>
- Samaniego, M. (2019). *Estrategias institucionales para la mejora de la seguridad vial*. Quito .  
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6848/1/T2931-MRI-Moreno-Estrategias.pdf>
- Samaniego, M. (2019). *Estrategias institucionales para la mejora de la seguridad vial*. Universidad Andina Simón Bolívar , Área de Estudios Sociales y Globales, Quito.  
[//repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6848/1/T2931-MRI-Moreno-Estrategias.pdf](https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6848/1/T2931-MRI-Moreno-Estrategias.pdf)

Sánchez, J. (2017). *Hidrología Superficial y Subterránea*. Salamanca: Kindle Direct Publishing.

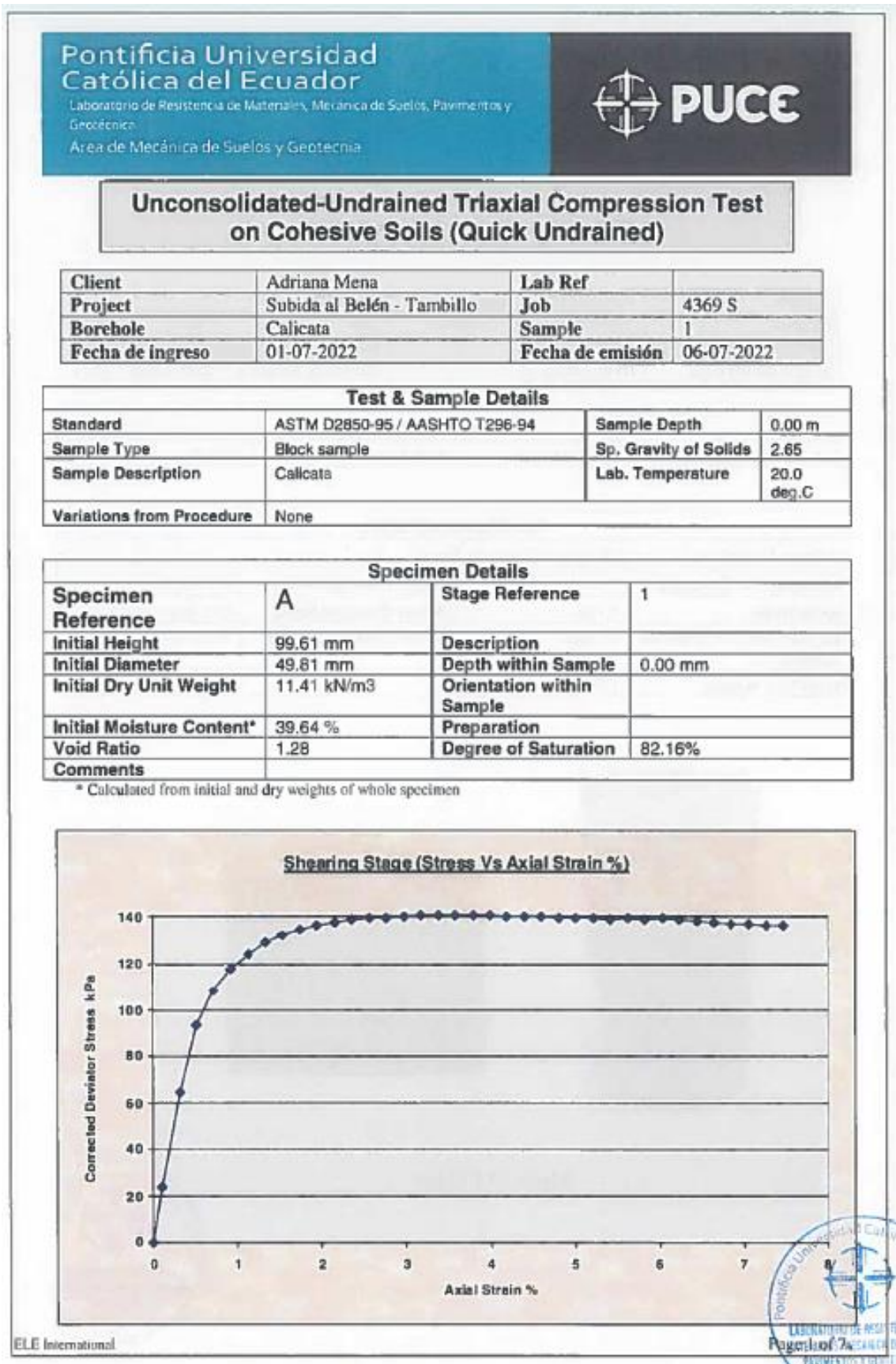
Saucedo, A. (2010). *Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del valle de México*. . México D.F.: UNAM.

Soria, G. (2018). Drenaje Transversal. Quito: UPS.

Viscarra, F. (20 de Noviembre de 2022). *El cono dinámico de penetración y su aplicación en la evaluación de suelos* . <http://civil.upb.edu/files/2010/11/EL-CONO-DINÁMICO-DE-PENETRACIÓN-Y-SU-APLICACIÓN-EN-LA-EVALUACIÓN-DE-SUELOS.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1: ESTUDIOS DE SUELOS





**Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test  
on Cohesive Soils (Quick Undrained)**

<b>Client</b>	Adriana Mena	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	Subida al Belén - Tambillo	<b>Job</b>	4369 S
<b>Borehole</b>	Calicata	<b>Sample</b>	1
<b>Fecha de ingreso</b>	01-07-2022	<b>Fecha de emisión</b>	06-07-2022

**Shear Conditions**

<b>Rate of Axial Strain</b>	1.00%/min	<b>Cell Pressure</b>	50.1kPa
-----------------------------	-----------	----------------------	---------

**Conditions at Failure**

Failure Criterion	Maximum Deviator Stress		
<b>Compressive Strength</b>	141.2 kPa	<b>Major Principal Stress</b>	191.4 kPa
<b>Axial Strain</b>	3.79%	<b>Minor Principal Stress</b>	50.1 kPa
<b>Deviator Stress Correction Applied</b>	1.28kPa	<b>Final Moisture Content</b>	39.64 %
<b>Final Unit Weight</b>	15.93 kN/m <sup>3</sup>		



Mode of Failure



**Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils (Quick Undrained)**

Client	Adriana Mena	Lab Ref	
Project	Subida al Belén - Tambillo	Job	4369 S
Borehole	Calicata	Sample	1
Fecha de ingreso	01-07-2022	Fecha de emisión	06-07-2022

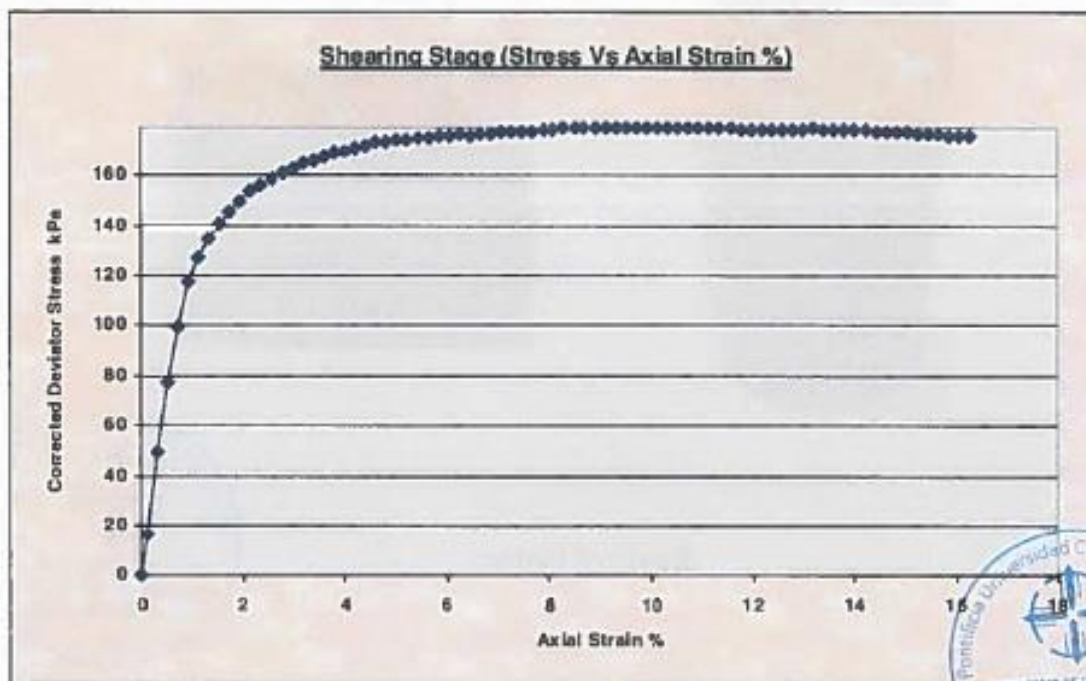
**Test & Sample Details**

Standard	ASTM D2850-95 / AASHTO T296-94	Sample Depth	0.00 m
Sample Type	Block sample	Sp. Gravity of Solids	2.65
Sample Description	Calicata	Lab. Temperature	20.0 deg.C
Variations from Procedure	None		

**Specimen Details**

Specimen Reference	B	Stage Reference	1
Initial Height	99.64 mm	Description	
Initial Diameter	49.65 mm	Depth within Sample	0.00 mm
Initial Dry Unit Weight	11.73 kN/m <sup>3</sup>	Orientation within Sample	
Initial Moisture Content*	37.11 %	Preparation	
Void Ratio	1.22	Degree of Saturation	80.87%
Comments			

\* Calculated from initial and dry weights of whole specimen



**Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test  
on Cohesive Soils (Quick Undrained)**

<b>Client</b>	Adriana Mena	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	Subida al Belén - Tambillo	<b>Job</b>	4369 S
<b>Borehole</b>	Calicata	<b>Sample</b>	1
<b>Fecha de ingreso</b>	01-07-2022	<b>Fecha de emisión</b>	06-07-2022

**Shear Conditions**

<b>Rate of Axial Strain</b>	1.00%/min	<b>Cell Pressure</b>	100.1kPa
-----------------------------	-----------	----------------------	----------

**Conditions at Failure**

Failure Criterion	Maximum Deviator Stress		
<b>Compressive Strength</b>	179.2 kPa	<b>Major Principal Stress</b>	279.2 kPa
<b>Axial Strain</b>	8.90%	<b>Minor Principal Stress</b>	100.1 kPa
<b>Deviator Stress Correction Applied</b>	3.01kPa	<b>Final Moisture Content</b>	37.11 %
<b>Final Unit Weight</b>	16.08 kN/m <sup>3</sup>		



Mode of Failure





**Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils (Quick Undrained)**

<b>Client</b>	Adriana Mena	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	Subida al Belén - Tambillo	<b>Job</b>	4369 S
<b>Borehole</b>	Calicata	<b>Sample</b>	i
<b>Fecha de ingreso</b>	01-07-2022	<b>Fecha de emisión</b>	06-07-2022

**Test & Sample Details**

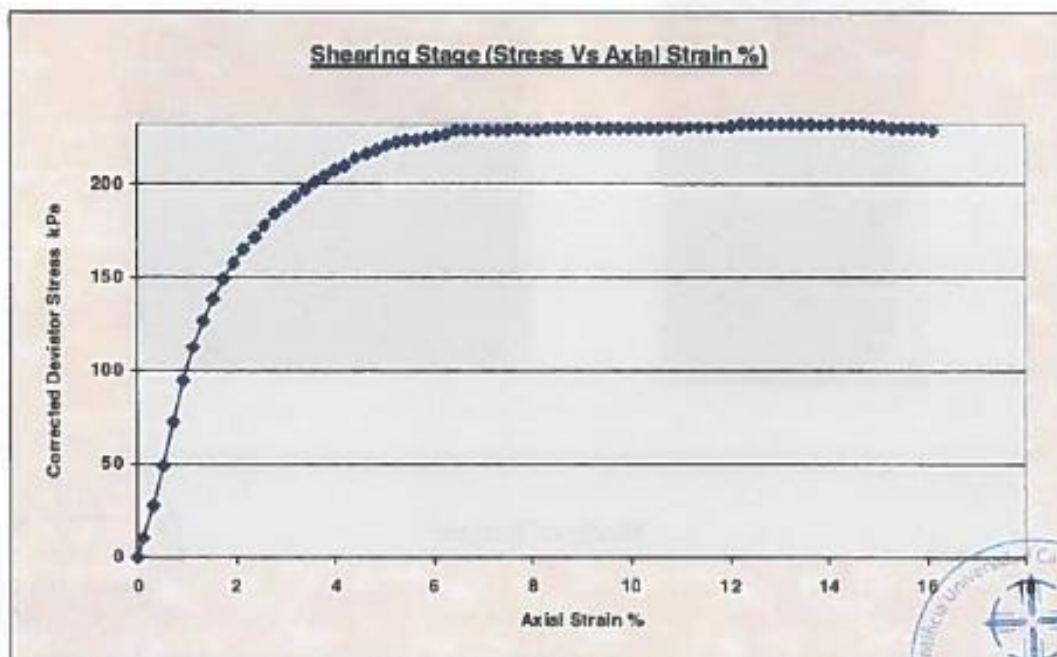
<b>Standard</b>	ASTM D2850-95 / AASHTO T296-94	<b>Sample Depth</b>	0.00 m
<b>Sample Type</b>	Block sample	<b>Sp. Gravity of Solids</b>	2.65
<b>Sample Description</b>	Calicata	<b>Lab. Temperature</b>	20.0 deg.C
<b>Variations from Procedure</b>	None		

**Specimen Details**

<b>Specimen Reference</b>	C	<b>Stage Reference</b>	1
<b>Initial Height</b>	99.34 mm	<b>Description</b>	
<b>Initial Diameter</b>	49.71 mm	<b>Depth within Sample</b>	0.00 mm
<b>Initial Dry Unit Weight</b>	11.94 kN/m <sup>3</sup>	<b>Orientation within Sample</b>	
<b>Initial Moisture Content*</b>	34.93 %	<b>Preparation</b>	
<b>Void Ratio</b>	1.18	<b>Degree of Saturation</b>	78.59%
<b>Comments</b>			

\* Calculated from initial and dry weights of whole specimen

**Shearing Stage (Stress Vs Axial Strain %)**



**Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test  
on Cohesive Soils (Quick Undrained)**

Client	Adriana Mena	Lab Ref	
Project	Subida al Belén - Tambillo	Job	4369 S
Borehole	Calicata	Sample	1
Fecha de ingreso	01-07-2022	Fecha de emisión	06-07-2022

**Shear Conditions**

Rate of Axial Strain	1.00%/min	Cell Pressure	200.3kPa
----------------------	-----------	---------------	----------

**Conditions at Failure**

Failure Criterion	Maximum Deviator Stress		
Compressive Strength	232.0 kPa	Major Principal Stress	432.3 kPa
Axial Strain	12.21%	Minor Principal Stress	200.3 kPa
Deviator Stress Correction Applied	4.13kPa	Final Moisture Content	34.93 %
Final Unit Weight	16.11 kN/m <sup>3</sup>		



Mode of Failure

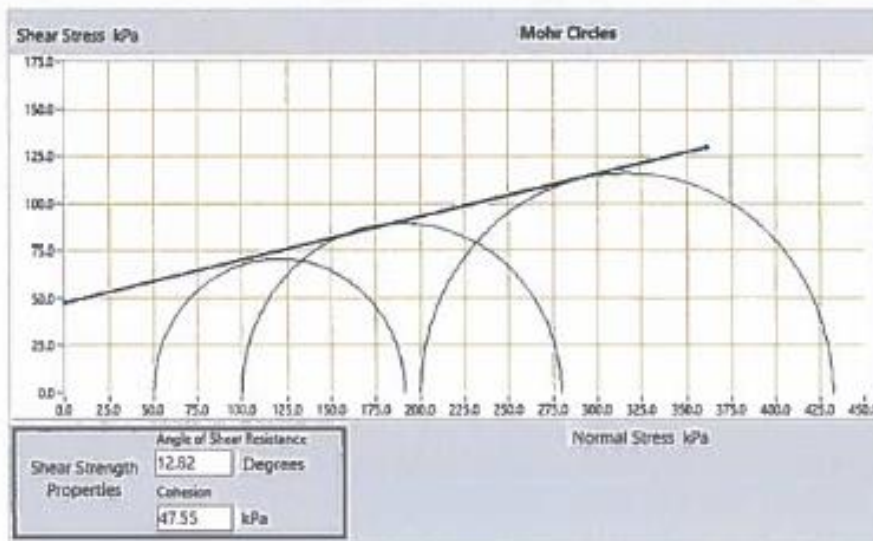
**Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils (Quick Undrained)**

Client	Adriana Mena	Lab Ref	
Project	Subida al Belén - Tambillo	Job	4369 S
Borehole	Calicata	Sample	1
Fecha de ingreso	01-07-2022	Fecha de emisión	06-07-2022

**SUMMARY**

**All Stages  
Conditions at Failure**

Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
Stage1	50.1kPa	191.4 kPa	141.2 kPa	3.79%	Maximum Deviator Stress
Stage2	100.1kPa	279.2 kPa	179.2 kPa	8.90%	Maximum Deviator Stress
Stage3	200.3kPa	432.3 kPa	232.0 kPa	12.21%	Maximum Deviator Stress



\*NOTA 1: Los ensayos se los realizó en condiciones de humedad natural, por solicitud del cliente.

  
Tlgo. José Morán  
Checked By

  
Eng. Sebastián Morales  
Checked By

  
Eng. María Inés Calvo  
Approved By







**PROYECTO:** Propuesta de Mejoramiento Vial de la Calle Principal "Subida al Belén" de longitud 2,9 KM,  
Sector EL Belén, Ubicado en la Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha

**SOLICITA:** Luis Gonzalo Ramos Morales  
Mónica Elizabeth Sarango Alba

**TRAMO:** Via Principal "Subida al Belén"

**SITUACION:** Derecha

**ABSCISAS:** 0+500

**MATERIAL DE:** Subrasante

**PROFUNDIDAD:** - 0.05 cm D.R.

**MUESTRA No:** C-1

**FECHA INFORME:** 12/07/2022

**FECHA ENSAYO:** 11/07/2022

**ENSAYO PENETRACION CONO DINAMICO (D.C.P.)**

**DATOS DE CAMPO**

No.GOLPES	Penetración(mm)
0	0
2	50
4	100
6	150
8	200
9	250
10	300
11	350
12	400
13	450
14	500
15	550
16	600
17	650
18	700
19	750
20	800
21	850



PENDIENTE (m1)	
m1 (mm/golpe)	25,00
C.B.R DE CAMPO (%)	5,14

PENDIENTE (m2)	
m1 (mm/golpe)	50,00
C.B.R DE CAMPO (%)	2,48

**C.B.R. RECOMENDADO SUBRASANTE = 2,48%**

**OBSERVACIONES:**

Se considera el GBR de pendiente m2 por ser el mas representativo del material de la subrasante

*[Handwritten signature]*  
Ing. Magaly Gil Borja  
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO

Ensayado por: V.T.

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca y Morán Valverde s/n, bloque E (planta baja). Teléfonos: 3962800 / 3962900  
ext: 2317 - 2380. Teléfono directo: 3962 891. Correo electrónico: agaibor@ups.edu.ec / Ingciviluio@ups.edu.ec

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE TEL. 3962891, 3962890 EXT 2317, 098748682

**PROYECTO:** Propuesta de Mejoramiento Vial de la Calle Principal "Subida al Belén" de longitud 2,9 KM, Sector EL Belén, Ubicado en la Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha

**SOLICITA:** Luis Gonzalo Ramos Morales  
Mónica Elizabeth Sarango Alba

**TRAMO:** Via Principal "Subida al Belén"

**SITUACION:** Derecha

**ABSCISAS:** 1+500

**MATERIAL DE:** Subrasante

**PROFUNDIDAD:** - 0.05 cm D.R.

**MUESTRA No:** C-2

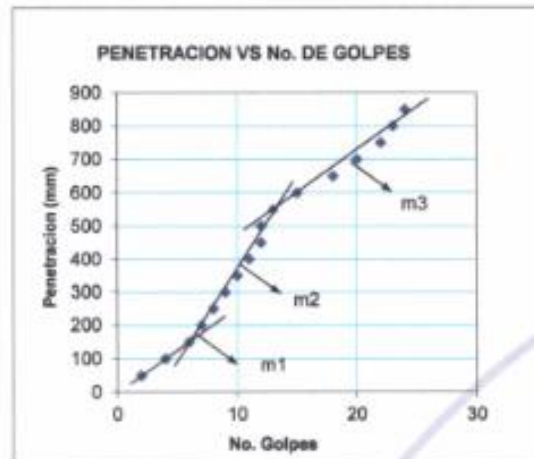
**FECHA INFORME:** 12/07/2022

**FECHA ENSAYO:** 11/07/2022

**ENSAYO PENETRACION CONO DINAMICO (D.C.P.)**

**DATOS DE CAMPO**

No. GOLPES	Penetración(mm)
0	0
2	50
4	100
6	150
7	200
8	250
9	300
10	350
11	400
12	450
12	500
13	550
15	600
18	650
20	700
22	750
23	800
24	850



PENDIENTE (m1)	
m1 (mm/golpe)	25,00
C.B.R DE CAMPO (%)	5,14

PENDIENTE (m2)	
m1 (mm/golpe)	57,14
C.B.R DE CAMPO (%)	2,13

PENDIENTE (m3)	
m1 (mm/golpe)	27,27
C.B.R DE CAMPO (%)	4,69

**C.B.R. RECOMENDADO SUBRASANTE = 2,13%**

**OBSERVACIONES:** Se considera el CBR de pendiente m2 por ser el mas representativo del material de la subrasante

  
 Ing. Magaly Castro  
**ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO**  
 INGENIERIA CIVIL

Ensayado por: V.T.

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALS

Campus Sur, Av. Rumichaca y Morán Valverde s/n, bloque E (planta baja). Teléfonos: 3962800 / 3962900 ext: 2317 - 2380. Teléfono directo: 3962 891. Correo electrónico: agaibor@ups.edu.ec / lngciviluio@ups.edu.ec



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE TEL. 3962891, 3962800 EXT 2317, 0987488883

**PROYECTO:** Propuesta de Mejoramiento Vial de la Calle Principal "Subida al Belén" de longitud 2.9 KM,  
Sector EL Belén, Ubicado en la Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha

**SOLICITA:** Luis Gonzalo Ramos Morales **MATERIAL DE:** Subrasante  
Mónica Elizabeth Sarango Alba **PROFUNDIDAD:** - 0.05 cm D.R.

**TRAMO:** Via Principal "Subida al Belén" **MUESTRA No:** C-3

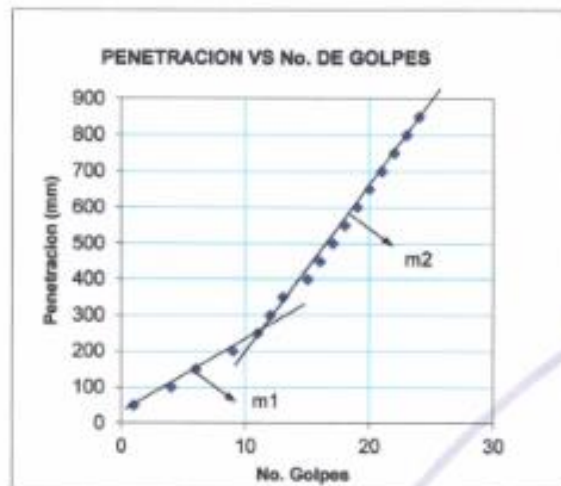
**SITUACION:** Derecha **FECHA INFORME:** 12/07/2022

**ABSCISAS:** 2+500 **FECHA ENSAYO:** 11/07/2022

**ENSAYO PENETRACION CONO DINAMICO (D.C.P.)**

**DATOS DE CAMPO**

No.GOLPES	Penetración(mm)
0	0
1	50
4	100
6	150
9	200
11	250
12	300
13	350
15	400
16	450
17	500
18	550
19	600
20	650
21	700
22	750
23	800
24	850



PENDIENTE (m1)	
m1 (mm/golpe)	20,00
C.B.R DE CAMPO (%)	6,52

PENDIENTE (m2)	
m1 (mm/golpe)	46,15
C.B.R DE CAMPO (%)	2,68

**C.B.R. RECOMENDADO SUBRASANTE = 2,68%**

**OBSERVACIONES:**

Se considera el CBR de pendiente m2 por ser el mas representativo del material de la subrasante.

*[Firma manuscrita]*  
Ing. Mabely Galbo L.  
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO

Ensayado por: V.T.

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca y Morán Valverde s/n, bloque E (planta baja). Teléfonos: 3962800 / 3962900 ext: 2317 - 2380. Teléfono directo: 3962 891. Correo electrónico: agaibor@ups.edu.ec / inciviluio@ups.edu.ec



**PROYECTO** : SUBIDA EL BELEN  
**OBRA** : VIALES  
**LOCALIZACIÓN** : TAMBILLO  
**MUESTRA** : 1  
**PROFUNDIDAD** : 0.50 m  
**FECHA** : 14-jun.-22

**ANEXO** : 1  
**MUESTRA I** : 1  
**OPERADOR** :

### ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

#### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente	=	68.62	g
Masa recip. + suelo húmedo	=	124.7	g
Masa de suelo húmedo	=	56.03	g
Masa de suelo seco	=	45.16	g

TAMIZ Nº	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPF.
3"		-	-	100	
2"		-	-	100	
1½"		-	-	100	
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"		-	-	100	
Nº4	0.05	0.05	0	100	
Nº8		0.05	0	100	
Nº10	0.30	0.35	1	99	
Nº40	2.20	2.55	6	94	
Nº200	13.70	16.25	36	64	
< Nº200			64		

#### HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CÁPSULA (g)	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
12A	----	171.40	152.67	73.96	23.80	
9A	----	150.76	134.78	69.14	24.34	24.07

#### LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CÁPSULA (g)	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
20B	14	30.00	24.38	11.22	42.71	
32B	25	32.88	26.58	11.25	41.10	
25B	33	35.40	28.48	11.33	40.35	
10B	42	35.74	28.82	11.35	39.61	41.09

#### LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CÁPSULA (g)	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
5B	----	7.61	6.81	4.28	31.62	
3B	----	7.34	6.59	4.28	32.47	
16B	----	6.98	6.32	4.27	32.20	32.09

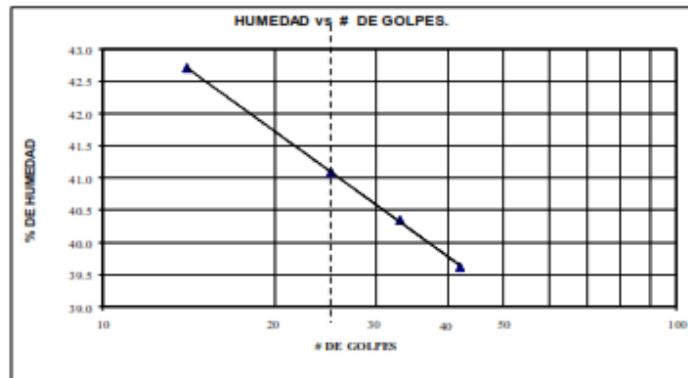
#### RESULTADOS OBTENIDOS:

LIMO ARENOSO, PLÁSTICO, HÚMEDO, COLOR CAFÉ OSCURO.

GRAVA	0 %
ARENA	36 %
FINOS	64 %

HUMEDAD NATURAL (W <sub>n</sub> )	: 24.07 %
LÍMITE LÍQUIDO (W <sub>L</sub> )	: 41.09 %
LÍMITE PLÁSTICO (W <sub>P</sub> )	: 32.09 %
ÍNDICE PLÁSTICO (I <sub>p</sub> )	: 9.00 %
ÍNDICE DE GRUPO	: 6.0

CLASIFICACIÓN	
SUCS	ML
AASHTO	A-5
IG	6
AASHTO:	A - 5(6)



Firmado electrónicamente por:  
**ADRIANA SOLEDAD MENA RAMIREZ**  
 Ing. Adriana Mena Ramirez  
 CONSULTOR





**PROYECTO** : SUBIDA EL BELEN  
**OBRA** : VIALES  
**LOCALIZACIÓN** : TAMBILLO  
**MUESTRA** : 2  
**PROFUNDIDAD** : 0.50 m  
**FECHA** : 14-jun.-22

**ANEXO:** 2  
**MUESTRA I:** 2  
**OPERADOR:**

### ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

#### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente	=	73.25	g
Masa recip. + suelo húmedo	=	204.2	g
Masa de suelo húmedo	=	130.98	g
Masa de suelo seco	=	102.04	g

TAMIZ N°	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPF.
3"	-	-	-	100	
2"	-	-	-	100	
1½"	-	-	-	100	
1"	-	-	-	100	
¾"	-	-	-	100	
½"	-	-	-	100	
3/8"	-	-	-	100	
N°4	2.23	2.23	2	98	
N°8	-	2.23	2	98	
N°10	4.42	6.65	7	93	
N°40	13.00	19.65	19	81	
N°200	36.50	56.15	55	45	
< N°200	-	-	45		

#### HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CÁPSULA (g)	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
13A	----	168.83	145.80	65.62	28.72	
18A	----	169.21	146.89	67.20	28.01	28.37

#### LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CÁPSULA (g)	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
20B	17	33.74	26.40	11.18	48.23	
32B	26	32.54	25.80	11.17	46.07	
25B	37	31.35	25.21	11.28	44.08	
16A	43	36.00	28.58	11.35	43.06	46.17

#### LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CÁPSULA (g)	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
18B	----	6.50	5.88	4.26	38.27	
15B	----	6.01	5.54	4.29	37.60	
2B	----	7.00	6.26	4.30	37.76	37.88

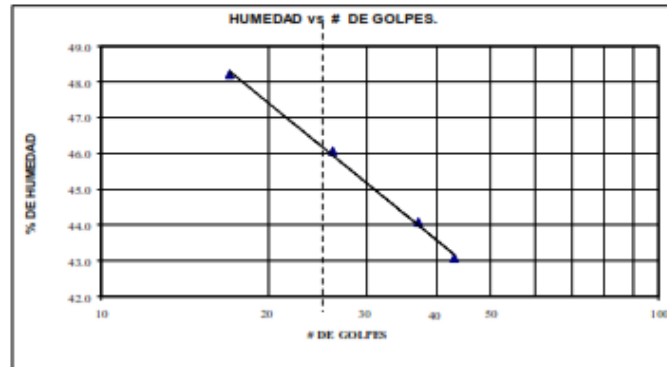
#### RESULTADOS OBTENIDOS:

ARENA LIMOSA CON POMEZ, PLÁSTICO, HÚMEDO, COLOR CAFÉ OSCURO.

GRAVA	2 %
ARENA	53 %
FINOS	45 %

HUMEDAD NATURAL (W <sub>n</sub> )	: 28.37 %
LÍMITE LÍQUIDO (W <sub>L</sub> )	: 46.17 %
LÍMITE PLÁSTICO (W <sub>P</sub> )	: 37.88 %
ÍNDICE PLÁSTICO (I <sub>p</sub> )	: 8.30 %
ÍNDICE DE GRUPO	: 2.3

CLASIFICACIÓN	
SUCS	SM
AASHTO	A-5
IG	2
AASHTO:	A - 5(2)



Firmado digitalmente por:  
**ADRIANA SOLEDAD MENA RAMIREZ**  
 Ing. Adriana  
 CONSULTOR



CONSULTOR



**PROYECTO :** SUBIDA EL BELEN  
**OBRA :** VIALES  
**LOCALIZACIÓN :** TAMBILLO  
**MUESTRA :** 3  
**PROFUNDIDAD :** 0.50 m  
**FECHA :** 14-jun.-22

**ANEXO:** 3  
**MUESTRA I :** 3  
**OPERADOR :**

### ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

#### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente	=	60.98	g
Masa recip. + suelo húmedo	=	175.7	g
Masa de suelo húmedo	=	114.76	g
Masa de suelo seco	=	83.44	g

TAMIZ N°	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPF.
3"	-	-	-	100	
2"	-	-	-	100	
1½"	-	-	-	100	
1"	-	-	-	100	
¾"	-	-	-	100	
½"	-	-	-	100	
3/8"	-	-	-	100	
N°4	0.19	0.19	0	100	
N°8	-	0.19	0	100	
N°10	0.56	0.75	1	99	
N°40	7.20	7.95	10	90	
N°200	21.38	29.33	35	65	
< N°200	-	-	65	-	

#### HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CÁPSULA (g)	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
13A	----	201.75	165.23	68.58	37.79	
18A	----	226.36	183.01	66.76	37.29	37.54

#### LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CÁPSULA (g)	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
9C	13	38.78	31.43	11.18	36.30	
5C	23	38.49	31.48	11.17	34.52	
12C	37	33.13	27.80	11.28	32.26	
3C	44	32.35	27.30	11.24	31.44	33.85

#### LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO (g)	PESO SECO (g)	PESO CÁPSULA (g)	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
4B	----	7.55	6.84	4.26	27.52	
12B	----	8.21	7.37	4.29	27.27	
20B	----	7.45	6.76	4.26	27.60	27.46

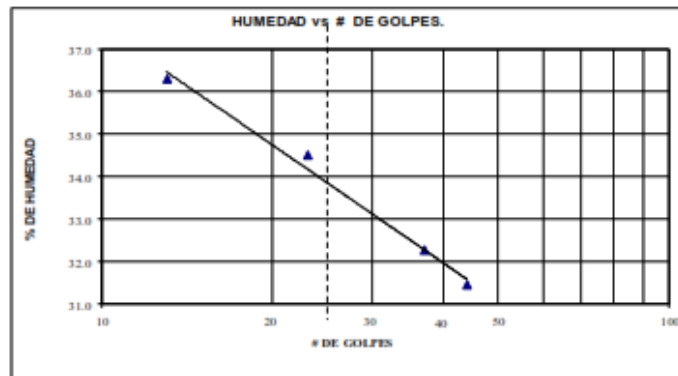
#### RESULTADOS OBTENIDOS:

LIMO ARENOSO, PLÁSTICO, HÚMEDO, COLOR CAFÉ OSCURO.

GRAVA	0 %
ARENA	35 %
FINOS	65 %

HUMEDAD NATURAL (W <sub>n</sub> )	: 37.54 %
LÍMITE LÍQUIDO (W <sub>L</sub> )	: 33.85 %
LÍMITE PLÁSTICO (W <sub>P</sub> )	: 27.46 %
ÍNDICE PLÁSTICO (I <sub>p</sub> )	: 6.39 %
ÍNDICE DE GRUPO	: 6.0

CLASIFICACIÓN	
SUCS	ML
AASHTO	A-4
IG	6
AASHTO:	A - 4(4)



Firmado electrónicamente por:  
**ADRIANA SOLEDAD MENA RAMIREZ**  
 Ing. Adrian CONSULTOR



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**

OBRA: **SUBIDA DEL BELEN**  
LOCALIZACION: **TAMBILLO**  
FECHA: **2022-06-14**  
NORMA: **ASTM D 1557  
MOP - 001-F-2002**

CONTRATISTA:  
FISCALIZA:  
USO: **SUBRASANTE muestra 1**  
YACIMIENTO: **TAMBILLO**

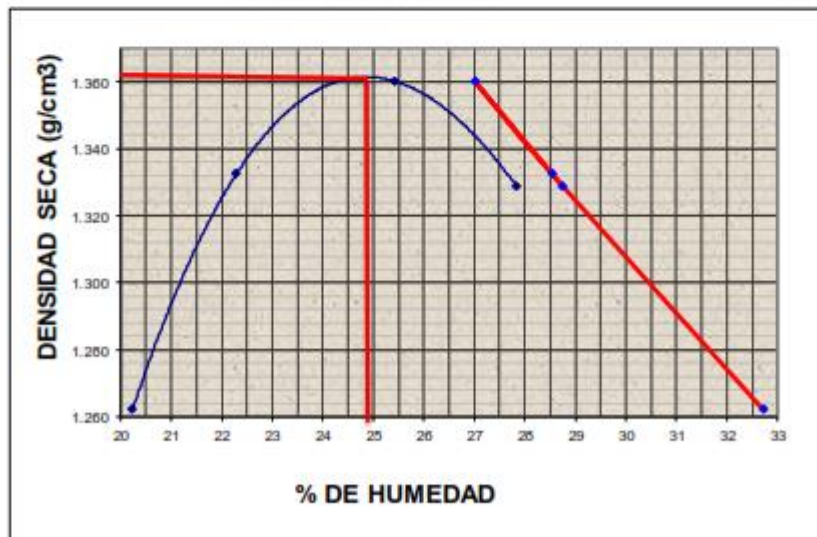
PROCEDIMIENTO:	C		
GOLPES / CAPA:	25	DATOS DEL MOLDE	
N°. DE CAPAS:	5	DIAMETRO:	10.00 cm.
MASA DEL MARTILLO:	4.50 Kg.	VOLUMEN :	939 cm <sup>3</sup> .
ALT. DE CAIDA:	45.70 cm.	MASA:	3,900.00 g.

DATOS PARA LA CURVA				
PUNTO N°:	1	2	3	4
Masa compactada:	5,325.00	5,430.00	5,502.00	5,495.00
Masa suelo:	1425.00	1530.00	1602.00	1595.00
Densidad Húmeda :	1.518	1.629	1.706	1.699

CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Masa húmeda:	177.86	164.10	156.96	200.36	172.30	157.87	195.91	153.38
Masa seca:	158.21	146.89	140.08	176.72	149.78	138.32	166.30	133.26
Masa capsula :	61.41	61.56	64.87	69.89	60.97	61.69	59.76	61.11
Humedad (%)	20.30	20.17	22.44	22.13	25.36	25.51	27.79	27.89
Promedio	20.23		22.29		25.43		27.84	

Densidad Seca:	1.262	1.332	1.360	1.329
----------------	-------	-------	-------	-------

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MAXIMA = **1,362.00 g/cm<sup>3</sup>**  
CONTENIDO DE AGUA OPTIMO = **24.90 %**



Descripción del Material:

  
ADRIANA  
SOLEDA MENA  
RAMIREZ  
Ing. Adriana Mena.  
**CONSULTOR**

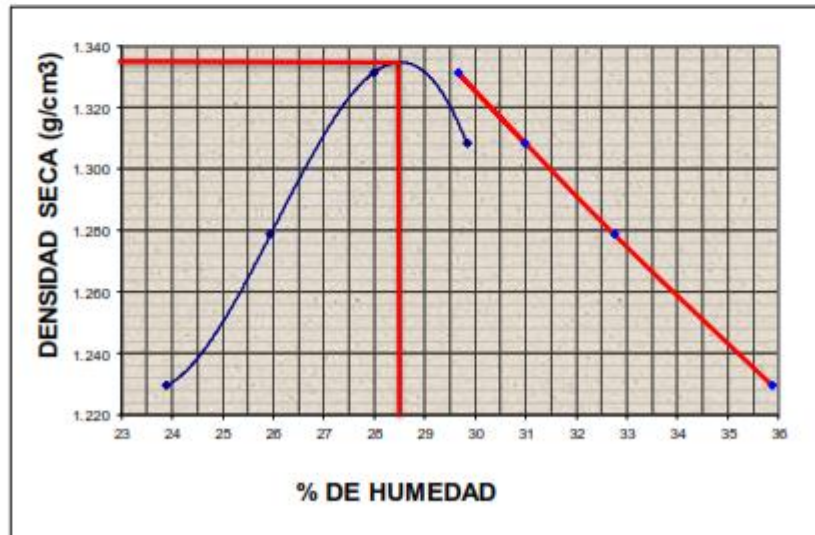
**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**

OBRA: SUBIDA DEL BELEN  
LOCALIZACION: TAMBILLO  
FECHA: 2022-06-14  
NORMA: ASTM D 1557  
MOP - 001-F-2002

CONTRATISTA:  
FISCALIZA:  
USO: SUBRASANTE muestra 2  
YACIMIENTO: TAMBILLO

PROCEDIMIENTO:	C			DATOS DEL MOLDE				
GOLPES / CAPA:	25			DIAMETRO:	10.00 cm.			
N°. DE CAPAS:	5			VOLUMEN :	939 cm <sup>3</sup> .			
MASA DEL MARTILLO:	4.50	Kg.		MASA:	3,900.00 g.			
ALT. DE CAIDA:	45.70	cm.						
DATOS PARA LA CURVA								
PUNTO N°:	1	2	3	4				
Masa compactada:	5,330.00	5,412.00	5,500.00	5,495.00				
Masa suelo:	1430.00	1512.00	1600.00	1595.00				
Densidad Húmeda :	1.523	1.610	1.704	1.699				
CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Masa húmeda:	110.23	120.56	104.73	104.62	101.08	120.21	215.29	211.03
Masa seca:	94.90	102.55	88.88	88.97	84.45	100.54	180.97	178.04
Masa capsula:	28.44	29.56	27.97	28.45	26.39	28.55	67.43	65.97
Humedad (%)	23.07	24.67	26.02	25.86	28.64	27.32	30.23	29.44
Promedio	23.87		25.94		27.98		29.83	
Densidad Seca:	1.229	1.279	1.331	1.308				

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MAXIMA = 1,336.00 g/cm<sup>3</sup>  
CONTENIDO DE AGUA OPTIMO = 28.50 %



Descripción del Material:

  
 Firmado digitalmente por  
**ADRIANA  
SOLEDAD MENA  
RAMIREZ**  
 Ing. Adriana Mena.  
**CONSULTOR**

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**

OBRA: SUBIDA DEL BELEN

LOCALIZACION: TAMBILLO

FECHA: 2022-06-14

NORMA: ASTM D 1557  
MOP - 001-F-2002

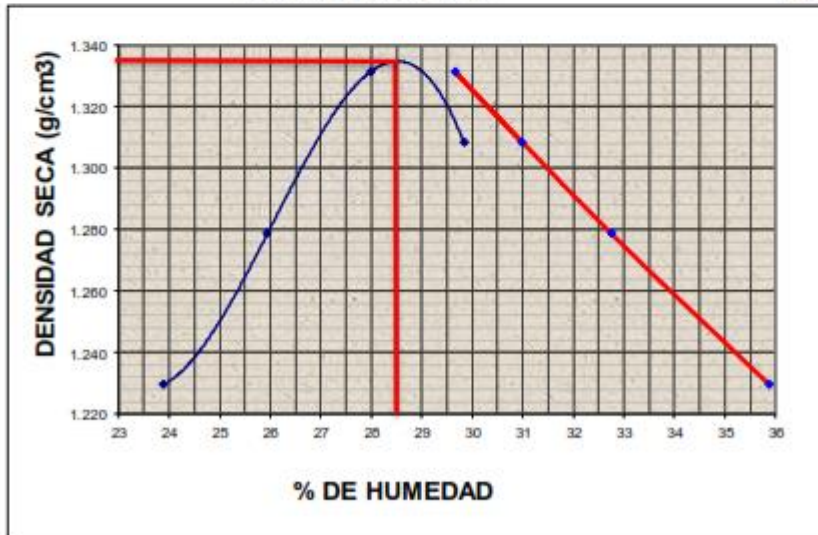
CONTRATISTA:

FISCALIZA:

USO: SUBRASANTE muestra 2  
YACIMIENTO: TAMBILLO

PROCEDIMIENTO:	C			DATOS DEL MOLDE				
GOLPES / CAPA:	25			DIAMETRO:	10.00 cm.			
N°. DE CAPAS:	5			VOLUMEN :	939 cm <sup>3</sup> .			
MASA DEL MARTILLO:	4.50	Kg.		MASA:	3.900.00 g.			
ALT. DE CAIDA:	45.70	cm.						
DATOS PARA LA CURVA								
PUNTO N°:	1	2	3	4				
Masa compactada:	5,330.00	5,412.00	5,500.00	5,495.00				
Masa suelo:	1430.00	1512.00	1600.00	1595.00				
Densidad Húmeda :	1.523	1.610	1.704	1.699				
CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Masa húmeda:	110.23	120.56	104.73	104.62	101.08	120.21	215.29	211.03
Masa seca:	94.90	102.55	88.88	88.97	84.45	100.54	180.97	178.04
Masa capsula:	28.44	29.56	27.97	28.45	26.39	28.55	67.43	65.97
Humedad (%)	23.07	24.67	26.02	25.86	28.64	27.32	30.23	29.44
Promedio	23.87		25.94		27.98		29.83	
Densidad Seca:	1.229	1.279	1.331	1.308				

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MAXIMA = 1,336.00 g/cm<sup>3</sup>  
CONTENIDO DE AGUA OPTIMO = 28.50 %



Descripción del Material:



Procedido electrónicamente por:  
**ADRIANA  
SOLEDAD MENA  
RAMIREZ**

Ing. Adriana Mena.  
**CONSULTOR**

## ANEXO 2: CRONOGRAMA

CRONOGRAMA VALORADO						PERIODO (MESES / SEMANAS)																				
N°	Rubro	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																										
1	Replanteo y Nivelación	km	2.86	934.98	2674.04	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	148.56	2674.04
2	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	3.289	246.18	809.69	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	44.98	809.69	
3	Excavación sin clasificación (c/excavadora)	m³	73597.91	3.94	290285.47	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	16,126.97	290285.47	
4	Material de préstamo importado	m³	34506.68	7.74	267196.82	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	14,844.27	267196.82	
5	Excavación y relleno para estructuras	m³	48.6	12.70	617.11	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	34.28	617.11	
6	Excavación para cunetas y encauzamientos	m³	1251.25	1.32	1654.77	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	91.93	1654.77	
7	Transporte para material de préstamo importado (libres 500 m)	m³km	18000	0.76	13696.56	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	760.92	13696.56	
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>																										
8	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	m³	16445	9.53	156770.05			9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	9,221.77	156770.05	
9	Sub-base clase 3	m³	5262.4	10.18	53576.45			3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	3,571.76	53576.45	
10	Base clase 1A (d<38.1 mm)	m³	5262.4	13.42	70626.63			4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	4,708.44	70626.63	
11	Capa de rodadura de hormigon asfáltico mezclado en planta de 8 cm de espesor	m³	2631.2	18.89	49711.68			3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	3,314.11	49711.68	
12	Transporte de material de sub-base clase 3	m³km	157872	0.58	91885.29	9,188.53		9,188.53		9,188.53		9,188.53		9,188.53		9,188.53		9,188.53		9,188.53		9,188.53		9,188.53	91885.29	
13	Transporte para material de base clase 1A	m³km	157872	0.60	94382.20	9,438.22		9,438.22		9,438.22		9,438.22		9,438.22		9,438.22		9,438.22		9,438.22		9,438.22		9,438.22	94382.20	
14	Transporte de material de mejoramiento	m³km	493350	0.58	287141.54	28,714.15		28,714.15		28,714.15		28,714.15		28,714.15		28,714.15		28,714.15		28,714.15		28,714.15		28,714.15	287141.54	
15	Transporte de material para la capa de rodadura de hormigon asfáltico	m³km	78936	0.60	47191.10	4,719.11		4,719.11		4,719.11		4,719.11		4,719.11		4,719.11		4,719.11		4,719.11		4,719.11		4,719.11	47191.10	
<b>ESTRUCTURAS</b>																										
16	Hormigón estruct. de cemento portland clase A, f <sub>c</sub> =210 kg/cm², cabezales,muros y cunetas	m³	8.424	194.56	1638.93																				1638.93	
17	Hormigón simple, f <sub>c</sub> =180 kg/cm² para cunetas	m³	852.28	140.07	119378.86																				119378.86	
18	Hormigón pobre para replantillo	m³	1.296	140.07	181.53																				181.53	
19	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm²	kg	0.8424	2.25	1.90																				1.90	
<b>DRENAJE Y ALCANTARILLADO</b>																										
20	Tubería para alcantarilla D=400 mm	m	121.5	183.77	22328.06																				22328.06	
<b>INSTALACIONES PARA CONTROL DEL TRÁNSITO Y USO DE LA ZONA DEL CAMINO</b>																										
21	Guardacaminos metálico	m	490	180.00	88200.00																				88200.00	
22	Señales regulatoria prevención al lado de la carretera (0.6 m x 0.6 m)	u	28	185.76	5201.28																				5201.28	
23	Señales de prevención al lado de la carretera (0.6 m x 0.6 m)	u	4	185.76	743.04																				743.04	
24	Señales de información al lado de la carretera (1.80 m x 0.60 m)	u	2	220.78	441.56																				441.56	
25	Señales de información al lado de la carretera (0.45 m x 0.60 m)	u	2	149.78	299.56																				299.56	
<b>MEDIDAS GENERALES DE CONTROL AMBIENTAL</b>																										
30	Construcción y funcionamiento de campamentos, bodegas y talleres de obra	gbl	1	780.59	780.59	390.30	390.30																		780.59	
31	Área sembrada (repoblación vegetal)	m²	1430	0.85	1215.50	607.75	607.75																		1215.50	
32	Escombrera Disposición Final y Tratamiento Paisajístico en zonas de Depósito	m³	39091.23	0.55	21500.18	10,750.09	10,750.09																		21500.18	
33	Batería Sanitaria Móvil	Día	180	14.51	2611.80	1,305.90	1,305.90																		2611.80	
34	Agua para Control de Polvo	m³	900	3.00	2700.00																				2700.00	
35	Pancarta Informativa	u	6	360.41	2162.46																				2162.46	
						65,307.59	45,105.95	93,333.69	41,273.68	101,613.90	52,868.00	104,928.01	52,868.00	104,928.01	52,868.00	104,928.01	52,868.00	127,520.85	75,460.84	127,520.85	68,018.15	120,078.16	99,646.63	151,513.10	50,092.74	<b>1,692,742.17</b>
						3.85%	2.66%	5.50%	2.43%	5.99%	3.11%	6.18%	3.11%	6.18%	3.11%	6.18%	3.11%	7.51%	4.45%	7.51%	4.01%	7.07%	5.87%	8.93%	2.95%	<b>100%</b>
						3.85%	6.50%	12.00%	14.43%	20.42%	23.53%	29.71%	32.83%	39.01%	42.12%	48.30%	51.42%	58.93%	63.38%	70.89%	74.89%	81.97%	87.84%	96.76%	99.71%	



### ANEXO 3: TABLAS DE CONTEO VEHICULAR

Tipo Vehículo	Conteo Vehicular Estación #1 Absc: 0+000						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Liviano	126	120	129	127	124	140	131
Camion Mediano (2DA)	12	10	11	12	11	15	13
Bus (2DB)	5	5	5	5	5	2	2
Volqueta V2DB	1	2	2	1	1	2	0
<b>TOTAL</b>	<b>144</b>	<b>137</b>	<b>147</b>	<b>145</b>	<b>141</b>	<b>159</b>	<b>146</b>

Tipo Vehículo	Conteo Vehicular Estación #2 Absc: 2+900						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Liviano	22	20	19	24	18	31	29
Camion Mediano (2DA)	6	4	6	7	5	8	7
Bus (2DB)	5	5	5	5	5	0	2
Volqueta V2DB	1	2	2	1	1	2	0
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>37</b>	<b>29</b>	<b>41</b>	<b>38</b>

Tipo Vehículo	Tráfico total							Prom.	%
	1	2	3	4	5	6	7		
Liviano	148	140	148	151	142	171	160	151	84.1
Camion Mediano (2DA)	18	14	17	19	16	23	20	18	10.1
Bus (2DB)	10	10	10	10	10	2	4	8	4.4
Volqueta V2DB	2	4	4	2	2	4	0	3	1.4
<b>TOTAL</b>	<b>178</b>	<b>168</b>	<b>179</b>	<b>182</b>	<b>170</b>	<b>200</b>	<b>184</b>	<b>180</b>	<b>100.0</b>

Tipo Vehículo	Tráfico Diario Semanal							Prom.	%
	1	2	3	4	5	6	7		
Liviano	235	222	235	239	225	271	254	240	84.1
Camion Mediano (2DA)	29	22	27	30	25	36	32	29	10.1
Bus (2DB)	16	16	16	16	16	3	6	13	4.4
Volqueta V2DB	3	6	6	3	3	6	0	4	1.4
<b>Tráfico Diario Semanal</b>								<b>286</b>	

Mes	Extra	Súper	diesel 2	Diesel Premium	# Días
<b>Enero</b>	2127184	468707	388215	1805496	31
<b>Febrero</b>	1911893	427409	423232	1615290	28
<b>Marzo</b>	1895013	376536	313256	1680474	31
<b>Abril</b>	1945990	387515	444611	1674701	30
<b>Mayo</b>	2006880	352979	369123	1683001	31
<b>Junio</b>	2004364	337118	492618	1702252	30
<b>Julio</b>	2141815	434979	549460	1831708	31
<b>Agosto</b>	2274151	506900	478370	1831521	31
<b>Septiembre</b>	2078051	361906	552952	1768131	30
<b>Octubre</b>	2208569	395078	498012	1859382	31
<b>Noviembre</b>	2064729	303168	439548	1735338	30
<b>Diciembre</b>	2259759	373217	431146	1702604	31

Mes	Promedio		Factores		Factor Promedio
	Gasolina	Diésel	Gasolina	Diesel	
Enero	1297945.5	1096855.5	1.051	1.002	1.026
Febrero	1169651	1019261	0.947	0.931	0.939
Marzo	1135774.5	996865	0.920	0.911	0.915
Abril	1166752.5	1059656	0.945	0.968	0.956
Mayo	1179929.5	1026062	0.955	0.937	0.946
Junio	1170741	1097435	0.948	1.003	0.975
Julio	1288397	1190584	1.043	1.088	1.065
Agosto	1390525.5	1154945.5	1.126	1.055	1.090
Septiembre	1219978.5	1160541.5	0.988	1.060	1.024
Octubre	1301823.5	1178697	1.054	1.077	1.065
Noviembre	1183948.5	1087443	0.959	0.993	0.976
Diciembre	1316488	1066875	1.066	0.975	1.020
Promedio	1235162.917	1094601.708			

Tipo Vehículo	Ajuste Tráfico Anual							Prom.	%
	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7		
Liviano	222	210	222	227	213	257	240	227	84
Camion Mediano (2DA)	27	21	26	29	24	35	30	27	10
Bus (2DB)	15	15	15	15	15	3	6	12	4
Volqueta V2DB	3	6	6	3	3	6	0	4	1
<b>Tráfico Diario Anual</b>								<b>270</b>	

## ANEXO 4: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>MO- 1</b>	<b>UNIDAD:</b>	km		
<b>RUBRO:</b>	Replanteo y Nivelación				
<b>DETALLE:</b>	Replanteo y Nivelación				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORAR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					18.08
Estación total	1.00	341.00	341.00	1.00	341.00
				<b>SUBTOTAL</b>	359.08
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORAR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cadenero	2.00	3.65	7.30	23.50	171.55
Inspector de obra	1.00	4.05	4.05	23.50	95.18
Topógrafo	1.00	4.04	4.04	23.50	94.94
				<b>SUBTOTAL</b>	361.67
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Estacas	U	50.00	1.00	50.00	
Clavos	Kg	2.00	4.20	8.40	
Mojos de Hormigón	U	3.00	2.00		
				<b>SUBTOTAL</b>	58.40
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					779.15
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE 20.00%</b>					934.98
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					934.98
<b>VALOR OFERTADO:</b>					934.98

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>MO- 2</b>	<b>UNIDAD:</b>	ha		
<b>RUBRO:</b>	Desbroce, desbosque y limpieza				
<b>DETALLE:</b>	Desbroce, desbosque y limpieza				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.00
Equipo de limpieza	1.00	35.00	35.00	1.00	35.00
				<b>SUBTOTAL</b>	35.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	2.00	3.65	7.30	15.00	109.50
Inspector de obra	0.50	4.05	2.03	10.00	20.25
Albaníl	1.00	4.04	4.04	10.00	40.40
				<b>SUBTOTAL</b>	170.15
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					205.15
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE</b> 20.00%					246.18
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					246.18
<b>VALOR OFERTADO:</b>					246.18

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>MO- 3</b>	<b>UNIDAD:</b>	m <sup>3</sup>		
<b>RUBRO:</b>	Excavación sin clasificación (c/excavadora)				
<b>DETALLE:</b>	Excavación sin clasificación (c/excavadora)				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Excavadora	1.00	68.17	68.17	0.04	2.73
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>2.73</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Operador	2.00	4.05	8.10	0.04	0.29
Inspector de obra	1.00	4.05	4.05	0.04	0.15
Peón	1.00	3.65	3.65	0.03	0.12
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.56</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>3.29</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE 20.00%</b>					<b>3.94</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>3.94</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>3.94</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>MO- 4</b>	<b>UNIDAD:</b>	m <sup>3</sup>		
<b>RUBRO:</b>	Material de préstamo importado				
<b>DETALLE:</b>	Material de préstamo importado				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Volqueta	1.00	19.38	19.38	0.06	1.16
Cargadora frontal	1.00	282.00	282.00	0.01	1.69
Rodillo	1.00	32.50	32.50	0.01	0.26
Motoniveladora	1.00	44.81	44.81	0.01	0.36
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>3.47</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	4.00	3.65	14.60	0.01	0.12
Operador	3.00	4.05	12.15	0.01	0.07
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.02
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.21</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Material de prestamo local	m <sup>3</sup>	1.20	2.30	2.76	
Agua	m <sup>3</sup>	0.10	0.06	0.01	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>2.77</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>6.45</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE 20.00%</b>					<b>7.74</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>7.74</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>7.74</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>MO- 5</b>		<b>UNIDAD:</b>	m <sup>3</sup>	
<b>RUBRO:</b>	Excavación y relleno para estructuras				
<b>DETALLE:</b>	Excavación y relleno para estructuras				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.46
Compactador manual	8.00	2.55	20.40	0.04	0.90
				<b>SUBTOTAL</b>	1.36
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	2.00	3.65	7.30	1.00	7.30
Inspector de obra	1.00	4.05	4.05	0.25	1.01
Albañil	1.00	4.04	4.04	0.22	0.89
				<b>SUBTOTAL</b>	9.20
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Agua	m <sup>3</sup>	0.05	0.45	0.02	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.02
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					10.58
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE</b> 20.00%					12.70
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					12.70
<b>VALOR OFERTADO:</b>					12.70

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>MO- 6</b>	<b>UNIDAD:</b>	m3		
<b>RUBRO:</b>	Excavación para cunetas y encauzamientos				
<b>DETALLE:</b>	Excavación para cunetas y encauzamientos				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor (5% M.O.)					0.01
Retroexcavadora	1.00	61.34	61.34	0.01	0.86
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.87</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORARIO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Péon	2.00	3.65	7.30	0.01	0.10
Operador	1.00	4.05	4.05	0.03	0.10
Inspector de obra	0.50	4.04	2.02	0.01	0.03
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.23</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>1.10</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE 20.00%</b>					<b>1.32</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>1.32</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>1.32</b>



<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>MO- 7</b>		<b>UNIDAD:</b>	m3/km	
<b>RUBRO:</b>	Transporte para material de prestamo importado (libres 500 m)				
<b>DETALLE:</b>	Transporte para material de prestamo importado (libres 500 m)				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Volqueta	1.00	19.38	19.38	0.01	0.19
Cargadora fronta	1.00	28.20	28.20	0.01	0.28
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.48</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	1.00	3.65	3.65	0.01	0.04
Operador	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
Inspector de Obra	1.00	4.08	4.08	0.01	0.04
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.16</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>0.63</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE 20.00%</b>					<b>0.76</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>0.76</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>0.76</b>

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>ESTPAV- 8</b>	<b>UNIDAD:</b>	m3		
<b>RUBRO:</b>	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado				
<b>DETALLE:</b>	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Rodillo vibratorio Liso	1.00	32.50	32.50	0.01	0.26
Motoniveladora	1.00	44.81	44.81	0.01	0.36
Camion Cisterna	1.00	27.71	27.71	0.01	0.22
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.84</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	2.00	3.65	7.30	0.01	0.07
Operador	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.15</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Material de mejoramiento	m3	1.20	5.50	6.60	
Agua	m3	1.00	0.35	0.35	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>6.95</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>7.94</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE 20.00%</b>					<b>9.53</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>9.53</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>9.53</b>

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>ESTPAV- 9</b>	<b>UNIDAD:</b>	m3		
<b>RUBRO:</b>	Sub-base clase 3				
<b>DETALLE:</b>	Sub-base clase 3				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORAS	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Rodillo vibratorio Liso	1.00	32.50	32.50	0.01	0.26
Motoniveladora	1.00	44.81	44.81	0.01	0.36
Camion Cisterna	1.00	27.71	27.71	0.01	0.22
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.84</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORAS	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	2.00	3.65	7.30	0.01	0.07
Operador	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.15</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Subbase clase 3	m3	1.20	5.50	7.14	
Agua	m3	1.00	0.35	0.35	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>7.49</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>8.48</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE 20.00%</b>					<b>10.18</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>10.18</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>10.18</b>

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>ESTPAV- 10</b>	<b>UNIDAD:</b>	m <sup>3</sup>		
<b>RUBRO:</b>	Base clase 1A (d<38.1 mm)				
<b>DETALLE:</b>	Base clase 1A (d<38.1 mm)				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORAR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Rodillo vibratorio Liso	1.00	32.50	32.50	0.01	0.26
Motoniveladora	1.00	44.81	44.81	0.01	0.36
Camion Cisterna	1.00	27.71	27.71	0.01	0.22
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.84</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORAR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	2.00	3.65	7.30	0.01	0.07
Operador	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.15</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Base clase 1A (d<38.1 mm)	m <sup>3</sup>	1.20	8.20	9.84	
Agua	m <sup>3</sup>	1.00	0.35	0.35	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>10.19</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>11.18</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE</b> 20.00%					<b>13.42</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>13.42</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>13.42</b>

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>ESTPAV- 11</b>	<b>UNIDAD:</b>	m <sup>3</sup>		
<b>RUBRO:</b>	Capa de rodadura de hormigon asfaltico mezclado en planta de 8 cm de esp				
<b>DETALLE:</b>	Capa de rodadura de hormigon asfaltico mezclado en planta de 8 cm de esp				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cargador frontal	1.00	32.50	32.50	0.06	1.95
Rodillo neumatico	1.00	39.84	39.84	0.06	2.39
Rodillo de asfalto	1.00	44.81	44.81	0.06	2.69
Terminador y planta de a	1.00	21.67	200.76	0.01	1.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>8.03</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	4.00	3.65	14.60	0.05	0.73
Operador	4.00	4.05	16.20	0.05	0.81
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.54</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Asfalto	lt	13.18	0.35	4.61	
Material triturado	m <sup>3</sup>	0.01	9.75	0.06	
Agregado pasante	m <sup>3</sup>	0.02	10.00	0.20	
Material triturado	m <sup>3</sup>	0.13	10.00	1.30	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>6.17</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>15.74</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE 20.00%</b>					<b>18.89</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>18.89</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>18.89</b>

<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>ESTPAV- 12</b>		<b>UNIDAD:</b>	m3/km	
<b>RUBRO:</b>	Transporte de material de sub-base clase 3				
<b>DETALLE:</b>	Transporte de material de sub-base clase 3				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL /HR</b>	<b>COSTO HORAR</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Volqueta	1.00	32.50	32.50	0.01	0.26
				<b>SUBTOTAL</b>	0.26
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL /HR</b>	<b>COSTO HORAR</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
				<b>SUBTOTAL</b>	0.04
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO/U</b>	<b>COSTO</b>	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA/U</b>	<b>COSTO</b>	
		A	B	C = A x B	
Material de base 3	m3/km	13.18	0.014	0.185	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.18
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	0.49
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE</b> 20.00%	0.58
				<b>OTROS INDIRECTOS:</b>	
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>	0.58
				<b>VALOR OFERTADO:</b>	0.58

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>ESTPAV- 13</b>	<b>UNIDAD:</b>	m3/km		
<b>RUBRO:</b>	Transporte para material de base clase 1A				
<b>DETALLE:</b>	Transporte para material de base clase 1A				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL /HR</b>	<b>COSTO HORAR</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Volqueta	1.00	32.50	32.50	0.01	0.26
				<b>SUBTOTAL</b>	0.26
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL /HR</b>	<b>COSTO HORAR</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
				<b>SUBTOTAL</b>	0.04
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO/U</b>	<b>COSTO</b>	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA/U</b>	<b>COSTO</b>	
		A	B	C = A x B	
Base clase 1A	m3/km	13.18	0.015	0.198	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.20
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					0.50
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE</b> 20.00%					0.60
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					0.60
<b>VALOR OFERTADO:</b>					0.60

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>ESTPAV- 14</b>	<b>UNIDAD:</b>	m3/km		
<b>RUBRO:</b>	Transporte de material de mejoramiento				
<b>DETALLE:</b>	Transporte de material de mejoramiento				
<b>EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL /HR</b>	<b>COSTO HORAS</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Volqueta	1.00	32.50	32.50	0.01	0.26
				<b>SUBTOTAL</b>	0.26
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL /HR</b>	<b>COSTO HORAS</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
				<b>SUBTOTAL</b>	0.04
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO/U</b>	<b>COSTO</b>	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA/U</b>	<b>COSTO</b>	
		A	B	C = A x B	
Material de mejoramiento	m3/km	13.18	0.014	0.185	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.18
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					0.49
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE</b> 20.00%					0.58
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					0.58
<b>VALOR OFERTADO:</b>					0.58



<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>ESTPAV- 15</b>	<b>UNIDAD:</b>	m3/km		
<b>RUBRO:</b>	Transporte de material para la capa de rodadura de hormigon asfaltico				
<b>DETALLE:</b>	Transporte de material para la capa de rodadura de hormigon asfaltico				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORAS	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Volqueta	1.00	32.50	32.50	0.01	0.26
				<b>SUBTOTAL</b>	0.26
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORAS	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
				<b>SUBTOTAL</b>	0.04
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Material de capa de rodadura	m3/km	13.18	0.015	0.198	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.20
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					0.50
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE</b> 20.00%					0.60
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					0.60
<b>VALOR OFERTADO:</b>					0.60

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>EST- 16</b>	<b>UNIDAD:</b>	m <sup>3</sup>		
<b>RUBRO:</b>	Hormigón estruct. de cemento portland clase A, f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , cabezales,				
<b>DETALLE:</b>	Hormigón estruct. de cemento portland clase A, f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , cabezales,				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Hormigonera 1 saco	1.00	3.75	3.75	1.00	3.75
Vibrador de Hormigon	1.00	1.91	1.91	1.00	1.91
Elevador manual	1.00	2.67	2.67	1.00	2.67
Herramienta menor					5.58
				<b>SUBTOTAL</b>	13.91
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	2.00	3.65	7.30	2.23	16.28
Operador	1.00	4.05	4.05	1.00	4.05
Albañil	1.00	4.05	4.05	2.50	10.13
Mestro de obra	1.00	4.05	4.05	1.00	4.05
Inspector de obra	1.00	4.05	4.05	0.50	2.03
				<b>SUBTOTAL</b>	36.53
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Cemento Portland	kg	390.00	0.25	97.50	
Area	m <sup>3</sup>	0.46	5.36	2.47	
Ripio	m <sup>3</sup>	0.71	5.36	3.81	
Aditivos	kg	0.78	2.24	1.75	
Pingos	m <sup>3</sup>	2.20	1.40	3.08	
Tableros	u	0.06	30.13	1.81	
Clavos	kg	0.45	2.60	1.17	
Agua	m <sup>3</sup>	0.20	0.55	0.11	
				<b>SUBTOTAL</b>	111.69
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					162.13
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE</b> 20.00%					194.56
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					194.56
<b>VALOR OFERTADO:</b>					194.56

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>PROYECTO:</b>	Propuesta De Mejoramiento Vial De La Calle Principal "Subida Al Belén" De Longitud 2.9 Km, Sector El Belén, Ubicado En La Parroquia Rural Tambillo, Cantón Mejía, Provincia De Pichincha				
<b>CÓDIGO:</b>	<b>EST- 17</b>	<b>UNIDAD:</b>	m3		
<b>RUBRO:</b>	Hormigón simple, f'c=180 kg/cm2 para cunetas				
<b>DETALLE:</b>	Hormigón simple, f'c=180 kg/cm2 para cunetas				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Rodillo vibratorio Liso	1.00	32.50	32.50	0.01	0.26
Motoniveladora	1.00	44.81	44.81	0.01	0.36
Camion Cisterna	1.00	27.71	27.71	0.01	0.22
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.84</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peón	2.00	3.65	7.30	0.01	0.07
Operador	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
Chofer	1.00	4.05	4.05	0.01	0.04
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.15</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Material de mejoramiento	m3	1.20	5.50	6.60	
Agua	m3	1.00	0.35	0.35	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>6.95</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
		A	B	C = A x B	
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>7.94</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADE</b> 20.00%					<b>9.53</b>
<b>OTROS INDIRECTOS:</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO:</b>					<b>9.53</b>
<b>VALOR OFERTADO:</b>					<b>9.53</b>

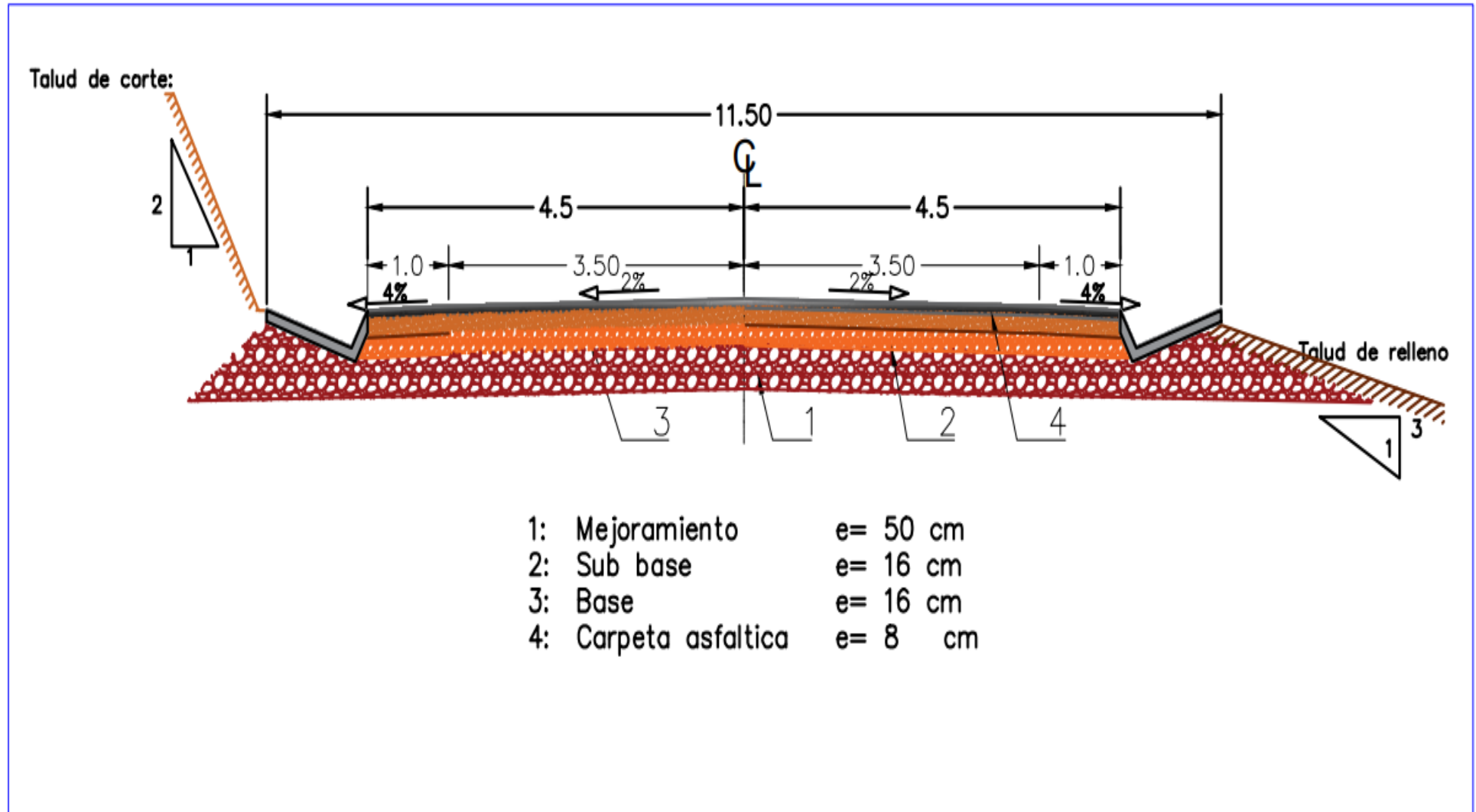
## ANEXO 5: FOTOGRAFÍAS

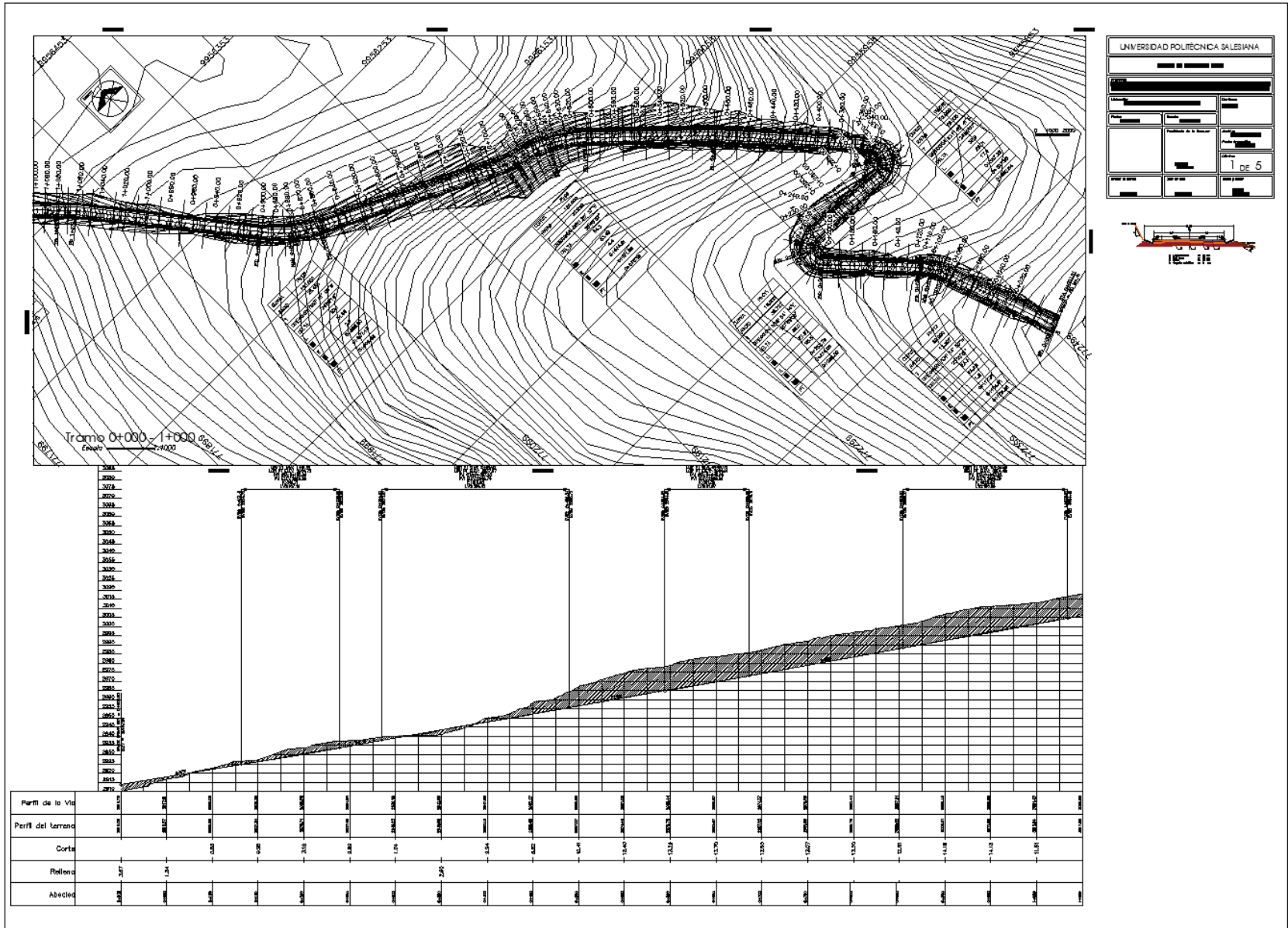




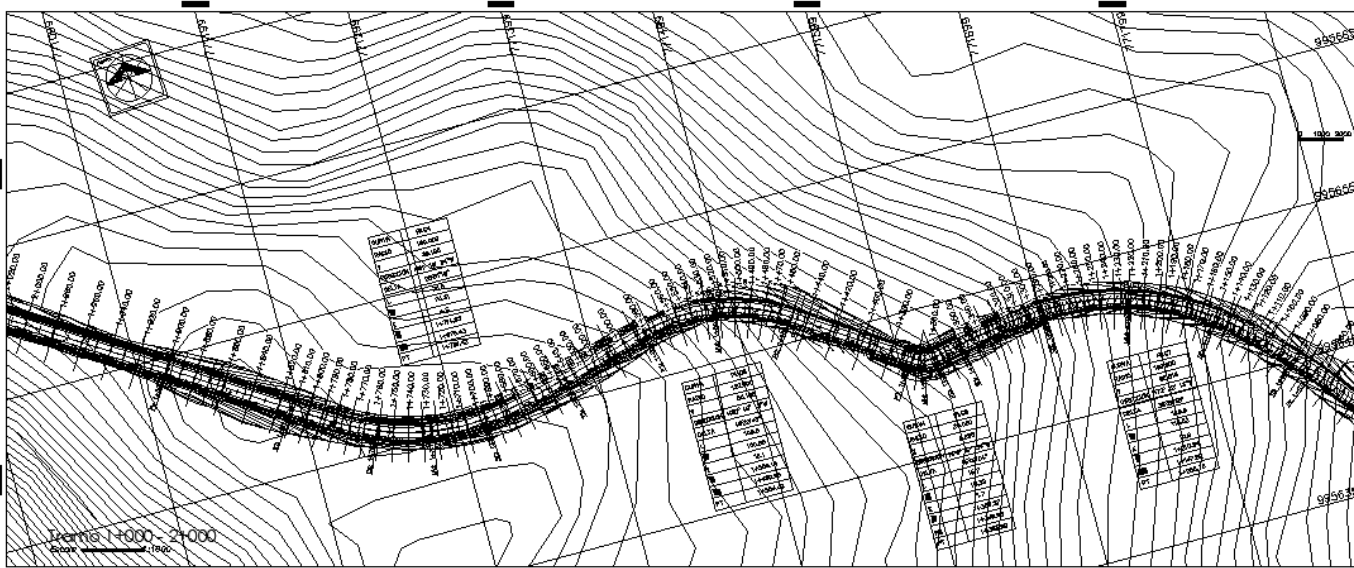


## ANEXO 6: PLANOS DE LA VÍA

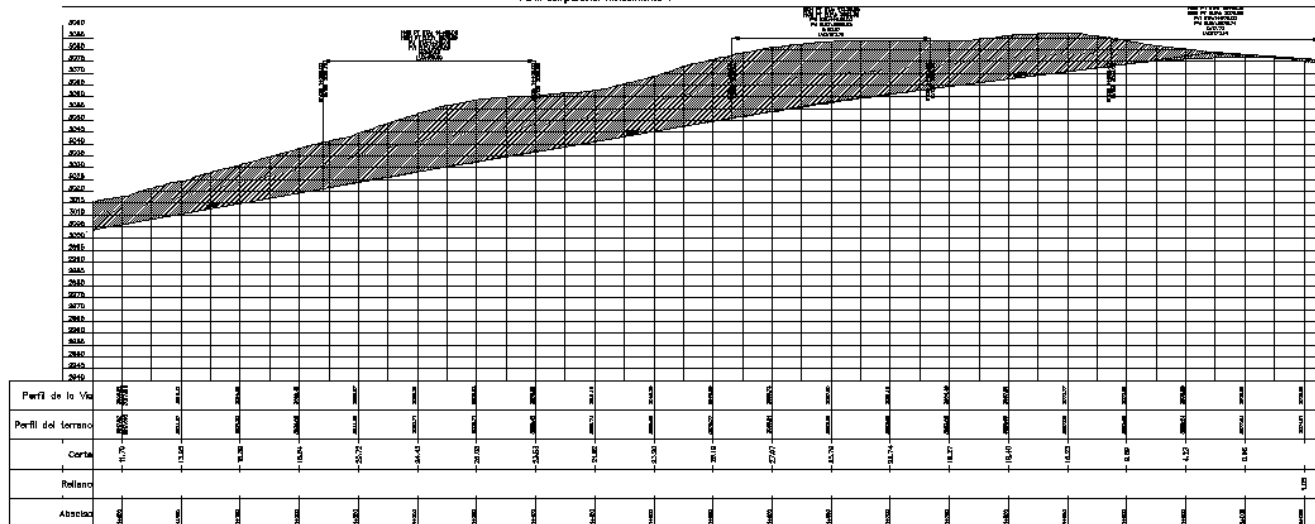






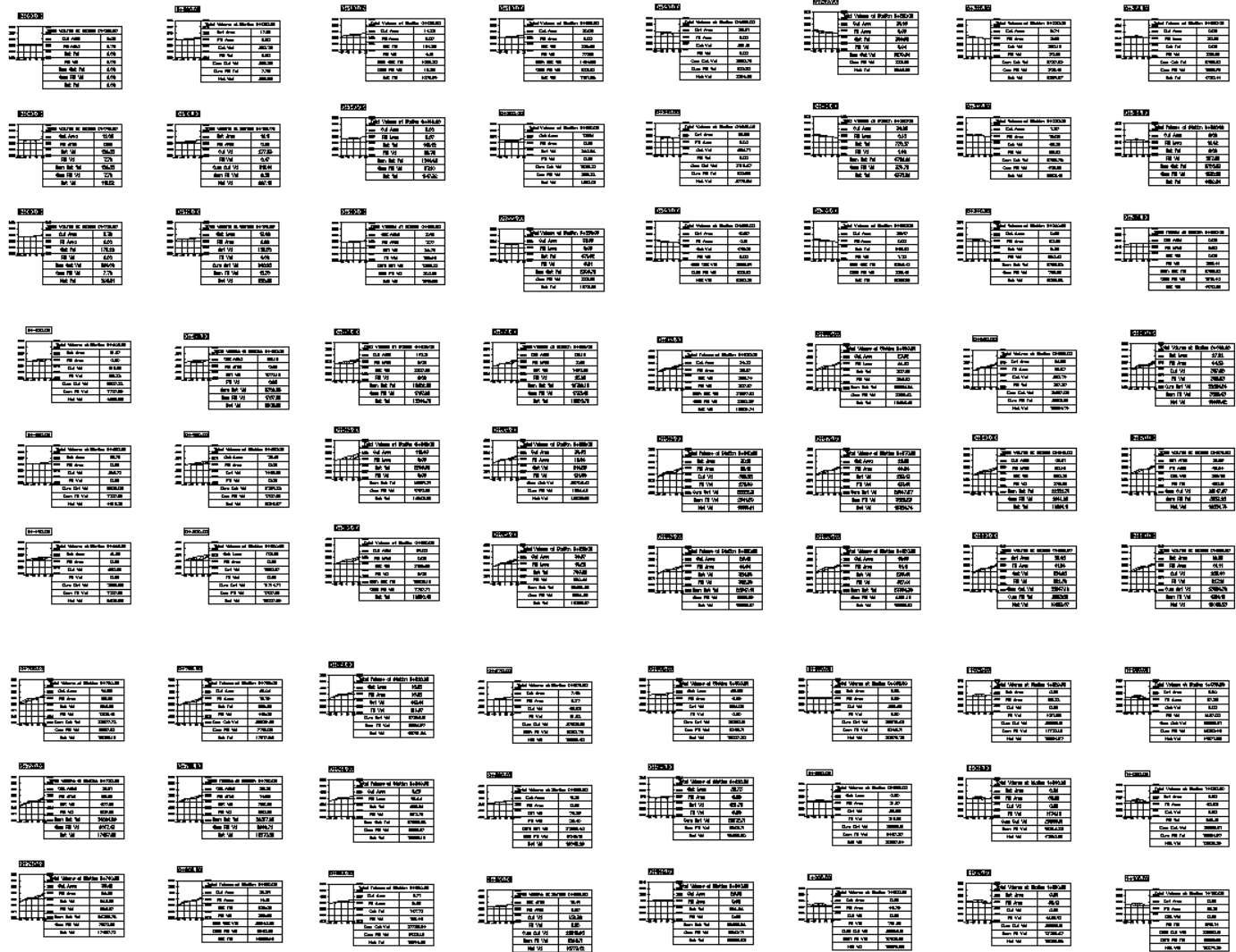


Perfil Longitudinal Aliviamiento 1









UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Nombre: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

3 DE 5

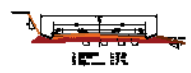


 C17001 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH	 C17002 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH	 C17003 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH	 C17004 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH	 C17005 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH	 C17006 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH	 C17007 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH	 C17008 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH	 C17009 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH	 C17010 Cálculo de valores de Bobinas L1=100mH L2=200mH L3=300mH L4=400mH L5=500mH L6=600mH L7=700mH L8=800mH L9=900mH L10=1000mH
--	--	--	--	---	--	--	--	--	--

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES

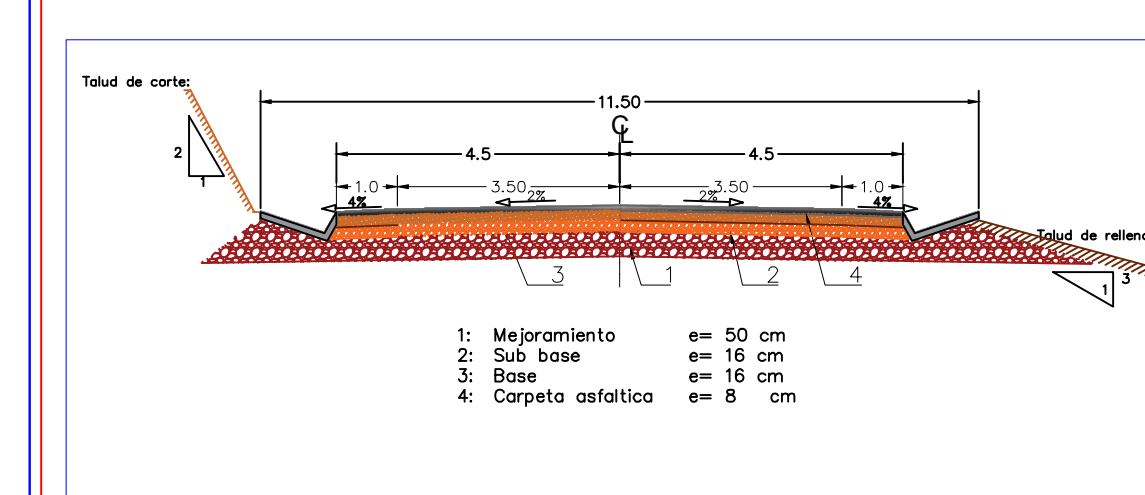
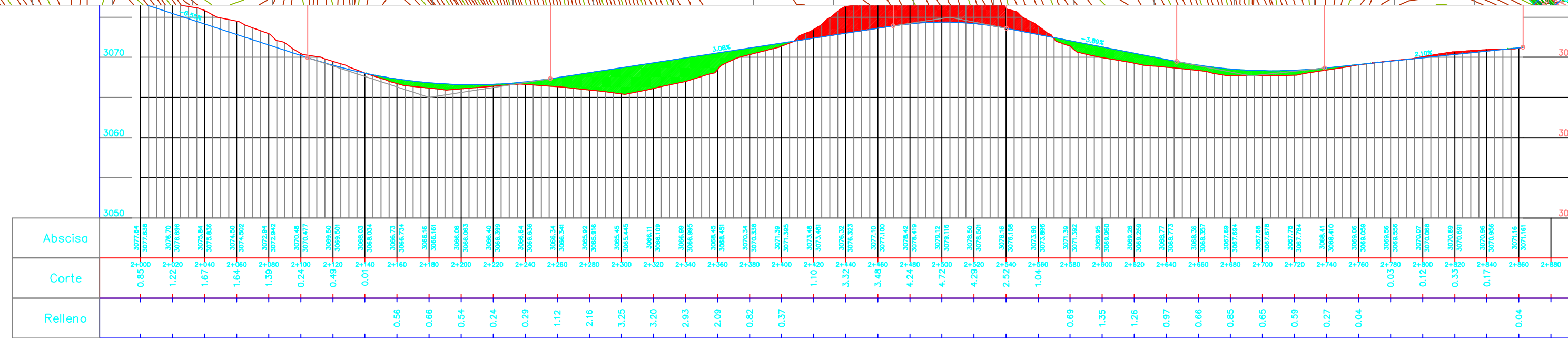
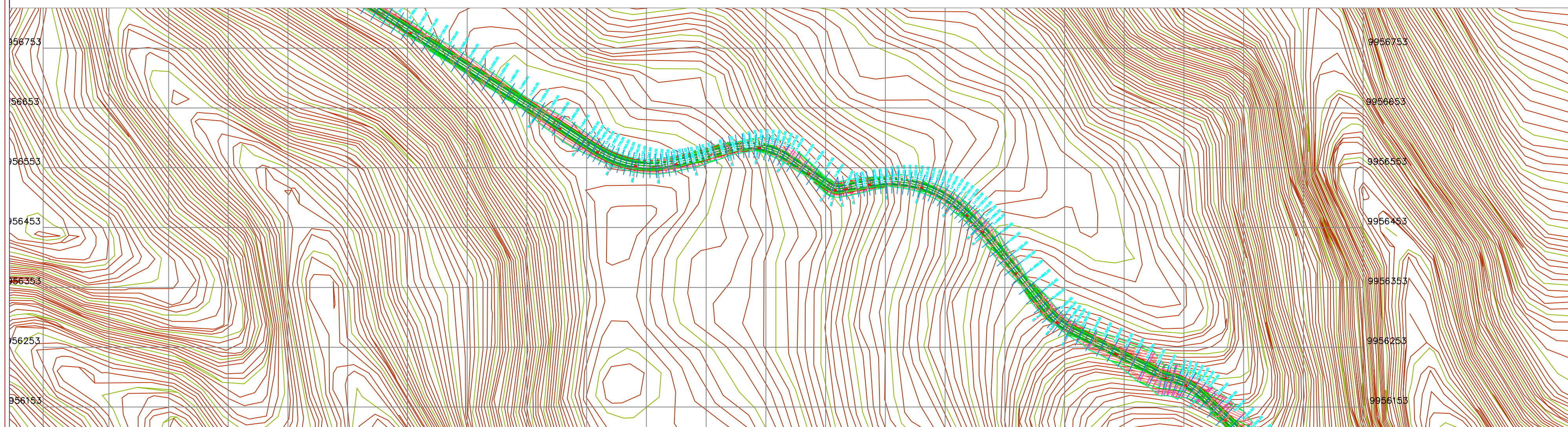
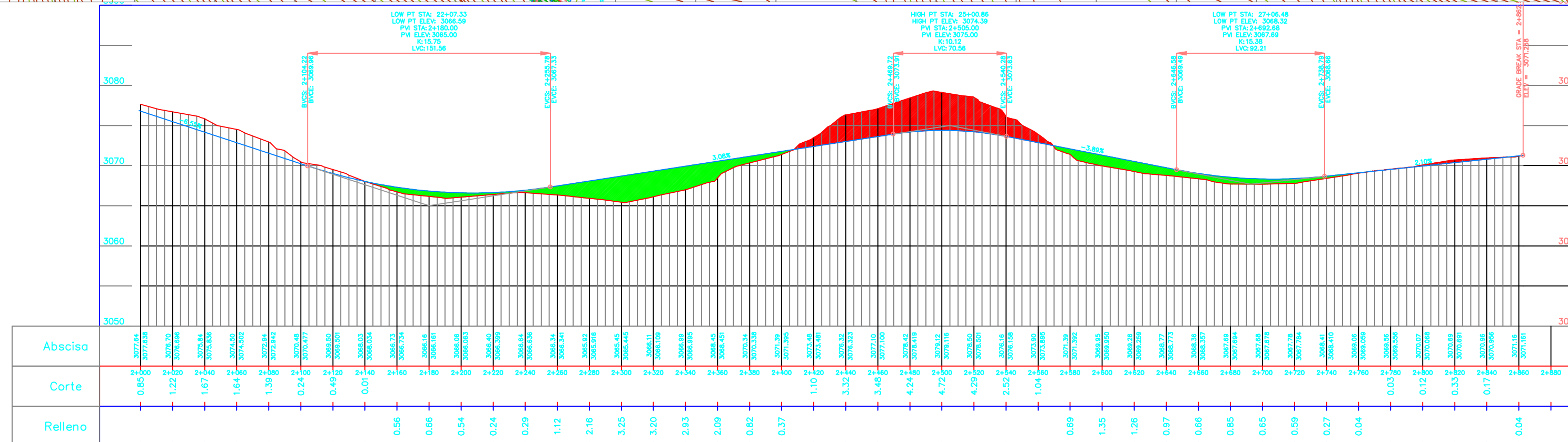
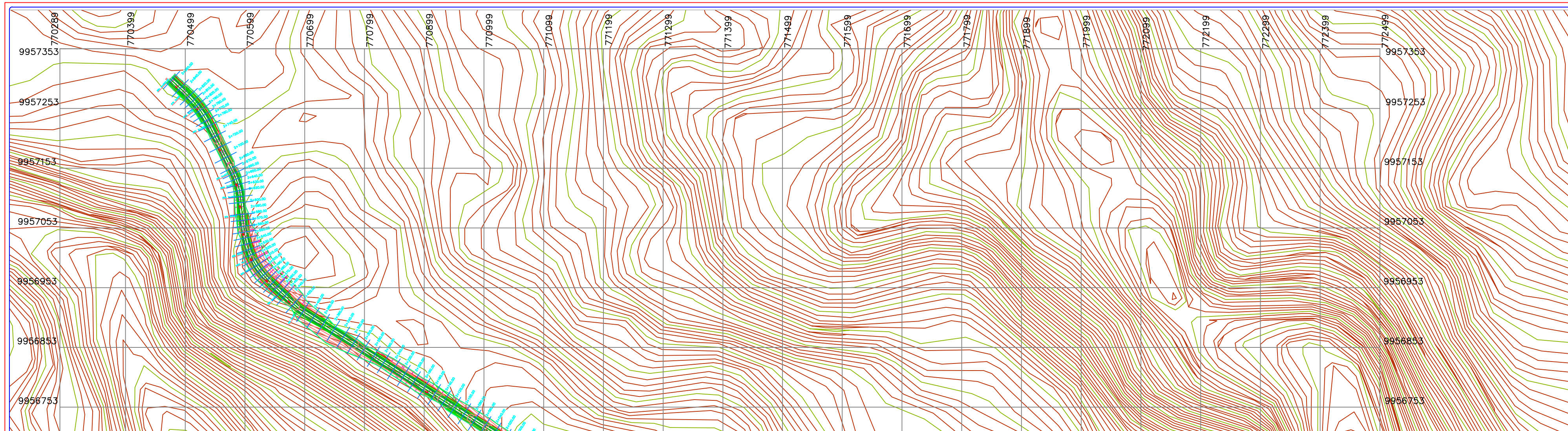
3 DE 5











UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE PRINCIPAL "SUBIDA AL BELÉN" DE LONGITUD 2.9 KM, SECTOR EL BELÉN, UBICADO EN LA PARROQUIA RURAL TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA

Ubicación: Barrio el Belén - Capulí Parroquia Tambillo  
 Contiene: Diseño vial

Fecha: 2022/09/26  
 Escala: INDICADAS

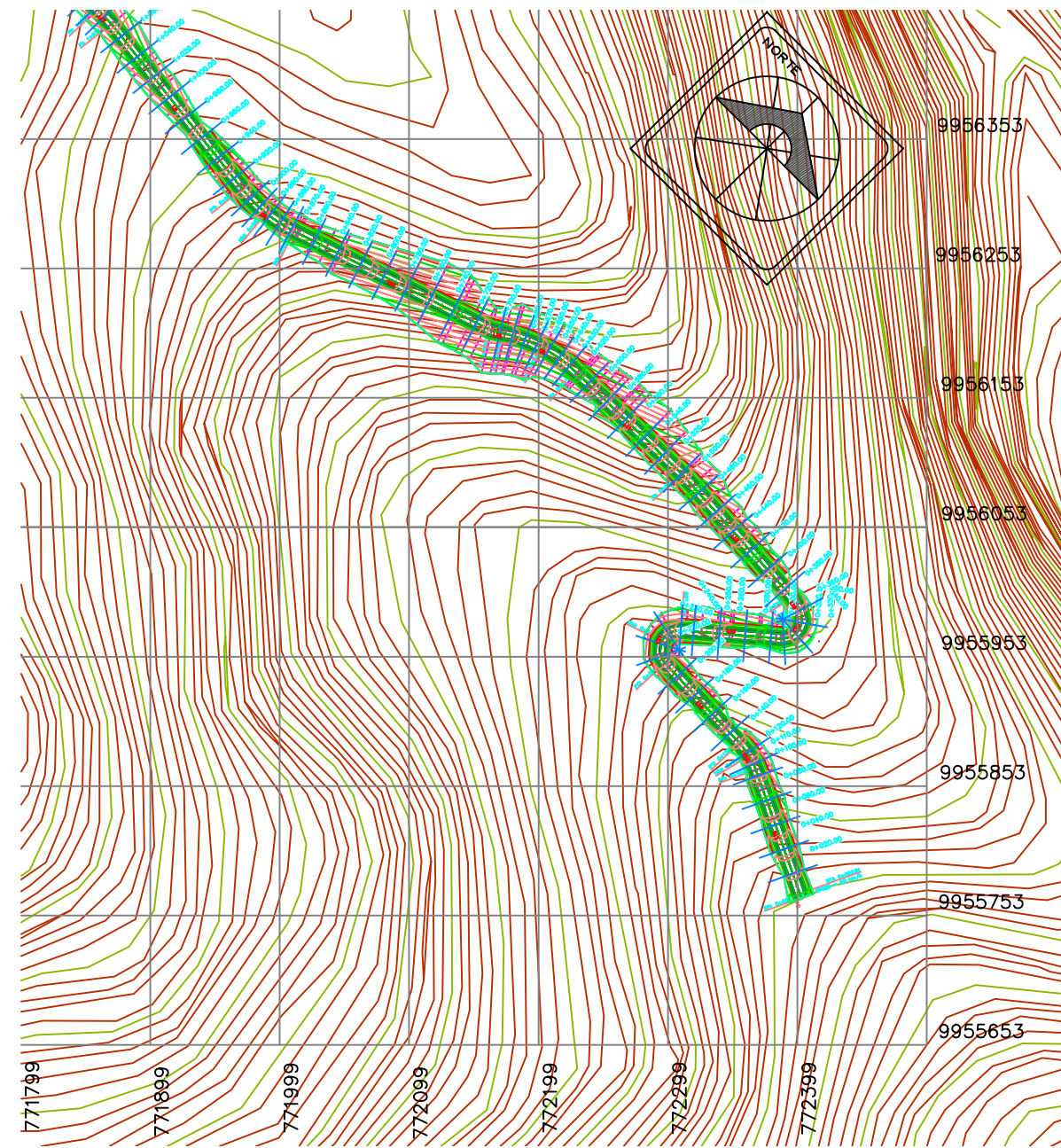
Autores: SARANGO ALBA MONICA ELIZABETH 1105216848  
 RAMOS MORALES LUIS GONZALO 1718628435  
 Dibujo: SARANGO ALBA MONICA ELIZABETH 1105216848  
 RAMOS MORALES LUIS GONZALO 1718628435  
 Archivo: Diseño definitivo  
 Fecha Impresión: 2022/09/26

Lámina: 3 DE 3

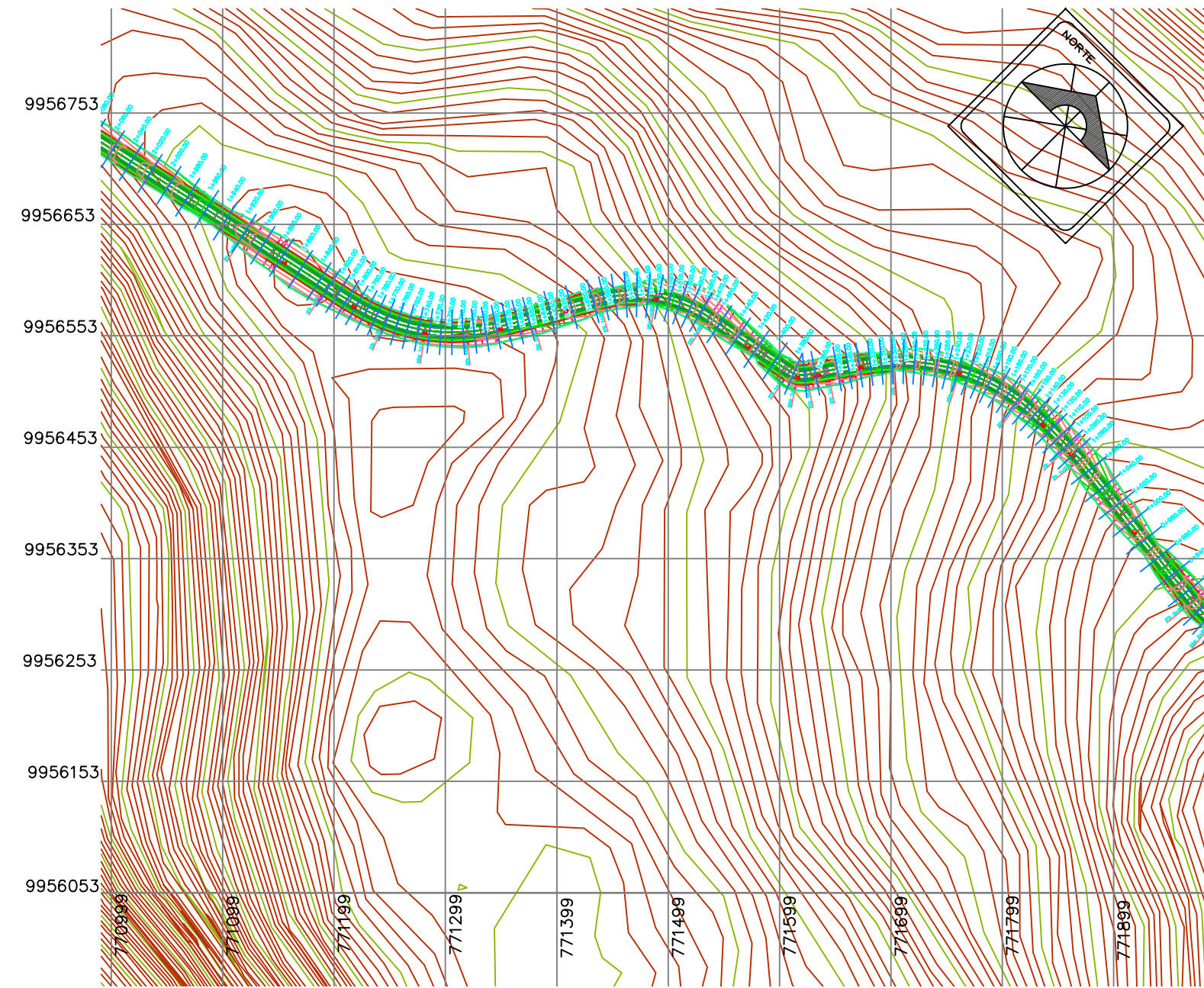
Tutor de Tesis: Ing. BYRON IVAN ALTAMIRANO LEÓN 1709301590  
 Coordenadas: UTM - WGS 84 ZONA 17 S



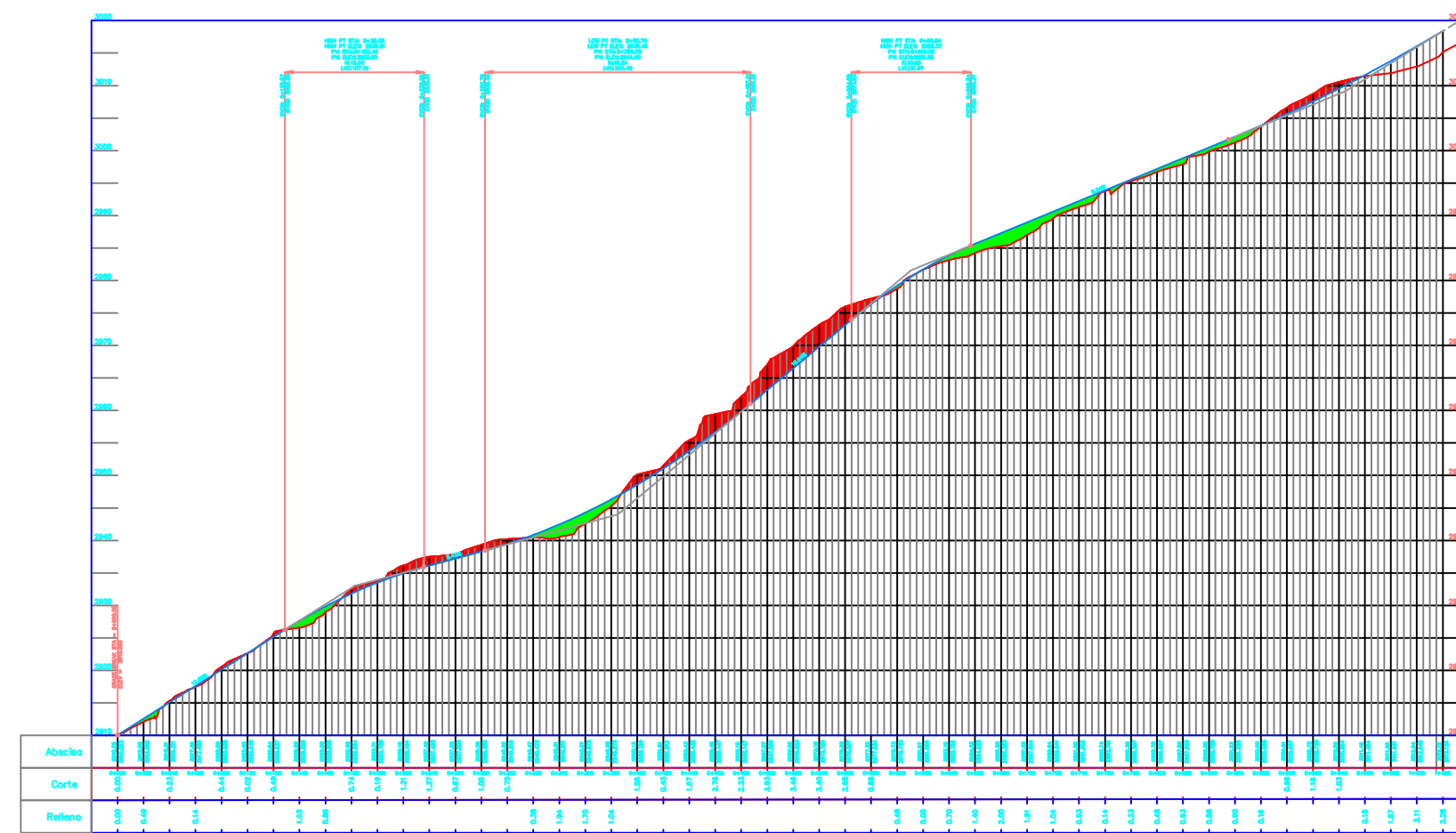




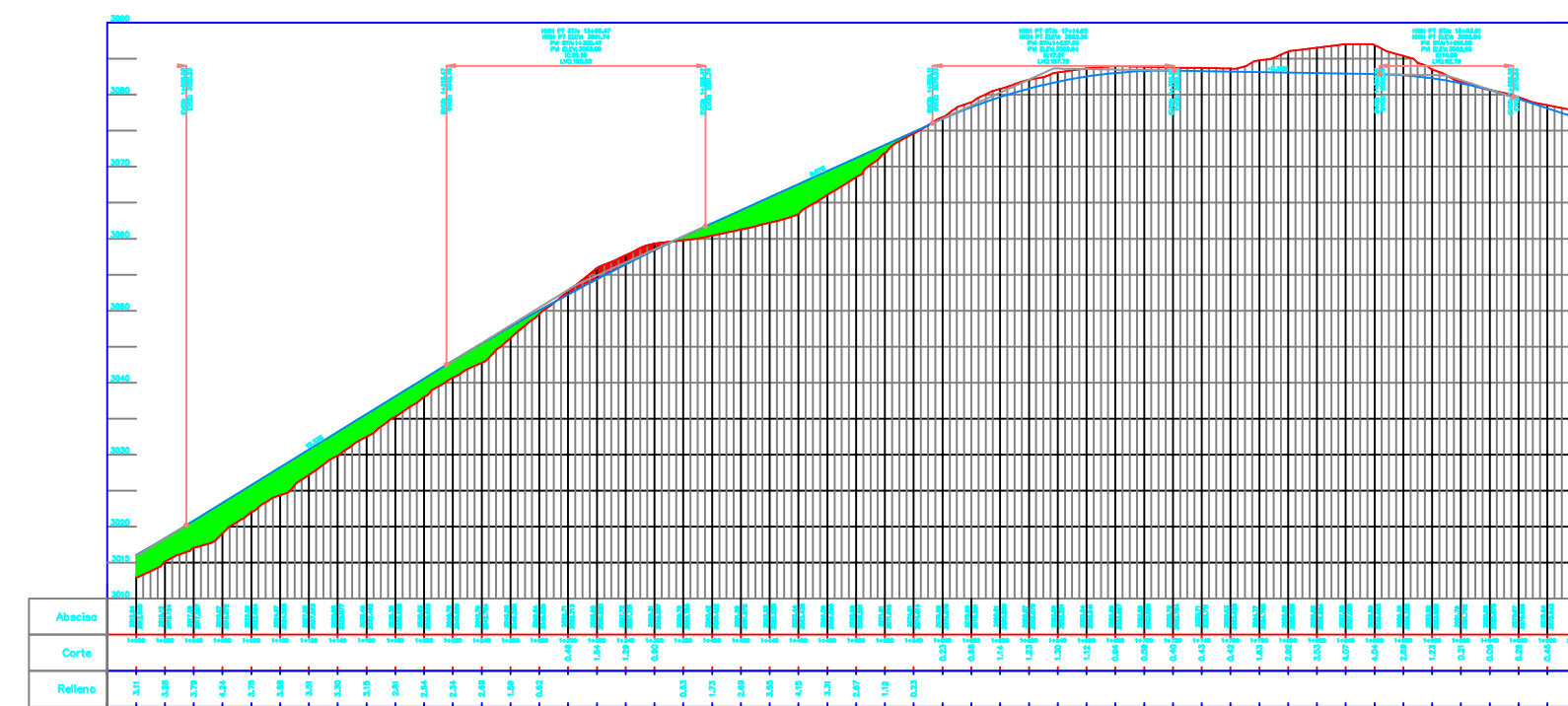
Tramo 0+000 - 1+000  
Escala 1:1000



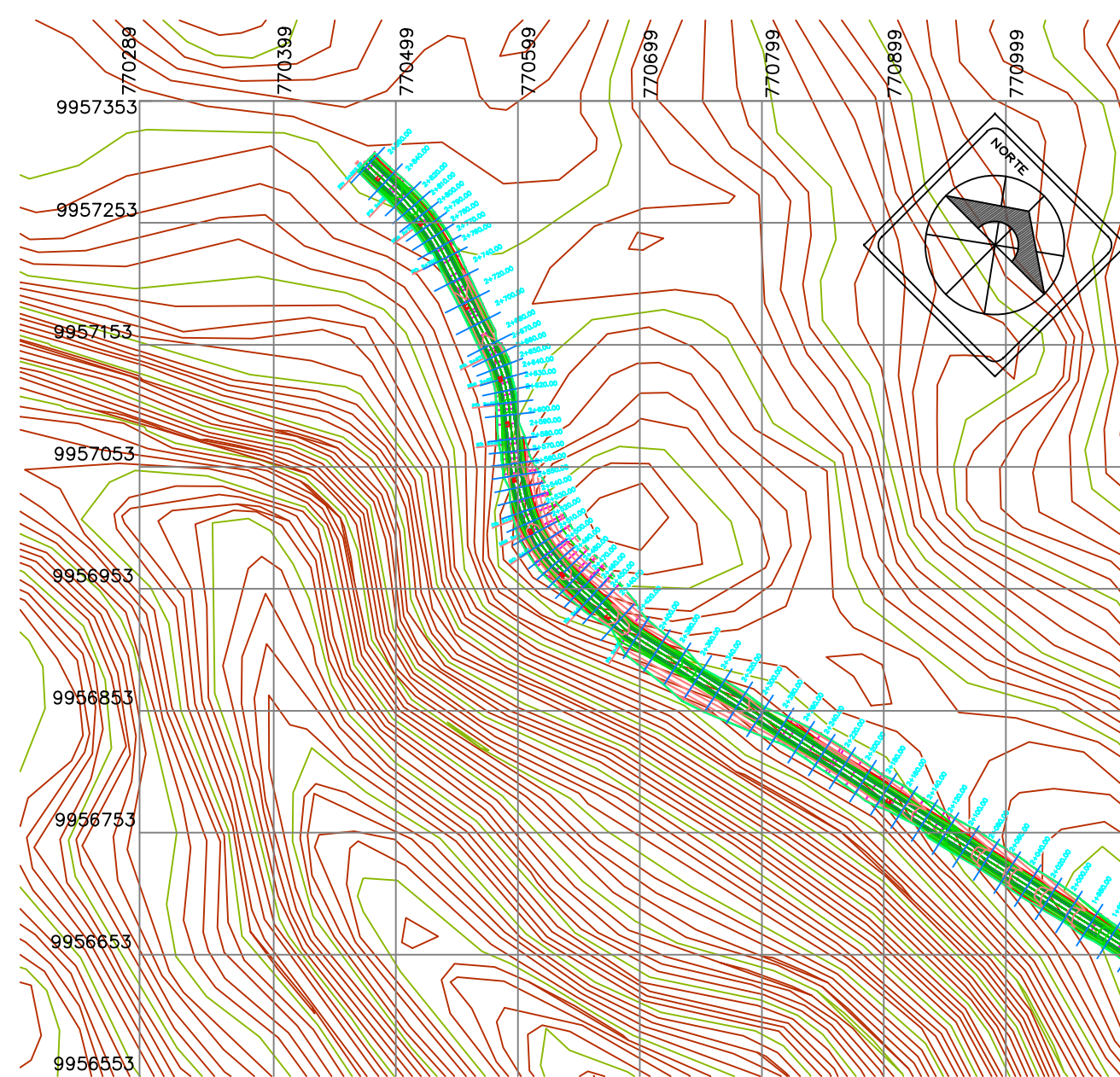
Tramo 1+000 - 2+000  
Escala 1:1000



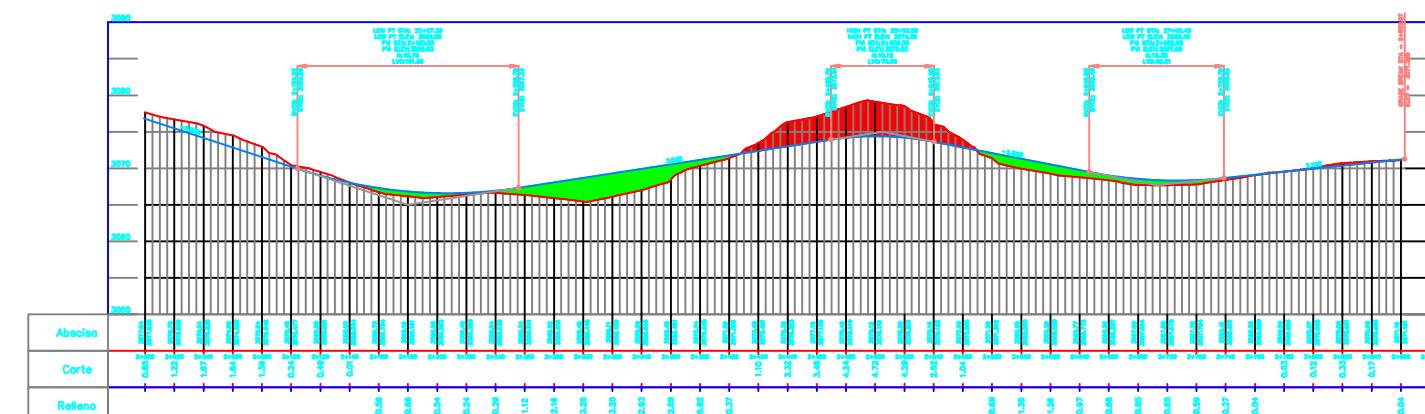
Perfil Longitudinal Tramo 0+000 - 1+000  
Escala 1:1000



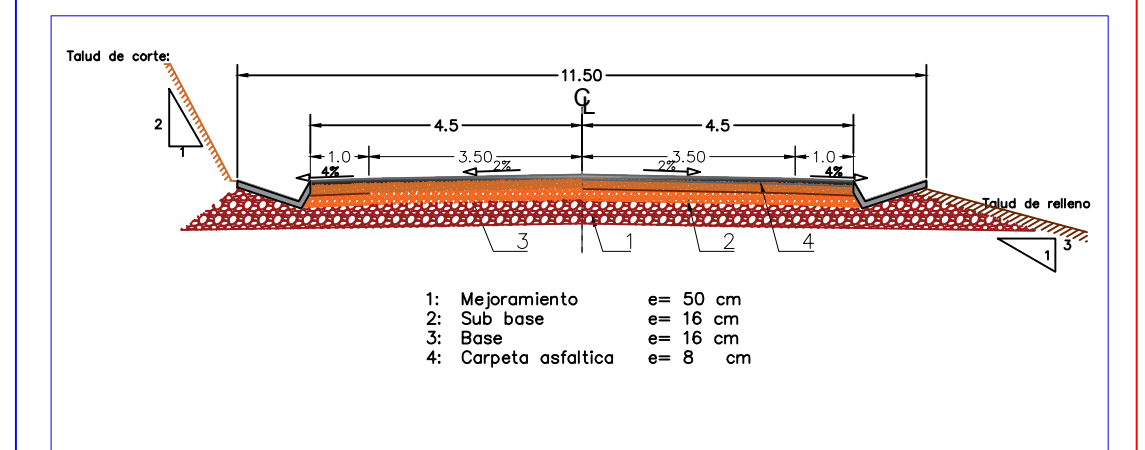
Perfil Longitudinal Tramo 1+000 - 2+000  
Escala 1:1000



Tramo 2+000 - 2+860  
Escala 1:1000



Perfil Longitudinal Tramo 2+000 - 2+860  
Escala 1:1000



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

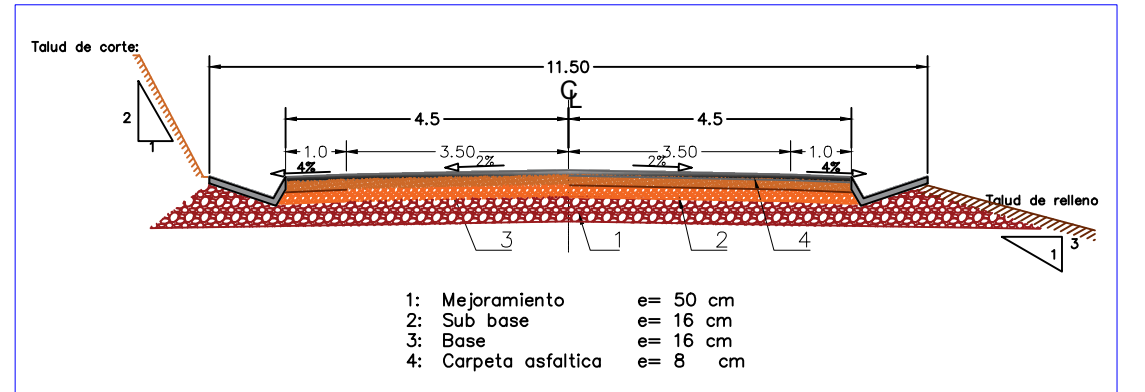
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto: PROYECTO DE MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE PRINCIPAL "SUBIDA AL BELÉN" DE LONGITUD 2.9 KM, SECTOR EL BELÉN, UBICADO EN LA PARROQUIA RURAL TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA

Ubicación: Barrio el Belén - Capullí; Parroquia Tambillo		Contiene: Diseño horizontal y vertical de la vía
Fecha: 2022/09/26	Escala: INDICADAS	Archivo: Diseño definitivo Fecha Impresión: 2022/09/26
Autores: SARAYO ALBA MONICA ELIZABETH 1105216848 RAMOS MORALES LUIS GONZALO 1718326435		Dibuja: SARAYO ALBA MONICA ELIZABETH 1105216848 RAMOS MORALES LUIS GONZALO 1718326435
Tutor de Tesis: Ing. BYRON IVAN ALTAMIRANO LEÓN 1733201590		Lámina: 1 DE 3
Coordenadas: UTM - WGS 84 ZONA 17 S		







# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE PRINCIPAL "SUBIDA AL BELÉN" DE LONGITUD 2.9 KM, SECTOR EL BELÉN, UBICADO EN LA PARROQUIA RURAL TAMBILLO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA

Ubicación: Barrio el Belén - Capulpi; Parroquia Tambillo

Fecha: 2022/09/26

Autores: SARANGO ALBA MONICA ELIZABETH 1105216848  
RAMOS MORALES LUIS GONZALO 1718282435

Archivo: Diseño definitivo  
Fecha Impresión: 2022/09/26

Tutor de Tesis: Ing. BYRON IVAN ALTAMIRANO LEÓN 1705301590

Coordenadas: UTM - WGS 84 ZONA 17 S

Contiene: Secciones Transversales

Escala: INDICADAS

Dibujo: SARANGO ALBA MONICA ELIZABETH 1105216848  
RAMOS MORALES LUIS GONZALO 1718282435

Archivo: 2 DE 3

Lámina: 2 DE 3

Coordenadas: UTM - WGS 84 ZONA 17 S

